MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, CON ACTIVIDAD QUE NO INCLUYE RIESGO



VALLARTA SUR 5630

Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

Introducción

La anticipación es el eje rector de la gestión ambiental, tiene el objetivo prioritario de vigilar, prevenir y evitar la degradación del medio ambiente, es decir, cuando la experiencia empírica refleja que una actividad que genera impacto en el ambiente, entonces resulta necesario adoptar las medidas correspondientes para evitarlo o mitigarlo, una manifestación de impacto ambiental es una valoración de riesgo para el medio ambiente a partir de la cual se desarrolla un proyecto.

En este sentido, la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, se ha realizado tomando en consideración de manera integral el **Principio Preventivo**, buscando anticipar y evitar los posibles daños ambientales a través de la identificación temprana de riesgos y la propuesta de estrategias de mitigación efectivas. Finalmente, en la interpretación y aplicación de la normatividad ambiental vigente, se ha desarrollado por el **Principio In dubio pro natura**, considerando la interpretación de dicha legislación que brinda la mayor protección al medio ambiente como bien jurídico fundamental.

El estudio refiere fuentes de información válidas y actualizadas, algunas más allá de las consideraciones que prevé la legislación ambiental, para garantizar la observancia del principio de prevención, carácter básico de la Evaluación de Impacto Ambiental y del Principio Precautorio que ofrece certidumbre de protección al ambiente y se garantiza el menor efecto adverso al mismo.

La consideración de estos tres principios asegura un documento técnico riguroso y responsable, orientado a una obra y un proyecto de inversión sostenible.

Principio Preventivo

Este principio guía la toma de decisiones en materia ambiental y busca evitar que el desarrollo económico o de infraestructura se realice sin considerar sus posibles efectos sobre el entorno. Es en este sentido que, la evaluación del impacto ambiental en México mediante el instrumento de la Manifestación de Impacto Ambiental radica en que es mejor prevenir el daño ambiental.

En cumplimiento con este principio, es que se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto **“Vallarta Sur 5630”** que, de acuerdo con la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA),** es el documento que permite conocer el impacto ambiental que generará cualquier obra o actividad, previo a su construcción, así como la forma de evitarlo o atenuarlo.

Todas las estrategias y acciones propuestas en el presente estudio tienen la coherencia suficiente ante la certeza de que una acción no generará situaciones adversas de cada una de las etapas para el desarrollo del proyecto propuesto, para

lo cual se proponen implementar estrategias para evitar que cualquier impacto adverso, atendiendo a este “Principio Preventivo”, actuar preventivamente es una estrategia más eficiente y responsable.

El Principio Preventivo se encuentra explícitamente definido en la **LGEEPA** la principal fuente.

Podemos encontrar su fundamento en los siguientes aspectos:

> *Artículo 3, fracción XXVI de la LGEEPA:*
>
> *“Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente;”*

Así como en el propio Artículo 28 de la LGEEPA, cuando se menciona el concepto mismo de la “Evaluación del Impacto Ambiental”.

Principio Precautorio

Este principio pudiera ser utilizado en escenarios de incertidumbre respecto de sobre los posibles impactos ambientales durante la ejecución de un proyecto.

En concreto, este principio indica que se debe actuar si existe para tomar acciones preventivas, aunque no se haya demostrado todavía con certeza algún riesgo.

Para el caso concreto, objeto del presente estudio, ya que el capitulado del proyecto **“Vallarta Sur 5630”** se ha integrado desde una visión de coherencia y en apego a la legislación ambiental vigente abarcando todos los posibles escenarios de incertidumbre.

Es por lo que este “Principio Precautorio” implica que, las autoridades y el promovente deben actuar con cautela y tomar estrategias preventivas toda vez que las estrategias de mitigación establecidas en el presente estudio han sido diseñadas y adaptadas para que la obra se ejecute de manera preventiva.

Principio In dubio pro natura

Este principio establece que, en caso de duda o incertidumbre sobre la interpretación o aplicación de una norma ambiental, se debe favorecer la interpretación que sea más protectora del medio ambiente.

Atendiendo el significado de "in dubio pro natura" que, a saber: "en la duda, a favor de la naturaleza", la presente Manifestación de Impacto Ambiental ha aplicado, al momento de ser integrada, las acciones en apego a la legislación ambiental mexicana, el articulado más congruente y conveniente de ser observado, especialmente en consideración del ecosistema costero y el cómo este concepto se ha abordado a lo largo del presente documento técnico.

Es así como, tomando como base este principio, el proyecto **"Vallarta Sur 5630"** cumple cabalmente con la propuesta de prevención, mitigación y compensación adecuada para llevarse a cabo en base a los principios antes expuestos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, CON ACTIVIDAD QUE NO INCLUYE RIESGO

CAPÍTULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



VALLARTA SUR 5630

Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

Tabla de contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1
I.1. Datos generales del proyecto 1
I.1.1. Nombre del proyecto 1
I.1.2. Ubicación del proyecto 1
I.1.3. Duración del proyecto 2
I.2. Datos generales del promovente 2
I.2.1. Nombre o razón social 2
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 2
I.2.3. Nombre del representante legal 2
I.2.4. Dirección del promovente o su representante legal 2
I.3. Responsable Técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental 3
I.3.1. Nombre o Razón Social 3
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes 3
I.3.3. Responsable Técnico del Estudio 3
I.3.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio 3

Ilustraciones

Ilustración I.1. Ubicación general del proyecto. 1

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

Vallarta Sur 5630

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto **Vallarta Sur 5630** se localizará en el litoral del Pacífico Mexicano, en el municipio de Puerto Vallarta en el Estado de Jalisco.

El sitio del proyecto se ubica sobre la carretera Barra de Navidad número 5630, localidad Boca de Tomatlán y Mismaloya, en el municipio de Puerto Vallarta, estado de Jalisco.

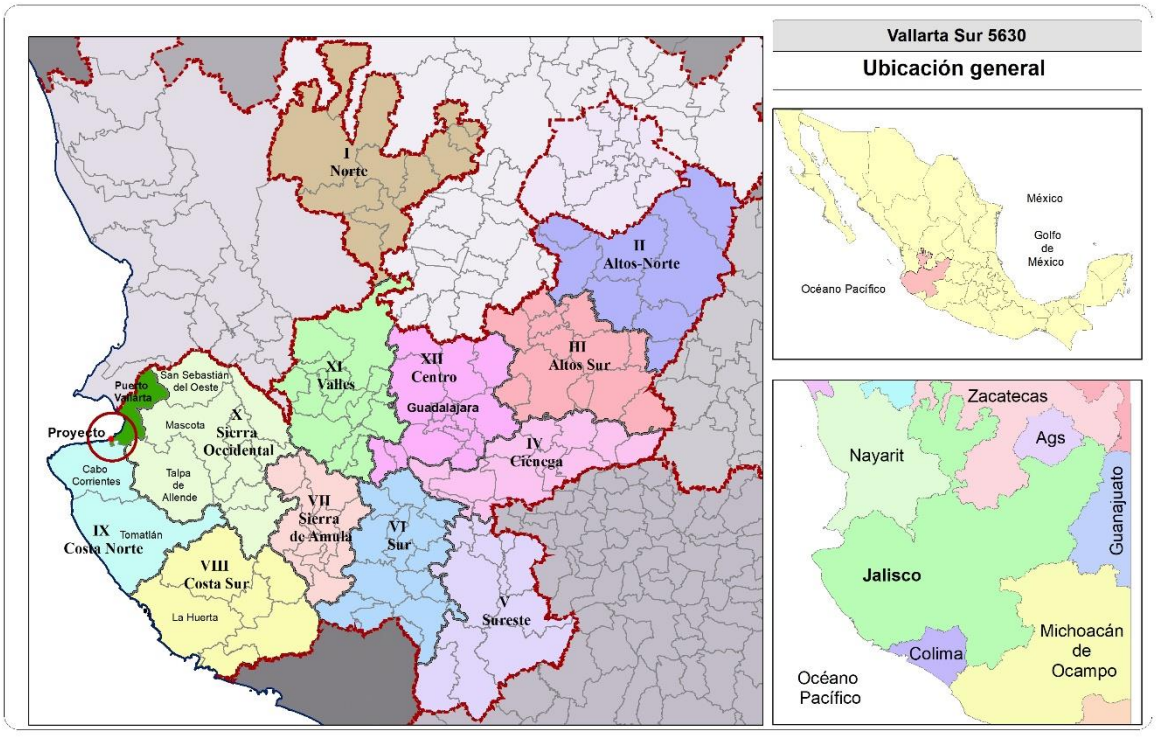


Ilustración I.1. Ubicación general del proyecto.

I.1.3. Duración del proyecto

El escenario de desarrollo e inversión previsto para el proyecto, se considera un periodo de 6 años para la demolición, preparación del sitio y construcción. La vida útil del proyecto en operación está estimada en un periodo de 99 años; sin embargo, este tiempo puede ser ampliado por tiempo indefinido, al proporcionar el mantenimiento preventivo adecuado. Por su naturaleza, se prevé que el proyecto se integrará a la política de desarrollo programada por el Estado de Jalisco y el Municipio de Puerto Vallarta, prolongando así su duración.

Para el presente proyecto no se ha considerado el abandono del sitio pues, como se ha indicado, su operación puede prolongarse por un tiempo indefinido. Lo anterior se justifica al considerar que los materiales y diseños han sido seleccionados de acuerdo con las características de la región, aunado al mantenimiento preventivo que se le dará cuando esté en operación.

Sin embargo, en caso de que la promovente decidiera no continuar con el proyecto durante su operación, se procedería a la venta del inmueble en las condiciones en que se encuentre, con su consecuente cambio de titularidad de la autorización ambiental emitida.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Se anexa copia de Acta Constitutiva

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

PCP760823EE5

Se anexa copia de la Cédula de Identificación Fiscal del promovente.

I.2.3. Nombre del representante legal

C. Sergio Alberto Ceballos Rodríguez

Se anexa copia del poder e identificación oficial.

I.2.4. Dirección del promovente o su representante legal

Calle y numero: Av. Pablo Neruda 2631, Piso 1

Colonia:	Providencia
Código Postal:	44630
Ciudad	Guadalajara
Entidad Federativa:	Jalisco
Teléfono:	333 441 7470

I.3. Responsable Técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o Razón Social

La coordinación del presente estudio de evaluación del impacto ambiental es responsabilidad de la empresa GDT Ambiental, S.A. de C.V.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

GAM090420K75

I.3.3. Responsable Técnico del Estudio

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, fue coordinada por:

Biól. Reyna Lilia García Loredo
Cédula Profesional: 2199762

Este documento, que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental de la SEMARNAT se ha integrado a partir de un ejercicio interdisciplinario que incluye estudios realizados por diversos especialistas independientes y asociados, que responden por la veracidad de la información y la calidad de los análisis realizados.

I.3.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio

Calle y numero:	Concepción Beistegui 703 interior 1
Colonia:	Del Valle
Código Postal:	03100
Entidad Federativa	Ciudad de México
Alcaldía:	Benito Juárez
Teléfono:	55 9000 5534
Correo electrónico:	rgarcia@gdtambiental.com.mx

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, CON ACTIVIDAD QUE NO INCLUYE RIESGO

CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO



VALLARTA SUR 5630

Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

Tabla de contenido

II.DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO 1
II.1. Información general del proyecto, plan o programa 1
II.1.1. Introducción 1
II.1.2. Naturaleza del proyecto 3
II.1.3. Justificación 4
II.1.4. Ubicación física y dimensiones del proyecto 6
II.1.5. Condición actual del sitio del proyecto 11
II.1.6. Inversión requerida 17
II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa 17
II.2.1. Cambio de uso de suelo en áreas forestales en selva 21
II.2.2. ETAPA 1 | Edificio Sur 22
II.2.3. ETAPA 1 | Pasarela Marina 28
II.2.4. ETAPA 2 | Edificio Norte 32
II.2.5. Obras asociadas y complementarias para el funcionamiento del proyecto 36
II.2.6. Programa de Trabajo 50
II.2.7. Preparación del sitio 51
II.2.8. Construcción 55
II.2.9. Construcción e instalación de la Pasarela Marina 59
II.2.10. Etapa de operación y mantenimiento 62
II.2.11. Etapa de abandono del sitio 65
II.2.12. Materiales y maquinaria por utilizar 66
II.2.13. Utilización de explosivos 70
II.2.14. Residuos 70
II.2.14.1. Residuos sólidos 70
II.2.14.2. Aguas residuales 71
II.2.14.3. Residuos de manejo especial 72

II.2.14.4. Residuos de la construcción y demolición. 73
II.2.14.5. Residuos peligrosos 73
II.2.15. Estimación de volúmenes generados por los diferentes tipos de residuos en las etapas de preparación del sitio y construcción. 76
II.2.15.1. Residuos sólidos urbanos 76
II.2.15.2. Aguas residuales 76
II.2.15.3. Desmonte, despalme y movimiento de tierra 76
II.2.15.4. Residuos de la construcción y demolición 77
II.2.15.5. Residuos de manejo especial 80
II.2.15.6. Residuos peligrosos 80
II.2.16. Estimación de volúmenes generados por los diferentes tipos de residuos en la etapa de operación y mantenimiento 80
II.2.16.1. Residuos sólidos urbanos 81
II.2.16.1. Aguas Residuales 82
II.2.16.2. Residuos de manejo especial 82
II.2.16.3. Residuos peligrosos 83
II.2.17. Generación de gases de efecto invernadero 83
II.3. Referencias 91

Tablas

Tabla II.1. Criterios de selección del sitio del proyecto. 4
Tabla II.2. Tabla de coordenadas UTM Zona 13 N Datum WGS84 del polígono envolvente del proyecto. 6
Tabla II.3. Superficie por tipo de área en la que se desplantará el proyecto. 11
Tabla II.4. Usos de suelo de la condición actual que comprenden el área del proyecto 12
Tabla II.5. Estructuras existentes al interior del sitio del proyecto. 13
Tabla II.6. Distribución de la inversión estimada en las diferentes actividades del proyecto 17

Tabla II.7. Superficie de ocupación o Huella de desplante del proyecto. 17
Tabla II.8. Tipo de departamentos y cajones de estacionamiento por etapa. 20
Tabla II.9. Distribución y desplante de los componentes de la Pasarela Marina. .. 21
Tabla II.10. Descripción de los componentes del Edificio Sur. 23
Tabla II.11. Descripción de los componentes de la Pasarela Marina. 28
Tabla II.12. Descripción de los componentes del Edificio Norte. 33
Tabla II.13. Información base para la estimación de los volúmenes de dotación, consumo y generación de aguas residuales. 39
Tabla II.14. Datos para determinar el consumo de agua potable del proyecto. 40
Tabla II.15. Cálculo de consumo máximo diario de agua potable. 41
Tabla II.16. Balance de consumo anual de agua. 41
Tabla II.17. Consumo de agua potable. 41
Tabla II.18. Volúmenes de agua residual tratada y lodos a disposición. 47
Tabla II.19. Volumen de agua tratada, máximo y promedio. 48
Tabla II.20. Balance de consumo de agua tanto potable como tratada. 48
Tabla II.21. Programa de trabajo para la ejecución del proyecto. 50
Tabla II.22. Ocupación estimada anual. 64
Tabla II.23. Referencia de maquinaria y equipo a utilizar. 66
Tabla II.24. Relación del personal que intervendrá en el proceso constructivo de la obra. 67
Tabla II.25. Estimación del material que se utilizará para la construcción del proyecto. 69
Tabla II.26. Residuos Peligrosos que pueden en la construcción. 74
Tabla II.27. Estimación de residuos generados en la etapa de Preparación del sitio. 77
Tabla II.28. Resumen de la generación de residuos de la construcción y demolición. 77
Tabla II.29. Relación del volumen estimado a generarse de los Residuos de la Construcción y Demolición. 78
Tabla II.30. Estimación de residuos peligrosos derivados de la construcción y demolición. 80

Tabla II.31. Estimación de residuos sólidos domésticos generados en la etapa de operación..... 81
Tabla II.32. Gases de Efecto Invernadero considerados. 83
Tabla II.33. Identificación de etapa y fuente de emisiones. 85
Tabla II.34. Características de operación de la maquinaria a emplear. 86
Tabla II.35. Cálculo de emisiones de maquinaria y camiones empelados en el proyecto..... 87
Tabla II.36. Cálculo de contaminantes criterio. 88
Tabla II.37. Emisiones indirectas durante la preparación del sitio y construcción. 89
Tabla II.38. Emisiones indirectas durante la operación del proyecto. 89
Tabla II.39. Emisiones generadas por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales..... 90
Tabla II.40. Pérdida de captura de carbono por remoción de vegetación. 90

Ilustraciones

Ilustración II.1.Ubicación del proyecto. 10
Ilustración II.2. Tipo de área en la que incide el sitio del proyecto..... 11
Ilustración II.3. Condición actual del área del proyecto. 12
Ilustración II.4. Huella de desplante del proyecto. 19
Ilustración II.5. Representación del perfil arquitectónico del proyecto. 20
Ilustración II.6. Área requerida para cambio de uso de suelo de áreas forestales en de selva mediana subcaducifolia (SMS) y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (Vas/SMS). 22
Ilustración II.7. Vista frontal de la pasarela marina y escaleras hacia zona federal marítimo terrestre y zona terrestre. 30
Ilustración II.8. Vista aérea, se aprecia la pasarela marina, andadores y escaleras, terrazas, plataformas y muros de contención. 31
Ilustración II.9. Vista de plataformas, andadores, muros de contención y terraza. 31
Ilustración II.10. Ubicación y componentes de la Pasarela Marina. 32

Ilustración II.11. Diseño de las obras hidráulicas de drenaje pluvial. 37
Ilustración II.12. Ubicación de las instalaciones del proyecto para energía eléctrica. 38
Ilustración II.13. Ubicación de planta potabilizadora en el Nivel 05 del Edificio Sur. 42
Ilustración II.14. Ubicación de la cisterna de agua cruda en el Nivel 04 del Edificio Sur. 42
Ilustración II.15. Ubicación de la cisterna de agua cruda en el Nivel 07 del Edificio Norte. 43
Ilustración II.16. Ejemplo de configuración de la PTAR con la tecnología RMM®. A la derecha imagen del contenedor cilíndrico. 44
Ilustración II.17. Diagrama de flujo de una PTAR tipo RMM®. 45
Ilustración II.18. Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Nivel 04 del Edificio Sur. 47
Ilustración II.19. Ubicación temporal del tanque estacionario de gas L.P. en el Nivel 08 del Edificio Sur. 49
Ilustración II.20. Ubicación definitiva del tanque estacionario de gas L.P. en el Nivel 08 del Edificio Norte. 49
Ilustración II.21. Ubicación de los individuos arbóreos que serán conservados. ... 52
Ilustración II.22. Ubicación de áreas por ajardinar y por reforestar. 53
Ilustración II.23. Afloramientos rocosos visibles en el área del proyecto. 59
Ilustración II.24. Detalle de planta y alzado de la cimentación sobre los salientes rocosos. 61
Ilustración II.25. Detalle constructivo de andador, muro de contención y plataforma. 62
Ilustración II.26. Ubicación del área de contenedores para los residuos generados en el proyecto durante su operación. 63

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

II.1. Información general del proyecto, plan o programa

II.1.1. Introducción

Para efectos de la Evaluación de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT y de acuerdo con el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como a los artículos 5° y 11 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Vallarta Sur 5630 debe entenderse como un **Desarrollo Inmobiliario** que engloba un conjunto de obras y actividades relativas a:

- La demolición de infraestructura existente en el predio, que fue adquirido con esas condiciones.
- La preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de elementos diversos como son:
  - Desarrollo de uso turístico habitacional vertical.
  - Pasarela marina.
  - Plataformas y andadores frente al mar.
  - Planta de tratamiento de aguas residuales
  - Planta potabilizadora
  - Obras hidráulicas de drenaje pluvial con el fin de captar y desalojar las aguas pluviales provenientes de la parte superior de la cuenca para ser dirigidas hacia el mar.
  - Área de amenidades
  - Obras asociadas a la dotación de servicios necesarios para su viabilidad
- Cambio de uso de suelo de áreas forestales derivado del desplante del conjunto de elementos que conforman el proyecto, con el fin de consolidar un Uso de Suelo Turismo, acorde con las políticas de Desarrollo y Uso de Suelo vigentes para la zona.

Cabe señalar que la información integrada en la Manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional, incluyendo el Capítulo II, está estipulada con el objetivo principal de aportar información útil a la evaluación de impacto ambiental a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) considerando para ello que los artículos 28 y 35 de la LGEEPA a la letra dicen:

> ***ARTÍCULO 28.-*** *La* ***evaluación del impacto ambiental*** *es el procedimiento a través del cual* ***la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades*** *que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente (…)*
>
> ***ARTÍCULO 35.-*** *(…)*
>
> *La* ***resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate****.*

Así mismo, el artículo 49 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

> ***Artículo 49.-*** *Las autorizaciones que expida la Secretaría* ***sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate*** *(…)*

De lo anterior se desprende que la descripción del proyecto Vallarta Sur 5630, estará enfocado a dimensionar los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate, siendo que los aspectos ambientales relacionados con un Desarrollo Inmobiliario como es Vallarta Sur 5630 son los siguientes:

- Los aspectos ambientales relacionados con la ocupación por parte del proyecto de un territorio.
- Los aspectos ambientales relacionados con dar un Uso de Suelo Turismo al predio del proyecto.
- Los aspectos ambientales por la demolición de la infraestructura existente en el predio del proyecto.
- Los aspectos ambientales de las obras temporales necesarias para poder consolidar el proyecto propuesto.
- Los aspectos ambientales de la construcción y operación de los elementos que conforman el proyecto.
- Los aspectos ambientales por la instalación de accesorios ahorradores de agua.
- Los aspectos ambientales relacionados al reciclaje inmobiliario, al darle una segunda oportunidad de desarrollo o aprovechamiento al sitio del proyecto.
- Los aspectos ambientales de la demanda de recursos para la operación y mantenimiento de las obras y actividades requeridas por el proyecto.

- Los aspectos ambientales por la reutilización de recursos, en este caso el agua tratada, para la operación de la infraestructura y servicios del proyecto, lo que propicia la economía circular del proyecto.
- Los aspectos ambientales de la consecuente generación de residuos derivados de la demolición, construcción y operación de las obras y actividades necesarias para el proyecto.

Estas consideraciones motivan a incluir información que permita dimensionar los aspectos ambientales del proyecto y del conjunto de obras y actividades que lo componen, previniendo de aportar información o descripciones útiles para otras Esferas de Gobierno con competencias diferentes en temas tan diversos como Laborales, Energéticos, Constructivos, Fiscales, Administrativos, Sanitarios, Financieros, entre muchos otros.

II.1.2. Naturaleza del proyecto

Puerto Vallarta se ha desarrollado como un centro turístico de clase mundial, en ese sentido el turismo ha sido el eje principal para la creación de empleo en Puerto Vallarta durante los últimos 15 años y ha constituido un factor detonante del crecimiento económico. Es relevante destacar que los servicios relacionados con las actividades turísticas son la segunda unidad económica en el municipio.[1]

El proyecto Vallarta Sur 5630 está previsto para ser un desarrollo turístico habitacional vertical de 121 departamentos que contará con toda la infraestructura urbana necesaria para su viabilidad. En adición, contará con infraestructura que permitirá a los usuarios el goce y disfrute del mar; dicha infraestructura estará conformada por una pasarela marina, así como plataformas y andadores frente al mar que conectarán con el desarrollo turístico habitacional vertical y que bordean el frente norponiente del predio en un escarpado acantilado rocoso.

Adicionalmente a la infraestructura de departamentos, el proyecto integra la construcción de estacionamientos, área comercial, planta potabilizadora y planta de tratamiento de aguas residuales, electricidad, internet y telefonía. El proyecto se desarrollará en dos etapas, la primera integra el Edificio Sur, estacionamiento, pasarela marina, plataformas y andadores frente al mar y la segunda con el Edificio Norte y el área comercial.

[1] (Gobierno del Municipio de Puerto Vallarta 2020 - 2024, 2022)

Como parte del proyecto, se dejarán áreas en su estado natural, que no serán intervenidas, tanto en la zona terrestre como en la zona federal marítimo terrestre.

II.1.3. Justificación

La ubicación geográfica del proyecto es atractiva debido al potencial de desarrollo turístico que presenta y a los diversos atributos naturales y paisajísticos que ofrece la zona. El proyecto Vallarta Sur 5630 considera el aprovechamiento de un terreno que previamente su condición ambiental natural ha sido modificada, toda vez que en el mismo se cuenta con infraestructura en estado de abandono que fue construida por algún propietario anterior. En ese sentido, se estaría llevando a cabo **el reciclaje inmobiliario** al aprovechar un terreno cuya condición ambiental ha sido transformada previamente, disminuyendo la afectación de los recursos naturales del sitio.

Aunado a lo anterior, el proyecto contempla mantener áreas con sus condiciones ambientales naturales y recuperará algunas áreas ocupadas con la infraestructura existente para transformarlas en áreas verdes.

En la siguiente tabla se señalan los criterios de selección del sitio:

Tabla II.1. Criterios de selección del sitio del proyecto.

Criterios	Descripción
Ambientales	El sitio del proyecto ha sido modificado previamente toda vez que existe al interior del sitio infraestructura en abandono. Por lo que el proyecto ofrece una segunda oportunidad de aprovechamiento que permita el **reciclaje inmobiliario**, lo que representa una afectación menor comparado con el desarrollo en un terreno prístino. El agua tratada proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que se instalará será utilizada para el riego de las áreas verdes, asimismo se enviará hacia los sanitarios del proyecto, lavado de exteriores y, en su caso, los flujos remanentes podrán ser donados a aquellas actividades de la región que la requieran o serán descargados a la red de drenaje del SEAPAL,

Criterios	Descripción
	considerando lo indicado por los Artículos 4°, párrafo octavo y 115, fracción III, inciso a) de la Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos.
Técnicos	Se aprovechará un terreno cuya condición ambiental ha sido modificada previamente pues cuenta con infraestructura en condiciones de abandono. En ese sentido, parte del proyecto se desplantará en áreas ocupadas por esta infraestructura existente.
Normativos	Considerando lo señalado por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco, el proyecto se ubica en una UGA con uso del suelo predominante para Turismo. Referente al Plan Parcial de Desarrollo Urbano Distrito Urbano 10, el proyecto se ubica en un sitio con uso de suelo actual Turístico, con una política de Crecimiento y con zonificación secundaria Habitacional Medio.
Sociales	El desarrollo del proyecto traerá fuentes de trabajo tanto a la población como empresas locales. Se prevé la interacción entre el proyecto con proveedores y prestadores de servicio locales municipales para su buen funcionamiento
Económicos	El turismo es uno de los pocos sectores económicos del mundo que mantiene un crecimiento firme, aportando fuerza vital al progreso económico, tanto en los países en desarrollo como en los países subdesarrollados, así como la generación de empleos. El municipio de Puerto Vallarta, en el estado de Jalisco, se ha desarrollado gracias a la demanda turística de la región. Jalisco es un estado con ofrecimiento turístico a nivel nacional e internacional, lo que representa un beneficio para la población local por la generación de empleo, demanda de servicios y derrama económica.

II.1.4. Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Puerto Vallarta en el Estado de Jalisco, adyacente a la carretera Barra de Navidad con numeración municipal 5630, Localidad Boca de Tomatlán y Mismaloya. El proyecto se desarrollará en un área de 16,048.82 m^2, que integra zona terrestre, zona federal marítimo terrestre y área marina.

Como referencia de ubicación del proyecto se señala que:

- Al Norte colinda con zona marina.
- Al Sur colinda con la carretera Barra de Navidad.
- Al Este colinda con “Casa Mariposa del Mar” y lote particular.
- Al Oeste colinda con “Mar Sereno Hotel y Suites” y zona marina.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas UTM Zona 13 N Datum WGS84 que delimitan el área del proyecto:

Tabla II.2. Tabla de coordenadas UTM Zona 13 N Datum WGS84 del polígono envolvente del proyecto.

V	X	Y	V	X	Y	V	X	Y
1	467120.6421	2269172.7429	142	467018.3486	2269108.5095	283	467067.1560	2269123.4098
2	467127.1850	2269165.2938	143	467019.9663	2269109.8417	284	467067.1626	2269123.7556
3	467130.7583	2269167.3884	144	467021.5512	2269111.2125	285	467067.1806	2269124.1010
4	467149.3540	2269135.6650	145	467022.0566	2269111.7666	286	467067.2098	2269124.4456
5	467154.7600	2269138.1370	146	467022.5440	2269112.3363	287	467067.2503	2269124.7891
6	467177.7880	2269097.8260	147	467023.0132	2269112.9213	288	467067.3020	2269125.1311
7	467185.9159	2269082.6306	148	467023.4635	2269113.5209	289	467067.3690	2269125.4913
8	467164.1987	2269070.4444	149	467023.8946	2269114.1344	290	467067.4483	2269125.8490
9	467112.7105	2269041.5988	150	467024.0562	2269114.4038	291	467067.5400	2269126.2036
10	467093.9055	2269031.0836	151	467024.2271	2269114.6673	292	467067.6439	2269126.5550
11	467091.9232	2269029.9798	152	467024.4071	2269114.9247	293	467067.8160	2269127.0001
12	467088.5400	2269028.0932	153	467024.5960	2269115.1756	294	467068.0029	2269127.4393
13	467086.4891	2269027.0272	154	467024.7936	2269115.4198	295	467068.2044	2269127.8720
14	467084.5170	2269026.1229	155	467024.9996	2269115.6568	296	467068.4203	2269128.2977
15	467081.2959	2269024.8812	156	467025.2138	2269115.8865	297	467068.6502	2269128.7160
16	467078.6519	2269024.0653	157	467025.4360	2269116.1086	298	467068.8940	2269129.1264
17	467076.1110	2269023.4443	158	467025.6657	2269116.3227	299	467069.1514	2269129.5283
18	467075.6366	2269023.3454	159	467025.9029	2269116.5287	300	467069.4221	2269129.9214

V	X	Y	V	X	Y	V	X	Y
19	467064.2845	2269021.0233	160	467026.1471	2269116.7262	301	467069.7058	2269130.3053
20	467054.0534	2269019.3082	161	467026.8584	2269117.1307	302	467070.0022	2269130.6795
21	467039.1390	2269033.0240	162	467027.5824	2269117.5121	303	467070.3109	2269131.0435
22	467002.1740	2269064.5010	163	467028.3183	2269117.8699	304	467070.6316	2269131.3970
23	467002.8989	2269065.2801	164	467029.0655	2269118.2037	305	467070.9639	2269131.7396
24	467013.1020	2269073.9276	165	467029.8230	2269118.5131	306	467071.3075	2269132.0710
25	467008.4869	2269080.5484	166	467030.5902	2269118.7979	307	467071.6620	2269132.3906
26	467006.3139	2269083.6658	167	467031.3661	2269119.0577	308	467072.0270	2269132.6982
27	467003.2883	2269088.0099	168	467032.1501	2269119.2923	309	467072.4020	2269132.9934
28	467001.6157	2269090.4095	169	467032.9412	2269119.5015	310	467072.7867	2269133.2759
29	466982.9483	2269117.1896	170	467034.9199	2269120.2771	311	467073.1807	2269133.5454
30	466982.3480	2269116.7711	171	467036.4349	2269120.8320	312	467073.5834	2269133.8016
31	466981.8558	2269116.4281	172	467036.6564	2269120.9098	313	467073.9945	2269134.0442
32	466981.4242	2269116.1272	173	467036.8803	2269120.9805	314	467074.1907	2269134.1869
33	466979.9986	2269118.1724	174	467037.1064	2269121.0439	315	467074.3819	2269134.3364
34	466980.2793	2269118.3680	175	467037.3344	2269121.1000	316	467074.5678	2269134.4925
35	466978.9275	2269120.3073	176	467037.5641	2269121.1487	317	467074.7481	2269134.6549
36	466976.2605	2269124.1334	177	467037.7953	2269121.1900	318	467074.9226	2269134.8236
37	466977.5038	2269125.0001	178	467038.0276	2269121.2238	319	467075.0911	2269134.9982
38	466974.7928	2269128.8893	179	467038.2609	2269121.2502	320	467075.2535	2269135.1786
39	466974.6829	2269129.0469	180	467038.4950	2269121.2690	321	467075.4094	2269135.3645
40	466974.6928	2269129.0538	181	467038.7295	2269121.2802	322	467075.5588	2269135.5557
41	466974.8504	2269129.1636	182	467038.9643	2269121.2839	323	467075.7015	2269135.7521
42	466974.8572	2269129.1538	183	467039.1241	2269121.2715	324	467075.8372	2269135.9533
43	466974.8795	2269129.1217	184	467039.2833	2269121.2537	325	467075.9658	2269136.1591
44	466976.0236	2269129.9192	185	467039.4419	2269121.2305	326	467076.0872	2269136.3692
45	466975.9944	2269129.9611	186	467039.5996	2269121.2019	327	467076.2011	2269136.5835
46	466976.0043	2269129.9679	187	467039.7562	2269121.1679	328	467076.3075	2269136.8016
47	466976.1618	2269130.0778	188	467039.9115	2269121.1286	329	467076.4063	2269137.0233
48	466976.1687	2269130.0679	189	467040.0654	2269121.0840	330	467076.4973	2269137.2483
49	466978.9827	2269126.0310	190	467040.2178	2269121.0342	331	467076.5804	2269137.4763
50	466979.9396	2269126.6980	191	467040.3683	2269120.9792	332	467076.6554	2269137.7071
51	466982.6066	2269122.8719	192	467040.5169	2269120.9192	333	467076.7224	2269137.9403
52	466985.3841	2269118.8875	193	467040.6633	2269120.8541	334	467076.7812	2269138.1758
53	466984.4271	2269118.2204	194	467040.8074	2269120.7841	335	467076.8318	2269138.4131
54	467002.9966	2269091.5798	195	467040.9491	2269120.7092	336	467076.8741	2269138.6521
55	467004.7667	2269089.0405	196	467043.4941	2269119.8051	337	467076.9080	2269138.8924

V	X	Y	V	X	Y	V	X	Y
56	467007.7922	2269084.6963	197	467045.7860	2269118.7880	338	467076.9335	2269139.1337
57	467012.7391	2269088.1446	198	467046.9051	2269118.3296	339	467076.9506	2269139.3758
58	467012.0574	2269089.0844	199	467047.4255	2269118.0493	340	467076.9593	2269139.6184
59	467011.9116	2269089.3413	200	467047.9376	2269117.7539	341	467076.8956	2269141.4109
60	467011.7748	2269089.6032	201	467048.4407	2269117.4437	342	467076.7756	2269143.2005
61	467011.6472	2269089.8696	202	467048.9346	2269117.1188	343	467076.5993	2269144.9855
62	467011.5290	2269090.1403	203	467049.0453	2269117.3473	344	467076.5725	2269145.4403
63	467011.4203	2269090.4150	204	467049.8305	2269117.0556	345	467076.5608	2269145.8957
64	467011.3212	2269090.6933	205	467050.6253	2269116.7906	346	467076.5641	2269146.3513
65	467011.2319	2269090.9749	206	467051.4285	2269116.5526	347	467076.5825	2269146.8065
66	467011.1525	2269091.2595	207	467052.2947	2269116.3276	348	467076.6159	2269147.2609
67	467011.0831	2269091.5466	208	467053.1687	2269116.1344	349	467076.6643	2269147.7139
68	467011.0237	2269091.8360	209	467053.4209	2269116.0942	350	467076.7276	2269148.1650
69	467010.9744	2269092.1273	210	467053.6742	2269116.0616	351	467076.8058	2269148.6139
70	467010.9354	2269092.4201	211	467053.9284	2269116.0368	352	467076.8988	2269149.0599
71	467010.9105	2269092.6611	212	467054.1833	2269116.0197	353	467077.0065	2269149.5025
72	467010.8928	2269092.9027	213	467054.4385	2269116.0103	354	467077.1288	2269149.9414
73	467010.8821	2269093.1447	214	467054.6940	2269116.0087	355	467077.5100	2269149.8503
74	467010.8784	2269093.3869	215	467054.9855	2269116.0163	356	467077.7856	2269150.5461
75	467010.8675	2269093.5124	216	467055.2765	2269116.0340	357	467078.1758	2269151.4622
76	467010.8523	2269093.6374	217	467059.2271	2269116.9129	358	467078.6084	2269152.3757
77	467010.8328	2269093.7618	218	467059.4787	2269116.9407	359	467079.0643	2269153.2920
78	467010.8091	2269093.8854	219	467059.7312	2269116.9604	360	467079.1933	2269153.5437
79	467010.7812	2269094.0082	220	467059.9841	2269116.9718	361	467079.3304	2269153.7911
80	467010.7491	2269094.1300	221	467060.2373	2269116.9749	362	467079.4755	2269154.0339
81	467010.7129	2269094.2506	222	467060.4905	2269116.9698	363	467079.6285	2269154.2718
82	467010.6726	2269094.3699	223	467060.7433	2269116.9564	364	467079.7892	2269154.5045
83	467010.6283	2269094.4878	224	467060.9956	2269116.9348	365	467079.9575	2269154.7319
84	467010.5799	2269094.6041	225	467061.2470	2269116.9049	366	467080.1331	2269154.9536
85	467010.5436	2269094.6845	226	467061.4974	2269116.8669	367	467080.3159	2269155.1694
86	467010.1233	2269095.4386	227	467061.6516	2269116.8571	368	467080.5056	2269155.3792
87	467009.7278	2269096.2059	228	467061.8060	2269116.8526	369	467080.7021	2269155.5826
88	467009.3574	2269096.9856	229	467061.9606	2269116.8535	370	467080.9052	2269155.7795
89	467009.0126	2269097.7770	230	467062.1150	2269116.8597	371	467081.1146	2269155.9696
90	467008.9892	2269097.8417	231	467062.2690	2269116.8712	372	467081.3301	2269156.1528
91	467008.9679	2269097.9072	232	467062.4227	2269116.8880	373	467081.5515	2269156.3288
92	467008.9489	2269097.9733	233	467062.5756	2269116.9102	374	467083.2241	2269157.7003

V	X	Y	V	X	Y	V	X	Y
93	467008.9321	2269098.0400	234	467062.7277	2269116.9376	375	467083.9535	2269158.2838
94	467008.9176	2269098.1073	235	467062.8787	2269116.9703	376	467084.7008	2269158.8443
95	467008.9055	2269098.1750	236	467063.0285	2269117.0082	377	467085.4651	2269159.3813
96	467008.8956	2269098.2431	237	467063.1769	2269117.0512	378	467086.2458	2269159.8942
97	467008.8880	2269098.3115	238	467063.3238	2269117.0993	379	467087.0420	2269160.3826
98	467008.8828	2269098.3801	239	467063.6086	2269116.7808	380	467087.8531	2269160.8459
99	467008.8799	2269098.4489	240	467063.6792	2269116.8057	381	467088.6782	2269161.2838
100	467008.8793	2269098.5177	241	467063.7490	2269116.8327	382	467089.5165	2269161.6958
101	467008.8811	2269098.5865	242	467063.8179	2269116.8620	383	467093.0942	2269163.3853
102	467008.8852	2269098.6552	243	467063.8858	2269116.8933	384	467093.4162	2269163.5305
103	467008.8917	2269098.7237	244	467063.9528	2269116.9268	385	467093.7430	2269163.6642
104	467008.9004	2269098.7919	245	467064.0186	2269116.9624	386	467094.0744	2269163.7862
105	467008.9115	2269098.8598	246	467064.1510	2269117.0244	387	467094.4099	2269163.8965
106	467008.9249	2269098.9273	247	467064.2813	2269117.0908	388	467094.7491	2269163.9949
107	467008.9406	2269098.9943	248	467064.4092	2269117.1616	389	467095.0915	2269164.0812
108	467008.9585	2269099.0608	249	467064.5347	2269117.2367	390	467095.4368	2269164.1554
109	467008.9787	2269099.1266	250	467064.6576	2269117.3160	391	467095.7845	2269164.2173
110	467009.0011	2269099.1916	251	467064.7777	2269117.3993	392	467096.1251	2269164.2658
111	467009.0257	2269099.2559	252	467064.8949	2269117.4867	393	467096.4672	2269164.3026
112	467009.0525	2269099.3193	253	467065.0092	2269117.5780	394	467096.8104	2269164.3275
113	467009.0814	2269099.3817	254	467065.1203	2269117.6731	395	467096.9206	2269164.3330
114	467009.1124	2269099.4431	255	467065.2281	2269117.7718	396	467099.7693	2269164.4596
115	467009.1455	2269099.5035	256	467065.3325	2269117.8742	397	467099.6772	2269165.4193
116	467009.3294	2269099.8350	257	467065.4334	2269117.9800	398	467101.0672	2269165.4810
117	467009.5243	2269100.1603	258	467065.5307	2269118.0891	399	467101.1081	2269164.5597
118	467009.7298	2269100.4789	259	467066.0404	2269118.7395	400	467102.4486	2269164.6192
119	467009.9459	2269100.7905	260	467066.5655	2269119.3774	401	467103.3589	2269164.6736
120	467010.1722	2269101.0947	261	467066.6859	2269119.5367	402	467104.2671	2269164.7555
121	467010.4086	2269101.3912	262	467066.8014	2269119.6996	403	467105.1724	2269164.8650
122	467010.6547	2269101.6796	263	467066.9118	2269119.8659	404	467106.0740	2269165.0020
123	467010.9103	2269101.9597	264	467067.0172	2269120.0356	405	467106.9710	2269165.1664
124	467011.1750	2269102.2311	265	467067.1173	2269120.2083	406	467107.1290	2269165.1978
125	467011.4487	2269102.4936	266	467067.2121	2269120.3841	407	467107.4718	2269165.2723
126	467011.7309	2269102.7468	267	467067.3015	2269120.5626	408	467107.8118	2269165.3588
127	467012.0215	2269102.9904	268	467067.3479	2269120.6803	409	467108.1486	2269165.4571
128	467012.3200	2269103.2242	269	467067.3901	2269120.7996	410	467108.4817	2269165.5672
129	467012.6261	2269103.4480	270	467067.4281	2269120.9202	411	467108.8107	2269165.6889

V	X	Y	V	X	Y	V	X	Y
130	467012.9395	2269103.6614	271	467067.4620	2269121.0421	412	467109.1353	2269165.8221
131	467013.2598	2269103.8642	272	467067.4916	2269121.1651	413	467109.4550	2269165.9665
132	467013.4730	2269103.9885	273	467067.5169	2269121.2890	414	467109.7694	2269166.1221
133	467013.6821	2269104.1198	274	467067.5379	2269121.4138	415	467110.0782	2269166.2887
134	467013.8866	2269104.2579	275	467067.5546	2269121.5392	416	467110.3810	2269166.4659
135	467014.0865	2269104.4027	276	467067.5669	2269121.6651	417	467110.8113	2269166.7272
136	467014.2815	2269104.5541	277	467067.5749	2269121.7913	418	467110.0043	2269168.0515
137	467014.4714	2269104.7118	278	467067.5784	2269121.9178	419	467116.1652	2269171.8054
138	467014.6559	2269104.8757	279	467067.2423	2269122.0299	420	467116.9807	2269170.4672
139	467014.8350	2269105.0456	280	467067.2038	2269122.3736	421	467120.1452	2269172.3953
140	467015.0083	2269105.2213	281	467067.1766	2269122.7184	1	467120.6421	2269172.7429
141	467015.1757	2269105.4027	282	467067.1606	2269123.0639			

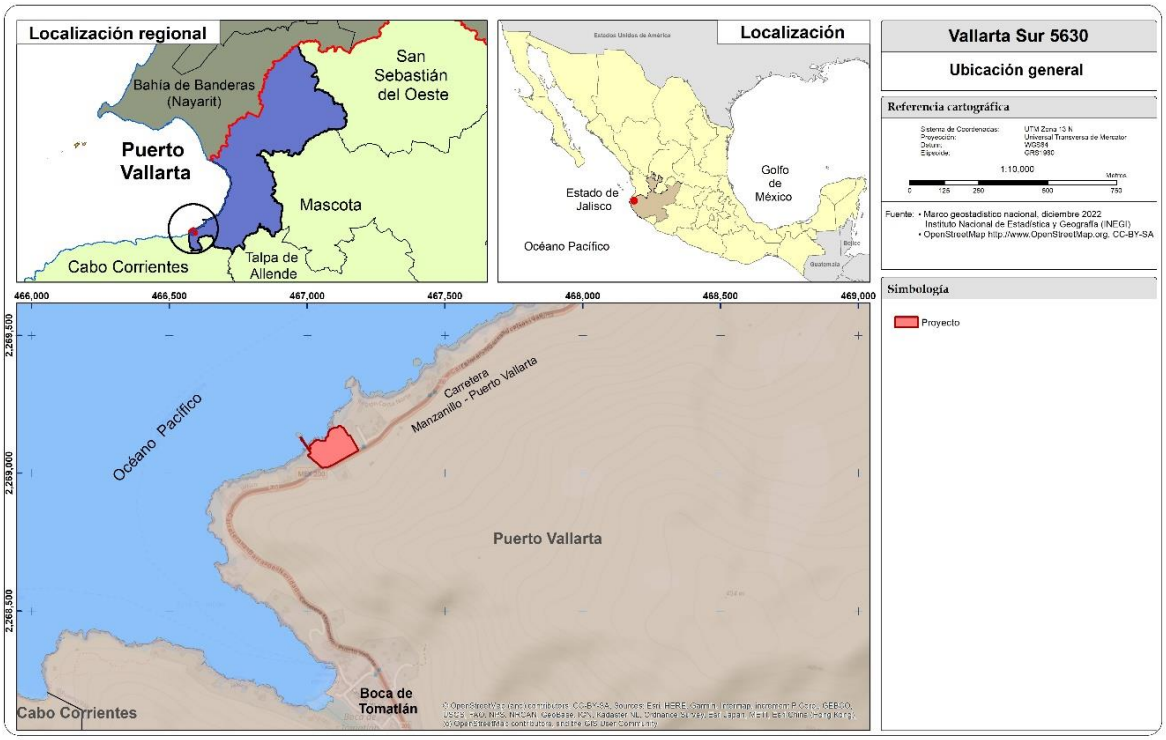


Ilustración II.1.Ubicación del proyecto.

El proyecto se desplantará en los siguientes tipos de área:

Tabla II.3. Superficie por tipo de área en la que se desplantará el proyecto.

Superficie del proyecto en zona terrestre (m^2) (Considera área en su condición natural)	14,824.80
Superficie del proyecto en zona federal marítimo terrestre (m^2) (Integra área en su condición natural)	1,112.96
Superficie del proyecto en zona marina (m^2)	111.06
Total	**16,048.82**

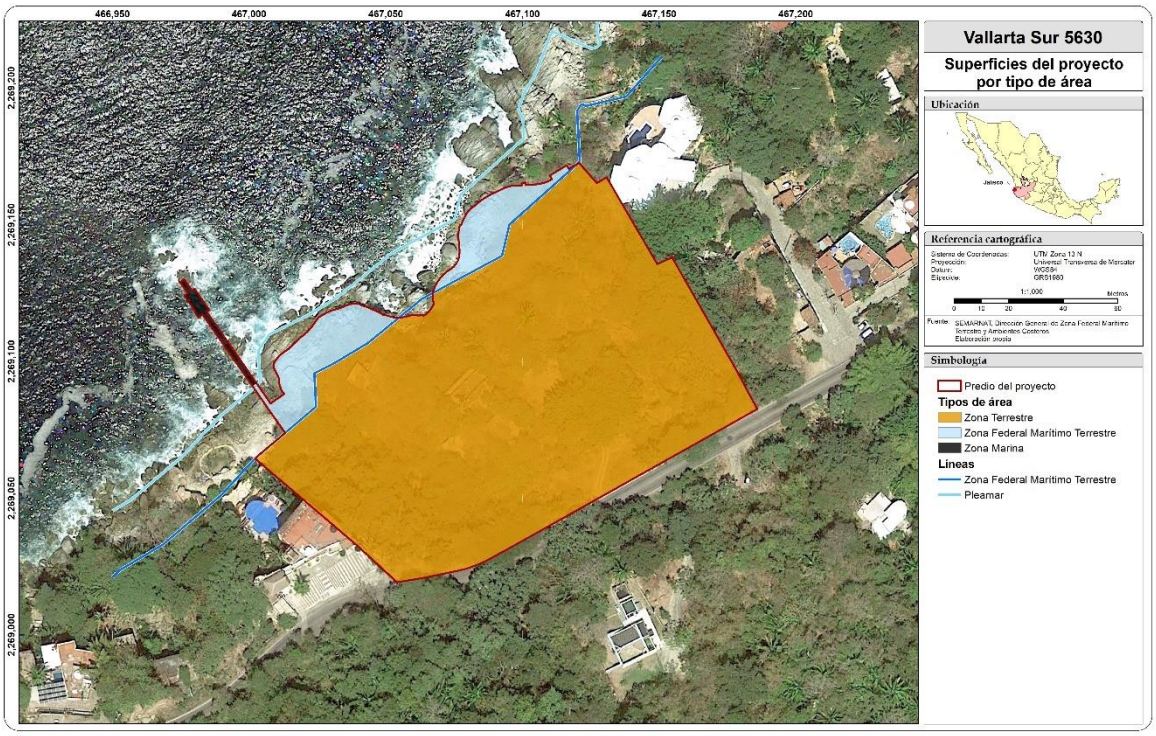


Ilustración II.2. Tipo de área en la que incide el sitio del proyecto.

II.1.5. Condición actual del sitio del proyecto

Como se ha mencionado anteriormente, el sitio del proyecto presenta infraestructura existente, la cual fue desarrollada por algún dueño anterior y que se encuentra en estado de abandono. Las áreas de las construcciones e

infraestructura existentes en el predio suman una superficie de 3,039.26 m^2. En la siguiente imagen se muestra la distribución de dichas construcciones:

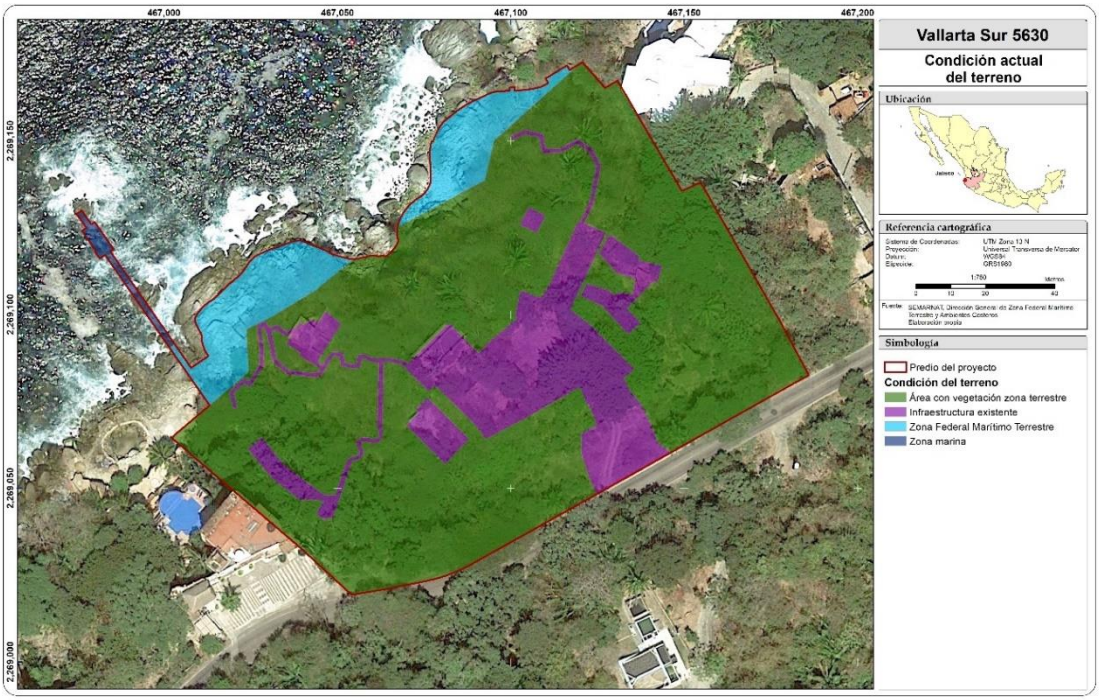


Ilustración II.3. Condición actual del área del proyecto.

En ese tenor, en la siguiente tabla se presenta “los usos” identificados dentro del área que ocupará el proyecto, así como la superficie que ocupan y el porcentaje correspondiente respecto a la superficie total del proyecto:

Tabla II.4. Usos de suelo de la condición actual que comprenden el área del proyecto.

Descripción	Superficie (m^2)	Porcentaje
Área con vegetación en zona terrestre	11,433.16	71.2%
Infraestructura existente	3,039.26	18.9%
Zona Federal Marítimo Terrestre	1,465.34	9.1%
Zona Marina	111.06	0.7%
Total	**16,048.82**	**100.0%**

Cabe resaltar que varios predios colindantes al área del proyecto han sido modificados y desarrollados con infraestructura turística habitacional y de hospedaje. En las siguientes imágenes se evidencia la condición del sitio del proyecto:

Tabla II.5. Estructuras existentes al interior del sitio del proyecto.

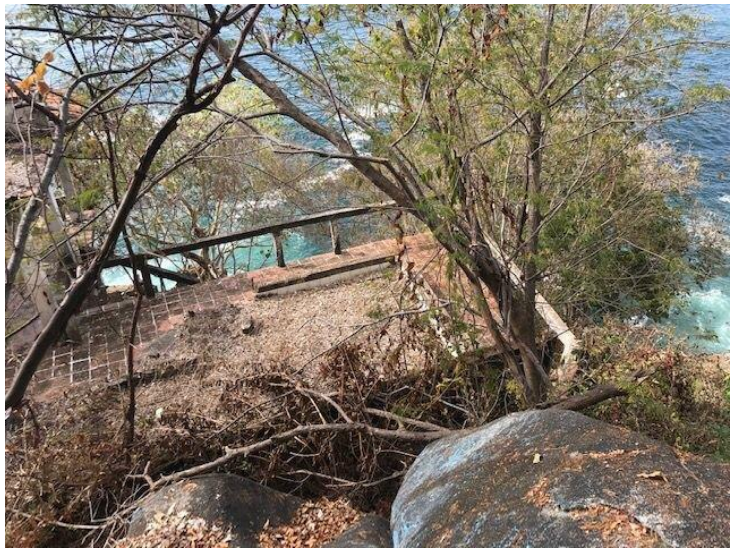


















II.1.6. Inversión requerida

Para el desarrollo del proyecto se requiere de una inversión estimada en $759,395,177.00 (setecientos cincuenta y nueve millones, trescientos noventa y cinco mil ciento setenta y siete pesos 00/00 M.N.), el cual se distribuirá de la siguiente manera:

Tabla II.6. Distribución de la inversión estimada en las diferentes actividades del proyecto.

Actividad	Monto (M.N.)	Porcentaje
Demolición	$ 30,375,807.08	4%
Preparación y construcción	$ 508,794,768.59	67%
Operación y Mantenimiento	$ 174,660,890.71	23%
Abandono (venta del inmueble y transferencia de derechos)	$ 15,187,903.54	2%
Aplicación de Estrategias y acciones ambientales	$ 30,375,807.08	4%
Total	**$ 759,395,177.00**	**100%**

Este monto de inversión puede modificarse durante el proceso de desarrollo del proyecto, pues dependerá de diversas variables como la condición económica del país, la inflación, incremento en costos de maquinaria, equipo y materiales o cualquier otra variable económica y/o política que se presente en el país durante el periodo de construcción como de vida útil del proyecto.

II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa

El proyecto se pretende desarrollar en dos etapas, para integrar la totalidad del proyecto. La superficie ocupación o huella de desplante de cada una de las etapas, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla II.7. Superficie de ocupación o Huella de desplante del proyecto.

ID	Concepto	Superficie de ocupación / Huella de desplante m2		
		Etapa 1	Etapa 2	Total
1	Local comercial, bodegas y cuartos máquinas	-	194.69	194.69
2	Áreas verdes - jardines	1,932.26	3,091.35	5,023.61
3	Andadores y áreas peatonales	379.26	520.01	899.27
4	Estacionamientos descubiertos	190.42	498.19	688.61
5	Vialidades exteriores	868.34	-	868.34
6	Estacionamiento cubierto y cuartos de máquinas	1,672.72	-	1,672.72

ID	Concepto	Superficie de ocupación / Huella de desplante m2		
		Etapa 1	Etapa 2	Total
7	Ingreso principal	29.42	-	29.42
8	Muros de contención	89.71	155.67	245.38
9	Terrazas comunes	485.78	529.77	1,015.55
10	Albercas descubiertas en desplante.	528.39	334.04	862.43
11	Andador cubierto de acceso al lobby.	90.61	-	90.61
12	Edificio turístico **habitacional sur**	916.78	-	916.78
13	Amenidades	230.38	80.31	310.69
14	Edificio turístico **habitacional norte**	-	916.71	916.71
15	Pasarela marina (zona marina y z.f.m.t. ver Tabla II.9)	116.48	-	116.48
16	Plataformas y andadores frente al mar	593.90	-	593.90
	Total desplante	**8,124.45**	**6,320.74**	**14,445.19**
	Áreas que mantienen su condición natural			
17	Área de terrestre en condición natural		964.70	
18	Área de zona federal marítimo terrestre en condición natural, que corresponde a acantilado rocoso	638.93		
	TOTALES	**8,763.38**	**7,285.44**	
	GRAN TOTAL	**16,048.82**		

La siguiente ilustración es una representación del proyecto integrado:

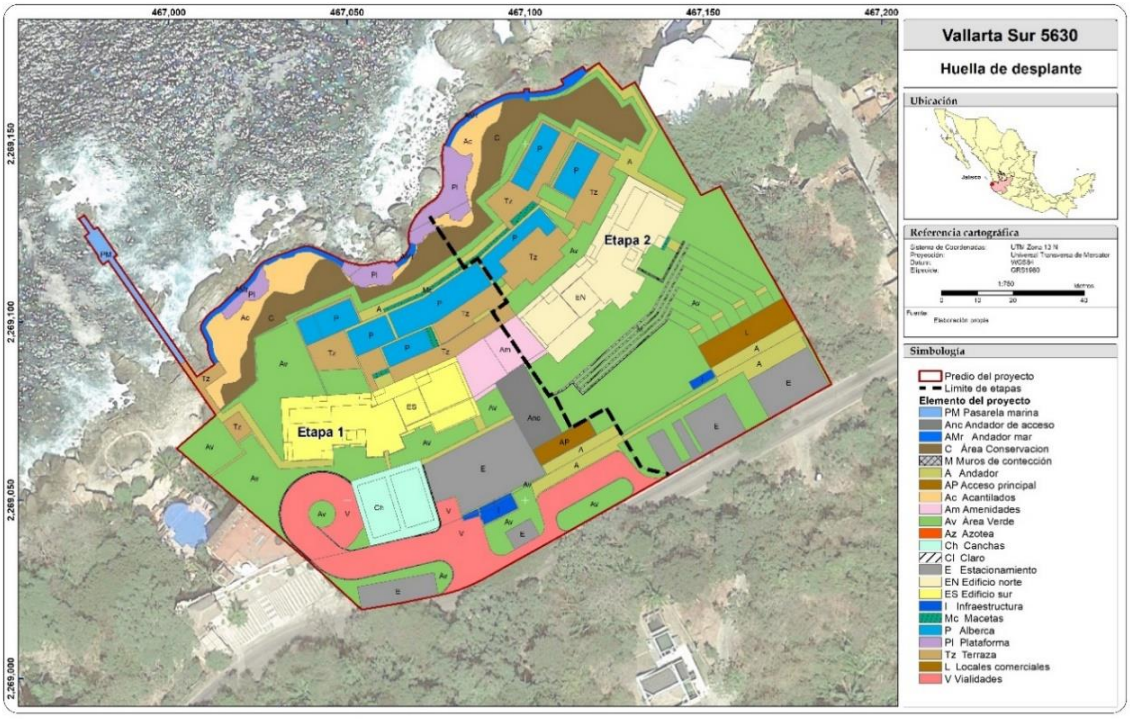


Ilustración II.4. Huella de desplante del proyecto.

El proyecto se integra a la topografía natural del sitio mediante la construcción de dos edificios en dos etapas, el Edificio Sur al extremo suroeste del predio que tendrá 20 niveles habitables con 56 departamentos con 149 cajones de estacionamientos, así como área de servicios y de amenidades más el nivel 21 que corresponde al nivel azotea, con una altura máxima de 88.60 m desde la cota n.m.m. ±0.00, el cual seguirá la forma del cerro que lo aloja y que estará integrado con la zona central de amenidades de 4 niveles donde se alojarán las áreas comunes y amenidades; mientras que el lado noreste del predio tendrá 17 niveles habitables con 65 departamentos y 23 cajones de estacionamiento, área de servicios y amenidades y un nivel más que corresponde a la zona de azotea, con una altura máxima de 96.00 m desde la cota n.m.m. ±0.00. Este Edificio Norte inicia en el nivel equivalente al piso 6 del Edificio Sur de forma que se integran o acomodan a la topografía natural del predio.

En la siguiente tabla se presenta el número de departamentos y cajones de estacionamiento por etapa:

Tabla II.8. Tipo de departamentos y cajones de estacionamiento por etapa.

Concepto	Etapa 1 Edificio Sur	Etapa 2 Edificio Norte	Totales
Departamentos de dos habitaciones	27	34	61
Departamentos de tres habitaciones	28	30	58
Departamento de cuatro habitaciones	1	1	2
Totales	**56**	**65**	**121**
Cajones de estacionamiento cubiertos	118	0	118
Cajones de estacionamiento descubiertos	31	23	54
Totales	**149**	**23**	**172**

La siguiente ilustración representa el perfil arquitectónico del proyecto:

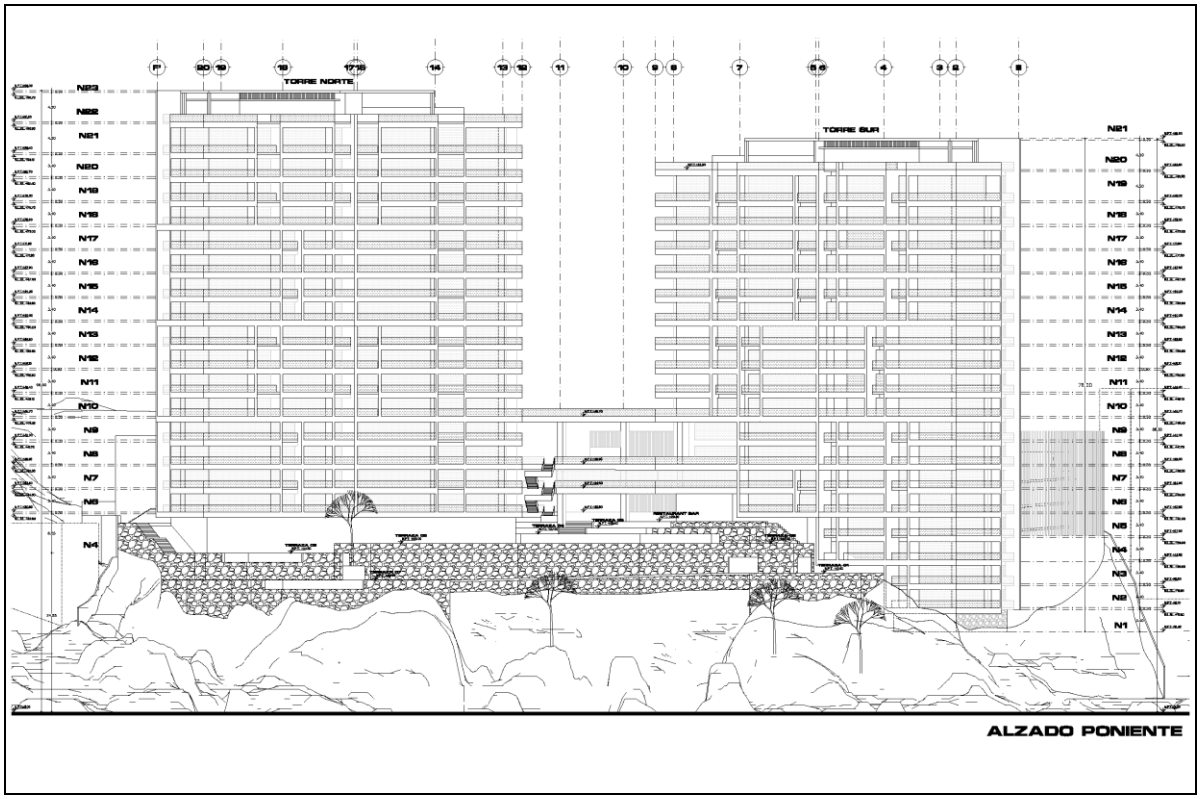


Ilustración II.5. Representación del perfil arquitectónico del proyecto.

El proyecto también incluye la construcción de estacionamientos, una pasarela marina, plataformas y andadores frente al mar, así como un área comercial. El

desarrollo contará con toda la infraestructura urbana necesaria y prestación de servicios, como son planta de potabilización y planta de tratamiento de aguas residuales, electricidad, internet y telefonía. El tiempo de desarrollo será dividido en dos etapas, la primera con el Edificio Sur, estacionamiento, pasarela marina, plataformas y andadores frente al mar, y la segunda con el edificio Norte y el área comercial. El proceso de construcción y desarrollo tendrá una duración total que abarcará seis años para la preparación del sitio y construcción de ambas etapas, haciendo notar que la Etapa 2 iniciará de forma desfasada a la Etapa 1. La etapa de operación se ha considerado un periodo de 99 años, aunque la ejecución de las acciones de mantenimiento puede determinar un periodo indefinido.

En relación con la pasarela marina, en la siguiente tabla se muestra la distribución y desplante de sus diferentes componentes:

Tabla II.9. Distribución y desplante de los componentes de la Pasarela Marina.

Distribución y desplante de los componentes de la Pasarela Marina					
ID	Concepto	Superficie m²			
		Zona marina	Zona federal marítimo terrestre	Zona terrestre	TOTAL
1	Pasarela Marina	111.06	5.42		116.48
2	Andadores y escaleras		197.74	13.94	211.68
3	Terraza		35.45		35.45
4	Plataformas		220.08	112.51	332.59
5	Muros de contención		15.35	4.95	20.30
Total desplante		**111.06**	**474.04**	**131.40**	**716.50**
6	Área de conservación en su condición natural, que corresponde a acantilado rocoso		638.926		
TOTAL		**111.06**	**1,112.96**	**131.40**	**1,355.42**

II.2.1. Cambio de uso de suelo en áreas forestales en selva

Para el desarrollo, el proyecto será necesario el cambio de uso de suelo en áreas forestales de selva. La superficie que se pretende retirar es de 8,546.41 m² de selva mediana subcaducifolia (SMS) y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (Vas/SMS). La caracterización ambiental de esta superficie se

encuentra indicada en el Capítulo IV de la presente MIA-R. En la siguiente ilustración se representa la superficie a retirar.



Ilustración II.6. Área requerida para cambio de uso de suelo de áreas forestales en de selva mediana subcaducifolia (SMS) y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (Vas/SMS).

II.2.2. ETAPA 1 | Edificio Sur

Como se ha señalado en la Tabla II.7, la Etapa 1 tiene una huella de desplante de 8,124.45 m^2 y se mantendrá un área de zona federal marítimo terrestre en su condición natural de 638.93 m^2 y que corresponde a acantilado rocoso, lo que da un total de 8,763.38 m^2.

La Etapa 1 está conformada por el Edificio Turístico Sur por una torre de 20 niveles habitacionales, de servicios y amenidades más nivel azotea que tendrá una altura máxima de 88.60 m desde la cota n.m.m. ±0.00, con 56 departamentos de dos y tres habitaciones y un departamento de cuatro habitaciones, 118 cajones de estacionamiento cubiertos y 31 espacios de estacionamiento descubiertos. Aunado a lo anterior, integrará albercas, terrazas, áreas verdes, cuartos de máquinas, bodegas, circulaciones con acceso para discapacitados, una pasarela marina sobre el mar y plataformas y andadores frente al mar.

En la siguiente tabla se describen los componentes del Edificio Sur de la Etapa 1:

Tabla II.10. Descripción de los componentes del Edificio Sur.

Desplante área habitacional	
Nivel / Cota desplante	**Descripción del concepto**
Nivel 01 (N+12.40)	Incluye zona cubierta de 245.17 m^2, conformada por: • Una bodega • Circulaciones como son pasillos y escaleras Área descubierta de 136.52 m^2, integrada por: Una terraza descubierta Circulaciones respectivas para acceso a la pasarela marina, a las plataformas y a los andadores frente al mar.
Nivel 02 (N+16.40)	Incluye zona cubierta de 294.81 m^2, conformada por: • Un departamento de tres habitaciones • Circulaciones correspondientes Área descubierta de 24.29 m^2, que corresponde a: • La terraza del departamento único de este nivel
Nivel 03 (N+19.80)	Incluye una superficie cubierta de 288.82 m^2 conformada por: • Un departamento de tres habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 04 (N+23.50)	Incluye superficie cubierta de 1,051.83 m^2, integrada por: • Un departamento de tres habitaciones • Un departamento de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes • 579.15 m^2 de esta superficie corresponden a: o Cuartos de máquinas para los equipos de las albercas o Bodegas para mobiliario de áreas comunes o Planta de potabilización y desinfección o Cisterna de agua potable proveniente de la planta potabilizadora o Cisterna de agua cruda y contra incendio o Equipo de bombeo contra incendio o Planta de tratamiento de aguas residuales y sus componentes complementarios o Equipo de bombeo de agua tratada al edificio o Cárcamo de agua tratada para riego

Desplante área habitacional	
Nivel / Cota desplante	**Descripción del concepto**
Nivel 05 (N+27.20)	Incluye superficie cubierta de 1,938.27 m^2, conformada por: • Un departamento de tres habitaciones • Un departamento de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes • 1,411.70 m^2 de esta superficie corresponde al sótano 03 del estacionamiento, con espacio para 40 vehículos • 81.64 m^2 corresponden a bodega para mobiliario de áreas comunes y área de prefiltros, cloración en línea
Nivel 06 (N+30.90)	Incluye una superficie cubierta de 2,694.52 m^2, conformada por: • Un departamento de tres habitaciones • Un departamento de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes • Restaurante con cocina y baños • Bodegas • 1,615.43 m^2 de esta superficie corresponde al sótano 02 del estacionamiento, con espacio para 39 vehículos. Zona descubierta de 2,638.01 m^2, integrada por: • Albercas • Terraza • Áreas verdes
Nivel 07 (N+34.60)	Incluye una superficie cubierta de 2,645.15 m^2, conformada por: • Un departamento de tres habitaciones • Un departamento de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes • Un Spa • Un gimnasio • Bodegas • 1,596.04 m^2 de esta superficie corresponde al sótano 01 del estacionamiento, con espacio para 39 vehículos

Desplante área habitacional	
Nivel / Cota desplante	**Descripción del concepto**
Nivel 08 (N+38.30)	Incluye una superficie cubierta de 1,351.31 m^2, conformada por: • Un departamento de tres habitaciones • Un departamento de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes • Lobby • Un bar • Bussiness center • Cubierta de acceso • Baños • Enfermería Zona descubierta de 2,287.14 m^2, integrada por: • Canchas de pádle o Pickle ball (405.21 m^2) • Vialidades (589.07 m^2) • Áreas verdes (180.94 m^2) • Rampa de vehículos para acceder a los niveles inferiores y estacionamiento interior descubierto con espacio para 17 vehículos en 1,111.92 m^2 Área de acceso vehicular descubierta de 499.4 m^2, conformada por: • 11 cajones de estacionamiento descubierto • Acceso vehicular • Ubicación de tanque de gas LP • Área de contenedores de residuos domésticos (basura) • Transformadores y medidores de luz
Nivel 09 (N+42.00)	Incluye una superficie cubierta de 805.81 m^2, conformada por: • Un departamento de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes • Oficinas administrativas • Área de recepción Área descubierta de 1,039.77 m^2, integrada por: • Áreas verdes (499.30 m^2) • Circulaciones, escaleras y banquetas (182.25 m^2)

Desplante área habitacional	
Nivel / Cota desplante	**Descripción del concepto**
	• Tres cajones de estacionamiento descubierto (44.26 m^2) • Motor lobby o vialidad de acceso (313.96 m^2)
Nivel 10 (N+45.70)	Incluye una superficie cubierta de 886.87 m^2, integrada por • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes Área descubierta conformada por: • Área verde, jardinera 73.50 (m^2) • Terraza de departamento (133.80 m^2)
Nivel 11 (N+49.40)	Incluye una superficie cubierta de 867.17 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 12 (N+53.10)	Incluye una superficie cubierta de 877.07 m^2, integrada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 13 (N+56.80)	Incluye una superficie cubierta de 867.17 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 14 (N+60.50)	Incluye una superficie cubierta de 881.97 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 15 (N+64.20)	Incluye una superficie cubierta de 855.44 m^2, integrada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes

Desplante área habitacional	
Nivel / Cota desplante	**Descripción del concepto**
Nivel 16 (N+67.90)	Incluye una superficie cubierta de 877.07 m^2, integrada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 17 (N+71.60)	Incluye una superficie cubierta de 854.55 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 18 (N+75.30)	Incluye una superficie cubierta de 877.07 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 19 (N+79.00)	Incluye una superficie cubierta de 877.77 m^2, integrada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 20 (N+83.80)	Incluye superficie cubierta de 405.00 m^2, integrada por: • Un departamento de cuatro habitaciones • Área común de amenidades • Circulaciones correspondientes Áreas descubiertas de 477.86 m^2, integrada por: • Un área común descubierta compuesta por alberca (118.47 m^2) • Terraza común (231.01 m^2) • Terrazas cubiertas en zona privativa del departamento (128.38 m^2)
Nivel 21 Azoteas (N+88.60)	Cuenta con una superficie descubierta de 405.00 m^2, conformado por: • Espacios huecos correspondientes a las áreas descubiertas del nivel 20 • No se cuentan con áreas cubiertas

En la Ilustración II.4 se muestra la representación de la Etapa 1 del Edificio Sur:

II.2.3. ETAPA 1 | Pasarela Marina

La Pasarela Marina se denomina así porque su principal objetivo es permitir el acceso seguro de personas al mar para su uso, goce y divertimento. Esta obra ha sido pensada para evitar accidentes potenciales de personas que pretendan entrar al mar causados por el oleaje directo contra las rocas del frente marino. Esta **infraestructura no está diseñada para atracar embarcaciones** ya que las condiciones de oleaje en el sitio no lo permiten, pero sí permiten durante la mayor parte del año, el nado deportivo, snorkel y otras actividades acuáticas. Aunado a lo anterior, contará con plataformas para los bañistas o para contemplar el mar de cerca, así como escalera para subir desde el mar. La superficie de los componentes de la Pasarela Marina se muestra en la Tabla II.9.

En la siguiente tabla se muestra la descripción de los componentes de la Pasarela Marina:

Tabla II.11. Descripción de los componentes de la Pasarela Marina.

Componente	Descripción
Pasarela Marina	➢ Área total en planta: 116.48 $m^{2.}$ ➢ Proyectada con una longitud total de 49.87 m y un ancho de 1.7 m. ➢ Con plataforma de acceso al mar al final de ésta de 4.56 m de largo por 4.5 m de ancho. ➢ Contará con puerta de acceso para control de ingreso al final de la Pasarela Marina. ➢ La estructura de la pasarela consiste en dos armaduras ligeras paralelas de acero que estarán soportadas sobre las salientes de roca sólida presentes en el sitio, con el fin de evitar realizar una construcción submarina y rellenos en la zona. ➢ Dichas armaduras estarán unidas por la parte superior, por la retícula de acero que formará la base para instalar el piso de la pasarela. Esta cubierta o piso de la pasarela consistirá en rejilla

Componente	Descripción
	plástica de alta densidad que permita el paso del agua, en caso de oleaje de tormenta. ➢ Se colocará un barandal alrededor de la pasarela con el objeto de evitar accidentes. ➢ La parte final de la Pasarela Marina, después de la plataforma de acceso al mar, se dejará libre de cubierta y sin acceso, ya que es la parte más expuesta al oleaje y su función única es soportar la estructura en la roca sólida.
Terraza	➢ Se proyecta una pequeña terraza descubierta con piso ya sea de cantera, cemento o deck de madera sintética en una superficie de 35.45 m^2. ➢ Se desplantará frente a la Pasarela Marina y propiamente en tierra. ➢ Servirá como punto de interconexión entre la pasarela, el edificio condominal y el andador frente al mar.
Andadores y escaleras	➢ El área total de andadores y escaleras es de 206.68 m^2. ➢ El objetivo de los andadores y escaleras es conectar todo el frente del predio, permitiendo caminar alrededor del mismo. ➢ Conecta desde la parte baja al suroeste del predio, con la Pasarela Marina, pasa al frente del mar sobre la cota +4.50 msnmm por tres pequeñas áreas de plataforma y termina en la parte superior al noroeste del predio, después de subir varios tramos de escaleras. ➢ Los andadores, así como las escaleras se construirán soportados sobre estructura metálica ligera, anclada en la roca sólida. ➢ El material de la cubierta será duela de madera sintética.
Plataformas frente al mar	➢ En el predio del proyecto, se cuenta con tres pequeños espacios en la cota +4.50 msnmm, para la instalación de pequeñas plataformas.

Componente	Descripción
	➢ Se construirán muros de contención de piedra de la zona. ➢ Dentro de los muros de contención se hará un relleno y se recubrirá con 40 cm de arena para la formación de las zonas para asoleaderos y sombrillas. ➢ El acceso será desde el mismo andador proyectado. ➢ Las áreas de plataformas corresponden a 333.29 m^2 y de muros de contención a 18.48 m^2.

En las siguientes ilustraciones se muestra una representación conceptual de la Pasarela Marina y sus componentes:



Ilustración II.7. Vista frontal de la pasarela marina y escaleras hacia zona federal marítimo terrestre y zona terrestre.



Ilustración II.8. Vista aérea, se aprecia la pasarela marina, andadores y escaleras, terrazas, plataformas y muros de contención.

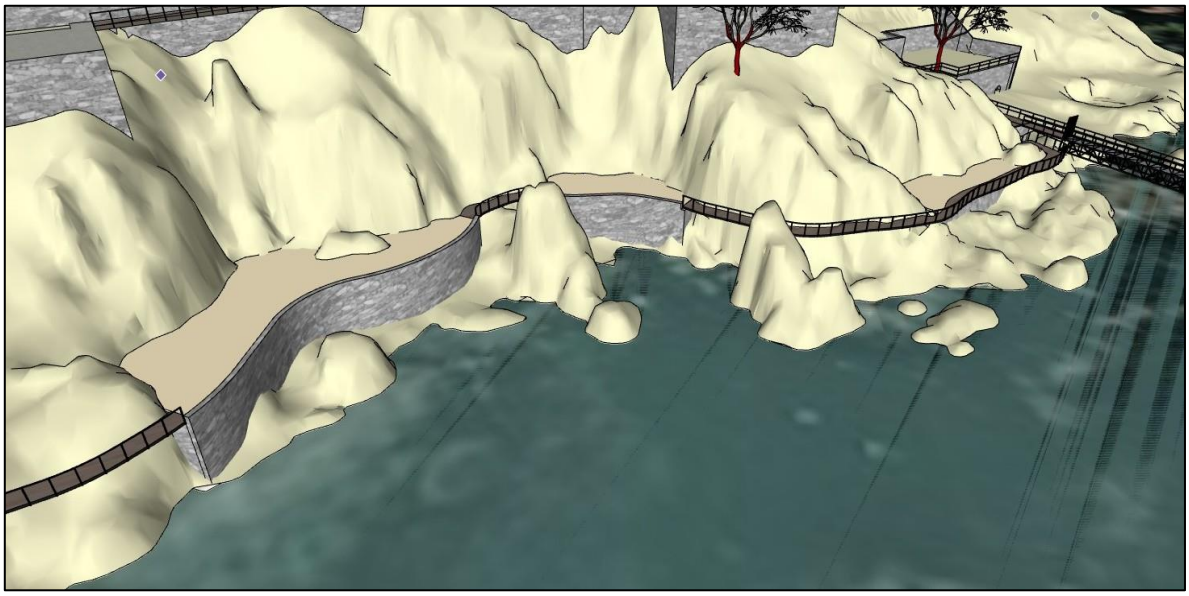


Ilustración II.9. Vista de plataformas, andadores, muros de contención y terraza.

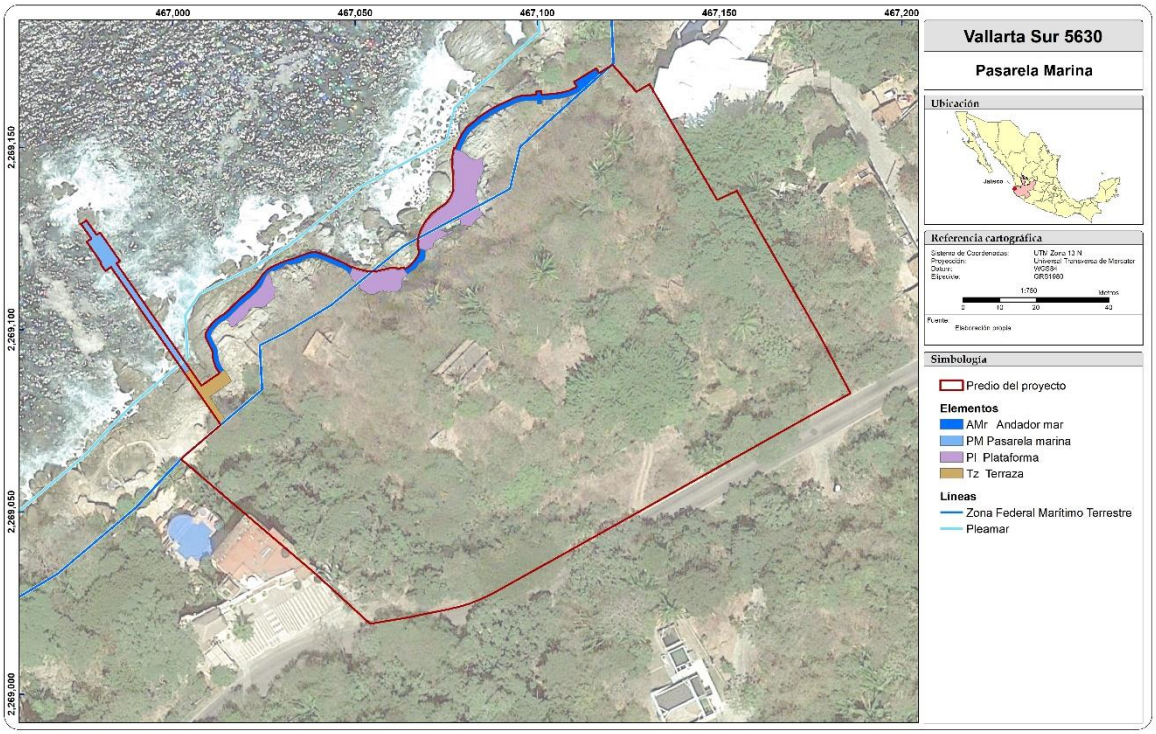


Ilustración II.10. Ubicación y componentes de la Pasarela Marina.

II.2.4. ETAPA 2 | Edificio Norte

En la Tabla II.7 se ha indicado que la Etapa 2 tiene una huella de desplante de 6,320.74 m^2 y se mantendrá un área terrestre en su condición natural de 964.70 m^2, lo que da un total de 7,285.44 m^2.

Esta etapa estará conformada por el Edificio Turístico Norte por una torre de 17 niveles habitacionales, de servicios y amenidades más nivel de azotea que tendrá una altura máxima de 96.00 m desde la cota n.m.m. ±0.00, 65 departamentos de dos y tres habitaciones y un departamento de cuatro habitaciones y 23 espacios de estacionamiento descubiertos. En adición, contará con albercas, terrazas, áreas verdes, cuartos de máquinas, zona para mascotas, cisternas de agua potable y contra incendios, área de tanques de gas, local comercial, caseta de vigilancia. Este edificio inicia en el nivel equivalente al piso 6 del Edificio Sur.

En la siguiente tabla se describen los componentes del Edificio Norte de la Etapa 2:

Tabla II.12. Descripción de los componentes del Edificio Norte.

Desplante área habitacional	
Nivel / Cota desplante	**Descripción del concepto**
Nivel 06 (N+30.90)	Corresponde al nivel más bajo de la segunda etapa y es equivalente al sexto nivel de la Etapa 1. Cuenta con una superficie cubierta de 1,160.30 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes Área descubierta de 2,550.48 m^2, integrada por: • Áreas verdes-jardines (1,375.57 m^2) • Albercas (334.05 m^2) • Terrazas (529.77 m^2) • La superficie restante corresponde a circulaciones, escaleras, andadores y muros de contención
Nivel 07 (N+34.60)	Incluye una superficie cubierta de 1,156.15 m^2, integrada por • Un departamento de tres habitaciones • Tres departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes • 278.89 m^2 de esta superficie corresponden a: o Cuartos de máquinas o Cisternas de agua potable y contra incendio
Nivel 08 (N+38.30)	Incluye una superficie cubierta de 1,172.02 m^2, conformada por: • Un departamento de tres habitaciones • Tres departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes • 278.59 m2 de dicha superficie corresponde a bodega Área descubierta de 2,077.37 m^2 integrada por: • Áreas verdes (1,559.02 m^2) • Área verde para mascotas (Pet Park) (394.29 m^2) • El resto de la superficie conforma: o Andadores o Escaleras o Muro de contención o Ubicación de tanque de gas LP

Desplante área habitacional	
Nivel / Cota desplante	**Descripción del concepto**
Nivel 09 (N+42.00)	Incluye una superficie cubierta de 1,064.35 m^2, conformada por: • Dos departamentos de dos habitaciones • Dos departamentos de tres habitaciones • Circulaciones • Local comercial • Caseta de vigilancia Área descubierta de 1,149.73 m^2, conformada por: • Áreas verdes (335.22 m^2) • Pasillos y andadores (316.32 m^2) • Estacionamiento para 23 vehículos (498.19 m^2)
Nivel 10 (N+45.70)	Incluye una superficie cubierta de 884.60 m^2, integrada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes Área descubierta de 67.81 m^2 que corresponde a una terraza del departamento al extremo sur
Nivel 11 (N+49.40	Incluye una superficie cubierta de 853.70 m^2, integrada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 12 (N+53.10)	Incluye una superficie cubierta de 874.80 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 13 (N+56.80)	Incluye una superficie cubierta de 853.70 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 14 (N+60.50)	Incluye una superficie cubierta de 884.41 m^2, integrada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones

Desplante área habitacional	
Nivel / Cota desplante	**Descripción del concepto**
	• Circulaciones correspondientes
Nivel 15 (N+64.20)	Incluye una superficie cubierta de 864.11 m^2, integrada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 16 (N+67.90)	Incluye una superficie cubierta de 874.80 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 17 (N+71.60)	Incluye una superficie cubierta de 864.84 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 18 (N+75.30)	Incluye una superficie cubierta de 864.30 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 19 (N+79.00)	Incluye una superficie cubierta de 853.70 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 20 (N+82.70)	Incluye una superficie cubierta de 874.99 m^2, integrada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes
Nivel 21 (N+86.40)	Incluye una superficie cubierta de 853.70 m^2, conformada por: • Dos departamentos de tres habitaciones • Dos departamentos de dos habitaciones • Circulaciones correspondientes

Desplante área habitacional	
Nivel / Cota desplante	**Descripción del concepto**
Nivel 22 (N+90.10)	Incluye una superficie cubierta de 486.24 m^2, integrada por: • Un departamento de cuatro habitaciones • Área común de amenidades • Circulaciones correspondientes Áreas descubiertas por 395.74 m^2, integrada por: • Área común descubierta compuesta por: o Alberca (122.86 m^2) o Terraza común (220.31 m^2) • Terraza descubierta en zona privativa del departamento (52.57 m^2)
Nivel 23 Azoteas (N+94.90)	Cuenta con una superficie descubierta de 486.24 m^2, conformada por: • Espacios huecos correspondientes a las áreas descubiertas del nivel 22 • No se cuenta con áreas cubiertas.

En la Ilustración II.4 se muestra la representación de la Etapa 2 del Edificio Norte.

II.2.5. Obras asociadas y complementarias para el funcionamiento del proyecto

Obras hidráulicas de drenaje pluvial

El sitio del proyecto tiene una fuerte pendiente hacia el mar, de forma que las lluvias que inciden directamente en el área del proyecto drenan de forma natural hacia el mar. Se realizaron los estudios hidrológicos correspondientes a dicha zona identificando los escurrimientos pluviales y sus gastos extraordinarios para períodos de retorno de hasta 100 años de forma que se prevé el adecuado drenaje de lluvias causadas por fenómenos extraordinarios. En el **anexo digital 01** del Capítulo II de esta MIA-R se integra el Estudio Hidrológico.

Para el drenaje de la carretera y de las pequeñas cuencas al otro lado de la misma carretera, existen cunetas y alcantarillas construidas por la SCT al mismo tiempo de la construcción de la misma carretera, en las décadas de 1960s y 1970s, dichas

obras conducen el drenaje pluvial a cielo abierto por dos escurrimientos en el predio, uno del lado sur y otro del norte. Para su conducción se proyectaron dos drenes mediante pozos de visita, cajas reductoras de velocidad y tuberías de acero, el sur con una longitud aproximada de 105 m hasta el frente al mar, y la norte con una longitud de 65 m donde continúa a cielo abierto por el mismo escurrimiento natural actual por otros 65 m aproximadamente para finalmente llegar al mar. Estos drenes contarán con una capacidad de desalojo hidráulico igual o mayor a la de las alcantarillas existentes.

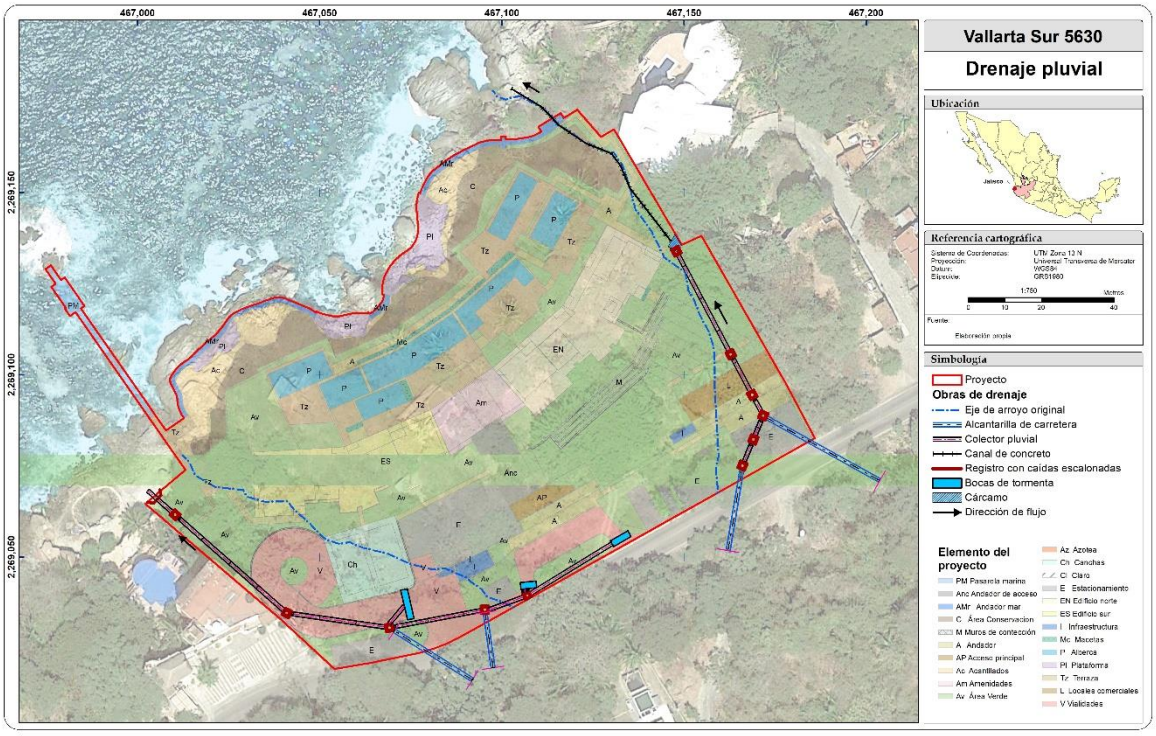


Ilustración II.11. Diseño de las obras hidráulicas de drenaje pluvial.

Para evitar cualquier riesgo de inundación para el proyecto, en caso de que los escurrimientos pluviales llegasen a correr en demasías por la superficie de la carretera debido a que la capacidad de las cunetas y alcantarillas resulte insuficiente en un momento dado; se construirán bocas de tormenta en los puntos donde pudiese escurrir dicha agua hacia las áreas del proyecto. Estas bocas de tormenta están diseñadas con la capacidad de conducción necesaria y estarán conectadas con los drenes pluviales descritos anteriormente.

El proyecto constructivo de los edificios ha considerado conducir las aguas pluviales a esos mismos drenes pluviales ya que la altura y ubicación permiten fácilmente su

adecuada integración y la capacidad de evacuación de lluvias se considera adecuada.

Energía eléctrica

El suministro de la Energía Eléctrica se llevará a cabo por medio de la conexión a la Comisión Federal de Electricidad, misma que cuenta con una línea aérea de Media Tensión de 13.8KVque pasa justo frente al predio objeto del proyecto. Para la conexión a ésta se instalarán tres transformadores tipo pedestal en la parte exterior del proyecto, uno de 300 KVA para los servicios comunes del condominio y dos de 500 KVA cada uno para los servicios a cada edificio de departamentos. La medición será individual por cada condominio y otra más común para las áreas comunes. La ubicación de este servicio será en el Edificio Sur, Nivel 08.

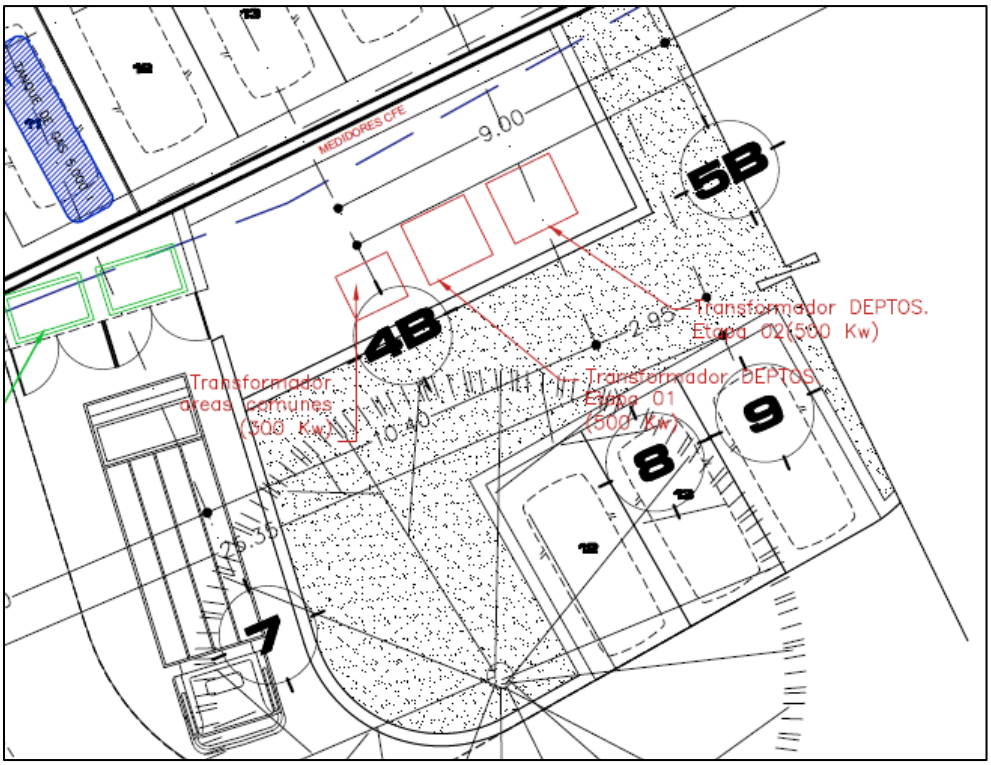


Ilustración II.12. Ubicación de las instalaciones del proyecto para energía eléctrica.

Se cuenta con factibilidad emitida por la CFE, la cual se integra en el **anexo digital 02** del Capítulo II de la MIA-R.

Agua Potable y Drenaje Sanitario

El proyecto se incluirá en el servicio de agua potable, drenaje y alcantarillado del Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta (SEAPAL Vallarta), Jalisco; considerando lo indicado por los Artículos 4°, párrafo octavo y 115, fracción III, inciso a), de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Se cuenta con oficio de notificación de prefactibilidad técnica emitida por el SEAPAL Vallarta el 23 de diciembre de 2024. Se integra la prefactibilidad citada **en anexo digital 03** del Capítulo II de esta MIA-R.

La información base para la estimación de los volúmenes de dotación, consumo y generación de aguas residuales es la siguiente:

Tabla II.13. Información base para la estimación de los volúmenes de dotación, consumo y generación de aguas residuales.

Área habitacional	
Habitantes/vivienda	5.5
Habitantes máx. estim.	664
Sup. Habitacional (m^2)	24,100
Número Deptos.	121

Agua potable

El suministro de agua potable se realizará por medio de la red de suministro del SEAPAL, la cual será tratada y desinfectada, adicionalmente, para garantizar su completa potabilización. Una vez potabilizada, esta agua será alimentada a los lavamanos, fregaderos, regaderas. lavadoras y albercas de los edificios.

En la siguiente tabla se proporciona el volumen de agua potable requerida, tomando como referencia lo señalado en el Libro 4 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado[2] de la CONAGUA y tomando como referencia la ocupación máxima estimada anula señalada en la Tabla II.22.

[2] (CONAGUA, 2015)

- Dotación

El manual señalado en el párrafo anterior señala que la dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual y sus unidades están dadas en l/hab al día.

Dotación de agua potable:	200 l/hab/día
Dotación de agua tratada	43 l/hab/día
Dotación requerida total	**243 l/hab/día**

- Consumo

Con base en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento señalado previamente, el consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema y se expresa en unidades "l/hab/día" cuando se trata de consumo per cápita.

Tabla II.14. Datos para determinar el consumo de agua potable del proyecto.

Área comercial		**Áreas verdes**		**Albercas**	
Núm. de locales comerciales	1	Superficie áreas verdes – jardín (m^2)	5,622.4	Superficie albercas (m^2) En desplante y últimos niveles de los edificios	1,272
Superficie de locales comerciales (m^2)	138	**Dotación** (lps/Ht/día)	0.5	**Dotación** (lts/m^2/día)	12.5
Dotación agua potable (lts/m^2/día)	6.535	Consumo proyectado **Agua tratada** (L.P.S.)	0.2811	Consumo (m^3/año)	5,802
Consumo proyectado (L.P.S.)	0.0104				

Es importante señalar que los requerimientos de agua no son constantes y varían a lo largo del año, considerando las temporadas señaladas en la Tabla II.22. En ese sentido un coeficiente de variación máxima diaria de 1.2, considerando que la variación está entre 1.2 a 1.4, de acuerdo con el manual en cita.

Con la información plasmada previamente, se tiene que el cálculo de consumo máximo diario de agua potable es el siguiente:

Tabla II.15. Cálculo de consumo máximo diario de agua potable.

Número de habitantes máximo estimado	664
Dotación de agua potable (l/hab/día)	200
Consumo de agua Comercial (m^3/día)	0.90
Agua consumo humano (m^3/día)	132.85
Consumo máximo diario (m^3/día)	**133.88**

En la siguiente tabla se muestra el balance de consumo anual promedio, de acuerdo con la ocupación estacional del edificio:

Tabla II.16. Balance de consumo anual de agua.

Número de habitantes **promedio**	328
Dotación de agua potable (l/hab/día)	200
Consumo de agua Comercial (m^3/día)	0.90
Agua consumo humano (m^3/día)	65.68
Consumo promedio diario (m^3/día)	**66.6**
Consumo anual (m^3/anuales)	**24,302**

Así, en la siguiente tabla se muestra el resumen del consumo de agua potable:

Tabla II.17. Consumo de agua potable.

Consumo promedio diario (m^3/día)	**66.6**
Consumo máximo diario (m^3/día)	**133.88**
Consumo total anual (m^3/anuales)	**24,302**

Planta potabilizadora

La planta de potabilización y desinfección de agua potable contará con los siguientes pasos de tratamiento para garantizar el adecuado acondicionamiento del agua potable que sea suministrada

1. Sistema de prefiltración a base de dos filtros de malla de 50 micras de apertura, para la separación de arenas y elementos que pudieran ser arrastrados en el agua potable suministrada en pipas.

2. Sistema de cloración en línea por medio de bomba de dosificadora de cloro con tanque de 120 litros. Este sistema se ubica en el Edificio Sur, Nivel 5, tal como se muestra en la siguiente imagen:

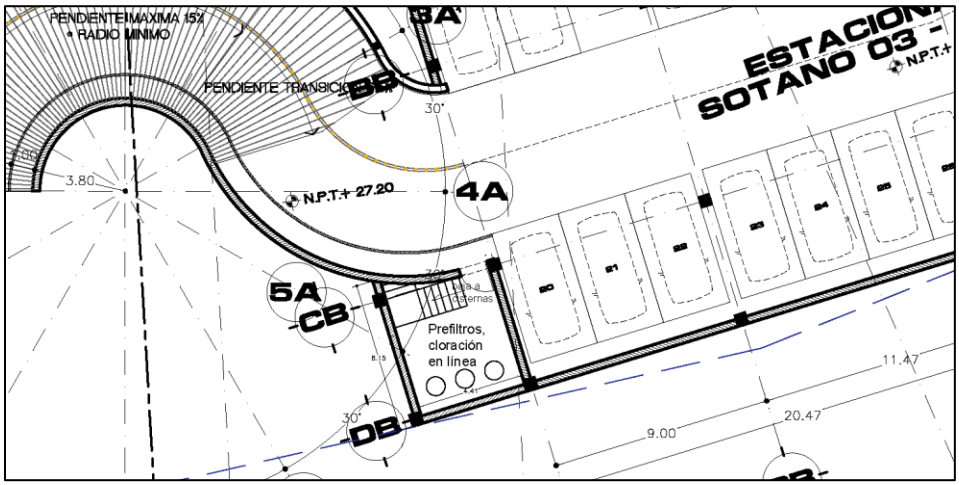


Ilustración II.13. Ubicación de planta potabilizadora en el Nivel 05 del Edificio Sur.

3. Cisterna de agua cruda para su almacenamiento inicial y reserva de consumo. Este sistema se ubica en el Edificio Sur, Nivel 4, tal como se muestra en la siguiente imagen:

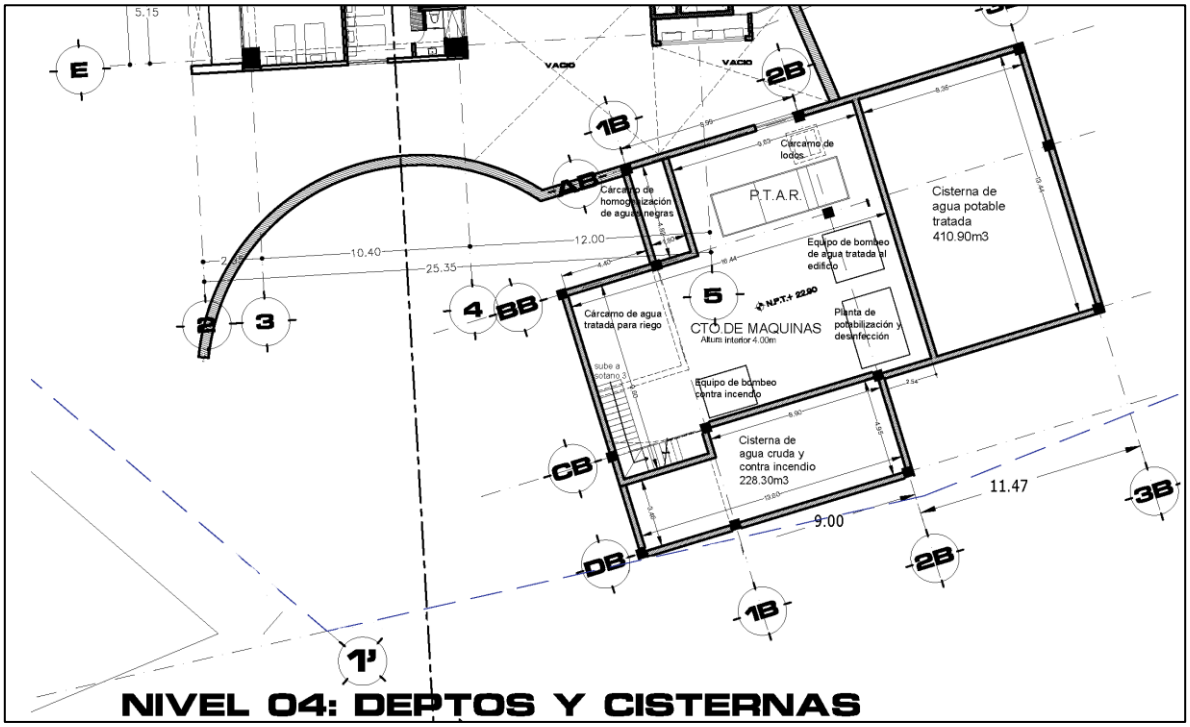


Ilustración II.14. Ubicación de la cisterna de agua cruda en el Nivel 04 del Edificio Sur.

Para el Edificio Norte, este sistema se ubica en el Nivel 7, tal como se muestra en la siguiente imagen:

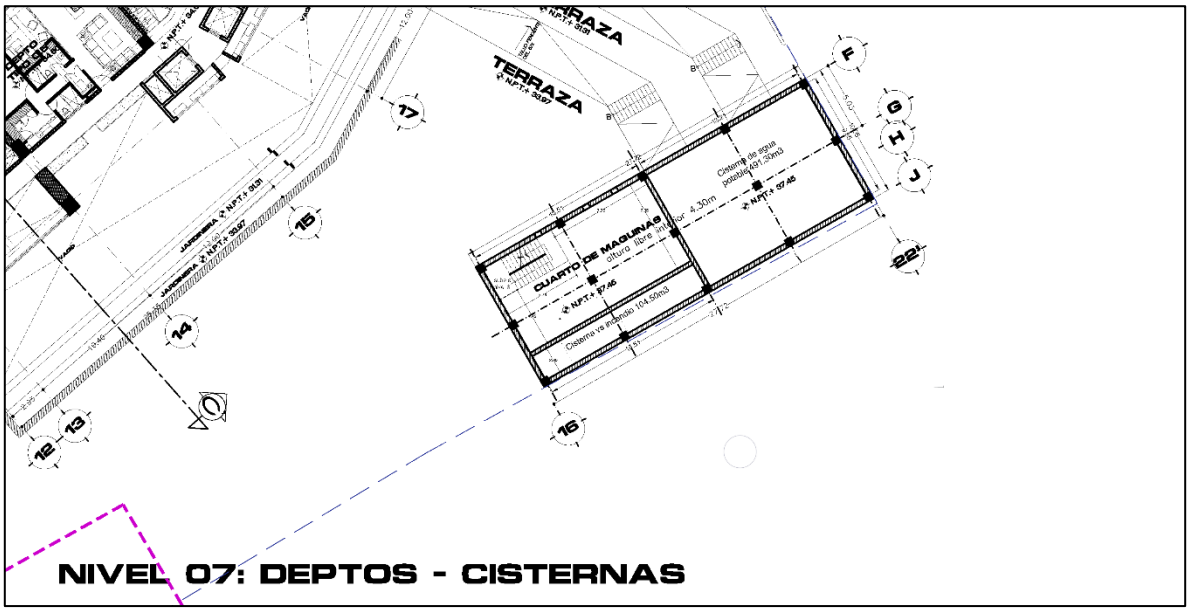


Ilustración II.15. Ubicación de la cisterna de agua cruda en el Nivel 07 del Edificio Norte.

4. Sistema de alimentación por medio de bombeo a tensión plena con 2 motobombas centrífugas de 2.5 HP con tablero de control automático.
5. Sistema filtración de medio granular fino a base de Zeolita, compuesto por Tanque de 36” de diámetro x 72” de altura y válvula de retro lavado automática programable.
6. Sistema de filtración de carbón activado, compuesto por Tanque de 36” de diámetro x 72” de altura y válvula de retro lavado automática programable.
7. Sistema Suavizador de agua compuesto por Tanque intercambiador de gel de 36”de diámetro x 72”de altura, tanque del suavizador y válvula de retro lavado automática programable.
8. Sistema de desinfección por medio de lámpara de luz ultravioleta.
9. Tubería de descarga del agua potable tratada hacia cárcamo de bombeo o aljibes de almacenamiento para su alimentación al sistema de bombeo a presión hacia el edificio.1
10. Tuberías de descargade los retro lavados hacia el Cárcamo de homogenización para planta de tratamiento de agua residuales.

Drenaje

El drenaje sanitario de aguas negras y grises será tratado en una planta de tratamiento de agua residual con capacidad para dar cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021 de forma que esta agua tratada se aproveche en los sanitarios de los edificios, riego de áreas verdes, lavado de exteriores y en su caso, los flujos excedentes puedan ser donados a aquellas actividades de la región que la requieran o en caso necesario vertidos al sistema de drenaje del SEAPAL.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

La PTAR tendrá un proceso conocido como **RMM®** – Reactor Mixto Masa Móvil, con **un sistema de lodos activados** con crecimiento biológico mixto en medio móvil y en suspensión. Cabe señalar, que esta tecnología se encuentra registrada ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial y puede ser consultada, toda vez que es información pública, a través de la Patente con Expediente MX/a/2016/011912, en el siguiente enlace: https://vidoc.impi.gob.mx/BusquedaExpedientes

La tecnología se ha diseñado como contenedores cilíndricos prefabricados que conservan el oxígeno, bacterias y olores. Dentro de estos contenedores se colocan portadores plásticos de biomasa (alojan bacterias aerobias). Se utilizan sopladores de muy bajo consumo para el suministro de aire al interior de los cilindros o bio-reactores, proporcionando el oxígeno necesario a los microorganismos que depuran la materia orgánica, como se muestra en la siguiente ilustración:

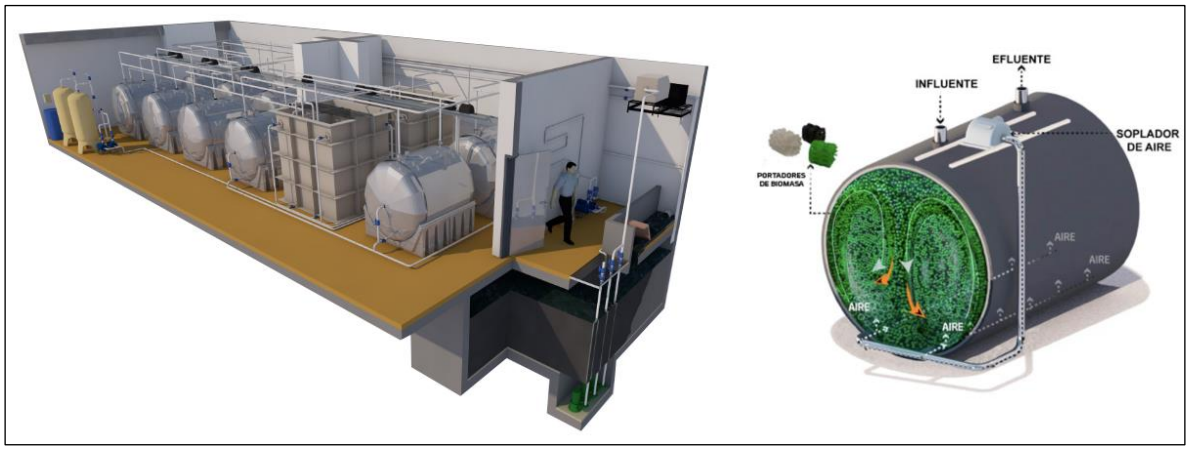


Ilustración II.16. Ejemplo de configuración de la PTAR con la tecnología RMM®. A la derecha imagen del contenedor cilíndrico.

Fuente: (Impelmex. Impulsando el agua)

En la siguiente ilustración se presenta el diagrama de flujo del proceso **RMM®** – Reactor Mixto Masa Móvil señalado en los párrafos anteriores.

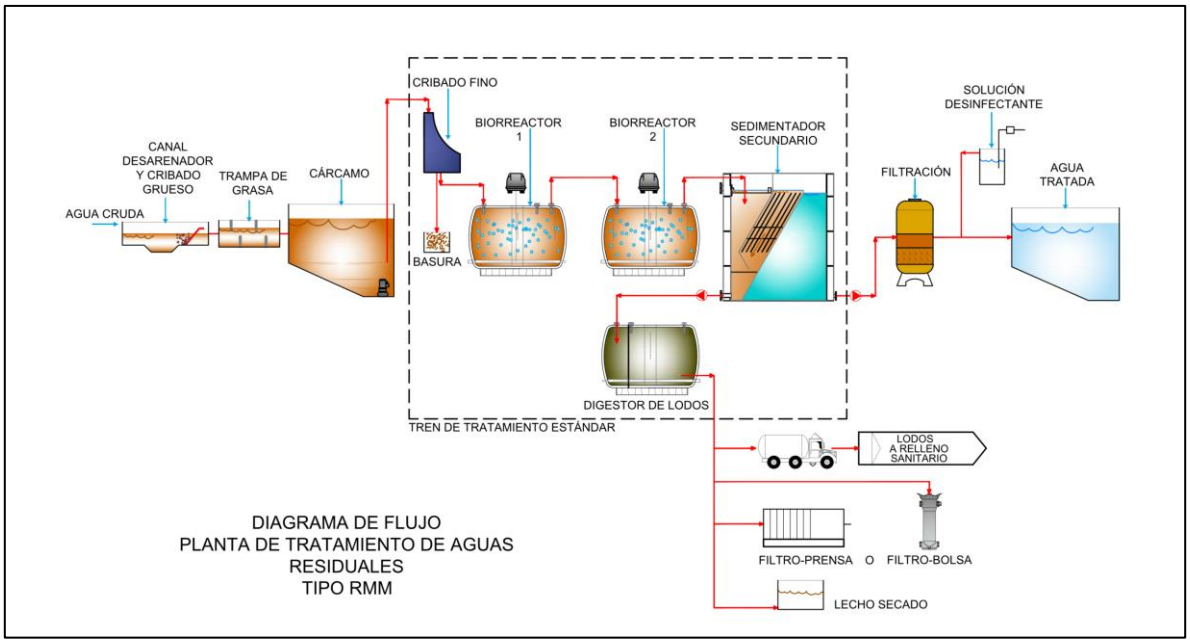


Ilustración II.17. Diagrama de flujo de una PTAR tipo RMM®.

Fuente: (Impelmex. Impulsando el agua)

Como se puede observar en la imagen anterior, el proceso de la PTAR tipo RMM® se describe a continuación:

- El agua residual fluye hacia filtros de sólidos gruesos (canal desarenador y cribado grueso), grasas y aceites (trampa de grasa) y sólidos más pequeños (cribado fino).

- Una vez que el agua residual ha pasado por estos tres filtros, el flujo que contiene materia orgánica y sólidos suspendidos entra a los contenedores cilíndricos prefabricados (biorreactor) que contienen los portadores de biomasa.

- En esta etapa se suministra aire al interior de los biorreactores, a través de sopladores de muy bajo consumo, proporcionando el oxígeno necesario a los microorganismos para la descomposición de la materia orgánica.

- Una vez que la materia orgánica ha sido descompuesta en su totalidad, el agua fluye hacia un tanque de sedimentación (sedimentador secundario) que permite la separación del lodo y el agua.

- El agua es filtrada a presión a través de un tanque de arena y un tanque de carbón acribado (filtración), lo que permite la eliminación de sólidos finos, olores y color.

- Finalmente se aplica una solución de hipoclorito de calcio para la desinfección del agua (solución desinfectante).

- Referente a los lodos, éstos son bombeados a tanques prefabricados de digestión aerobia (digestor de lodos) para ser estabilizados.

- El lodo resultante es deshidratado a través de un proceso mecánico en filtros a presión tipo bolsa (filtro-bolsa).

- Una vez deshidratado, este lodo podrá ser donado para emplearse como mejorador de suelos o puede ser dispuesto en el relleno autorizado, a través de una empresa contratada para dicho fin.

Es importante resaltar que al ser la PTAR un sistema prefabricado, la tecnología empleada en este sistema debe contar con el aval de algún Organismo Verificador reconocido por el gobierno mexicano, en cuanto al cumplimiento de las normas que le aplican; por lo que el proveedor de la tecnología es quien resguarda dicho reconocimiento del organismo verificador que haya corroborado el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que le aplican. En ese tenor, la planta de tratamiento que se pretende instalar, como ha sido señalado previamente, será la que cumpla con los lineamientos máximos permisibles indicados en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

El destino del efluente, como ha sido mencionado previamente en la MIA-R, será usado, parte para el riego de las áreas verdes del proyecto, lavado de exteriores y se aprovechará en los sanitarios de los edificios, y en su caso, el flujo excedente puede ser donado a aquellas actividades de la región que la requieran o en caso necesario, vertido al drenaje sanitario del SEAPAL.

El lodo deshidratado y estabilizado cumplirá con los límites máximos permisibles señalados en la NOM-004-SEMARNAT-2002. Éstos serán dispuestos a través de alguna de las empresas registradas ante el gobierno estatal.

En la siguiente ilustración se muestra la ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y la infraestructura complementaria como son los cárcamos diversos:

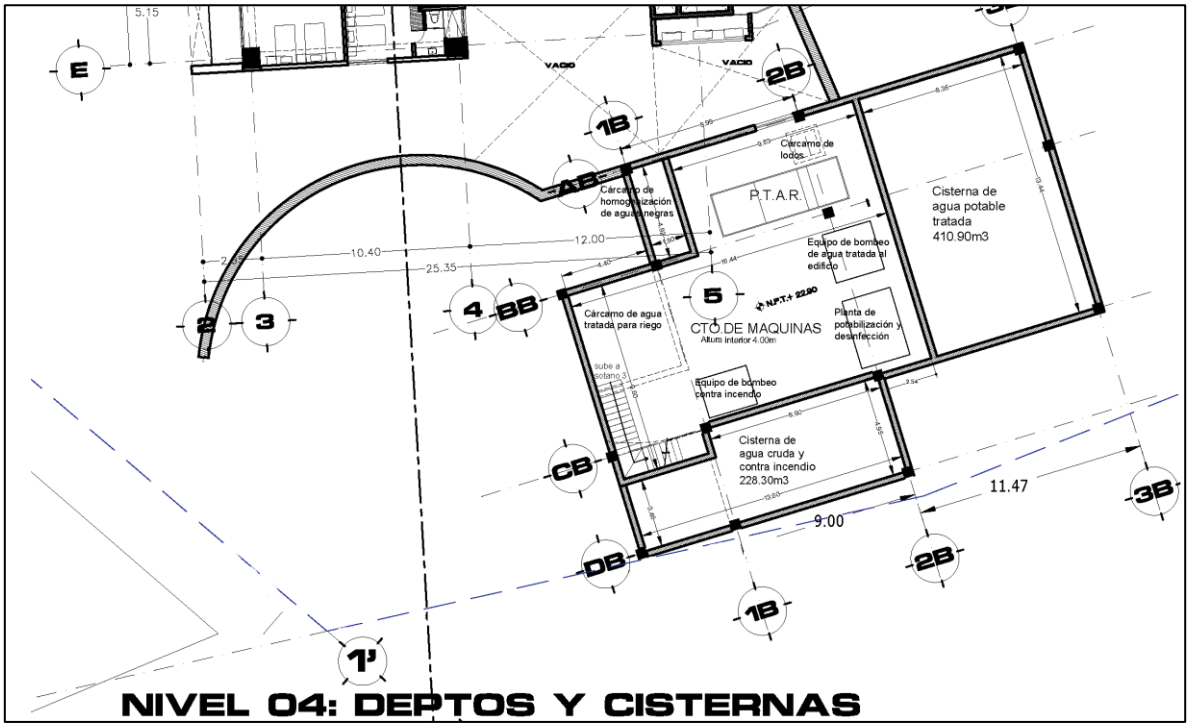


Ilustración II.18. Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Nivel 04 del Edificio Sur.

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de los volúmenes de **agua residual tratada**, para consumo, excedentes y lodos a disposición:

Tabla II.18. Volúmenes de agua residual tratada y lodos a disposición.

	lts/hab/día	m^3/año
Retorno Agua Residual	**150**	**17,980**
Lodos a disposición 0.1%	0	18
Producción agua tratada	150	17,962
Consumo agua tratada WCs	43	5,154
Consumo agua tratada riego	74	8,865
Excedentes agua tratada	33	3,942

En la siguiente tabla se muestra el volumen de agua tratada del influente, efluente y disposición de lodos:

Tabla II.19. Volumen de agua tratada, máximo y promedio.

Agua tratada (m^3/día)	Máximo	Promedio
Influente	99.6	49.3
Efluente	99.5	49.2
Disposición de lodos	0.100	0.049

Balance de consumo de agua

La siguiente tabla muestra el balance de consuma de agua, tanto potable como tratada.

Tabla II.20. Balance de consumo de agua tanto potable como tratada.

Balance de consumo de agua (m^3/anuales)		Origen	
		Potable	PTAR
Destino Consumo	Humano	521	-
	Agua residual	17,980	-
	Grises WCs	-	5,154
	Áreas verdes	-	8,865
	Albercas evaporación	5,802	-
	Lodos a disposición	-	18
	Excedentes	-	3,942
	Totales	**24,302**	**17,980**

Gas L.P. (Licuado de petróleo)

Las estufas o parrillas y hornos de cocinas, calentadores de agua y secadoras de ropa de los edificios serán de Gas L.P. ya que es un combustible de uso común en la región y se cuenta con servicio de suministro en pipas de parte de varios distribuidores. Su almacenamiento está previsto en un tanque estacionario para gas L.P. de 5,000 lts de capacidad.

Una vez concluida la construcción de la Etapa 1, el tanque estacionario será ubicado de manera temporal en el extremo exterior del condominio a nivel del acceso (Nivel

8 del Edificio Sur), al aire libre en un espacio preparado para su protección para evitar golpes o accidentes con algún vehículo. En la siguiente ilustración se muestra la ubicación del tanque:

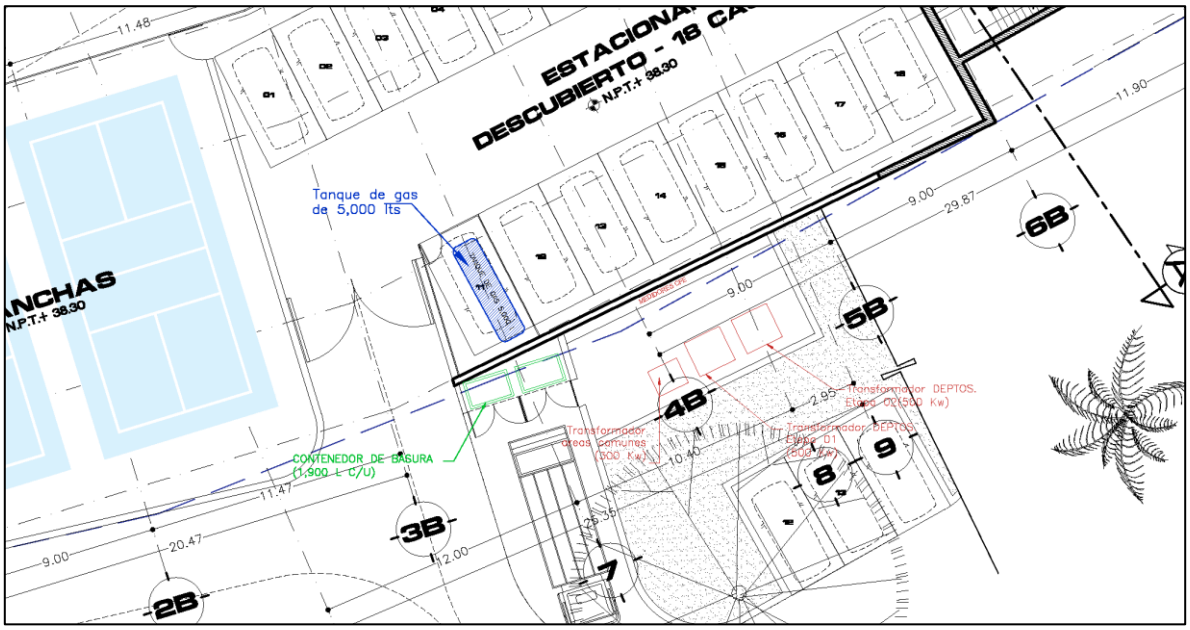


Ilustración II.19. Ubicación temporal del tanque estacionario de gas L.P. en el Nivel 08 del Edificio Sur.

Una vez que se concluya la construcción de la Etapa 2, el tanque estacionario será reubicado de forma definitiva en el Nivel 8 del Edificio Norte. Este espacio estará al aire libre, protegido a la vista del público y para evitar accidentes que vulneren la condición del tanque. En la siguiente imagen se muestra la ubicación definitiva:

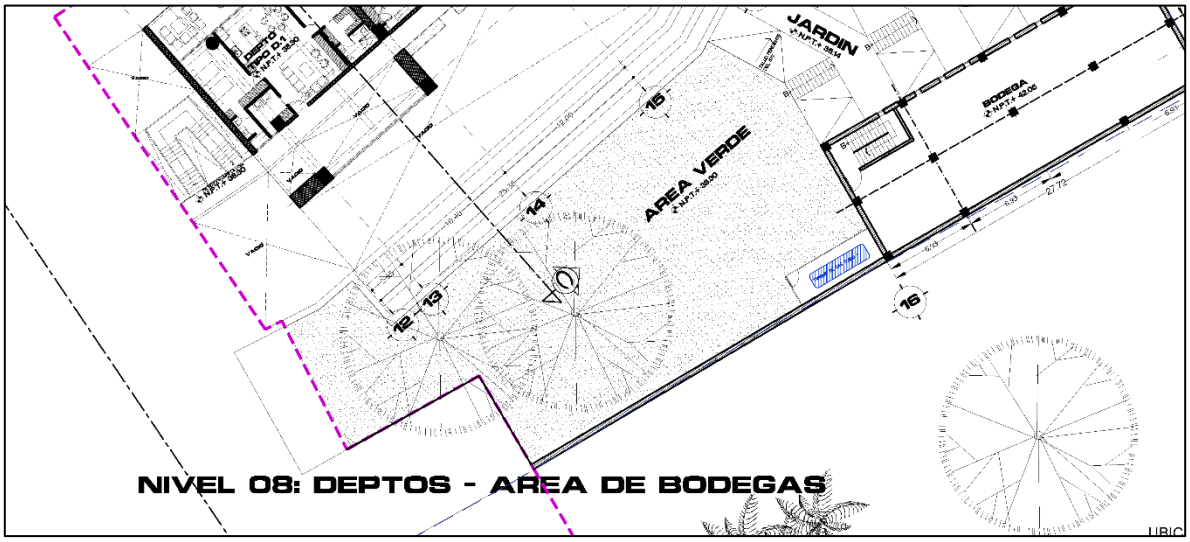


Ilustración II.20. Ubicación definitiva del tanque estacionario de gas L.P. en el Nivel 08 del Edificio Norte.

Comunicaciones

La red de fibra óptica de TELMEX pasa frente al predio por un conducto subterráneo, la empresa ha indicado su factibilidad para suministrar los servicios de Internet y Telefonía. Así mismo, frente al predio del otro lado de la calle se encuentra una antena de telefonía celular de TELCEL.

II.2.6. Programa de Trabajo

Para las etapas de preparación del sitio y construcción se estima un periodo de operación **seis años**, para la operación se prevé un periodo de 99 años. Sin embargo, la ejecución del mantenimiento preventivo puede ampliar el periodo de vida útil por un tiempo indefinido.

Tabla II.21. Programa de trabajo para la ejecución del proyecto.

		Año	1				2				3				4				5				6			
Etapa	Trabajos	Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
General	Gestión de permisos y autorizaciones		■	■																						
	Ahuyentamiento de fauna		■	■																						
	Rescate y protección flora		■	■																						
	Demolición construcciones existentes		■	■																						
	Movimiento tierras y drenes pluviales			■	■	■	■	■	■																	
1 Edificio Sur, Pasarela marina y andadores frente al mar.	Muros de contención						■	■	■	■																
	Plataformas y rellenos							■	■	■	■															
	Cimentación									■	■	■														
	Estructura										■	■	■	■	■											
	Albañilería												■	■	■	■										
	Instalaciones Especiales														■	■	■	■								
	Terminados															■	■	■	■							
	Equipamiento																	■	■	■						
	Albercas y zonas exteriores.																■	■	■	■						
	Pasarela Marina.																	■	■	■						
	Plataformas y andadores frente mar																■	■	■	■	■					
	Jardinería y Recuperación áreas verdes																			■	■					
	Inicio Operación																				◊					
		Año	1				2				3				4				5				6			

		Año	1				2				3				4				5				6			
Etapa	Trabajos	Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Etapa	Trabajos	Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2 Edificio Norte y área comercial.	Muros de contención																									
	Plataformas y rellenos																									
	Cimentación																									
	Estructura																									
	Albañilería																									
	Instalaciones Especiales																									
	Terminados																									
	Equipamiento																									
	Albercas y zona exteriores																									
	Jardinería y Recuperación áreas verdes																									
	Inicio Operación																									◊

II.2.7. Preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio consistirá en llevar a cabo un conjunto de procesos que se realizan previo a la construcción de la obra, con el propósito de acondicionar el lugar para la edificación de la obra, sin embargo, forman parte del proceso constructivo. En esta etapa se incluye la previa obtención de permisos, autorizaciones, estudios técnicos y ambientales de la zona de ubicación del proyecto.

- Ahuyentamiento de fauna

Previo al inicio de las actividades de demolición y consecutivamente del desmonte y despalme, se ejecutarán las acciones de rescate de la fauna silvestre de lento desplazamiento (captura manual o por medios mecánicos) para ser reubicados dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado (los sitios de reubicación serán identificados previamente). Las acciones de rescate y reubicación serán realizadas por profesionales especializados en la materia, conforme a lo señalado en Capítulo IV, así como el programa de rescate correspondiente. Lo anterior garantizará un manejo adecuado de los especímenes, aplicando la técnica adecuada para cada grupo.

- Rescate y protección de flora

Como parte del proyecto arquitectónico se buscó mantener la mayor cantidad de árboles y palmeras posibles dentro del mismo, se han identificado 15 individuos de gran tamaño que serán protegidos para su permanencia. Esto además de otros individuos que serán reubicados ya sea por sus características biológicas u ornamentales en áreas verdes ajardinadas y reforestadas que se implementarán en la etapa final de las obras de construcción.

Para la preparación del sitio se procederá de la siguiente forma según los requerimientos de cada una de las etapas del proyecto. El primer paso será la protección temporal de los individuos de flora que permanecerán en el sitio, se instalará malla ciclón y/o muro de block alrededor de los mismos, dependiendo de las necesidades de cada uno. Dicha protección se retirará al término de los trabajos de construcción. En la siguiente ilustración se muestra los ejemplares que serán conservados en sitio:

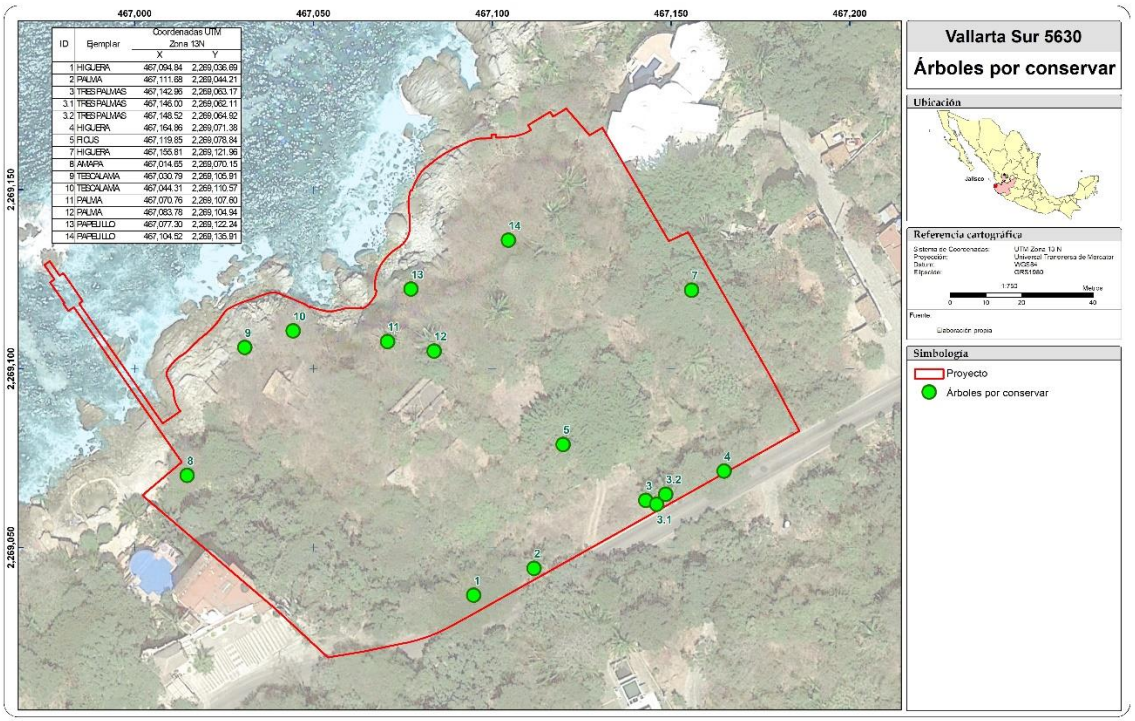


Ilustración II.21. Ubicación de los individuos arbóreos que serán conservados.

La segunda etapa consistirá en la reubicación de los individuos de flora que sean propicios para la reforestación posterior, de forma que previamente al desmonte se

conservarán algunos individuos arbóreos, susceptibles de ser reubicados y que posteriormente formen parte de las áreas verdes que conlleva el proyecto. En la siguiente ilustración se muestran las áreas verdes a ser reforestadas que considera el proyecto:

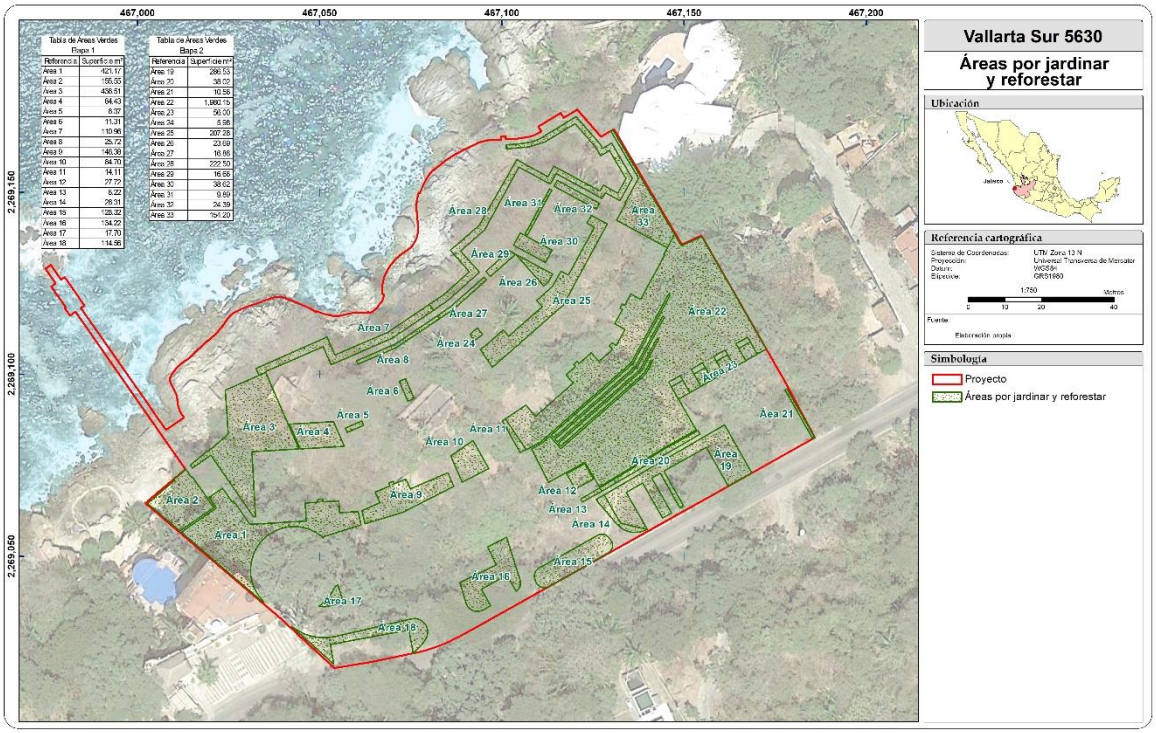


Ilustración II.22. Ubicación de áreas por ajardinar y por reforestar.

El siguiente paso será el desmonte del resto del área indicada en el proyecto, se retirará la vegetación por medios mecánicos, y la capa de tierra vegetal será acumulada para su utilización posterior en las áreas verdes del proyecto. Simultáneamente a estos trabajos se procederá a la demolición de las construcciones en estado de abandono existentes en el predio.

Es importante mencionar que durante el desarrollo de esta actividad no serán empleados pesticidas y/o herbicidas, ya que estos representan una fuente de contaminación del suelo, al acelerar su degradación química[3]. Por otra parte, el despalme implicará el retiro de la capa superficial del suelo (suelo orgánico u horizonte A) cuya ejecución podrá hacerse de forma manual o con retroexcavadora.

[3] (SEMARNAT, 2008)

- Demolición de construcciones existentes

Como se señaló previamente, simultáneamente al rescate y protección de flora, se realizará la limpieza del predio que consiste en el retiro de las construcciones existentes y/o algún elemento que pudiera estar presente en la superficie para las obras y que interfiera con los trabajos.

- Movimiento de tierras y drenes pluviales

Se continuará con la formación de las plataformas y nivelación del terreno para cada una de las estructuras. Para ello será necesario utilizar maquinaria de construcción como retroexcavadoras, excavadoras, tractores, compactadoras y perforadoras.

Se contempla que el material producto de la excavación sea clasificado para su reutilización en el mismo proyecto, se separarán las piedras de tamaño adecuado para formación de muros exteriores, así como la reducción del material de mayor tamaño por medios mecánicos para su utilización como material de relleno en los sitios que requiere el proyecto. Los terraplenes serán conformados a volteo y compactación superficial en capas de 20 cms. Para una óptima seguridad estructural, se desplantarán los cimientos de todas las estructuras en la capa de roca firme.

Con el desarrollo de ambas actividades, tanto demolición como movimiento de tierras, no solo se realizará la limpieza del terreno, también se facilitará el acceso del material constructivo para el proyecto.

- Obras provisionales

Renta e instalación de sanitarios portátiles: Se instalará un sanitario por cada 20 trabajadores, además se instalará un dispensador de agua para consumo humano.

Bodega provisional: Se construirá a base de piso de concreto, con muros y techos a base de madera, cubriendo una superficie de 200 m^2. Estará ubicada dentro de la zona de desplante.

Oficinas: Se prevé la instalación de oficinas móviles (campers), las cuales contarán con sus propios sanitarios conectados a biodigestores y se contratará el retiro de los residuos con una empresa especializada, ubicada en el área de desplante, carente de vegetación.

II.2.8. Construcción

Considerando las características del proyecto **Vallarta Sur 5630**, sujeto a erosión, de perfil estratigráfico y la zona donde se construirá tanto los edificios como la pasarela marina (zona de huracanes y corrientes extremas), se establece que las actividades de construcción de niveles, cimentación y armaduras ligadas para la Pasarela Marina se realizarán con base en lo que establecen los siguientes estudios que se integran como **anexos digitales**:

1. Mecánica de suelos para la Pasarela Marina (anexo 04)
2. Memoria descriptiva y de cálculo estructural (anexo 05)
3. Estudio Geológico del área del proyecto (anexo 06)

- Nivelación del terreno

Después de retirar la capa que contiene materia vegetal y/o al excavar hasta la profundidad que permita alojar la estructura de la capa subrasante, se conformará de acuerdo con la sección transversal correspondiente y a los niveles de proyecto para servir como suelo de cimentación. La capa superior de 0.15 m. de espesor del suelo expuesto, se compactará con pasadas de rodillo liso vibratorio (CA-25 o similar) hasta conseguir la compactación al (95% Proctor) de su peso volumétrico seco máximo determinado por la prueba AASHTO estándar aprovechando la humedad natural o incorporando agua a la superficie. El trazo detallado se realizará con equipo topográfico y/o de albañilería tales como cintas, estacas, nivel, teodolito. Se realizará el trazo a partir de los ejes establecidos en planos arquitectónico.

- Cimentación

Con base en los estudios de mecánica de suelos, se harán plataformas de nivelación con material de banco, así como las perforaciones para el colado de los pilotes en la ubicación exacta de la concentración de carga de los edificios, esta última perforación de sitio se realizará con un taladro para la cimentación. Los materiales por utilizar para su construcción serán los siguientes de acuerdo a sus distintos usos y funciones estructurales:

Cimentación a base de sistema de pilas y contratrabes de concreto reforzado f'c=250kg/cm², acero fy=4200 kg/cm², firmes de concreto simple, según especificaciones de proyecto estructural.

Estructura a base de marcos con columnas y trabes de concreto reforzado f'c= entre 250 y 450 kg/cm² dependiendo del elemento, acero fy=4200 kg/cm² con secciones según indicación del cálculo correspondiente.

Entrepisos son sistema de losa reticular con nervaduras reforzadas, aligeradas con casetón de poliestireno expandido y capa de compresión en los niveles de sótanos y en los niveles de los edificios, éstos contarán con las secciones que indique el cálculo estructural.

Muros tapón perimetrales y divisorios entre unidades privativas de block hueco de concreto con aplanados cemento-arena 1:5.

Muros tapón interiores aligerados de panel de Tablaroca resistente al fuego y a la humedad o de cemento en áreas húmedas, misma especificación en plafones.

Muros en cubos de elevadores de concreto armado f'c=350kg/cm², acero fy=4200 kg/cm².

Todo lo anterior de acuerdo con especificaciones de proyecto estructural y respaldado con las memorias respectivas y mecánica de suelos.

- Equipamiento de instalaciones

Se contará con los servicios mínimos requeridos para la habitabilidad de la construcción y los espacios mencionados anteriormente tales como:

- Diseño y suministro de una instalación eléctrica que contará con los requerimientos mínimos de iluminación y carga, que al mismo tiempo será alimentada por la CFE de acuerdo con requerimientos de proyecto.
- Diseño y suministro de una instalación sanitaria para desalojar los desechos sanitarios generados por equipamientos tales como baños, sanitarios, cocina y coladeras, conectado a la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Diseño y suministro de una instalación hidráulica de agua potable para la alimentación de lavabos, regaderas, lavadoras de ropa y albercas que será provista por el servicio del SEAPAL Vallarta.

- Diseño y suministro de una instalación hidráulica de agua tratada para la alimentación de muebles sanitarios, inodoros, riego de áreas verdes y lavado de exteriores.
- Diseño y suministro de una instalación de gas para alimentación de los muebles que así lo requieran como calentadores, estufas, etc., misma que será alimentada mediante tanque estacionario exterior.
- Diseño y suministro de sistema de internet por fibra óptica, sistema de pararrayos, instalación de detección de humos y sistema contra incendios, aire acondicionado e instalaciones especiales. Cada especialidad se respaldará con las memorias técnico-descriptivas respectivas.
- Diseño y suministro de equipamiento para operación de albercas y jacuzzis consistente en filtros, bombas, calentadores tipo bomba de calor, sistemas de desinfección por sal, válvulas y todo lo necesario para su adecuado funcionamiento.
- Diseño y suministro de equipos de aire acondicionado separados por unidades y zonas de forma que eficiente el consumo de energía al utilizarse solamente en las unidades y/o espacios ocupados.
- Diseño y suministro de sistema de paneles solares y de calentadores solares de agua para economía en los consumos de áreas comunes.

➢ <u>Acabados</u>

Para los acabados se utilizarán materiales de diferente naturaleza de acuerdo con el uso y destino de estos, tales como:

- Aplanados en muros de block: de mortero cemento: arena, 1:4 de 2 cm de espesor a plomo y regla, acabado fino listo para recibir pasta y pintura como acabado final.
- Aplanados en muros de Tablaroca y panel de cemento: repellados con pasta a plomo, regla y escuadra, acabado retapado o relleno, y afine con mezcla pegaduro, listo para recibir pasta y pintura.
- Muros y pisos de baños de habitaciones: acabado con porcelanato. En pisos de habitaciones: porcelanato y/o duela de ingeniería de bambú.
- En pisos de área públicas: acabado con porcelanato y/o duela de ingeniería de bambú.
- En pisos de área de servicio: acabado con loseta cerámica o porcelanato.
- Azotea: Se coloca un relleno con mortero fluido para dar pendientes hacia las coladeras de las bajadas de aguas pluviales, acabado con impermeabilización a base de morte-plas de 4 mm. de espesor y con garantía de 10 años en color gris claro.

- Ventanas: Ventanas tipo en habitaciones de perfiles de PVC reforzados con alma de acero galvanizado, cristal seguridad de 9 mm.
- Puertas: De acceso habitaciones de madera sólida, con marco y jamba.
- Puertas de salida escaleras a azotea de acero con marco de metal sencillo calibre 20.
- Puertas de baños de habitaciones, áreas públicas y de servicios: de madera laminada con marco y jamba.
- Puertas de elevadores metálicas de abertura lateral con acabado acero inoxidable en ambas caras en todos los pisos.

El proyecto en su totalidad cuenta con todos los requisitos mínimos de habitabilidad, seguridad y funcionamiento de acuerdo con la normatividad de cada especialidad y normas vigentes.

- Acabados interiores

- Pisos: porcelanatos, granito, mármol, piedras sintéticas, duelas de ingeniería.
- Muros: pasta, pintura, madera, piedra y elementos decorativos en fibra de vidrio.
- Plafones: yeso, tablaroca, durock, madera.
- Cancelería y vidrios de fachadas: PVC reforzado y vidrio seguridad de 9 mm.
- Muros divisorios de tablaroca resistente al fuego y a la humedad. Cancelería de aluminio y puertas de madera retardantes al fuego por periodos de tiempo de acuerdo con su localización y función.
- Carpintería de madera. La madera de toda la carpintería de madera procederá de bosques de tala controlada. Este material procederá de importación y de fábricas de México.
- Carpintería metálica y cerrajería. La carpintería metálica será de aluminio y de PVC. La cerrajería será de acero inoxidable. Estos materiales procederán de importación y de fábricas de México debidamente autorizados.
- Instalaciones mecánicas y eléctricas. Para las instalaciones mecánicas se utilizará tubo de plástico de fábricas de México y de Importación. Para las instalaciones eléctricas se utilizará cable de cobre y de aluminio de importación y de fábricas de México.
- Equipamiento. Ascensores, cocinas, lavanderías, procederán de importación y de Fábricas de México.
- Iluminación, mobiliario y tapicería. El mobiliario será de madera de bosques de tala controlada. Estos materiales procederán de importación y de fabricantes de México.

- Menaje, Cubertería, vajilla, cristalería, ropa de cama, herramientas, toallas, uniformes para el personal, papelería, etc. procederán de importación y de fabricantes de México.

➢ Jardinería y áreas verdes

Se aplicará la técnica de “siembra directa”, ya que la metodología establecida para su aplicación resultó ser la más adecuada para llevar a cabo la conformación de las áreas verdes y zonas ajardinadas, considerando la premisa de lograr el establecimiento inducido de vegetación; además de ser la técnica de mayor facilidad en su aplicación y una de las más económicas. Además de la conservación de los individuos arbóreos antes mencionado.

II.2.9. Construcción e instalación de la Pasarela Marina

La estructura de acero de la Pasarela Marina se fabricará en tierra, por un contratista especializado. El proyecto contempla dos secciones principales, una para cada lado del soporte intermedio sobre los afloramientos rocosos en el mar. A continuación, se ilustran los afloramientos existes en el área del proyecto:



Ilustración II.23. Afloramientos rocosos visibles en el área del proyecto.

El procedimiento constructivo para minimizar el impacto de los trabajos de construcción será primeramente la instalación de las dalas de cimentación y los soportes, y una vez listos se llevarán los dos segmentos de la Pasarela Marina al sitio flotándolos por barcaza, y se colocarán en sitio mediante maniobras de grúas manuales del tipo Tirfors y Tecles. Una vez en su lugar, se procederá a soldar ambos segmentos juntos, así como a unirlos con los soportes en el sitio. Finalmente, se colocará el piso de rejilla como cubierta.

- Trabajos en el mar para la cimentación de la Pasarela Marina

Con el objeto de minimizar el impacto de los trabajos de construcción de la Pasarela Marina en el mar, se proyectó su cimentación mediante el desplante de este sobre los afloramientos de roca sólida salientes del mar. Los trabajos se realizarán durante los horarios de marea baja y oleaje moderado para trabajar principalmente en seco.

Se colocarán dos dalas de desplante en la roca y en cada una de éstas, dos postes mediante tubos de acero que harán las veces de columna para soportar la Pasarela Marina. Los trabajos de colado de concreto resistente al agua de mar, de ambas dalas se harán sellando previamente el perímetro de la cimbra con materiales inertes para prevenir que se presenten derrames de concreto en las rocas y al agua de mar.

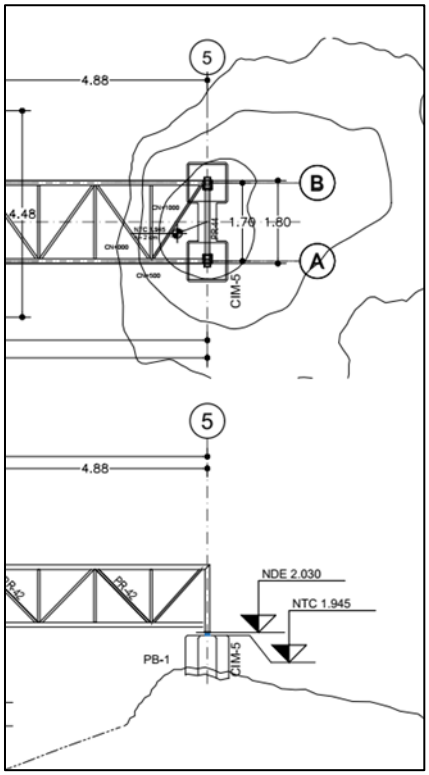


Ilustración II.24. Detalle de planta y alzado de la cimentación sobre los salientes rocosos.

- Terraza, plataformas, andadores y escaleras frente al mar

La terraza consistirá simplemente de un firme de cemento y piso de deck de madera sintética y/o piso de cantera o similar.

Para las plataformas se construirán muros de contención de piedra de la zona. Dentro de los muros se hará un relleno y se recubrirá con 40 cm arena fina graduada para la formación de las zonas de asoleaderos.

Los andadores y escaleras se construirán soportados sobre estructura metálica ligera, anclada en la roca sólida. El material de la cubierta será duela de madera sintética, buscando tener un impacto mínimo en el entorno.

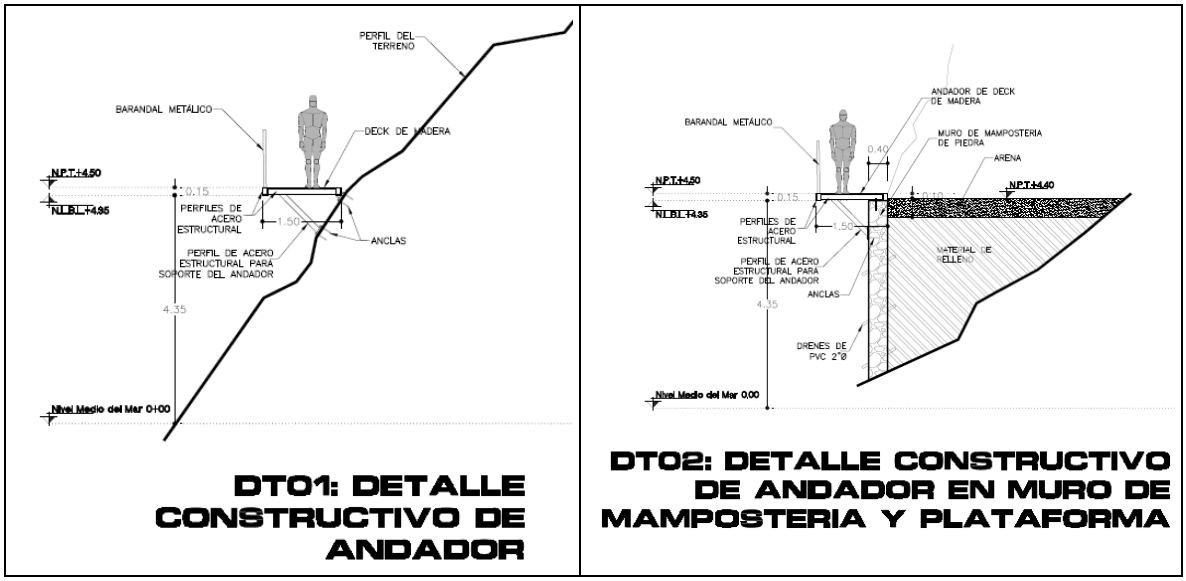


Ilustración II.25. Detalle constructivo de andador, muro de contención y plataforma.

El manejo y disposición de residuos se realizará conforme a lo descrito en el apartado II.2.14Residuos.

- <u>Desmantelamiento de infraestructura provisional</u>

Una vez terminado el proyecto, se retirarán los sanitarios portátiles, lo que permitirá restituir la condición original del área donde fueron ubicados, se retirará la bodega y la oficina temporal.

II.2.10. Etapa de operación y mantenimiento

Una vez concluida la construcción del proyecto, entrarán en operación las dos torres y sus áreas comunes, y la administración a su cargo será la responsable de las actividades de mantenimiento de las habitaciones, áreas comunes y del manejo de los residuos que se generen.

La etapa de operación consistirá en mantener limpias y en funcionamiento las instalaciones del proyecto. En las actividades de mantenimiento se incluyen las revisiones periódicas de equipos, máquinas e instalaciones hidráulicas, eléctricas, sanitarias, insumos, combustible, personal en general, mantenimiento del edificio en general y de áreas comunes.

Por ser esta una obra de alojamiento turístico habitacional, durante su operación se contará con un área para el acopio de los residuos generados por el desarrollo; la

colecta de los residuos de la jardinería se prevé sea proporcionada por compañías particulares. En la siguiente ilustración se muestra la ubicación del sitio de los contenedores para los residuos para ser entregados al servicio de limpia del municipio, considerando lo señalado en el Artículo 115, fracción III, inciso c) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, vinculado al Artículo 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Este espacio se ubica en el Nivel 08 del Edificio Sur.

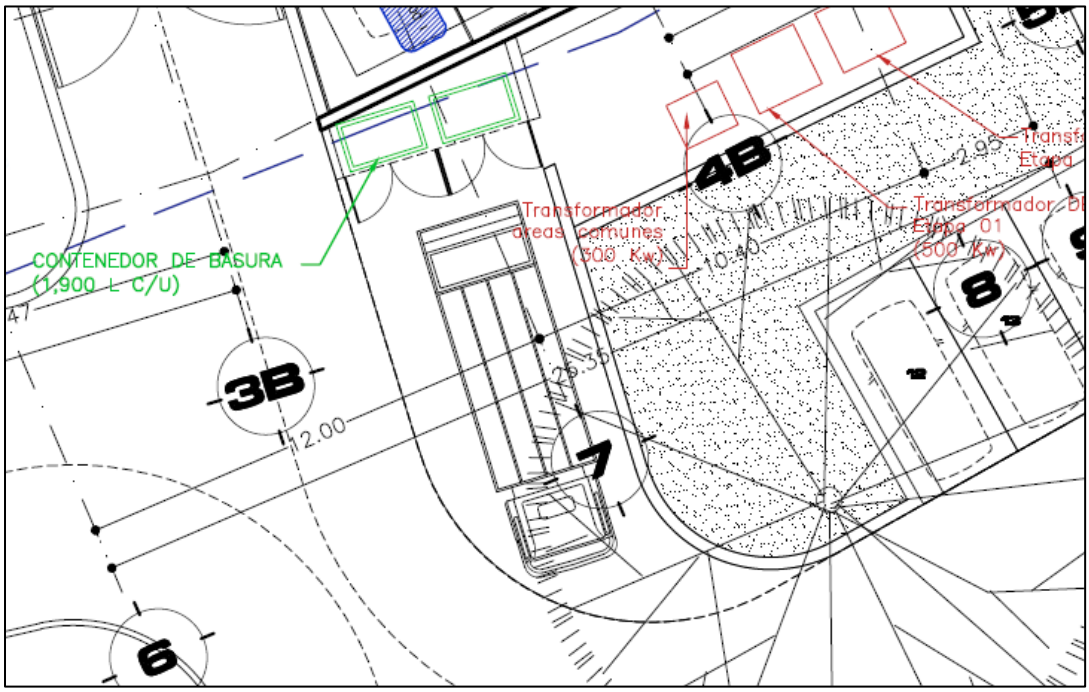


Ilustración II.26. Ubicación del área de contenedores para los residuos generados en el proyecto durante su operación.

Se establecerá una vigilancia y mantenimiento constante para el ingreso al proyecto. Durante su operación el proyecto ofrecerá empleo temporal y permanente a personas de diferentes oficios. Las oportunidades de empleo que el proyecto ofrece serán uno de los más significativos beneficios de este proyecto, mismos que se introducen en la mejora de las condiciones de vida, condiciones socioeconómicas y mejora de la movilidad social para los empleados.

- Ocupación estimada

Se ha hecho una estimación de ocupación anual, tomando como fuente la comparativa de uso y ocupación de edificios similares en la zona sur de Puerto Vallarta. En la siguiente tabla se muestra la ocupación estimada:

Tabla II.22. Ocupación estimada anual.

Estimación de ocupación anual.			Ocupación Estimada						
Temporada	**Semanas**	**% del tiempo anual**	**Número Departamentos**	**Total Habitantes**	**Habits / Unidad**	**Pers. Administrativo**	**Pers. Servicios**	**Pers. Mantenimiento**	**Total Ocupación**
Super alta	(4) Fin de año, Santa, Pascua.	7.7%	106	633	5.2	3	22	6	664
Alta	4 Ene, 4 Feb, 2 Mzo.	19.2%	109	607	5.0	3	20	6	636
Media	2 Mzo -2 Abr, Julio, 2 Ago, 3 Oct, Nov, 2 Dic.	36.5%	75	320	2.6	3	18	6	347
Baja	2 Abr, May, 4 Ago.	19.2%	68	186	1.5	2	16	6	210
Muy Baja	4 Jun, 1 Ago, 3 Sep, 1 Oct.	17.3%	30	61	0.5	2	14	6	83
Promedio Ponderado Anual			75	328	2.7				
Ocupación Promedio Temporadas Media-Super Alta, 63.5% del tiempo.			89	445	3.7				

Como se puede observar en la tabla anterior, se han identificado cinco temporadas; cada una de ellas representa un porcentaje de presencia a lo largo del año, siendo la temporada media la que presenta el mayor tiempo de presencia con el 36.5% del tiempo en el año con una ocupación total de 347 personas entre habitantes y personal administrativo, de servicios y mantenimiento. Por otro lado, la temporada con menor tiempo de presencia en el año es la super alta que ocupa un 7.7% del tiempo en el año, sin embargo, representa la de mayor ocupación con un total de 664 personas, entre habitantes y personal administrativo, de servicio y mantenimiento. La temporada que le sigue con el segundo lugar en ocupación es la temporada alta, con un total de 636 personas, entre habitantes y personal administrativo, de servicio y mantenimiento. Esta temporada tiene el 19.2% de tiempo de ocupación a lo largo del año. Finalmente, las dos temporadas con menor ocupación son la baja con 210 personas entre habitantes, personal administrativo, de servicio y mantenimiento con el 19.2% del tiempo en el año y la muy baja con 83

personas entre habitantes, personal administrativo, de servicio y mantenimiento con el 17.3% de tiempo durante el año.

- Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento consistirán en:

- *Mantenimiento y jardinería:* El proyecto mantendrá maquinaría menor y refacciones necesarias, así como en caso de ser necesario empleará las empresas subcontratistas exteriores. Los técnicos aplicadores de productos químicos como fertilizantes y plaguicidas estarán debidamente autorizados por las autoridades correspondientes.
- *Desinfección, desinsectación y desratización*: El proyecto mantendrá maquinaría menor y refacciones necesarias, así como en caso de ser necesario empleará las empresas subcontratistas exteriores necesarias. Los técnicos aplicadores de productos químicos y plaguicidas estarán debidamente autorizados por las autoridades correspondientes.
- *Mantenimiento:* Se llevarán a cabo acciones de mantenimiento preventivo y en su caso correctivo, en las edificaciones, instalaciones, equipos, aditamentos y demás elementos que intervienen en la operación, consistente en pintura, impermeabilización, reemplazo de accesorios, materiales y componentes deteriorados por el uso donde se requiera, labores de plomería y en ocasiones trabajos de albañilería.
- *Protección Civil*: El proyecto dispondrá de un plan de emergencia, evacuación y protección para el caso de emergencias como incendios o huracanes, debidamente formalizado ante las autoridades.

II.2.11. Etapa de abandono del sitio

Para el presente proyecto no se ha considerado el abandono del sitio pues, como se ha indicado, su operación puede prolongarse por un tiempo indefinido. Lo anterior se justifica al considerar que los materiales y diseños han sido seleccionados de acuerdo con las características de la región, aunado al mantenimiento preventivo que se le dará cuando esté en operación.

Sin embargo, en caso de que se decidiera no continuar con el proyecto durante su operación, se procedería a la venta del inmueble en las condiciones en que se encuentre, con su consecuente cambio de titularidad de la autorización ambiental emitida.

II.2.12. Materiales y maquinaria por utilizar

- Se dispondrá de maquinaría para el transporte horizontal y vertical de la maquinaría. Esta maquinaría, cuando necesite mantenimiento que pueda suponer riesgo de vertido de aceite u otras sustancias nocivas al medio ambiente se hará fuera del recinto de la obra y en los lugares autorizados para ello.
- El personal, los materiales y la basura accederá y abandonará la obra mediante vehículos a motor.
- Los camiones llegaran a la obra por sus medios.
- El resto de la maquinaría será transportada hasta la obra en camiones.
- Se calcula que cada día accederán a la obra entre 20 y 30 vehículos aproximadamente de los de directivos y proveedores. El personal de la obra será transportado por medio de autobuses.

En la siguiente tabla se presenta la relación de la maquinaria y equipo que se utilizará en la obra:

Tabla II.23. Referencia de maquinaria y equipo a utilizar.

Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la obra:		
	Descripción	**Cantidad**
1	Camión de volteo de 7 m^3	4
2	Camión de volteo de 14 m^3	4
3	Camioneta de doble rodado, 3 tons	1
4	Camioneta pick up	3
5	Compactador de suelos vibratorio caterpillar	1
6	Compactador manual "bailarina", a gasolina	4
7	Excavadora hidráulica cat. 320	2
8	Equipo topográfico	1
9	Grúa hidráulica grove de 25 tons	1
10	Grúa torre, hasta 3 tons de capacidad	1
11	Malacate eléctrico de 900kg de capacidad	2
12	Martillo hidráulico rompedor para excavadora	2
13	Minicargador caterpilar mod.236b	1
14	Motoconformadora caterpilllar de 220hp	1
15	Placa vibratoria compactadora manual, a gasolina de 8hp	2

Relación de maquinaria y equipo a utilizar en la obra:		
	Descripción	**Cantidad**
16	Planta de luz, generador de emergencia de 6,000w	3
17	Retroexcavadora cat. 416, bote de 1 yd3	2
18	Revolvedora de concreto, cap. 1 saco	6
19	Rompedor - demoledor eléctrico, para concreto	2
20	Rotomartillo eléctrico	4
21	Tractor sobre orugas caterpillar d5	1
22	Vibrador para concreto, eléctrico y/o a gasolina	4

En la siguiente tabla se presenta la relación del personal que intervendrá en el proceso constructivo de la obra:

Tabla II.24. Relación del personal que intervendrá en el proceso constructivo de la obra.

	Descripción	**Cantidad**
1	Maestro albañil	1
2	Albañil	15
3	Ayudante de albañil	15
4	Fierrero	8
5	Ayudante de fierrero	8
6	Carpintero de obra	8
7	Ayudante de carpintero de obra	8
8	Pintor	4
9	Ayudante de pintor	4
10	Electricista	5
11	Ayudante de electricista	5
12	Fontanero	5
13	Ayudante de fontanero	5
14	Herrero	1
15	Ayudante de herrero	1
16	Soldador	2
17	Ayudante de soldador	2
18	Pisero-azulejero	5
19	Ayudante de pisero-azulejero	5

	Descripción	Cantidad
20	Marmolero	5
21	Ayudante de marmolero	5
22	Carpintero ebanista	5
23	Ayudante de carpintero ebanista	5
24	Pastero-yesero	4
25	Ayudante de pastero-yesero	4
26	Tablarroquero	5
27	Ayudante de tablarroquero	5
28	Aluminero-vidriero	5
29	Ayudante de aluminero-vidriero	5
30	Jardinero	1
31	Ayudante de jardinero	2
32	Oficial especialista	5
33	Ayudante de especialista	5
34	Cabo de maniobras	1
35	Operador de grúa torre	1
36	Auxiliar de operador de grúa torre	1
37	Operador de equipo ligero	6
38	Operador de equipo pesado	6
39	Chofer de camión-volteo	8
40	Topógrafo	1
41	Ayudante de topógrafo	2
42	Personal de limpieza	5
43	Bodeguero	2
44	Ayudante general	15
45	Vigilante de obra	2
46	Velador	1
47	Residente de obra	3
48	Supervisor de obra	2
49	Encargado general de obra	1

En ese tenor, se tiene que el número máximo de obreros y personal que estará en la obra es de 225, lo cual puede ser variable dependiendo de la intensidad de la obra.

- Materiales

Los principales materiales que se utilizarán en la obra y sus volúmenes son los siguientes. Estos materiales serán transportados mediante camiones y procederán de canteras, plantas y proveedores autorizados.

Tabla II.25. Estimación del material que se utilizará para la construcción del proyecto.

Material – Unidad de medida	Cantidad
Concreto m^3	7,700
Acero Ton	1,400
Cimbra de madera m^2	8,900
Bloque de hormigón pz	180,000
Mortero m^3	600
Grava triturada m^3	5,000
Arena m^3	4,500
Arena para relleno m^3	3,000
Tierra vegetal m^3	1,000

- **Carpintería de madera:** La madera procederá de bosques de tala controlada. Este material procederá de importación y de fábricas de México.
- **Carpintería metálica y cerrajería:** La carpintería metálica será de aluminio y de PVC. La cerrajería será de acero inoxidable. Estos materiales procederán de importación y de fábricas de México debidamente autorizados.
- **Instalaciones mecánicas y eléctricas:** Para las instalaciones mecánicas se utilizarán tubos de plástico de fábricas de México y de Importación. Para las instalaciones eléctricas se utilizará cable de cobre y de aluminio de importación y de fábricas de México.
- **Equipamiento:** Ascensores, cocinas, lavanderías, procederán de importación y de fábricas de México.
- **Iluminación, mobiliario y tapicería:** El mobiliario será de madera de tala controlado. Procedentes de importación y de fabricantes de México.
- **Menaje:** Cubertería, vajilla, cristalería, ropa de cama, herramientas, toallas, uniformes para el personal, papelería, etc, procederán de importación y de fabricantes de México.

- **Consumo de agua:** La obra tendrá un consumo de agua aproximado medio de 3 m^3 al día.
- **Consumo de electricidad:** La obra tendrá un consumo de electricidad aproximado de 2,000 kwh al año.
- **Combustibles:** El combustible que se utilizará durante esta etapa será el Gasoil, que será suministrado a la maquinaría mediante un camión cisterna de una compañía debidamente autorizada. El consumo del combustible durante esta etapa se estima en 10. 000 litros al mes.

II.2.13. Utilización de explosivos

Dentro del proyecto en ninguna de sus etapas se utilizarán explosivos, todas a las actividades de las etapas de preparación y construcción del sitio se realizará por medio de maquinaria especializada y mano de obra manual.

II.2.14. Residuos

Durante todas las etapas del Proyecto serán generados diversos tipos de residuos, mismos que por su naturaleza pueden ser clasificados dentro de las siguientes categorías establecidas conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), Ley de Aguas Nacionales (LAN), así como en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR), el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (RLGEEPA-PCCA) y el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (RLAN):

II.2.14.1. Residuos sólidos

Por la actividad de los trabajadores, los residuos consistirán principalmente en residuos asociados a comida, tales como: envolturas, empaques, contenedores de vidrio, aluminio, plásticos, así como cartón, papel, metal, y materia orgánica. Por tal motivo, se contará con contenedores clasificados y señalizados para la colecta de los residuos que se generen en cada área.

En las áreas de trabajo se contará con los contenedores diferenciados para separar los residuos orgánicos e inorgánicos y los residuos reciclables. En el área de servicios, bodegas y sanitarios, se colocarán contenedores para disponer los residuos, y posteriormente, serán separados por el personal de acuerdo con su tipo.

Se contará con contenedores específicos para almacenar temporalmente los residuos que se generen, bajo las condiciones que no propicien la creación de fauna nociva o gases contaminantes, hasta su recolección por el servicio de limpia municipal para su disposición final. Los residuos susceptibles de reciclaje como aluminio, plásticos, cartón, papel y vidrio serán separados para su posterior entrega periódicamente a una empresa encargada de su reciclaje y/o al Municipio.

Durante la operación, la administración a cargo del desarrollo implementará las medidas y estrategias para asegurar un adecuado manejo y disposición de los residuos que se generen. En las diferentes áreas del proyecto se contará con contenedores debidamente clasificado para separar los residuos orgánicos e inorgánicos y los residuos reciclables.

En todas las áreas del proyecto se promoverá entre el personal la reducción, reúso y reciclado de los residuos, pretendiendo con esto, además de la reducción en los volúmenes que se generen, lograr un manejo eficiente de los recursos.

Los residuos orgánicos derivados de las cocinas de los restaurantes serán separados y almacenados en el sitio asignado señalado en la Ilustración II.26. El almacén de residuos orgánicos contará con un contenedor con capacidad suficiente, para evitar la proliferación de fauna nociva. Las paredes serán de un material impermeable duradero como mampostería de concreto o paneles reforzados con fibra de vidrio (FRP) sobre drywall resistente al agua. Posteriormente serán entregados al servicio de limpia del municipio, quien se encargará de su traslado al relleno municipal. Así mismo, se proveerá de mangueras para el lavado y mantenimiento del andén de residuos orgánicos y se proporcionará un área de drenaje con sus debidas pendientes de desagüe.

Los residuos se clasificarán, aquellos residuos que permitan su reutilización o aprovechamiento dentro del desarrollo, aquellos que puedan ser valorizados y en su caso, ser enviados a centros de reciclaje. Aquellos residuos que no puedan ser reutilizados o valorizados, serán entregados al municipio, considerando lo señalado en el Artículo 115, fracción III, inciso c) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, vinculado al Artículo 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

II.2.14.2. Aguas residuales

Durante la etapa de preparación y construcción, se espera la generación de aguas residuales procedentes de los trabajadores de obra y de la oficina temporal.

Por tal motivo, se contará con servicio de sanitarios portátiles. Se requiere de la instalación de 1 sanitario portátil por cada 20 trabajadores, recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permisos de las autoridades competentes para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales al sitio correspondiente para su tratamiento o en su caso, la disposición final.

Durante la operación del proyecto se generarán aguas residuales provenientes de los departamentos, áreas de amenidades, restaurante, el área comercial y las actividades de limpieza del mismo desarrollo, estas aguas serán conducidas y tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales con el fin de aprovechar las aguas tratadas en los sanitarios del desarrollo turístico habitacional, en el riego de áreas verdes ajardinadas o en el lavado de exteriores. En caso de existir flujo excedente, este podrá ser donado a aquellas actividades de la región que la requieran o ser vertido al drenaje sanitario del SEAPAL.

II.2.14.3. Residuos de manejo especial

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, no se han identificados residuos de manejo especial diferentes a los residuos de la construcción y demolición señalados en el apartado II.2.15.4. Los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores presentes durante la construcción del proyecto podrían considerarse en este rubro, si estos llegasen a rebasar el límite de diez ton/año.

Durante la etapa de operación se espera generar residuos de manejo especial provenientes de:

- Lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Residuos provenientes del local comercial.
- Residuos provenientes del mantenimiento de las instalaciones e infraestructura del proyecto.
- Los derivados por el descarte de electrodomésticos usados, ropa, tela, envases, embalajes y demás señalados en la NOM-161-SEMARNAT-2011, diferentes a los residuos de construcción y demolición
- La operación de los restaurantes y las áreas de comida, como aceite vegetal usado y residuos de las trampas de grasa, que se almacenará en tambos y se entregará periódicamente a una empresa encargada de su tratamiento y de ser el caso, disposición final, y para los residuos provenientes de las trampas de grasa se extraerán periódicamente por alguna empresa

autorizada en su manejo, de acuerdo con el listado emitido por la autoridad estatal conforme a lo señalado en el siguiente enlace: https://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/residuos/residuos-de-manejo-especial.

II.2.14.4. Residuos de la construcción y demolición.

Durante las etapas de demolición, preparación del sitio y construcción se generarán residuos de la construcción y demolición[4],[5] como son: material de desmonte, despalme y movimiento de tierras; material de excavación, escombro, PVC, chatarra, madera, residuos de concreto, alambre y cualquier otro residuo derivado de estas actividades, tal como está señalado en Tabla II.27, Tabla II.28 y en la Tabla II.29. Estos residuos se enviarán al almacén temporal que se prepare, donde posteriormente serán recolectados por un prestador de servicio autorizado para su posible reutilización, reciclaje o disposición final en sitio debidamente autorizado, considerando el listado de prestadores autorizados por el estado de Jalisco señalados en el vínculo: https://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/residuos/residuos-de-manejo-especial.

II.2.14.5. Residuos peligrosos

No todos los residuos de construcción y demolición tienen carácter de inerte; es por ello por lo que no se debe pasar por alto la fracción de residuos peligrosos generados en las obras, puesto que en todas se genera algún tipo de residuo peligroso, ya sea en las de nueva edificación, en las de rehabilitación, o en las de derribo y demolición (sobre todo en esta últimas).[6] De acuerdo con Euformación Consultores (2023), dentro de la composición de los residuos de la construcción y demolición, se estima que un máximo de 7% se considera como residuos peligrosos. Para el presente caso, se ha estimado que un 2% de los residuos de la construcción y demolición, se considera como residuos peligrosos.

Durante las etapas de preparación y construcción se prevé la ejecución de actividades que pudieran generar residuos peligrosos tales como:

[4] (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, s/f)
[5] (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, 2024)
[6] (Euformación Consultores, S., 2023)

Tabla II.26. Residuos Peligrosos que pueden en la construcción.

Origen	Subproducto
Pinturas	Pinturas, hidrofugantes, barnices, solventes, pegamentos, imprimaciones (incluye sobrantes, envases vacíos y herramientas impregnadas con estas sustancias).
	Productos de decapado de pinturas.
	Pinturas a base de plomo.
Electrónicos y eléctricos	Lámparas fluorescentes.
	Focos incandescentes.
	Equipos de aire acondicionado, por sus materiales aislantes y refrigerantes.
	Pilas y baterías que contengan plomo, níquel, cadmio o mercurio.
Químicos	Detergentes básicos o ácidos de limpieza de fachadas.
	Envases y restos de adhesivos (cola, resinas, y similares), imprimaciones, silicona, agentes espumantes, aerosoles, preservantes de madera, impermeabilizantes.
	Aceites y aditivos para pintura.
Hidrocarburos	Aceites gastados y sus envases, derivados de mantenimientos menores de maquinaria y equipo requerido en la construcción.
	Filtros de aceite, contenedores y restos de combustibles
Elementos de construcción	Estopas, brochas y trapos impregnados con algún producto de pintura o químico señado en esta tabla.
	Madera tratada de conservantes (incluye recortes y restos del producto).
	Productos que contienen asbestos.
	Suelos contaminados con hidrocarburos.
	Tuberías de plomo.
	Materiales a prueba de humedad.
	Materiales asfálticos.
	Escoria de soldadura si contiene sustancias tóxicas o metales pesados.
	Residuos que puedan quedar después de un incendio.

Fuente: Modificada de (SEMADET, s/f), (Mejía, Giraldo, & Martínez, 2013), (Villoria Sáez, 2014).

Durante la etapa de operación y mantenimiento, los residuos peligrosos que se pueden generar son los que estarán relacionados con el mantenimiento de las instalaciones para el suministro de energía eléctrica, tanques, cárcamos, planta de

tratamiento y demás instalaciones dentro del desarrollo, incluyendo mantenimiento y pintura del mismo.

Por lo que a continuación se describen algunas estrategias para su manejo:

- Los residuos peligrosos que se generen serán separados de acuerdo con su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados, serán llevados al almacén temporal de residuos peligrosos, para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.

- En caso de que la maquinaria necesite un mantenimiento mayor, se realizará en talleres ubicados en las localidades cercanas, para evitar posible contaminación al suelo dentro del predio.

- Se contará con las medidas pertinentes para la contención de derrames de grasas, aceites e hidrocarburos provenientes de las máquinas que se utilicen durante la construcción del proyecto, para evitar la contaminación al suelo o agua.

El manejo inadecuado de estos residuos peligrosos deriva en un riesgo potencial de contaminación al suelo, al mar o presentarse derrames accidentales de sustancias líquidas, por lo que su manejo se llevará a cabo como se señala la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento y se contará con un almacén de residuos peligrosos, el cual cumplirá con las indicaciones señaladas en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, como son:

- Se encontrará separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

- Se encontrará cerca de las áreas de generación de ese tipo de residuos.

- Se ubicará donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.

- Se construirá con block de concreto con techo de vigueta y bovedilla, sobre una base de cemento firme con canaletas y muros de contención de derrames.

- Contará con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad y los riesgos de los materiales almacenados.

II.2.15. Estimación de volúmenes generados por los diferentes tipos de residuos en las etapas de preparación del sitio y construcción.

En los siguientes apartados se presenta una estimación de los diferentes tipos de residuos que serán generados.

II.2.15.1. Residuos sólidos urbanos

El volumen máximo estimado de residuos sólidos domésticos generados en la etapa de preparación del sitio y construcción es de 337 kg diarios, considerando que se estima un número máximo de trabajadores de 225 y basado en un aproximado de 1.5 kg/persona/día (INEGI, 2021), (INEGI, 2024), (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2024). La mayoría de estos residuos estaría conformada por residuos orgánicos proveniente de los restos de comida y complementado por plásticos, cartones y vidrios. Este volumen puede fluctuar dependiendo de la intensidad de la obra y el número de trabajadores presentes.

Los residuos se clasificará aquellos residuos que permitan su reutilización o aprovechamiento dentro del desarrollo, aquellos que puedan ser valorizados y en su caso, enviarlos a centros de reciclaje. Aquellos residuos que no puedan ser reutilizados o valorizados, serán entregados al municipio, considerando lo señalado en el Artículo 115, fracción III, inciso c) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, vinculado al Artículo 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

II.2.15.2. Aguas residuales

Se generarán aguas residuales por el uso de sanitarios de renta, mismas que serán canalizadas a disposición final por medio de la empresa arrendadora. La obra tendrá una generación de aproximadamente 2.4 m^3 al día.

II.2.15.3. Desmonte, despalme y movimiento de tierra

Durante la etapa de preparación del sitio se lleva a cabo el desmonte y el despalme, así como el movimiento de tierra necesario para el desarrollo del proyecto. El volumen estimado de estos materiales es de 276.410.00 m^3, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla II.27. Estimación de residuos generados en la etapa de Preparación del sitio.

Tipo de residuo	Volumen (m^3)
Desmonte	88,550.00
Despalme de 20 cm de espesor de capa vegetal	1,610.00
Movimiento de tierra	186,250.00

II.2.15.4. Residuos de la construcción y demolición

Para este tipo de residuos se generará un volumen estimado de 14,033,629.42 kg, equivalente a **14,033.63 toneladas**, que se distribuye de la siguiente manera:

Tabla II.28. Resumen de la generación de residuos de la construcción y demolición.

		Factor	Densidad	Total	
Demoliciones		m^3/m^2	Kg/m^3	Kgs	
3,174.02	m^2	0.816	1150	2,978,500.37	kg
Construcción					
35,831.29	m^2	0.268	1150	11,043,203.58	kg
Bardas					
195.66	ml	0.053	1150	11,925.48	kg
			suma total de RCD	**14,033,629.42**	**kg**

- Por la demolición de 3,174.02 m^2 de la infraestructura existente de 2,978.500.37 kg.
- Durante la etapa de construcción se prevé la generación de residuo por la construcción de 11,043,203.58 kg.
- Por la construcción de 195.66 ml de bardas se prevé la generación de 11,925.48 ml.

Considerando lo indicado por Euformación Consultores (2023), es necesario considerar la fracción de residuos peligrosos que se generan por la construcción y demolición. En este caso, se ha identificado en la siguiente tabla que los materiales asfálticos se consideran como residuos peligrosos. Estos residuos serán señalados en el apartado de residuos peligrosos, pero no se incrementa el volumen total de residuos generados.

En la siguiente tabla se presenta el desglose de generación de los diferentes tipos de residuos de la construcción y demolición durante el periodo que dure esta etapa:

Tabla II.29. Relación del volumen estimado a generarse de los Residuos de la Construcción y Demolición.

Tipo de material	Volumen integrado kg	Subtipo de material	Volumen desglosado kg	Volumen integrado Tons
Pétreos	**3,929,416.24**	Concreto	1,021,648.22	**3,929.42**
		Ladrillo	785,883.25	
		Block	943,059.90	
		Adoquín	196,470.81	
		Material cerámico	392,941.62	
		Porcelanatos	196,470.81	
		Granitos	314,353.30	
		Mosaicos	78,588.32	
Metales	**2,806,725.88**	Cables de cobre y aluminio	224,538.07	**2,806.73**
		Tuberías	196,470.81	
		Varilla	533,277.92	
		Perfiles de hierro y acero	673,614.21	
		Perfiles de aluminio	336,807.11	
		Latas y tambos	280,672.59	
		Andamios y puntales	56,134.52	
		Malla metálica	112,269.04	
		Alambre	168,403.55	
		Lámina	84,201.78	
		Clavos y tornillos	140,336.29	
Madera	**2,245,380.71**	Muebles de madera	202,084.26	**2,245.38**
		Carretes	179,630.46	
		Aglomerados	157,176.65	
		Cubierta de melamina	112,269.04	
		Pallets o tarimas	291,899.49	
		Puertas	224,538.07	
		Gabinetes y clósets	179,630.46	

Tipo de material	Volumen integrado kg	Subtipo de material	Volumen desglosado kg	Volumen integrado Tons
		Sobrantes de cimbra y carpintería	673,614.21	
		Pisos	89,815.23	
		Recubrimientos	134,722.84	
Plástico	**701,681.47**	Poliductos	280,672.59	**701.68**
		Empaques y envolturas	175,420.37	
		PVC	245,588.51	
Materiales asfálticos (Clasificados como Residuos Peligrosos)	**280,672.59**	Asfalto	112,269.04	**280.67**
		Impermeabilizante	70,168.15	
		Alquitrán y productos alquitranados	98,235.41	
Suelo y materiales geológicos	**2,806,725.88**	Tierra	701,681.47	**2,806.73**
		Materiales pétreos	561,345.18	
		Cal	196,470.81	
		Mortero	421,008.88	
		Cemento	308,739.85	
		Materiales arcillosos	617,479.69	
Vidrio	**421,008.88**	Fibra de vidrio	105,252.22	**421.01**
		Vidrio	147,353.11	
		Cristal templado	168,403.55	
Difícil reciclaje	**842,017.77**	Panel de yeso	336,807.11	**842.02**
		Poliestireno expandido (unicel)	505,210.66	
Total de RCD..	**14,033,629.42**		**14,033,629.42**	**14,033.63**

Se contratarán empresas autorizadas por el Estado para el transporte, aprovecha y/o disposición final de este tipo de residuos, con base en lo indicado en el siguiente enlace: https://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/residuos/residuos-de-manejo-especial.

II.2.15.5. Residuos de manejo especial

Para la etapa de preparación del sitio y construcción no se han identificado residuos de manejo especial diferentes a los señalados como Residuos de la Construcción y Demolición de la Tabla II.29 y en su caso, los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores presentes durante la construcción del proyecto, si estos llegasen a rebasar el límite de diez ton/año.

II.2.15.6. Residuos peligrosos

Durante la etapa de construcción, los materiales que se consideran peligrosos principalmente son los solventes que se llegasen a emplear en la limpieza, pinturas, preparaciones para barnices, combustibles, aceites, impermeabilizantes, aditivos, grasas.

En la Tabla II.29 se ha señalado el listado y volumen de Residuos de la Construcción y Demolición. En dicha tabla se identifican dos residuos de tipo materiales asfálticos que se consideran residuos peligros que son:

Tabla II.30. Estimación de residuos peligrosos derivados de la construcción y demolición.

Tipo de material	Volumen integrado kg	Subtipo de material	Volumen desglosado kg	Volumen integrado Tons
Materiales asfálticos (Clasificados como Residuos Peligrosos)	**280,672.59**	Asfalto	112,269.04	**280.67**
		Impermeabilizante	70,168.15	
		Alquitrán y productos alquitranados	98,235.41	

La disposición de estos residuos identificados y aquellos que se generen, serán dispuestos a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT, conforme al listado señalado en el siguiente enlace: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos

II.2.16. Estimación de volúmenes generados por los diferentes tipos de residuos en la etapa de operación y mantenimiento

En este apartado se presenta una estimación de la generación de los diferentes tipos de residuos para la etapa de operación y mantenimiento.

II.2.16.1. Residuos sólidos urbanos

Tomando como referencia la información del Censo de Población y Vivienda (2020) obtenida para el estado de Jalisco[7], así como la información plasmada en el tabulado "Residuos Sólidos Urbanos" del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2023[8] y el Índice de Competitividad Urbana 2024[9], se tiene que para el Municipio de Puerto Vallarta la cantidad promedio de residuos generados diarios por habitante es de 1.5 kg.

En ese tenor y considerando la información plasmada en la Tabla II.22 referente a la ocupación estimada, se tiene que la generación de residuos sólidos domésticos fluctuará de acuerdo con dicha ocupación por temporada, así, en la siguiente tabla se muestra el volumen de residuos sólidos domésticos estimados por temporada:

Tabla II.31. Estimación de residuos sólidos domésticos generados en la etapa de operación.

Temporada	Semanas	% del tiempo anual	Número Departamentos	Total Habitantes	Habits / Unidad	Pers. Administrativo	Pers. Servicios	Pers. Mantenimiento	Total Ocupación	Estimación de residuos generados (kg/día)
Super alta	(4) Fin de año, Santa, Pascua.	7.70%	106	633	5.2	3	22	6	664	996
Alta	4 Ene, 4 Feb, 2 Mzo.	19.20%	109	607	5	3	20	6	636	954
Media	2 Mzo -2 Abr, Julio, 2 Ago, 3 Oct, Nov, 2 Dic.	36.50%	75	320	2.6	3	18	6	347	520.5
Baja	2 Abr, May, 4 Ago.	19.20%	68	186	1.5	2	16	6	210	315
Muy Baja	4 Jun, 1 Ago, 3 Sep, 1 Oct.	17.30%	30	61	0.5	2	14	6	83	124.5

Como se puede observar, la generación de residuos sólidos domésticos varía en las diferentes temporadas siendo la temporada super alta es la que generará la mayor cantidad de residuos sólidos domésticos con 996 kg diarios al ser la temporada con la ocupación más alta con 664 personas, incluyendo habitantes y personal de apoyo

[7] (INEGI, 2021)
[8] (INEGI, 2024)
[9] (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2024)

(administrativo, servicios y mantenimiento). Por otro lado, durante la temporada muy baja se estima generar 124.5 kg diarios al tener una ocupación estimada de 83 personas, considerando habitantes y personal de apoyo.

Al igual que en la etapa de construcción, la mayoría de estos residuos estarán compuestos por residuos orgánicos (principalmente comida cruda o cocinada) y complementando por plásticos, cartones, papel y vidrios.

II.2.16.1. Aguas Residuales

De acuerdo con el Libro 4 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado[10] de la CONAGUA, se señala que es viable considerar como aportación de aguas residuales entre el 70 y el 75 por ciento de la dotación de agua potable, en l/hab al día, considerando que el restante se consume antes de llegar a las atarjeas.

En ese sentido, se ha señalado en el apartado de Agua potable que la dotación será de 200 lts/hab al día, en ese sentido se ha estimado que el retorno de agua residual será de 150 lts/hab al día. En la Tabla II.18 se ha señalado el cálculo de los volúmenes de agua residual tratada para consumo, excedentes y lodos a disposición. En la Tabla II.19 se muestra el volumen máximo y volumen promedio de agua tratada y en la Tabla II.20 se muestra el balance de consumo de agua tanto potable como tratada.

II.2.16.2. Residuos de manejo especial

Durante la etapa de operación se ha estimado que se generará un promedio de 0.049 m^3/día de lodos proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y un máximo de 0.100 m^3/día, lo cual se dará en la temporada super alta, que tiene una presencia del 7.7% del año. En ese tenor el volumen promedio anual que se generará de lodos provenientes de la PTAR es de 18 m^3/año.

Existen opciones para el manejo de estos lodos:

1. Aprovechamiento en el mejoramiento de suelo de las áreas verdes ajardinadas, con lo que se consigue una acción sustentable de economía circular.
2. Donación ya sea al municipio o a viveros interesados.

[10] (CONAGUA, 2015)

3. Disponerlos en el relleno municipal o en sitios autorizados por la autoridad competente.

Lo anterior señalado se sustenta en lo indicado en la NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

El volumen de residuos de manejo especial durante la etapa de operación dependerá de variables como

- La ocupación, dependiendo de la temporada.
- Vida útil de los electrodomésticos existentes.
- Periodo en que haya transcurrido la vida útil de diversos artículos empleados para la operación del proyecto y que se encuentran señalados en la NOM-161-SEMARNAT-2011.

II.2.16.3. Residuos peligrosos

La generación de residuos peligrosos dependerá de la intensidad del mantenimiento que requieran las diversas instalaciones que integran el proyecto, estos residuos serán en su mayoría trapos impregnados con grasas y aceites del mantenimiento de las instalaciones y equipamiento del proyecto, así como residuos de pinturas, solventes, impermeabilizantes y posiblemente electrónicos y eléctricos.

Aunado a lo anterior, se tendrá la generación de empaques provenientes de fertilizantes y plaguicidas autorizados por la CICOPLAFEST. El registro de los volúmenes que se generen será integrado en la bitácora correspondiente.

II.2.17. Generación de gases de efecto invernadero

Este apartado identifica los diferentes tipos de gases de efecto invernadero (GEI) que se generarán durante las etapas del proyecto. Se presenta la descripción de fuentes generadoras, componentes químicos implicados y el cálculo estimado de emisiones por fuente

Tabla II.32. Gases de Efecto Invernadero considerados.

Gas	Nombre Químico	Potencial de Calentamiento Global (PCG) a 100 años
CO2	Dióxido de carbono	1
CH4	Metano	25

Gas	Nombre Químico	Potencial de Calentamiento Global (PCG) a 100 años
N2O	Óxido nitroso	298
HFCs	Hidrofluorocarbonos	124–14,800 (varía por compuesto)
CFCs	Clorofluorocarbonos	4,750–14,400
SF6	Hexafluoruro de azufre	23,500
H2O (vapor)	Vapor de agua	No cuantificable directamente (retroalimentación)
O3	Ozono troposférico	GEI indirecto, depende de precursores

Aunque existen múltiples gases de efecto invernadero (GEI) con diferentes Potenciales de Calentamiento Global (PCG), en esta MIA-R se ha priorizado la cuantificación de dióxido de carbono (CO_2) por las siguientes razones:

- Dominancia en proyectos de construcción: El CO_2 representa más del 95% de las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles utilizados en maquinaria de construcción, transporte de materiales, y actividades de mantenimiento. (INECC, 2022)
- Remoción de vegetación: Las emisiones generadas por la pérdida de biomasa vegetal son casi exclusivamente en forma de CO_2 biogénico, derivado del carbono almacenado en la vegetación. (CONAFOR, 2020)
- Disponibilidad de factores de emisión confiables: Las metodologías oficiales de SEMARNAT-INECC y las guías del IPCC proporcionan factores bien establecidos para calcular emisiones de CO_2 en actividades como consumo de diésel, gasolina y procesos constructivos. (SEMARNAT-INECC, 2021)
- Baja incidencia de otros GEI en el proyecto: Aunque se generan cantidades menores de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), estas emisiones son marginales y se derivan de la quema de combustibles. Los compuestos como HFCs, CFCs o SF_6 se consideran solamente si hay presencia comprobada de sistemas que los contengan, como refrigeración o aislamiento dieléctrico, lo cual es inexistente en este caso. (IPCC, 2019)

Por lo tanto, el CO_2 se considera el principal indicador de la huella de carbono del proyecto. Así, a continuación, se presenta la identificación, cuantificación y clasificación de las emisiones de GEI por etapa del proyecto y por componente

químico, en concordancia con las metodologías oficiales del IPCC (2006) (2019) y los factores de emisión de la SEMARNAT-INECC (2021).

Tabla II.33. Identificación de etapa y fuente de emisiones.

Etapa	Fuentes directas	Fuentes indirectas
Preparación	• Emisiones por combustión del uso de maquinaria de construcción (retroexcavadoras, excavadoras, compactadores, tractores sobre orugas) para movimiento de tierra y demolición de estructuras existentes.	• Liberación de carbono por remoción de vegetación de selva mediana subcaducifolia y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia
	• Emisiones por combustión en el uso de camiones de volteo para acarreo de material vegetal, escombros de demolición y tierra.	• Pérdida de carbono orgánico del suelo por remoción, excavación y exposición de éste.
	• Emisiones por combustión de maquinaria y camiones para desmontaje de estructuras y acarreo de escombros.	• Emisiones incorporadas en el transporte y disposición de residuos de demolición
Construcción	• Emisiones por combustibles fósiles en maquinaria de construcción para cimentación, montaje de estructuras verticales, estacionamientos, pasarela marina, plataformas y andadores frente al mar.	• Emisiones indirectas por uso de soldadura y consumibles metálicos (electrodos, gases, oxígeno-acetileno).
	• Emisiones por combustión de plantas de luz y compactadoras	• Emisiones incorporadas en transporte de materiales de construcción (cemento, acero, acabados, prefabricados).
	• Emisiones por combustibles fósiles en el transporte de materiales (camiones de volteo y plataformas).	• Consumo de electricidad de obra (compresores, bombas, iluminación temporal).
	• Operación de grúas, minicargadores y herramientas eléctricas (algunas con diésel o gasolina)	
Mantenimiento y Operación	• Vehículos para inspección y mantenimiento preventivo para edificios, pasarela marina, plataformas y áreas comunes.	• Consumo de electricidad en operación de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), planta potabilizadora, bombeo de agua, aire acondicionado, internet y telefonía.
	• Uso ocasional de generadores de respaldo en caso de cortes eléctricos.	• Generación de residuos peligrosos en el mantenimiento PTAR (aceites, limpiadores, filtros)

En la siguiente tabla se enlista la maquinaria de construcción que se utilizará para el desarrollo del proyecto, con las siguientes características:

- Cantidad
- Tiempo y días de operación
- Potencia del motor
- Consumo de combustible totales por año

Es importante señalar que no se consideran emisiones fugitivas ya que no se tendrá almacenamiento de residuos peligrosos, ni manejo de combustibles dentro del proyecto.

Tabla II.34. Características de operación de la maquinaria a emplear.

Fuente	Cantidad equipos	Horas operación/día	Días	Horas operación	Potencia de motor (hp)	Numero cilindros	Consumo combustible/ hora	Litros Diesel totales
Camión de volteo de 7 m^3	4	6	300	7200	280	6	1680	12096000
Camión de volteo de 14 m^3	4	6	300	7200	300	6	1800	12960000
Camioneta doble rodado 3 tons	1	6	300	1800	150	6	900	1620000
Camioneta pick up	3	6	300	5400	400	6	2400	12960000
Compactador suelos vibratorio Caterpillar	1	6	300	1800	157.6	6	945.6	1702080
Compactador manual 'bailarina' gasolina	4	6	300	7200	10	2	20	144000
Grúa hidráulica Grove 25 tons	1	6	300	1800	155	6	930	1674000
Grúa torre hasta 3 tons	1	6	300	1800	40	4	160	288000
Minicargador Caterpillar mod.236b	1	6	300	1800	73	4	292	525600
Motoconformadora Caterpillar 220 hp	1	6	300	1800	220	6	1320	2376000
Planta de luz generador 6000W	3	6	300	5400	15	0	0	0
Retroexcavadora CAT 416 bote 1 yd^3	2	6	300	3600	86	4	344	1238400
Revolvedora de concreto 1 saco	6	6	300	10800	7	1	7	75600
Rompedor demoledor eléctrico	2	6	300	3600	15	0	0	0
Tractor sobre orugas Caterpillar D5	1	6	300	1800	170	6	1020	1836000

Para el cálculo de emisiones se utilizaron los factores que SEMARNAT utiliza en los inventarios nacionales de GEI y que coinciden con los valores de referencia de IPCC (2006) y el AP-42 de la EPA (2025). Así, para calcular los contaminantes criterio (CO2, CH4, N2O), se utilizó la fórmula básica de estimación de emisiones para la maquinaria y camiones que corresponde a:

$$E = (FP * T * C * P)$$

En donde:

FP: Factor de emisión según la potencia

T: tiempo de operación diaria

C: Porcentaje de Carga

P: Potencia Nominal

Así, el cálculo de emisiones relativa a los motores de combustión interna presente en la maquinaria y camiones del proyecto.

Tabla II.35. Cálculo de emisiones de maquinaria y camiones empelados en el proyecto.

Fuente	Litros Diesel totales	Factor CO2 (kg/L)	CO2 (kg)	Factor CH4 (g/L)	CH4 (kg)	Factor N2O (g/L)	N2O (kg)	CO2e (ton)
Camión de volteo de 7 m3	12096000	2.68	32417280	0.1	1209.6	0.06	725.76	32663.8
Camión de volteo de 14 m3	12960000	2.68	34732800	0.1	1296	0.06	777.6	34996.92
Camioneta doble rodado 3 tons	1620000	2.68	4341600	0.1	162	0.06	97.2	4374.616
Camioneta pick up	12960000	2.68	34732800	0.1	1296	0.06	777.6	34996.92
Compactador suelos vibratorio Caterpillar	1702080	2.68	4561574.4	0.1	170.208	0.06	102.1248	4596.263
Compactador manual 'bailarina' gasolina	144000	2.68	385920	0.1	14.4	0.06	8.64	388.8547
Grúa hidráulica Grove 25 tons	1674000	2.68	4486320	0.1	167.4	0.06	100.44	4520.436
Grúa torre hasta 3 tons	288000	2.68	771840	0.1	28.8	0.06	17.28	777.7094
Minicargador Caterpillar mod.236b	525600	2.68	1408608	0.1	52.56	0.06	31.536	1419.32
Motoconformadora Caterpillar 220 hp	2376000	2.68	6367680	0.1	237.6	0.06	142.56	6416.103
Planta de luz generador 6000W	0	2.68	0	0.1	0	0.06	0	0
Retroexcavadora CAT 416 bote 1 yd3	1238400	2.68	3318912	0.1	123.84	0.06	74.304	3344.151
Revolvedora de concreto 1 saco	75600	2.68	202608	0.1	7.56	0.06	4.536	204.1487
Rompedor demoledor eléctrico	0	2.68	0	0.1	0	0.06	0	0
Tractor sobre orugas Caterpillar D5	1836000	2.68	4920480	0.1	183.6	0.06	110.16	4957.898
TOTAL			**132648422.4**		**4949.568**		**2969.741**	**133657.1**

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de los contaminantes criterio:

Tabla II.36. Cálculo de contaminantes criterio.

Fuente	Litros Diesel totales	factor CO (g/L)	CO kg	factor HC (g/L)	HC (kg)	factor NOX (g/L)	NOX kg
Camión de volteo de 7 m3	12096000	0.63	7620.48	0.19	2298.24	9.39	113581.4
Camión de volteo de 14 m3	12960000	0.63	8164.8	0.19	2462.4	9.39	121694.4
Camioneta doble rodado 3 tons	1620000	0.63	1020.6	0.19	307.8	9.39	15211.8
Camioneta pick up	12960000	0.63	8164.8	0.19	2462.4	9.39	121694.4
Compactador suelos vibratorio Caterpillar	1702080	0.63	1072.31	0.19	323.3952	9.39	15982.53
Compactador manual 'bailarina' gasolina	144000	0.63	90.72	0.19	27.36	9.39	1352.16
Grúa hidráulica Grove 25 tons	1674000	0.63	1054.62	0.19	318.06	9.39	15718.86
Grúa torre hasta 3 tons	288000	0.63	181.44	0.19	54.72	9.39	2704.32
Minicargador Caterpillar mod.236b	525600	0.63	331.128	0.19	99.864	9.39	4935.384
Motoconformadora Caterpillar 220 hp	2376000	0.63	1496.88	0.19	451.44	9.39	22310.64
Planta de luz generador 6000W	0	0.63	0	0.19	0	9.39	0
Retroexcavadora CAT 416 bote 1 yd3	1238400	0.63	780.192	0.19	235.296	9.39	11628.58
Revolvedora de concreto 1 saco	75600	0.63	47.628	0.19	14.364	9.39	709.884
Rompedor demoledor eléctrico	0	0.63	0	0.19	0	9.39	0
Tractor sobre orugas Caterpillar D5	1836000	0.63	1156.68	0.19	348.84	9.39	17240.04
TOTAL			**31182.28**		**9404.179**		**464764.4**

Referente al consumo de energía eléctrica y térmicas en los procesos y actividades en el establecimiento se tiene lo siguiente:

Factor de emisión por consumo de energía eléctrica	**ton de CO_2 / MWh**
	0.435

Emisiones Indirectas

- Preparación y construcción

Tabla II.37. Emisiones indirectas durante la preparación del sitio y construcción.

Instalación	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica	Emisiones		
	kWh	MWh	Ton de CO_2	Ton de CH_4	Ton N_20
PTAR	2000	2.0000	0.87	0	0

Emisiones equivalentes (Ton/año)		
CO_2	CH_4	N_20
0.87	0.00	0.00
0.87	**0.00**	**0.00**

- Operación del sitio

Tabla II.38. Emisiones indirectas durante la operación del proyecto.

Instalación	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica	Emisiones		
	kWh	MWh	Ton de CO_2	Ton de CH_4	Ton N_20
PTAR	23500	23.5000	10.2225	0	0

Emisiones equivalentes (Ton/año)		
CO_2	CH_4	N_20
10.22	0.00	0.00
10.22	**0.00**	**0.00**

Emisiones directas

- Tratamiento de aguas residuales

FACTOR DE EMISIÓN para Planta de tratamiento aeróbico en condiciones normales	FACTOR DE EMISIÓN para Planta de tratamiento aeróbico sobrecargada
ton CH4/ton DQO	ton CH4/ton DQO
0	0.075

Tabla II.39. Emisiones generadas por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Instalación	Volumen de agua tratada	DQO a la entrada del sistema de tratamiento	DQO a la entrada del sistema de tratamiento	Factor de emisión por PTAR	Emisiones		
	m3	mg DQO/l	ton DQO/m^3	ton CH4/ton DQO	ton de CO_2	ton de CH_4	ton N_20
PTAR	17,748.00	1200	0.0012	**0.075**	1.597	1.597	0.000

Emisiones equivalentes (Ton/año)		
CO_2	CH_4	N_20
1.60	25.00	0.00
1.60	**25.00**	**0.00**

Referente a la pérdida de captura de carbono por la remoción de vegetación se tiene lo siguiente:

Tabla II.40. Pérdida de captura de carbono por remoción de vegetación.

Superficie (Ha)	Carbono en el suelo (Mg C/Ha)	Carbono en vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia (Mg C/Ha)	Carbono almacenado total en CUSTF (Mg C/Ha)	Carbono total (Mg/año)
0.85	64.24	50	114.24	**97.104**

Conclusión

Las principales emisiones de GEI del proyecto provienen de la combustión de diésel durante las etapas de preparación y construcción, así como de la liberación de carbono por remoción de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (Vas/SMS).

Durante la operación, las emisiones son menores y se asocian principalmente la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y al consumo de energía.

II.3. Referencias

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (s/f). Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición. México. Obtenido de https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf

CONAFOR. (2020). *Estimaciones de biomasa aérea en vegetación secundaria arbustiva.*

CONAGUA. (16 de 11 de 2015). Libro 4. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. *Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado(Libro 4)*, 80. México, D.F., México: SEMARNAT. Recuperado el julio de 2025, de https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf

EPA. (28 de Mayo de 2025). AP-42: Compilation of Air EmissionsFactors from Stationary Sources. *Compilation of Air Pollutant Emissions Factors from Stationary Sources (AP-42)*. Obtenido de https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors-stationary-sources

Euformación Consultores, S. (2023). *Gestión de residuos inertes. SEAG0108.* España: IC Editorial.

García Laureno, R. (2019). *Gestión de residuos inertes. UFO286* (2019 ed.). Editorial Tutor Formación. Obtenido de https://www.google.com.mx/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_residuos_inertes_SEAG0108/bxLLEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&pg=PT22&printsec=frontcover

GDA Gestión del Amianto. (s/f). *RCD: Qué son, Clasificación, Normativa y Obligaciones*. España. Recuperado el Agosto de 2025, de La Plataforma del Amianto: https://gestiondelamianto.com/rcd/

Gobierno de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2022). *México: Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019.* Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/InventarioGEI_Mexico_1990_2019.pdf?utm_source=chatgpt.com

Gobierno del Municipio de Puerto Vallarta 2020 - 2024. (01 de junio de 2022). Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza 2021-2024, del Municipi de Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Gaceta Municipal Puerto Vallarta, Jalisco*(3). Recuperado el junio de 2025, de https://transparencia.puertovallarta.gob.mx/transparenciaY/normatividad/programas/regionales/2021/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo%20y%20Gobernanza%202021-2024.pdf

Impelmex. Impulsando el agua. (s.f.). *Tratamiento de agguas residuales*. Recuperado el julio de 2025, de https://impel.mx/tratamiento-de-agua/

INECC. (2022). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.*

INEGI. (2021). Censo de Población y Vivienda (2020). Panorama sociodemográfico de Jalisco. (2021). México. Recuperado el julio de 2025, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197872.pdf

INEGI. (28 de 02 de 2024). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2023. México. Recuperado el julio de 2025, de https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2023/#tabulados

Instituto Mexicano para la Competitividad. (26 de 11 de 2024). Índice de Competitividad Urbana 2024. Ciudad de México, México. Recuperado el julio de 2025, de https://imco.org.mx/indice-de-competitividad-urbana-2024/

IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National. (H. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: Publicado por: IGES. Obtenido de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html

IPCC. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranje, J. Baasansuren, M. Fukuda, S. Ngarize, . . . S. Federici, Edits.) Suiza: Publicado por:IPCC. Obtenido de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html

Mejía, E., Giraldo, J., & Martínez, L. (2013). Residuos de construcción y demolición. Revisión sobre su composición, impactos y gestión. *Revista CINTEX*(18), 105-130. Obtenido de https://revistas.pascualbravo.edu.co/index.php/cintex/article/view/52

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. (2024). Catálogo de Residuos 2024. Jalisco, México. Recuperado el julio de 2025, de https://portalesmuli.s3.amazonaws.com/semadet/documents/CATALOGO_DE_RESIDUOS_2024.pdf

SEMADET. (s/f). Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción. (G. d. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Ed.) Recuperado el Agosto de 2025, de https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/manual_construccion_semadet_web_1.pdf

SEMARNAT. (2008). *Informe de la situación del medio ambiente en México. Edición 2008.Compendio de Estadísticas Ambientales. Capítulo 3. Suelos.* México. Recuperado el Agosto de 2025, de Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales.: https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/pdf/indice_portada.pdf

SEMARNAT-INECC. (2021). *"Factores de emisión para el cálculo de inventarios nacionales de gases y compuestos de efecto invernadero".* Obtenido de https://transparenciaclima.gob.mx

Villoria Sáez, P. (2014). *Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en el ejercicio de obra.* Tesis Doctora. Edificiación. Recuperado el septiembre de 2025, de https://oa.upm.es/32681/1/PAOLA_VILLORIA_SAEZ.pdf

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, CON ACTIVIDAD QUE NO INCLUYE RIESGO

CAPÍTULO III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES



VALLARTA SUR 5630

Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

Tabla de contenido

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 1
III.1. Introducción 1
III.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 2
III.3. Leyes y Reglamentos Federales 5
III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 5
III.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental 8
III.3.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 10
III.3.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 12
III.3.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) 13
III.3.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR) 16
III.3.7. Ley de Aguas Nacionales (LAN) 17
III.3.8. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 19
III.3.9. Ley General de Cambio Climático 20
III.4. Instrumentos de ordenamiento y planeación 22
III.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGTP) 22
III.4.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco 28
III.4.3. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco 29
III.4.4. Plan Parcial de Desarrollo Urbano denominado Distrito Urbano 10 53
III.5. Normas ambientales 58

III.5.1. Normas Oficiales Mexicanas del Sector Ambiental 58
III.5.2. Normas Ambientales Estatales 62
III.6. Instrumentos de carácter vinculante, No Aplicables 63
III.6.1. Áreas Naturales Protegidas 63
III.6.2. Convención sobre los humedales - RAMSAR 64
III.7. Otras áreas de interés ecológico 65
III.7.1. Regiones Terrestres Prioritarias 66
III.7.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias 66
III.7.3. Regiones Marinas Prioritarias 67
III.7.4. Área de Importancia para la Conservación de Aves 68
III.8. Referencias 69

Ilustraciones

Ilustración III.1Ubicación del proyecto en relación con el POEGT. 25
Ilustración III.2. Ubicación del proyecto con respecto a la ventana prioritaria “Puerto Vallarta – El Tuito” del Ordenamiento Ecológico de la Región denominada "Costa Alegre" 32
Ilustración III.3. Ubicación del proyecto con respecto a la Política Pública Urbana de Crecimiento. 54
Ilustración III.4. Ubicación del proyecto con respecto a la clasificación de áreas del Distrito Urbano 10. 55
Ilustración III.5. Ubicación del proyecto con respecto a la zonificación secundaria establecida para el Distrito Urbano 10. 56
Ilustración III.6. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales. 64
Ilustración III.7. Ubicación del proyecto con respecto a los sitios RAMSAR. 65

Ilustración III.8. Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias. 66
Ilustración III.9. Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias. 67
Ilustración III.10. Ubicación del proyecto a las Regiones Marinas Prioritarias. 68
Ilustración III.11. Ubicación del proyecto con respecto al Área de Importancia para la Conservación de las Aves. 69

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1. Introducción

Este capítulo mostrará la viabilidad del proyecto en relación con la observancia de las disposiciones jurídicas ambientales que le son aplicables, mediante un análisis sustentado en información técnica que demuestre que se cumple con las regulaciones aplicables.

Para tal fin es necesario la identificación de los instrumentos jurídicos, normativos o administrativos que regulan la obra y/o actividad que conforman el proyecto para desarrollar el análisis que determine la congruencia de la observancia del proyecto con las disposiciones de dichos instrumentos.

En ese sentido, el presente capítulo desarrolla el análisis de vinculación del proyecto a las disposiciones jurídicas aplicables del que se concluye que el proyecto cumple con los instrumentos legales aplicables.

El contexto de disposiciones jurídicas que se analizan en el presente Capítulo III son los siguientes:

Carácter vinculante, aplicables al proyecto.

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambienta
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Reglamento Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Ley de Aguas Nacionales
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales
- Ley General del Cambio Climático
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco

- Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco
- Plan Parcial de Desarrollo Urbano denominado Distrito Urbano 10
- Normas Oficiales Mexicanas
- Normas Ambientales Estatales

Carácter vinculante, No Aplicables al proyecto por no ser obligatorio al proyecto o regular un territorio diferente al sitio propuesto para su desarrollo.

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- Áreas Naturales Protegidas
- Convención sobre los humedales - RAMSAR

Instrumentos de Regionalización, no vinculantes, carentes de carácter regulatorio.

- Regiones Terrestres Prioritarias
- Regiones Hidrológicas Prioritarias
- Regiones Marinas Prioritarias
- Área de Importancia para Conservación de las Aves-AICA

III.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (CPEUM) (ÚLTIMA REFORMA DOF 15 DE ABRIL DE 2025)	
INSTRUMENTO JURÍDICO	**ANÁLISIS**
Artículo 1°. En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los Tratados Internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.	Este artículo indica que todos los Derechos Fundamentales consagrados en la Carta Magna están garantizados para los habitantes del país, así como también la observación de los Tratados Internacionales de los que México sea parte. Así, el proyecto presentado al procedimiento de evaluación de impacto ambiental consiste en la demolición de

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (CPEUM) (ÚLTIMA REFORMA DOF 15 DE ABRIL DE 2025)	
INSTRUMENTO JURÍDICO	**ANÁLISIS**
(…)	infraestructura existente en el polígono del proyecto que fue adquirido con esas condiciones, la construcción, operación y mantenimiento de un desarrollo de uso turístico habitacional vertical, pasarela marina, plataforma y andadores frente al mar, área de amenidades, obras hidráulicas de alejamiento de aguas pluviales y obras asociadas a la dotación de servicios necesarios para su viabilidad, como planta de tratamiento de aguas residuales y planta potabilizadora. Aunado a lo anterior se requerirá la remoción de vegetación de 8,546.41 m^2 de selva mediana subcaducifolia (SMS) y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (Vas/SMS). Es importante señalar que se cuenta con oficio de notificación de prefactibilidad técnica emitida por el SEAPAL el 23 de diciembre de 2024, el cual se integra a los Anexos del Capítulo II
Artículo 4. Párrafo sexto Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respecto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque.	El contenido del artículo 4° se vincula directamente con las medidas de prevención, mitigación y compensación que se aplicarán durante el desarrollo, considerando todas las etapas de desarrollo del proyecto, desde la demolición de la infraestructura existente en el terreno del proyecto, hasta la operación y mantenimiento de este, con el fin de minimizar los efectos al ambiente, por la ejecución del proyecto.
Artículo 4. Párrafo octavo Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento del agua para consumo personal y doméstico en forma	En ese tenor, corresponde al Municipio de Puerto Vallarta, a través del SEAPAL, dotar del servicio de agua potable y saneamiento al proyecto, en concatenación a lo indicado

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (CPEUM) (ÚLTIMA REFORMA DOF 15 DE ABRIL DE 2025)	
INSTRUMENTO JURÍDICO	**ANÁLISIS**
suficiente, salubre, aceptable y asequible. El **Estado garantizará** este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo **la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios**, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.	en el Artículo 115, fracción III inciso a) de la CPEUM; instancia gubernamental que cuenta con la concesión y autorización correspondiente de la CONAGUA. Así, es menester señalar que se cuenta con una prefactibilidad técnica emitida por el SEAPAL Vallarta el 23 de diciembre de 2024, **que se integra en anexo digital** en el Capítulo II. Aunado a lo anterior, el proyecto está comprometido con el uso eficiente del agua al considerar las siguientes acciones: • Instalación de accesorios ahorradores de agua. • Aprovechamiento del agua tratada para riego de áreas verdes, lavado de áreas exteriores y envío hacia los sanitarios del proyecto. • En caso de existir flujos remanentes, estos podrán ser donados a aquellas actividades de la región que la requieran o serán descargados a la red de drenaje del SEAPAL. Por lo anterior, el aprovechamiento del agua residual tratada se considera una alternativa sustentable para su uso, privilegiando la economía circular en el proyecto.
Artículo 115, fracción III Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: **a)** Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales; **b)** […]	En concatenación con el Artículo 4 constitucional referente al derecho al acceso, disposición y saneamiento del agua para el consumo personal y doméstico se cuenta con una prefactibilidad técnica emitida por el SEAPAL Vallarta el 23 de diciembre de 2024, **que se integra en anexo digital** en el Capítulo II.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (CPEUM) (ÚLTIMA REFORMA DOF 15 DE ABRIL DE 2025)	
INSTRUMENTO JURÍDICO	**ANÁLISIS**
c) Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos; […]	Por otro lado, corresponde al municipio el servicio de recolección, traslado y disposición final de los residuos sólidos urbanos.

III.3. Leyes y Reglamentos Federales

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

(Última reforma D.O.F. 9 de octubre de 2025)

Esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Sus disposiciones tienen por objetivo proporcionar el desarrollo sustentable y establecer las bases para el ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponden a la Federación, las Entidades Federativas, la Ciudad de México y los Municipio, de acuerdo con el principio de concurrencia establecido en el artículo 73 Fracción XXIX-G de la Carta Magna.

La LGEEPA es el instrumento jurídico que funge como marco para la regulación ambiental en México, en ese orden de ideas, la “Evaluación del Impacto Ambiental” es a su vez el instrumento de Política Ambiental que establece dicha norma como eje pilar que hace posibles la sustentabilidad ambiental. De acuerdo con la descripción del proyecto Vallarta Sur 5630 señalada en el Capítulo II del presente documento, el proyecto requiere de la autorización en materia de Impacto Ambiental, de conformidad con lo establecido en el artículo 28 de la Ley en cita, tal como se lee a continuación:

ARTÍCULO	ANÁLISIS
Artículo 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:* *[…]* ***I.- Obras hidráulicas****, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;* *[…]* ***VII.-*** *Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.* *[…]* ***IX.-*** *Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;* ***X.-*** *Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo,*	En virtud de lo señalado en el presente artículo y fracción correspondiente, los proyectos de desarrollo inmobiliario y que puedan afectar ecosistemas costeros, requerirán ser evaluados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En esa tesitura, la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R) cumple con las consideraciones señaladas en el presente artículo, así como a lo indicado en las fracciones mencionadas toda vez que el proyecto estará conformado por: • Obras hidráulicas de drenaje pluvial con el fin de captar y desalojar las aguas pluviales hacia el mar, de tal forma que se reduzca cualquier eventualidad dentro de las instalaciones del desarrollo turístico habitacional, durante la temporada de lluvias. • Planta de tratamiento de aguas residuales, cuyas aguas serán aprovechadas en los sanitarios del desarrollo turístico habitacional, en el riego de áreas verdes ajardinadas o en el lavado de exteriores. En caso de existir flujo excedente, este podrá ser donado a aquellas actividades de la región que la requieran o ser vertido al drenaje sanitario del SEAPAL. • Es necesario llevar a cabo la remoción de vegetación en áreas forestales en selva. • Se llevará a cabo la construcción de un desarrollo turístico habitacional en ecosistema costero. • Un componente que conforma el desarrollo turístico habitacional es la pasarela marina que parte de su estructura se instalará en zona federal marítimo terrestre y en zona marina. Aunado a lo anterior, la presente MIA-R integra aquellas estrategias de prevención y mitigación que permitirán reducir los efectos negativos de los impactos potenciales a ser generados.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
[…]	
Artículo 30.- *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.* *[…]*	La presente MIA-R contiene de manera detallada las particularidades establecidas en este artículo las cuales se encuentran señaladas en el Capítulo V, que corresponde a la identificación y descripción de los posibles efectos del proyecto en el ecosistema en el cual se ubica; y lo indicado en el Capítulo VI el cual señala las estrategias que serán aplicadas, para le prevención y mitigación de cualquier efecto adverso sobre el ambiente.
Artículo 121.- *No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población*	Tal como se ha señalado en el Capítulo II, el proyecto contará con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que cumpla con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021. Una vez tratada el agua, se pretende aprovechar para los sanitarios del proyecto, para el riego de áreas verdes y para lavado de exteriores. En caso de que existan flujos remanentes, éstos podrán ser donados a aquellas actividades de la región que la requieran o serán de descargadas a la red de drenaje del SEAPAL, considerando lo indicado por los Artículos 4°, párrafo octavo y 115, fracción III, inciso a), de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
ARTÍCULO 151.- *La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las*	Los residuos peligrosos que se generen en las diferentes etapas del proyecto serán dispuestos a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT, en concordancia con lo señalado en el siguiente enlace: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos

ARTÍCULO	ANÁLISIS
operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. *[…]*	

III.3.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

(Última reforma D.O.F. 31 de octubre de 2014)

Este instrumento jurídico señala de manera específica las obras y actividades que requieren de la autorización en materia de impacto ambiental, a través de una manifestación de impacto ambiental, en cualquiera de sus modalidades, así como el contenido que debe integrar, con base en los criterios señalados en los Artículos 10 al 13. Por lo anterior, el proyecto se ajustará a este instrumento, considerando lo siguiente:

ARTÍCULO	ANÁLISIS
Artículo 5o.- *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:* ***A) HIDRÁULICAS:*** ***I.*** *Presas de almacenamiento, derivadoras y de control de avenidas con capacidad mayor de 1 millón de metros cúbicos, jagüeyes y otras obras para la captación de aguas pluviales, canales y cárcamos de bombeo, con excepción de aquellas que se ubiquen fuera de ecosistemas frágiles, Áreas Naturales Protegidas y regiones consideradas prioritarias por su biodiversidad y no impliquen la inundación o remoción de vegetación arbórea o de asentamientos humanos, la afectación del*	La descripción y conceptos que integran el proyecto presentado en esta MIA-R, se ajusta a lo señalado en el presente artículo, incisos y fracciones, toda vez que el proyecto estará conformado por: • Obras hidráulicas de drenaje pluvial con el fin de captar y desalojar las aguas pluviales hacia el mar, de tal forma que se reduzca cualquier eventualidad dentro de las instalaciones del desarrollo turístico habitacional, durante la temporada de lluvias. • Planta de tratamiento de aguas residuales, cuyas aguas serán aprovechadas en los sanitarios del desarrollo turístico habitacional, en el riego de áreas verdes jardinadas o en

ARTÍCULO	ANÁLISIS
hábitat de especies incluidas en alguna categoría de protección, el desabasto de agua a las comunidades aledañas, o la limitación al libre tránsito de poblaciones naturales, locales o migratorias; *[…]* ***VI.** Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales […]* *[…]* ***O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:*** ***I.** Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;* *[…]* ***R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS***	el lavado de exteriores. En caso de existir flujo excedente, este podrá ser donado a aquellas actividades de la región que la requieran o ser vertido al drenaje sanitario del SEAPAL. • Es necesario llevar a cabo la remoción de vegetación en áreas forestales en selva. • Se llevará a cabo la construcción de un desarrollo turístico habitacional en ecosistema costero. • Un componente que conforma el desarrollo turístico habitacional es la pasarela marina que parte de su estructura se instalará en zona federal marítimo terrestre y en zona marina.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: ***I.*** *Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y* *[…]*	
Artículo 11.- *Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:* *[…]* ***III.*** *Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y* *[…]*	El proyecto al estar integrado por un conjunto de proyectos de obras y actividades, como son el proyecto de captación de agua pluvial para desviarla y desalojarla al mar, el desarrollo turístico inmobiliario y la pasarela marina, se ajusta a lo señalado en el presente artículo y fracción por lo que la MIA que se somete a evaluación corresponde a la modalidad regional.
Artículo 14.- *Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.*	En la presente MIA-R se exhibe la información que corresponde a las diferentes obras y actividades que integran el proyecto, incluyendo el cambio de uso de suelo en áreas forestales en selva.

III.3.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

(Última reforma D.O.F. 1 de abril de 2024)

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de

concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable, por lo tanto, los efectos que genere el proyecto Vallarta Sur 5630, estará acorde a los preceptos establecidos en esta materia.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
Artículo 2. *Son objetivos generales de esta Ley:* *I. Conservar y restaurar el patrimonio natural y contribuir, al desarrollo social, económico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales en las cuencas hidrográficas, con un enfoque ecosistémico en el marco de las disposiciones aplicables,* *[…]* *IV. Promover la provisión de bienes y servicios ambientales, así como proteger y acrecentar la biodiversidad de los ecosistemas forestales mediante el manejo integral del territorio;* *[…[* *XI. Promover la prevención y el manejo integral de los agentes disruptivos que afecten a los ecosistemas forestales, mitigar sus efectos y restaurar los daños causados por estos;* *[…]*	El proyecto se apegará a las directrices que la Ley busca en cuanto a la conservación y restauración y el manejo integral sustentable de los recursos forestales del patrimonio natural, por lo que contendrá una serie de medidas específicas tendientes a prevenir y manejar de manera integral los agentes disruptivos que afecten los ecosistemas forestales y mitigar sus efectos. Dichas medidas se reforzarán con **la autorización que en su momento otorgue la Autoridad Federal en la materia**, con el fin de que exista concordancia y armonía respecto al proyecto propuesto en relación con el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales que el proyecto requerirá.
Artículo 3. *Son objetivos específicos de esta Ley:* *I. Definir los criterios de la política forestal, describiendo sus instrumentos de aplicación y evaluación;* *[…]*	El proyecto atenderá los criterios de política forestal, así como los instrumentos de aplicación y evaluación, para que en su momento la Autoridad Federal en la materia otorgue la autorización correspondiente.
Artículo 93. *La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa*	En su momento, se presentará ante la Autoridad Federal en la Materia el

ARTÍCULO	ANÁLISIS
opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	correspondiente Estudio Técnico Justificativo para ser evaluado.

III.3.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

(Nuevo Reglamento publicado en el D.O.F. el 9 de diciembre de 2020)

Este Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
Artículo 139. *Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:* *[…]* *IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de*	El análisis para determinar la superficie que se solicita para el Cambio de Uso de Suelo en Áreas Forestales de Selva que se señala en la presente MIA se ha considerado conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En su momento se presentará ante la autoridad competente el estudio y trámite correspondientes de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía

ARTÍCULO	ANÁLISIS
Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.	

III.3.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

(Última reforma D.O.F. 8 de mayo de 2023)

La LGPGIR tiene por objetivo el garantizar el derecho a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos que se generen en sus diversas modalidades tales como los residuos peligrosos, los residuos sólidos urbanos, los de manejo especial e incluyendo los derivados de la construcción y demolición, así como el prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y, en su caso, llevar a cabo la remediación correspondiente. Así, el proyecto se ajustará a los siguientes artículos:

ARTÍCULO	ANÁLISIS
Artículo 16.- *La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.*	Durante las diferentes etapas del proyecto se observará lo señalado en la NOM-052-SEMARNAT-2005, con el fin de identificar los residuos peligrosos que llegasen a generarse, derivado de la demolición, así como de la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, una vez identificados serán debidamente colocados en el almacén temporal que se instale, para que sean recolectados por alguna empresa autorizada por la autoridad correspondiente, ya sea para su revalorización o disposición final; de acuerdo con lo señalado en el Artículo 42 de la presente Ley.
Artículo 18.- *Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y*	La generación de este tipo de residuos se presentará en todas las etapas, desde la demolición hasta la operación y mantenimiento del desarrollo, principalmente serán envases, embalajes o empaques de los productos que se consuman por parte de los trabajadores de la construcción; así como los provenientes de la eliminación de los materiales que

ARTÍCULO	ANÁLISIS
Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	se utilizarán en las actividades domésticas de los edificios turístico habitacional y los residuos sólidos urbanos generados en el restaurante, bar, spa, gimnasio y oficinas administrativas, así como aquellos generados por la limpieza de los espacios abierto, accesos y áreas verdes. Derivado de lo anterior, se procederá a la clasificación y almacenamiento de estos, con base en lo señalado en la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco y con base en lo señalado en la Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008. Aunado a lo anterior, se clasificará aquellos residuos que permitan su reutilización o aprovechamiento dentro del desarrollo, aquellos que puedan ser valorizados y en su caso, enviarlos a centros de reciclaje. Aquellos residuos que no puedan ser reutilizados o valorizados, serán entregados al municipio, considerando lo señalado en el Artículo 115, fracción III, inciso c) de la CPEUM, vinculado al Artículo 10 de la presente Ley que a la letra señala: *"**Artículo 10.-** Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades:* *[…]"*
***Artículo 19.-** Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:* *[…]* ***V.** Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;*	La generación de este tipo de residuos será en momentos específicos: • Los lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta para el proyecto serán generados cuando el mismo haya entrado en operación y cumplirá con los límites establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002. El manejo de estos lodos se puede llevar a cabo a través de las siguientes opciones: o Aprovechamiento en el mejoramiento de suelo de las áreas verdes ajardinadas, con

ARTÍCULO	ANÁLISIS
[…] ***VII.*** *Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;* *[…]*	lo que se consigue una acción sustentable de economía circular. ○ Donarlos ya sea al municipio o a viveros interesados. ○ Disponerlos en el relleno municipal o en sitios autorizados por la autoridad competente. Lo anterior señalado se sustenta en el cumplimiento de los límites establecidos, así como en lo indicado en la NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. • Los residuos de la demolición serán los primeros en ser generados, al llevar a cabo las acciones de retiro de la infraestructura que se encuentra en parte del predio del proyecto. Se procederá a la clasificación y almacenamiento de estos, con base en lo señalado tanto en la NOM-161-SEMARNAT-2011, así como en la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco y con base en lo señalado en la Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008 y NAE-001-SEMADES-2016. • Una vez concluida la demolición de la infraestructura existente, se procede a la construcción del desarrollo turístico habitacional, con todos sus componentes, por lo que de aquí derivarán residuos de dicha actividad, los cuáles serán clasificados y almacenados con base en lo señalado tanto en la NOM-161-SEMARNAT-2011, así como en la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco y con base en lo señalado en la Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008 y NAE-SEMADES-001-2016. • Por el mantenimiento del desarrollo, durante su operación, se generarán residuos que serán

ARTÍCULO	ANÁLISIS
	clasificados y almacenados con base en lo señalado tanto en la NOM-161-SEMARNAT-2011, así como en la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco y con base en lo señalado en la Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008 y NAE-SEMADES-001/2016.
Artículo 42.- *[…]* *La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.* *Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.* *[…]*	Los residuos peligrosos que se generen en las diferentes etapas del proyecto serán dispuestos a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT, en concordancia con lo señalado en el siguiente enlace: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos

III.3.6. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)

(Última reforma D.O.F. 31 de octubre de 2014)

El objeto del presente ordenamiento es reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y cuya aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
Artículo 11.- *La determinación para clasificar a un residuo como de manejo especial, en términos del artículo 19, fracción IX, de la Ley, se establecerá en la norma oficial mexicana correspondiente.*	Considerando lo señalado en este artículo, tomará en cuenta lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, así como en la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco y con base en lo señalado en la Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008 y NAE-SEMADES-001-2016.
Artículo 83.- *El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizara de acuerdo con lo siguiente:* ***I.*** *En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;* ***II.*** *En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y* ***III.*** *Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.*	Durante las diferentes etapas del proyecto se observará lo señalado en el presente precepto, así como lo indicado en la NOM-052-SEMARNAT-2005, con el fin de identificar los residuos peligrosos que llegasen a generarse, derivado de la demolición, así como de la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, una vez identificados serán debidamente colocados en el almacén temporal que se instale, para que sean recolectados por alguna empresa autorizada por la SEMARNAT, en concordancia con lo señalado en el siguiente enlace: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos, ya sea para su revalorización o disposición final.

III.3.7. Ley de Aguas Nacionales (LAN)

(Última reforma D.O.F. 8 de mayo de 2023)

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la CPEUM en materia de aguas nacionales que es de observancia general y las disposiciones son de orden público e interés social. Tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
ARTÍCULO 3. *Para los efectos de esta Ley se entenderá por:* *[…]* ***XLVII.*** *"Reúso": La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo.*	Como se ha mencionado previamente, el proyecto considera la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, cuyas aguas serán aprovechadas en los sanitarios del desarrollo turístico habitacional, en el riego de áreas verdes ajardinadas o en el lavado de exteriores. En caso de existir flujo excedente, este podrá ser donado a aquellas actividades de la región que la requieran o ser vertido al drenaje sanitario del SEAPAL.
ARTÍCULO 44. *La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "la Autoridad del Agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.* *Las asignaciones de aguas nacionales a centros de población que se hubieran otorgado a los ayuntamientos, a los estados, o al Distrito Federal, que administren los respectivos sistemas de agua potable y alcantarillado, subsistirán aun cuando estos sistemas sean administrados por entidades paraestatales o paramunicipales, o se concesionen a particulares por la autoridad competente.* *[…]*	En concatenación con el Artículo 4 constitucional referente al derecho al acceso, disposición y saneamiento del agua para el consumo personal y doméstico, vinculado con el Artículo 115 constitucional, fracción III, inciso a) referente a que los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos, entre otros, el de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales, se señala que se cuenta con una prefactibilidad técnica emitida por el SEAPAL Vallarta el 23 de diciembre de 2024, **que se integra en anexo digital** del Capítulo II.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
ARTÍCULO 86 BIS 2*. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.*	Los residuos que se generen en las diferentes etapas del proyecto tendrán el manejo señalado tanto en el Capítulo II como en el Capítulo VI de la MIA como lo señalado en la LGPGIR y su Reglamento.
ARTÍCULO 91 BIS. *Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales a las redes de drenaje o alcantarillado, deberán cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y, en su caso, con las condiciones particulares de descarga que emita el estado o el municipio.*	El excedente calculado de agua residual tratada, cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-2021 así como las condiciones que señale el municipio a través del SEAPAL.

III.3.8. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

(Última reforma D.O.F. 25 de agosto de 2014)

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
ARTÍCULO 136. Último párrafo. *Las personas que descarguen aguas residuales a las redes de drenaje o alcantarillado, deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas expedidas para el pretratamiento y, en su caso, con las condiciones particulares de descarga*	En caso de existir flujo excedente de agua residual tratada que sea vertida al sistema de drenaje o alcantarillado, se cumplirá con las normas correspondientes y los criterios que sean señalados por el SEAPAL.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
que emita el Municipio o que se emitan conforme al artículo 119, fracción I, inciso f) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	
ARTÍCULO 148. *Los lodos producto del tratamiento de las aguas residuales, deberán estabilizarse en los términos de las disposiciones legales y reglamentarias de la materia.* *[…]*	Se cumplirá con las disposiciones señaladas en la NOM-004-SEMARNAT-2002; lo que permite tener opciones para el manejo de estos lodos: • Aprovechamiento en el mejoramiento de suelo de las áreas verdes ajardinadas, con lo que se consigue una acción sustentable de economía circular. • Donación ya sea al municipio o a viveros interesados. • Disponerlos en el relleno municipal o en sitios autorizados por la autoridad competente.
ARTÍCULO 151. *Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.*	Los residuos que se generen en las diferentes etapas del proyecto tendrán el manejo señalado tanto en el Capítulo II como el Capítulo VI de la MIA-R, así como lo señalado en la LGPGIR y su Reglamento.

III.3.9. Ley General de Cambio Climático

(Última reforma D.O.F. 1 de abril de 2024)

Es una ley de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción que establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos de cambio climático.

ARTÍCULO	ANÁLISIS
Artículo 1o. *[…] Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.*	Tomando en cuenta lo establecido en la presente Ley, es que se presenta esta MIA-R, la cual integra las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales en el sistema ambiental regional. Asimismo, del análisis derivado de los Capítulos II al VII, se evidencia que, para la ejecución del proyecto, se aprovechará un área cuya condición natural ha sido modificada previamente, toda vez que en el mismo se cuenta con infraestructura en estado de abandono que fue construida por algún propietario anterior. En ese sentido, se estaría llevando a cabo **el reciclaje inmobiliario** al aprovechar un terreno cuya condición ambiental ha sido transformada previamente, disminuyendo la afectación de los recursos naturales del sitio. En ese tenor, el proyecto contribuye a garantizar el derecho a un medio ambiente sano al darle una segunda oportunidad de desarrollo al sitio del proyecto, llevando con ello el "reciclaje inmobiliario". Aunado a lo anterior, el agua tratada proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que se instalará será utilizada para el riego de las áreas verdes, asimismo se enviará hacia los sanitarios del proyecto, lavado de exteriores, con lo que se consigue una
Artículo 2o. *Esta Ley tiene por objeto:* ***I.*** *Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;* *[…]*	
Artículo 26. *En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:* *[…]* ***VIII.*** *Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;* *[…]*	

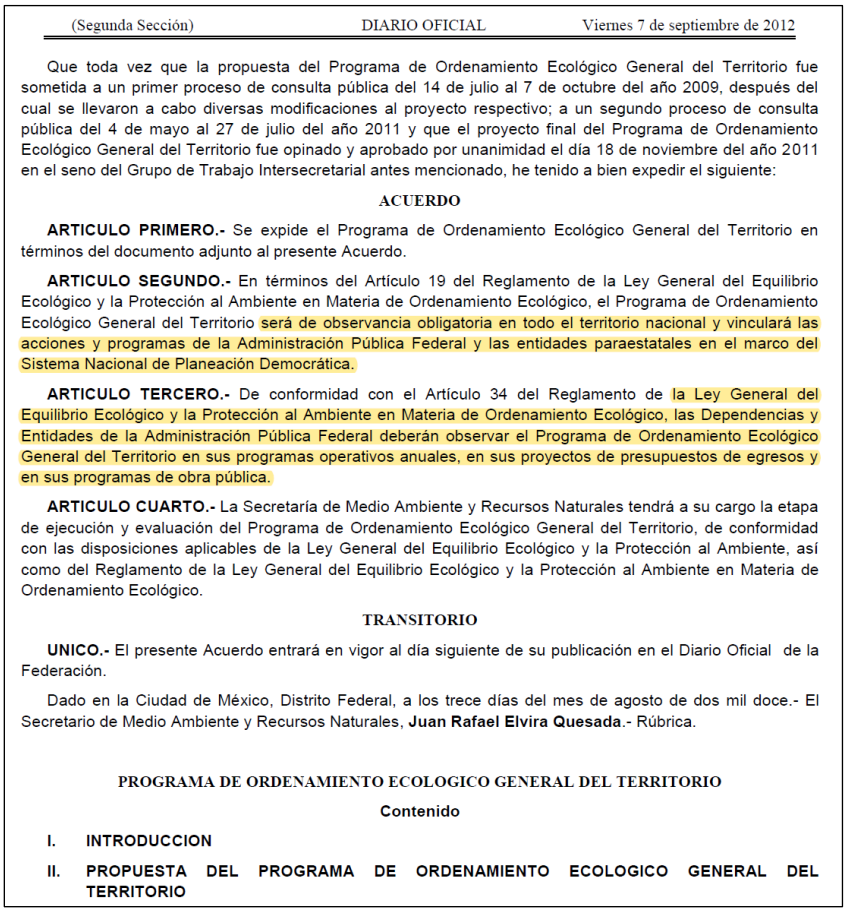
ARTÍCULO	ANÁLISIS
	acción sustentable de economía circular y, en caso, los flujos remanentes podrán ser donados a aquellas actividades de la región que la requieran o serán descargadas a la red de drenaje del SEAPAL, considerando lo indicado por los Artículos 4°, párrafo octavo y 115, fracción III, inciso a) de la Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos.

III.4. Instrumentos de ordenamiento y planeación

III.4.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGTP)

(Publicado en el D.O.F. el 7 de septiembre de 2012)

De la lectura de los Artículos Segundo y Tercero del Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, publicado en el DOF el 7 de septiembre de 2012, se identifica que la obligatoriedad de la observancia corresponde a las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal (APF), debiendo vincular las acciones y programas de la APF y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática y debiendo observar este ordenamiento en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.



(Segunda Sección) DIARIO OFICIAL Viernes 7 de septiembre de 2012

Que toda vez que la propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio fue sometida a un primer proceso de consulta pública del 14 de julio al 7 de octubre del año 2009, después del cual se llevaron a cabo diversas modificaciones al proyecto respectivo; a un segundo proceso de consulta pública del 4 de mayo al 27 de julio del año 2011 y que el proyecto final del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio fue opinado y aprobado por unanimidad el día 18 de noviembre del año 2011 en el seno del Grupo de Trabajo Intersecretarial antes mencionado, he tenido a bien expedir el siguiente:

ACUERDO

ARTICULO PRIMERO.- Se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en términos del documento adjunto al presente Acuerdo.

ARTICULO SEGUNDO.- En términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

ARTICULO TERCERO.- De conformidad con el Artículo 34 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

ARTICULO CUARTO.- La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tendrá a su cargo la etapa de ejecución y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, de conformidad con las disposiciones aplicables de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico.

TRANSITORIO

UNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los trece días del mes de agosto de dos mil doce.- El Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Juan Rafael Elvira Quesada**.- Rúbrica.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO GENERAL DEL TERRITORIO

Contenido

I. INTRODUCCION

II. PROPUESTA DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO GENERAL DEL TERRITORIO

De acuerdo con lo señalado en el párrafo cuarto del apartado "**I. INTRODUCCIÓN**", señala como uno de los objetos del presente ordenamiento, entro otros objetos, **promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF).**

Otro de los objetos señalados en este párrafo cuarto es el de ofrecer una orientación para la ubicación de las actividades productivas del territorio nacional. En ese sentido, es un programa que **promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal** y que es un **instrumento inductivo** que pretende una participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en su ejecución mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio.

Aunado a lo anterior, en el párrafo quinto del apartado "**I. INTRODUCCIÓN**", señala que el presente programa promueve un esquema de coordinación y

corresponsabilidad entre los sectores de la APF **a quienes está dirigido dicho programa**.

Por otro lado, el párrafo sexto del mismo apartado "**I. INTRODUCCIÓN**", señala que, por su escala y alcance, el presente programa **no tiene por objeto el autorizar o prohibir el uso de suelo** para el desarrollo de las actividades sectoriales.

Viernes 7 de septiembre de 2012 DIARIO OFICIAL (Segunda Sección)

I. INTRODUCCION

La recesión económica, el acelerado crecimiento de la población y la desigualdad social, son problemas del ámbito internacional que han repercutido en el agotamiento de los recursos naturales y han generado impactos ambientales de magnitudes preocupantes, como el cambio climático. Esta situación ha impulsado al gobierno mexicano ha tomar conciencia de la necesidad de planear ambientalmente el territorio nacional mediante la acción coordinada de los diferentes órdenes de gobierno, quienes toman las decisiones y ejecutan estrategias territoriales dirigidas a frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio, así como de la sociedad en general que coadyuva con su participación.

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

La planeación ambiental en México, se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances, así tenemos: el General, los Marinos, los Regionales y los Locales. La formulación, aplicación y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y de los Marinos, es facultad de la Federación, la cual se ejerce a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, en coordinación con la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología.

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF -a quienes está dirigido este Programa- que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Areas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Por todo lo anterior, el presente POEGT no tiene alcance de aplicación al proyecto. Dicho lo anterior, el particular no está obligado a su observancia.

Sin embargo, con el fin de coadyuvar con la autoridad ambiental, se presenta la siguiente información, por medio de la cual se identifica que el proyecto no se contrapone con los lineamientos señalados para la Unidad Ambiental Biofísica en la cual se ubica.

Considerando la ubicación del proyecto, éste se encontrará inmerso en la Región Ecológica 6.32, Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 65 Sierras de la Costa de Jalisco y Colima.

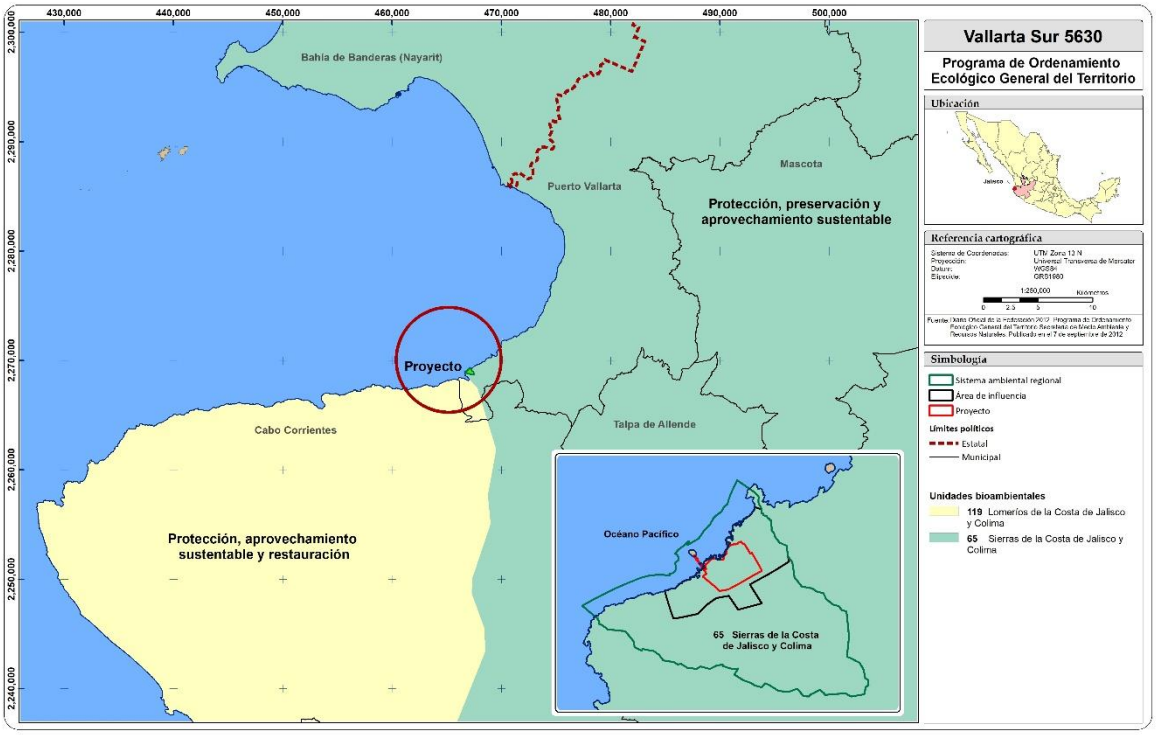


Ilustración III.1Ubicación del proyecto en relación con el POEGT.

Fuente: Elaboración propia con base en los datos publicados en el D.O.F. el 7 de septiembre de 2012.

La UAB presenta las siguientes características, acorde con el referido ordenamiento publicado en el D.O.F.:

Región 6.32	
Unidad Ambiental Biofísica que la compone	65 “Sierras de la Costa de Jalisco y Colima
Localización	Parte norte y oeste de Colima y oeste del estado de Jalisco

Región 6.32			
Superficie (Km^2)		16,531.15	
Población total		565,328 hab	
Población indígena		Sin presencia	
Estado actual del Medio Ambiente 2008		Mediamente estable. Conflicto Sectorial Medio	
Media superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 49.4. Media marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.			
Escenario al 2033		Inestable	
Política ambiental		Protección, preservación y aprovechamiento sustentable	
Prioridad de Atención:		Baja	
Rectores del desarrollo	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**
Preservación de flora y fauna	Forestal - Minería	Ganadería - Turismo	---
Estrategias sectoriales		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15. 15 BIS, 21, 22, 23, 31, 33, 37, 38, 42, 43, 44	

Estrategias. UAB 65	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. **2.** Recuperación de especies en riesgo. **3.** Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. **8.** Valoración de los servicios ambientales.

Región 6.32	
C) Protección de los recursos naturales	**9.** Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. **10.** Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. **11.** CONAGUA. **12.** Protección de los ecosistemas. **13.** Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Dirigidas a la Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. **15 bis**. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. **21.** Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. **22.** Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. **23.** Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	**31.** Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. **33.** Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.
E) Desarrollo Social	**37.** Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. **38.** Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. **44.** Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

En concordancia con lo anterior, es posible señalar que el proyecto es viable al alinearse a las estrategias 21, 22, 23 y 31 y no contravenir las demás estrategias propuestas para la región, ni comprometer la integridad de ecosistema alguno.

III.4.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco

(Publicado en el P.O. del Estado de Jalisco el 28 de julio de 2001 y reformado el 27 de julio de 2006)

De acuerdo con lo señalado en este instrumento, su objeto buscar armonizar el desarrollo social y económico con la integridad y estabilidad de los ecosistemas en la Entidad, bajo un plan socialmente concertado, donde se contemple un modelo de uso del suelo que regule y promueva las actividades productivas con un manejo racional de los recursos. En ese sentido, se pretende que este ordenamiento se convierta en el instrumento que permita tener una visión integral de las estructuras y procesos que definen la dinámica territorial, con el fin de resolver, prevenir y minimizar conflictos ambientales.

Vinculado con lo anterior, en la reforma de este instrumento, publicado el 27 de julio de 2006, señala que las Unidades de Gestión Ambiental situadas en los municipios pertenecientes a la Región 8 y Región 9 del Acuerdo Ejecutivo mediante el cual se establece la nueva regionalización administrativa del Estado de Jalisco para impulsar el desarrollo de la Entidad; publicado en el Periódico Oficial “El Estado de Jalisco”, el 15 de octubre de 1998; se encuentran previstas en el diverso Acuerdo del Gobernador del Estado mediante el cual se Aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco, publicado en el referido órgano de difusión local, el 27 de febrero de 1999. Así, tomando en cuenta el Artículo 1° del Acuerdo publicado en el P.O. del Estado de Jalisco, el 27 de febrero de 1999, entre los municipios que participan en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco, se encuentra Puerto Vallarta, por lo anterior, el análisis de vinculación se hará con el ordenamiento de la Región denominada “Costa Alegre”.

III.4.3. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada "Costa Alegre" del Estado de Jalisco

(Publicado en el P.O. del Estado de Jalisco el 27 de febrero de 1999, con una Fe de erratas del 29 de abril de 1999 y sus respectivas actualizaciones de 6 de noviembre de 1999, 20 de julio de 2010, 1 de octubre de 2011 y 1 de noviembre de 2011)

La elaboración de este instrumento tuvo como finalidad la de impulsar una visión integrada del desarrollo regional y fue elaborado a 2 escalas de aplicación 1:250,000 y 5 ventanas prioritarias 1:50,000; el proyecto incide en la ventana Puerto Vallarta – El Tuito, en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Tu_4 026 C.

En la siguiente tabla se señala el nivel de fragilidad, la política territorial, el uso del suelo predominante y el uso de suelo condicionado. Esta UGA no señala uso de suelo compatible.

Escala	UGA	Clave uso Pred.	Nivel de fragilidad	Núm. de UGA	Política Territorial	Uso del suelo predominante	Uso compatible	Uso condicionado
1:250,000 y 1:50,000	Tu_4 026 C	Tu	4 Alta	26	C Conservación	Turismo		Asentamientos humanos (baja) Infraestructura

Con base en lo anterior y tomando como referencia lo señalado en las definiciones de nivel de fragilidad, política territorial y uso de suelo, se tiene lo siguiente:

Escala	1:250,000 y 1:50,000
UGA	Tu_4 026 C
Nivel de fragilidad	Para ambas escalas, el nivel de fragilidad es alta, es decir es inestable. Presenta un estado de desequilibrio hacia la mofogénesis con detrimento de la formación del suelo. Las actividades productivas acentúan el riesgo de erosión. La vegetación primaria está semiconservada. Considerando lo anterior, es importante señalar que el proyecto se pretende llevar a cabo en un sitio que ha sido modificado previamente, lo que permite un reciclaje inmobiliario al darle una segunda oportunidad de desarrollo o aprovechamiento al sitio del proyecto.

Escala	1:250,000 y 1:50,000
UGA	Tu_4 026 C
Política territorial	De acuerdo con el ordenamiento, esta política está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos cumplen con una función ecológica relevante, pero que no merecen ser preservados en el SINAP. Derivado de lo anterior, el ordenamiento señala que estas áreas pueden ser paisajes, pulmones verdes, áreas, áreas de amortiguamiento contra la contaminación o riesgos industriales, áreas de recarga de acuíferos, cuerpos de agua intraurbanos, árboles o rocas singulares, etc. Este instrumento señala que para estas áreas se pretende tener un uso condicionado del medio junto con el mantenimiento de los servicios ambientales. Para el caso del área del proyecto, el uso actual y predominante es Turismo, tomando en consideración que el sitio del proyecto ha sido modificado previamente, pues cuenta con una superficie de 2,715.97 m^2 de construcciones existentes que fue desarrollada previamente al dueño anterior y que se encuentra en desuso y mal estado, lo que permite un reciclaje inmobiliario al darle una segunda oportunidad de desarrollo o aprovechamiento al sitio del proyecto.
Uso del suelo predominante	De acuerdo con lo que indica el ordenamiento de “Costa Alegre”, el uso predominante es el uso de suelo o actividad actual establecida con un mayor grado de ocupación de la unidad territorial, cuyo desarrollo es congruente con las características y diagnostico ambiental (aptitud territorial) y que se quiere incentivar en función de las metas estratégicas regionales. El uso de suelo predominante establecido para esta UGA es Turismo que, de acuerdo con la definición de este ordenamiento, consiste en zonas propensas a desarrollar un turismo sustentable que considera al turismo tradicional, ambiental y rural como una estrategia para el desarrollo sostenible. Considerando lo anterior, el proyecto se ajusta al uso predominante establecido para el sitio seleccionado; asimismo, cuenta con atributos naturales y paisajísticos que serán aprovechados por los habitantes y visitantes del proyecto. Aunado a lo anterior, el proyecto se desplantará en un sitio que ha sido modificado previamente, pues cuenta con una superficie de 2,715.97 m^2 de construcciones existentes que fue desarrollada previamente al dueño anterior y que se encuentra en desuso y mal estado, lo que permite un reciclaje inmobiliario al darle una segunda oportunidad de desarrollo o aprovechamiento al sitio del proyecto.
Uso del suelo condicionado	El ordenamiento de “Costa Alegre” señala que el uso condicionado corresponde al uso del suelo o actividad actual que se encuentra

Escala	1:250,000 y 1:50,000
UGA	Tu_4 026 C
	desarrollándose en apoyo a los usos predominantes y compatibles, pero por sus características requiere de regulaciones estrictas especiales que eviten un deterioro al ecosistema. Para el área del proyecto se ha asignado los usos compatibles Asentamientos humanos en baja intensidad e Infraestructura. El ordenamiento señala que el uso asentamientos humanos se refiere a las áreas urbanas y reservas territoriales para el desarrollo urbano e infraestructura hace referencia en dotación de energía e instalaciones para los procesos productivos; en servicios básicos de agua potable, alcantarillado, drenaje y energía eléctrica, infraestructura de saneamiento, de comunicaciones, de educación, de salud y, de atención en caso de eventualidades adversas como desastres naturales o antrópicos para los asentamientos humanos.

Como se puede apreciar, el desarrollo del proyecto no se contrapone con la fragilidad de la UGA correspondiente. Tampoco se contrapone con la política territorial asignada, pues el área del proyecto no presenta un uso actual o propuesto que presente una función ecológica relevante. Finalmente, el proyecto se ajusta al uso predominante asignado a la UGA.

En la siguiente imagen se presenta la ubicación del proyecto con respecto a la ventana “Puerto Vallarta – El Tuito” del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco y la Política Ambiental que le aplica.

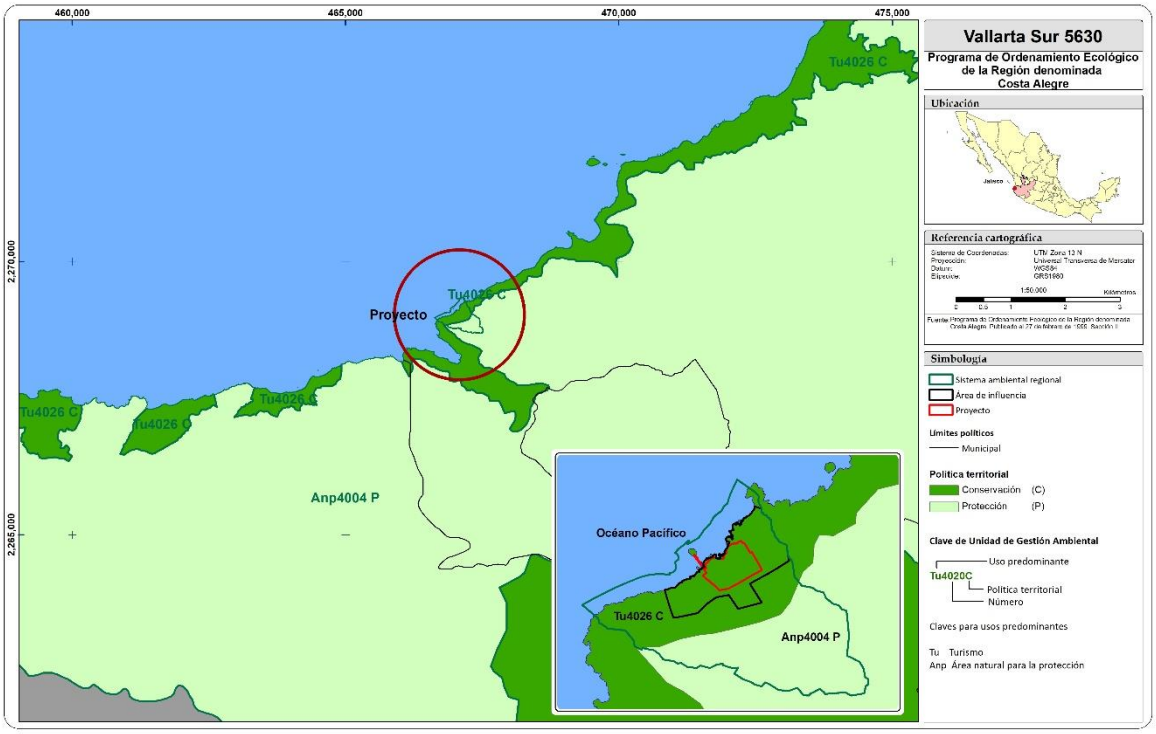


Ilustración III.2. Ubicación del proyecto con respecto a la ventana prioritaria "Puerto Vallarta – El Tuito" del Ordenamiento Ecológico de la Región denominada "Costa Alegre".

En la siguiente tabla se presenta el análisis de los criterios de regulación ecológica que corresponden a la UGA donde se ubica el proyecto:

Uso/Clave	Criterio	Análisis
Asentamientos humanos		
Ah 1	La definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos, deberá evaluar las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas locales en congruencia con la propuesta del ordenamiento ecológico.	La ejecución del presente compete a la autoridad local para la definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
Ah 2	El programa de Desarrollo Urbano deberá incluir lineamientos en la construcción de obras para la prevención de riesgos naturales relacionados a sismos, inundaciones,	La ejecución de este criterio compete a la autoridad local para que incluya los lineamientos de construcción de obras para la prevención de riesgos naturales en el programa de Desarrollo Urbano, por lo

Uso/Clave	Criterio	Análisis
	derrumbes y deslizamientos, ciclones e incendios.	tanto, el presente criterio no es aplicable al proyecto. Sin embargo, con base en los siguientes estudios: • Estudio Geológico del Sitio "Vallarta Sur" • Estudio de Mecánica de Suelos • Estudio Hidrológico • Memoria descriptiva y de cálculo estructural de la pasarela marina Se integrarán las recomendaciones señaladas para la construcción de los diferentes conceptos que componen el proyecto. Estos estudios se anexan en formato digital para el Capítulo II.
Ah 3	Las ampliaciones a nuevos asentamientos urbanos y/o turísticos deberán contar con sistemas de drenaje pluvial y doméstico independientes	El proyecto integra, como parte de sus componentes, "Obras hidráulicas de drenaje pluvial con el fin de captar y desalojar las aguas pluviales provenientes de la parte superior de la cuenta, para ser dirigidas hacia el mar. Con respecto al alcantarillado y saneamiento, se cuenta con oficio de notificación de prefactibilidad técnica emitida por el SEAPAL Vallarta el 23 de diciembre de 2024, que se integra como anexo digital del Capítulo II.
Ah 4	Las áreas verdes serán preferentemente de especies nativas	Se ha considerado el uso de especies nativas para las áreas verdes ajardinadas.
Ah 5	Las vialidades y espacios abiertos deberán revegetarse con vegetación preferentemente nativa.	En los espacios abiertos diferentes a las áreas verdes ajardinadas y que así lo permitan, se revegetará con especies preferentemente nativas

Uso/Clave	Criterio	Análisis
Ah 6	Todos los asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos sólidos.	La ejecución del presente compete a la autoridad local, cuyas funciones y servicios públicos están señalados en el Artículo 115, fracción III de la CPEUM. Cabe señalar que para el proyecto se contará con contenedores específicos para el acopio de los diferentes tipos de residuos y su manejo se llevará a cabo, tal como está señalado en apartado II.2.14 Residuos, del Capítulo II.
Ah 8	Se deberá establecer una superficie mínima de 8.0 metros cuadrados/ por habitantes de áreas verdes de acceso al púbico.	La ejecución del presente criterio compete a la autoridad local para definir áreas verdes de acceso al público, mismas que se tienen incorporadas en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano correspondiente. Por lo anterior, el presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que el predio tiene una tenencia de propiedad privada.
Ah 10	Se promoverá la instalación de sistemas domésticos para la captación de agua de lluvia en áreas rurales.	El proyecto integra, como parte de sus componentes, "Obras hidráulicas de drenaje pluvial" con el fin de captar y desalojar las aguas pluviales provenientes de la parte superior de la cuenca, para ser dirigidas hacia el mar.
Ah 11	Las poblaciones con menos de 1500 habitantes deberán dirigir sus descargas por lo menos hacia letrinas o contar con sistemas alternativos para el manejo de las aguas residuales.	El proyecto ha considerado la instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con un proceso conocido como **RMM®** – Reactor Mixto Masa Móvil, con **un sistema de lodos activados** con crecimiento biológico mixto en medio móvil y en suspensión. El agua tratada será utilizada para el riego de las áreas verdes, asimismo se enviará hacia los sanitarios del proyecto, lavado de exteriores y, en caso, los flujos remanentes podrán ser donados a aquellas actividades de la región que la requieran o serán

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		descargadas a la red de drenaje del SEAPAL; considerando que se cuenta con oficio de notificación de prefactibilidad técnica emitida por el SEAPAL Vallarta el 23 de diciembre de 2024, que se integra como anexo digital del Capítulo II.
Ah 12	La quema de corral o traspatio de residuos sólidos, solo se permitirá en asentamientos humanos menores a 1500 habitantes.	El manejo de residuos sólidos será tal como se ha señalado en el apartado II.2.14.1. Residuos sólidos del Capítulo II.
Infraestructura		
If 1	Los proyectos solo podrán desmontar las áreas destinadas a construcciones y caminos de acceso, en forma gradual de conformidad al avance del mismo y en apego a las condicionantes. de impacto ambiental.	Conforme se dé el avance del proyecto, en seguimiento al programa de trabajo señalado en el Capítulo II, se irán desmontando aquellas áreas necesarias para la construcción del proyecto.
If 4	Los bordes de los caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y/o arbustos nativos.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que el mismo no ha considerado el desarrollo de caminos rurales.
If 5	Los taludes en caminos deberán estabilizarse y revegetarse con vegetación nativa.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla la construcción de caminos.
If 6	No deben usarse productos químicos ni fuego en la preparación y mantenimiento de derechos de vía.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no pretende la preparación y mantenimiento de derechos de vía.
If 7	Deberá evitarse la contaminación del agua, aire y suelo por las descargas de grasas y aceites o hidrocarburos provenientes de la maquinaria utilizada en las etapas de preparación de sitio y construcción.	Tal como se ha señalado en los Capítulos II y VI, se preverá el mantenimiento preventivo, y de ser el caso, correctivo, adecuado a la maquinaria que sea utilizada para el desarrollo del proyecto. Se definirá un área en el sitio del proyecto, adaptado con las medidas pertinentes que permita el mantenimiento para atender

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		cualquier situación de compostura, atención a fugas de grasas, aceites o hidrocarburos que pudiera presentarse mientras se ejecuta el proyecto.
If 8	No deberán realizarse nuevos caminos vecinales sobre acantiladas, dunas y áreas de alta susceptibilidad a derrumbes y deslizamientos.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no se ha considerado la realización de nuevos caminos vecinales.
If 10	En desarrollos turísticos, la construcción de caminos, deberá realizarse utilizando al menos el 50 % de materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, así mismo, los caminos deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, pues no pretende la construcción de caminos.
If 13	Las áreas urbanas y/o turísticas deben contar con infraestructura para la captación del agua pluvial.	El proyecto integra, como parte de sus componentes, “Obras hidráulicas de drenaje pluvial con el fin de captar y desalojar las aguas pluviales provenientes de la parte superior de la cuenca, para ser dirigidas hacia el mar.
If 16	Los nuevos caminos estatales y federales deberán preferentemente realizarse en un sentido perpendicular a la línea de la costa.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no considera la construcción de caminos ni estatales ni federales.
If18	Se permite la creación de embarcaderos rústicos de madera para lanchas y pangas.	El proyecto no contempla la construcción de algún embarcadero rústico para lanchas y pangas. Sin embargo, se construirá una pasarela marina con el fin de permitir el acceso seguro de personas al mar, pues es una obra que ha sido pensada para evitar accidentes potenciales a personan que pretendan entrar al mar causados por el oleaje directo contra las rocas del frente marino. Esta infraestructura no está diseñada para atracar embarcaciones.

Uso/Clave	Criterio	Análisis
If 19	El manejo de lodos provenientes de las plantas de tratamientos de aguas residuales deberá cumplir con la normatividad oficial vigente.	Los lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta cumplirán con los límites establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002.
If 24	Los servicios de telefonía, energía eléctrica, telegrafía serán planeados e instalados siguiendo las disposiciones y condicionamientos del Estudio de Impacto Ambiental.	El proyecto contratará los servicios de telefonía y energía eléctrica ofertados por los proveedores (CFE y Telmex) que ya ofrecen estos servicios disponibles a pie de calle y al frente del predio, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
If 25	Los nuevos caminos que se realicen cerca de humedales bajo política de protección deberán respetar una franja de al menos 100 metros entre el derecho de vía y el límite de la vegetación del estero.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que el mismo no considera ni la construcción de nuevos caminos ni se ubica cerca de humedales bajo política de protección.
If 26	No se permite la construcción de marinas.	El proyecto no contempla la construcción de alguna marina, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
If 27	No se permite el uso de explosivos.	El desarrollo del proyecto no contempla el uso de explosivos.
If 29	En desarrollos urbanos y turísticos, las características de las construcciones estarán sujetas a la autorización de Impacto Ambiental.	La presente MIA-R cumple con el objete del presente criterio.
Manglares y Esteros – Marismas y Esteros		Es importante resaltar que el predio del proyecto no presenta ni condiciones ambientales naturales ni elementos de manglares, marismas y esteros, por lo que los criterios identificados para estos usos de suelo no son aplicables al proyecto. Sin embargo, con el afán de coadyuvar con la autoridad, se llevará a cabo el análisis de aquellos criterios que pueden ser compatibles por la acción que se describe.

Uso/Clave	Criterio	Análisis
MaE 1	En las áreas jardinadas solo deberá utilizar fertilizantes orgánicos.	Como parte del mantenimiento de las áreas verdes ajardinadas, se utilizarán fertilizantes orgánicos.
MaE 2	Los desmontes aprobados para los proyectos se realizarán de manera gradual conforme al avance de obra e iniciando por un extremo, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas.	El desmonte se llevará a cabo, conforme se vaya avanzando en el desarrollo del proyecto, de acuerdo con el Programa de Trabajo señalado en el Capítulo II.
MaE 3	Las descargas residuales deberán tratarse mediante sistemas de aireación y/o pozas de oxidación, que garanticen el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-ECOL-1996.	El proyecto ha contemplado la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales que cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-2021. Las aguas tratadas serán aprovechadas para el riego de las áreas verdes del proyecto, lavado de exteriores y se aprovechará en los sanitarios de los edificios, y en su caso, el flujo excedente puede ser donado como agua tratada a aquellas actividades de la región que la requieran o en caso necesario, vertido al drenaje sanitario del SEAPAL.
MaE 5	Se deberá proteger y restaurar las corrientes, arroyos, canales, ríos y cauces que atraviesan los asentamientos urbanos y turísticos.	En el límite noreste del predio se cuenta con una escorrentía intermitente que viene desde la parte alta de la cuenca del SAR, cruza la carretera a través de dos alcantarillas existentes y sigue su flujo por el terreno hacia el mar. Esta escorrentía corresponde a un drenaje de la cuenca. En el límite suroeste del predio se cuenta con un escurrimiento que corresponde a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en operación del municipio que se encuentra del otro lado de la carretera. Este escurrimiento también pasa por dos alcantarillas existentes en la carretera, para continuar por el terreno del proyecto y llegar hasta el mar.

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		Con el fin de evitar alguna eventualidad en el proyecto, durante la presencia de cualquier evento meteorológico, se ha considerado en el diseño del proyecto, la construcción e instalación de obras hidráulicas de drenaje pluvial, que permitirán mantener la funcionalidad de los escurrimientos e inclusive hasta mejorar la eficiencia de estos, con el fin de captar y desalojar las aguas pluviales provenientes de la parte superior de la cuenca para ser dirigidas hacia el mar.
MaE 6	La construcción y operación de infraestructura deberá respetar el aporte natural de sedimentos a la parte baja de las cuencas hidrológicas.	En primer término, el presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que el mismo hace referencia a construcción y operación de infraestructura. En ese sentido y considerando la definición establecida para el concepto establecido por el Ordenamiento de la Región denominada "Costa Alegre" que señala que es "infraestructura en dotación de energía e instalaciones para los procesos productivos; en servicios básicos de agua potable, alcantarillado, drenaje y energía eléctrica, infraestructura de saneamiento de comunicaciones, de educación, de salud y, de atención en caso de eventualidades adversas como desastres naturales o antrópicos para los asentamientos humanos", el proyecto no pretende la construcción de infraestructura. En segundo lugar, el sitio del proyecto se ubica en la parte más baja de la cuenca. Aunado a lo anterior, el proyecto a considerado la construcción de "obras hidráulicas de drenaje pluvial" para captar y desalojar las aguas pluviales provenientes de la parte superior de la cuenta para ser dirigidas hacia el mar, mismas que de

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		ninguna forma limitarán el transporte de sedimentos.
MaE 8	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión.	Una de las principales medidas corresponde al tiempo en que se llevará a cabo la construcción del proyecto, tal como está señalado en el programa de trabajo señalado en el Capítulo II. El retiro de vegetación de aquellos de aquellos sitios que lo requieran se llevará a cabo conforme al avance del proyecto. Aunado a lo anterior, en el Capítulo VI se establecen medidas para la mitigación de la erosión.
MaE 9	Se deberán establecer prácticas vegetativas para el control de la erosión	Las prácticas vegetativas se llevarán a cabo en las áreas verdes ajardinadas.
MaE 10	La ubicación y operación de sitios destinados a relleno sanitario deberán observar las disposiciones de la NOM-083-ECOL-1996 y NOM-084-1994. *(sic)*	Este criterio no es vinculante con el proyecto, toda vez que el mismo no pretende la construcción de sitios destinados a relleno sanitario.
MaE 11	Se deben mantener inalterados los cauces y escurrimientos naturales.	Los escurrimientos existentes en el terreno se conformaron por la integración de las alcantarillas en la carretera, para conducir y desalojar las aguas pluviales provenientes de la parte alta de la cuenca., por lo que no se consideran escurrimientos naturales, fueron inducidos por las obras que permiten que la carretera no tenga alteraciones por las avenidas sin control.
MaE 12	Las obras deberán implementar medidas para evitar alterar las corrientes y flujos pluviales en las pendientes.	Considerando que el proyecto se ubica en la parte más baja de la cuenca, entre la carretera y el mar y que existen cuatro alcantarillas que cruzan la carretera y cuya descarga de agua pluvial da hacia el terreno, por lo que con el fin de evitar cualquier eventualidad en el proyecto por las aguas pluviales que bajan de la cuenca alta

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		durante la presencia de algún evento meteorológico, se ha considerado en el diseño del proyecto, la construcción e instalación de obras hidráulicas de drenaje pluvial, que permitirán mantener la funcionalidad de los escurrimientos e inclusive hasta mejorar la eficiencia de estos, con el fin de captar y desalojar las aguas pluviales provenientes de la parte superior de la cuenca para ser dirigidas hacia el mar.
MaE 13	No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que la ubicación de este no se encuentra en las orillas de algún camino rural.
MaE 14	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en barrancas, próximas a escurrimientos pluviales, ríos y arroyos.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que el objeto de este no corresponde a la ubicación de tiraderos para la disposición de residuos sólidos. La disposición de los residuos sólidos se llevará a cabo conforme a lo señalado en el apartado II.2.14.1 Residuos sólidos.
MaE 15	Se prohíbe el uso de plaguicidas no especificados en el Catálogo Oficial de Plaguicidas (CICOPLAFEST) y de aquellos de alta permanencia en el medio.	Los plaguicidas que se utilicen en el proyecto serán aquellos aprobados por la CICOPLAFEST.
MaE 16	Los herbicidas deberán ser del tipo biodegradables.	En caso de requerir el uso de herbicidas, se considerará aquellos que sean biodegradables.
MaE 17	Para reforestar solo se deberán emplear especies nativas.	Se utilizarán especies nativas en aquellas áreas del proyecto que sean áreas verdes ajardinadas o que se recuperen.
MaE 18	Conservar o restaurar la vegetación ribereña en una franja mínima de 50 metros del cauce de los ríos.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, pues la condición de verticalidad de los escurrimientos presentes en el predio

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		no permite configurar un nivel de aguas máximas ordinarias que posibilite la medida horizontalmente de la ribera o zona federal, de acuerdo con lo indicado en la fracción XLVII del Artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales. Aunado a lo anterior, los escurrimientos fluyen por una zona rocosa, por lo que es claro que los escurrimientos no produjeron la cárcava por donde corren, sino que aprovechan la formación rocosa natural para escurrir por ese espacio hasta llegar al mar.
MaE 19	No se permite la deforestación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando el arbolado en una franja de 50 metros a ambos lados del cauce.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, pues la condición de verticalidad de los escurrimientos presentes en el predio no permite configurar bordes con arbolado. Aunado a lo anterior, los escurrimientos fluyen por una zona rocosa, por lo que es claro que los escurrimientos no produjeron la cárcava por donde corren, sino que aprovechan la formación rocosa natural para escurrir por ese espacio hasta llegar al mar.
MaE 20	Se deben conservar en pie los árboles muertos de la vegetación nativa que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite dichos sitios.	De la prospección realizada en campo, no se identificaron árboles muertos en pie. Sin embargo, en caso de encontrarse con algún ejemplar que se ajuste a las condiciones señaladas en este criterio, se procederá a aplicar acciones que permitan mantenerlo en el sitio.
MaE 21	La introducción de especies exóticas de flora y fauna deberá estar regulada con base en un plan de manejo autorizado.	No se pretende la introducción de especies exóticas de flora y fauna.
MaE 23	La realización de obras en zonas en donde se encuentres especies incluidas en la NOM-	Tomando en cuenta lo establecido en el presente criterio, es que se presenta esta

Uso/Clave	Criterio	Análisis
	059-ECOL-1994 quedará condicionada a lo que establezca el dictamen de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.	MIA-R, la cual integra las estrategias que se aplicarán para la prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales.
MaE 28	No se permite la quema de material vegetal producto del desmonte	El material que resulte del retiro de vegetación podrá ser triturado para mejoramiento de suelo de las áreas verdes ajardinadas del proyecto y las recuperadas o podrá ser retirado por empresas autorizadas.
MaE 38	Se deberá mantener como mínimo el 60% de la superficie con vegetación nativa representativa de la zona.	El proyecto ocupa una superficie de 14,824.80 m^2 en zona terrestre, tal como se indica en la Tabla II.3. Superficie por tipo de área en la que se desplantará el proyecto, señalada en el Capítulo II de esta MIA-R. Dicha superficie integra 5,023.61 m^2 de áreas verdes – jardines que estarán conformados por vegetación nativa y 964.70 m^2 de área terrestre en condición natural, de acuerdo con lo señalado en la Tabla II.7. Superficie de ocupación o Huella de desplante del proyecto, indicada en el Capítulo II de la presente MIA-R. La sumatoria de estas superficies da un total de 5,988.31 m^2, lo que representa el 40.4% de la superficie total en zona terrestre., En ese sentido y considerando lo señalado en el Artículo 28 que señala que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual l la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables. Tomando en cuenta lo anterior, la presente MIA-R se somete a consideración de esa H.

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		Autoridad, presentando el análisis de impactos identificados y las estrategias que serán implementadas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.
MaE 43	La extracción comercial de los materiales de los lechos y vegas de los ríos, deberá estar sujeta al reglamento vigente.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no tiene por objeto la extracción comercial de los materiales de los lechos y vegas de los ríos.
Turismo		
Tu 1	Los campos de golf serán autorizados solamente bajo las condicionantes de estudios de impacto ambiental.	El presente criterio no es aplicable al proyecto toda vez que no se ha contemplado la construcción de algún campo de golf.
Tu 2	Durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, se deberá ejercer una vigilancia continua para evitar la captura, cacería y destrucción de nidos y crías.	La vigilancia se llevará a cabo a través de alguna empresa especializada en Supervisión Ambiental.
Tu 5	El área natural a conservar en cada predio para desarrollo deberá contar con la vegetación mejor conservada.	El área que se pretende conservar presenta una condición ambiental estable.
Tu 6	El establecimiento de desarrollos estará condicionado a la capacidad de respuesta instalada (servicios) del centro urbano de la región.	Referente a energía eléctrica, se cuenta a pie de camino con postes de energía de la CFE, por lo que existe la factibilidad de contratar el servicio. Referente al sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se cuenta con oficio de notificación de prefactibilidad técnica emitida por el SEAPAL Vallarta el 23 de diciembre de 2024, que se integra como anexo digital del Capítulo II.

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		Referente al servicio de recolección de basura, el área del proyecto cuenta con el servicio municipal.
Tu 7	Los desarrollos deberán contar con instalaciones sanitarias y de recolección de basura en sitios estratégicos.	Como se señaló en el Capítulo II, el área de contenedores de residuos domésticos (basura) se ubicará en el Nivel 08 del Edificio Sur, tal como se señala en la Tabla II.10. Descripción de los componentes del Edificio Sur.
Tu 8	Se deben emplear materiales de construcción que armonicen con el entorno y paisaje del sitio.	Los materiales de construcción que se emplearán se obtendrán de las casas de materiales locales, buscando armonizar con el entorno y paisaje del sitio.
Tu 9	Solo la superficie de desplante podrá ser desmontada y despalmada totalmente.	Es importante señalar que el sitio del proyecto ha sido modificado previamente al presentar infraestructura en abandono. Por lo que el proyecto ofrece una segunda oportunidad de aprovechamiento que permita el **reciclaje inmobiliario**, lo que representa una afectación menor comparado con el desarrollo en un terreno prístino. En ese sentido, en el Capítulo II la Tabla II.7. Superficie de ocupación o Huella de desplante del proyecto, señala la superficie de desplante requerida para el proyecto que corresponde a 14,445.19 m^2.
Tu 10	En el área de servicios, deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original.	Como se ha señalado en el Capítulo II, se han seleccionado los árboles que quedarán en pie, por presentar las mejores condiciones de salud.
Tu 11	Las aguas tratadas en las plantas de los desarrollos deberán emplearse en el riego de las áreas jardinadas.	El agua tratada será utilizada para el riego de las áreas verdes, asimismo se enviará hacia los sanitarios del proyecto, lavado de exteriores y, en caso, los flujos remanentes podrán ser donados a aquellas actividades

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		de la región que la requieran o serán descargadas a la red de drenaje del SEAPAL; considerando que se cuenta con oficio de notificación de prefactibilidad técnica emitida por el SEAPAL Vallarta el 23 de diciembre de 2024, que se integra como anexo digital del Capítulo II.
Tu 12	Los tanques, tinacos y cisternas, deberán estar ocultos a la vista.	Las instalaciones señaladas en este criterio estarán ocultos a la vista, permitiendo con ello mantener una seguridad para las mismas.
Tu 13	Quedan prohibidas las quemas, el uso de herbicidas defoliantes y el de maquinaria pesada en la preparación del sitio.	Referente a este criterio el proyecto: • No contempla las quemas. • No pretende el uso de herbicidas defoliantes. • En el Capítulo II se ha señalado el tipo de maquinaria que se pretende utilizar para la preparación del sitio.
Tu 14	Se debe contemplar la instrucción de los trabajadores de obra en la adopción de medidas preventivas adecuadas contra siniestros.	Se le solicitará a la empresa constructora contratada que demuestre la capacitación ofrecida a sus trabajadores con respecto a la adopción de medidas preventivas adecuadas contra siniestros.
Tu 15	Se deberá procurar la mínima perturbación a la fauna en la movilización de trabajadores y flujo vehicular durante la construcción de obras.	Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio y construcción, se llevará a cabo el ahuyentamiento y, en su caso, el rescate y reubicación de la fauna presente en el predio.
Tu 16	Los camiones transportistas de material se deberán cubrir con lonas durante la construcción de las obras.	Esta condición será incluida en los contratos de los camiones transportistas de material.
Tu 17	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	En el apartado II.2.15.4. Residuos de la construcción y demolición se ha señalado

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		que serán dispuestos a través de empresas autorizadas por el Estado
Tu 18	La densidad bruta máxima de cuartos estará dada por el estudio de impacto ambiental correspondiente.	El proyecto se ajusta a los Dictámenes Definitivos Favorables otorgados por la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Puerto Vallarta, tal como ha sido señalado en el apartado III.4.4. Plan Parcial de Desarrollo Urbano denominado Distrito Urbano 10.
Tu 19	Los proyectos de desarrollo deberán considerar el acceso público a la zona federal marítimo-terrestre vía terrestre.	El proyecto ha considerado el acceso público a la zona federal marítimo terrestre a través del ingreso por la calle Mero, misma que se encuentra a menos de 70 metros del lindero noroeste del sitio del proyecto.
Tu 20	Las instalaciones hoteleras y de servicios deberán estar conectadas al drenaje municipal y/o a una planta de tratamiento de agua residual o en su caso, contar con su propia planta.	El proyecto contempla la instalación de una Planta de tratamiento de aguas residuales con un proceso conocido como **RMM®** – Reactor Mixto Masa Móvil, con **un sistema de lodos activados** con crecimiento biológico mixto en medio móvil y en suspensión. Las aguas residuales obtenidas serán aprovechadas para el riego de áreas verdes ajardinadas, sanitarios del desarrollo y limpieza de áreas comunes. Los flujos excedentes podrán ser donados como agua tratada a aquellas actividades de la región que la requieran o en caso necesario, serán vertidos al sistema de drena del SEAPAL, considerando lo señalado en el Artículo 4 constitucional referente al derecho al acceso, disposición y saneamiento del agua para el consumo personal y doméstico y a lo indicado en el Artículo 115 constitucional, fracción III inciso a) que señala que son funciones y servicios públicos del municipio el agua potable, drenaje, alcantarillado,

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		tratamiento y disposición de sus aguas residuales. Cabe señalar que se cuenta con una prefactibilidad técnica emitida por la SEAPAL Vallarta el 23 de diciembre de 2024, **que se integra como anexo digital** del Capítulo II. Por otro lado, corresponde al municipio el servicio de recolección, traslado y disposición final de los residuos sólidos urbanos, de acuerdo con lo señalado en el Artículo 115 constitucional, fracción III inciso c). Aunado a lo anterior, los residuos se clasificarán, aquellos residuos que permitan su reutilización o aprovechamiento dentro del desarrollo, aquellos que puedan ser valorizados y en su caso, ser enviados a centros de reciclaje. Aquellos residuos que no puedan ser reutilizados o valorizados, serán entregados al municipio, considerando lo señalado en el Artículo 115, fracción III, inciso c) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, vinculado al Artículo 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Para la disposición de los residuos de manejo especial, de construcción y demolición, así como residuos peligrosos, se ha considerado la contratación de alguna de las empresas autorizadas tanto por el estado como por la federación para su colecta y traslado al sitio disposición final.
Tu 21	No se permite la construcción en las paredes de los acantilados.	Como se ha señalado en la Tabla II.7. Superficie de ocupación o Huella de desplante del proyecto, el acantilado rocoso corresponde a la zona federal marítimo

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		terrestre que se mantiene en su condición natural.
Tu 22	La construcción en la cima de los acantilados solo se permite mediante estudios de factibilidad que evalúen el riesgo por deslizamientos, erosión del oleaje y estabilidad geológica.	El Estudio Geológico del área del proyecto que se presenta en anexo digital 06 del Capítulo II, integra los estudios de estabilidad de taludes y control de erosión, incluye los requisitos y recomendaciones para la construcción del proyecto, estabilización de taludes y la forma de evitar el intemperismo, mismos que el promovente aplicará para la construcción y protección del proyecto. Aunado a lo anterior, el Estudio de Mecánica de Suelos para el andador o pasarela marina, integrado como anexo 04 del Capítulo II, señala en una de sus recomendaciones que cualquiera que sea el sistema de cimentación, se recomienda que sea desplantado sobre plantillas de concreto pobre dentro de la perforación en el estrato rocoso.
Tu 23	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-001-ECOL-96 y NOM-031-ECOL-96.	La planta de tratamiento de aguas residuales que se ha propuesto para el proyecto cumplirá con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.
Tu 24	Solo se permite la colocación de plantas nativas en las siguientes áreas de los campos de golf: vialidades, zonas adyacentes a los “fairway”, “tees” y “greens”.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla la construcción de campos de golf.
Tu 25	Los campos de golf deberán contar con un vivero de plantas nativas para la restauración de las zonas perturbadas.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que no contempla la construcción de campos de golf.

Uso/Clave	Criterio	Análisis
Tu 26	Se deben establecer zonas de amortiguamiento adyacentes a los proyectos colindantes con áreas para la protección.	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que la ubicación de este no colinda con áreas para la protección.
Tu 27	Los servicios turísticos asociados a cuerpos de agua deberán contar con un PROGRAMA DE MANEJO de aguas residuales disposición de residuos sólidos y reglamentos en espacios recreativos.	El proyecto integra una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales; las aguas tratadas provenientes de esta serán aprovechadas para el riego de las áreas verdes, asimismo se enviará hacia los sanitarios del proyecto, lavado de exteriores y, en caso, los flujos remanentes podrán ser donados a aquellas actividades de la región que la requieran que la requieran o serán descargadas a la red de drenaje del SEAPAL. Referente a los residuos sólidos, se ha señalado que se procederá a la clasificación y almacenamiento de estos, con base en lo señalado en la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco y con base en lo señalado en la Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008. Aunado a lo anterior, se clasificará aquellos residuos que permitan su reutilización o aprovechamiento dentro del desarrollo, aquellos que puedan ser valorizados y en su caso, enviarlos a centros de reciclaje. Aquellos residuos que no puedan ser reutilizados o valorizados, serán entregados al municipio, considerando lo señalado en el Artículo 115, fracción III, inciso c) de la CPEUM, vinculado al Artículo 10 de la presente Ley que a la letra señala: *"**Artículo 10.-** Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su*

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		disposición final, conforme a las siguientes facultades: *[…]"* Una vez que se autorice el proyecto, se contratará a especialista para la integración de los reglamentos en espacios recreativos.
Tu 28	No se utilizará el frente de playa para estacionamiento.	Los estacionamientos planteados para el proyecto están señalados a la entrada del proyecto, adyacente a la carretera Barra de Navidad – Puerto Vallarta.
Tu 31	El área ocupada por todos los desarrollos en su conjunto no deberá sobrepasar el 20% de la superficie total de la unidad de gestión.	La unidad de gestión Tu_4 026 C tiene una superficie de 681.129 ha; el proyecto ocupa una superficie de 1.551 ha dentro de la UGA en cuestión lo que equivale al 0.23% de ocupación de ésta. Este criterio está incorporado en el diagnóstico y los criterios de desarrollo urbano compacto y sustentable incorporados en el Plan Parcial del Distrito Urbano 10.
Tu 32	Cada desarrollo turístico deberá consistir de un 30% de superficie de desplante, 35% como máximo para área de servicios y al menos 35% de área natural para su conservación.	Con base en este criterio, se tiene que el desplante del proyecto ocupa un 26% de la superficie del área del proyecto, los servicios ocupan el 32% del área del proyecto, las áreas verdes – jardín ocupan un 32% y las áreas naturales un 10%. No se considera la superficie de la plataforma en zona marina, por no encontrarse en el alcance del ordenamiento en análisis. En ese sentido y considerando lo señalado en el Artículo 28 que señala que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones

Uso/Clave	Criterio	Análisis
		establecidos en las disposiciones aplicables. Tomando en cuenta lo anterior, la presente MIA-R se somete a consideración de esa H. Autoridad, presentando el análisis de impactos identificados y las estrategias que serán implementadas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.
Tu 33	El diseño de las construcciones debe emplear una arquitectura armónica con el paisaje considerando técnicas y formas constructivas locales.	El diseño del proyecto ha considerado la condición del paisaje para insertarse armónicamente con este. Se emplearán las técnicas que permitan la seguridad del desarrollo, tomando como referencia las recomendaciones y conclusiones de los estudios específicos que se integran como anexos digitales del Capítulo II.
Tu 34	Los desarrollos turísticos deben considerar en sus proyectos el mínimo impacto sobre la vida silvestre y acciones que tiendan a minimizarlos generados por los mismos.	La presente MIA-R presenta el análisis de impactos identificados y las estrategias que serán implementadas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales.
Tu 35	Sólo se deberán emplear especies nativas y propias de la región en la creación de áreas jardinadas.	Se ha considerado únicamente el uso de especies nativas para la conformación de las áreas verdes ajardinadas.
Tu 36	Se establecerán las medidas necesarias para que la emisión de ruidos generados por vehículos automotores cumpla con lo establecido en la NOM-080-ECOL-1994.	Aquellos vehículos automotores que se empleen para la construcción y, en su caso, el mantenimiento del proyecto, recibirán el mantenimiento preventivo o correctivo, de ser necesario, para que cumplan con los límites establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.

Como se puede apreciar, el proyecto es viable de ser desarrollado, considerando que en el Capítulo VI se presentan las estrategias que serán empleadas para su

desarrollo. Aunado a lo anterior, aplicando las conclusiones y recomendaciones señaladas en los estudios especiales que se integran como anexos digitales al Capítulo II, el proyecto tiene a viabilidad de desarrollarse.

III.4.4. Plan Parcial de Desarrollo Urbano denominado Distrito Urbano 10

(Publicado en la Gaceta Municipal Puerto Vallarta el 24 de diciembre de 2020. Año 3, número 18, Tomo 3)

De acuerdo con lo señalado en su publicación, se ha definido como el instrumento de planeación que se encarga de direccionar y regular el ordenamiento urbano integral y sostenible en el territorio municipal, apoyándose en un conjunto de lineamientos estructurados.

Aunado a lo anterior, el plan parcial señala que el municipio de Puerto Vallarta se localiza en la Región 09 Costa Sierra Occidental del Estado de Jalisco que territorialmente está dividido en un centro de población y este a su vez en 10 distritos urbanos, de los cuales el proyecto se ubica en el denominado Distrito Urbano 10.

Asimismo, el plan parcial del Distrito Urbano 10 señala la necesidad de considerar las condiciones de vulnerabilidad del territorio señaladas por el atlas de riesgos por amenazas de peligros naturales en el municipio de Puerto Vallarta, para determinar la factibilidad del suelo para el desarrollo urbano. Los riesgos identificados corresponden a deslizamientos de caída de tierras y/o rocas, tsunamis y por inundación. Sin embargo, pese a la posible presencia de estos riesgos, es altamente factible la existencia de asentamientos humanos y el continuo desarrollo urbano.

Así, las políticas públicas urbanas predominantes en el Distrito Urbano 10 son de *crecimiento, mejoramiento y conservación* que buscan contribuir con el desarrollo sostenible del distrito y permitan el desarrollo integral del área urbanizada, urbanizable y no urbanizable de Puerto Vallarta. De lo anterior, se tiene que el proyecto se ubica en la política pública urbana de Crecimiento, la cual hace referencia a las acciones urbanísticas en relación con el uso y aprovechamiento del suelo, así como la cobertura, dotación y localización de equipamiento urbano, servicios, infraestructura y sistema vial. En la siguiente ilustración se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la política pública urbana:

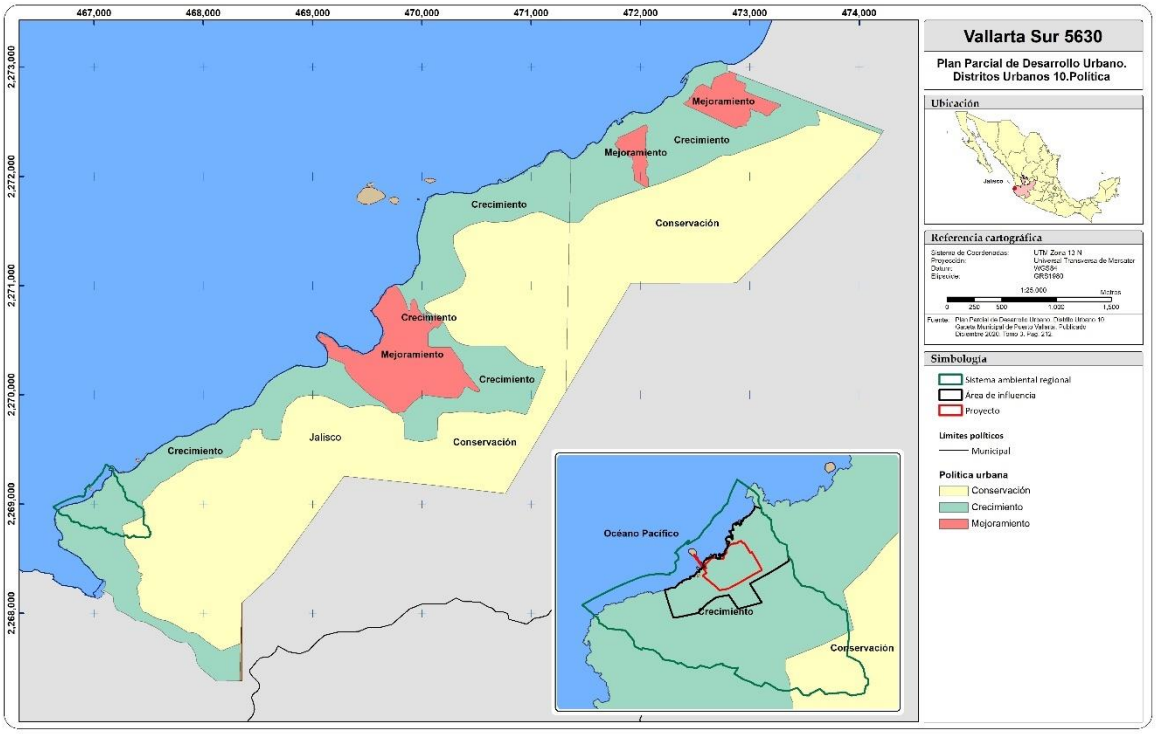


Ilustración III.3. Ubicación del proyecto con respecto a la Política Pública Urbana de Crecimiento.

Por otro lado, el plan parcial indica que las condiciones actuales de morfología urbana del Distrito Urbano 10 permiten identificar una gran área de oportunidad **para modificar la dinámica de edificación** que se identifica entre uno y seis niveles, siendo la zona Sur Oeste del distrito donde se observa mayor aprovechamiento de la utilización del suelo a través de edificios con mayor densidad vertical.

El proyecto se encuentra dentro del área urbanizable, que corresponde al territorio **con características y potencial para crecimiento urbano** contiguo a los límites del área urbanizada, conformadas por reservas territoriales localizadas dentro del centro de población o en un plan parcial de desarrollo urbano vigente ya que implican la continuidad de la estructura urbana existente.

En la siguiente ilustración se aprecia la ubicación del proyecto con respecto a la clasificación de áreas del distrito:

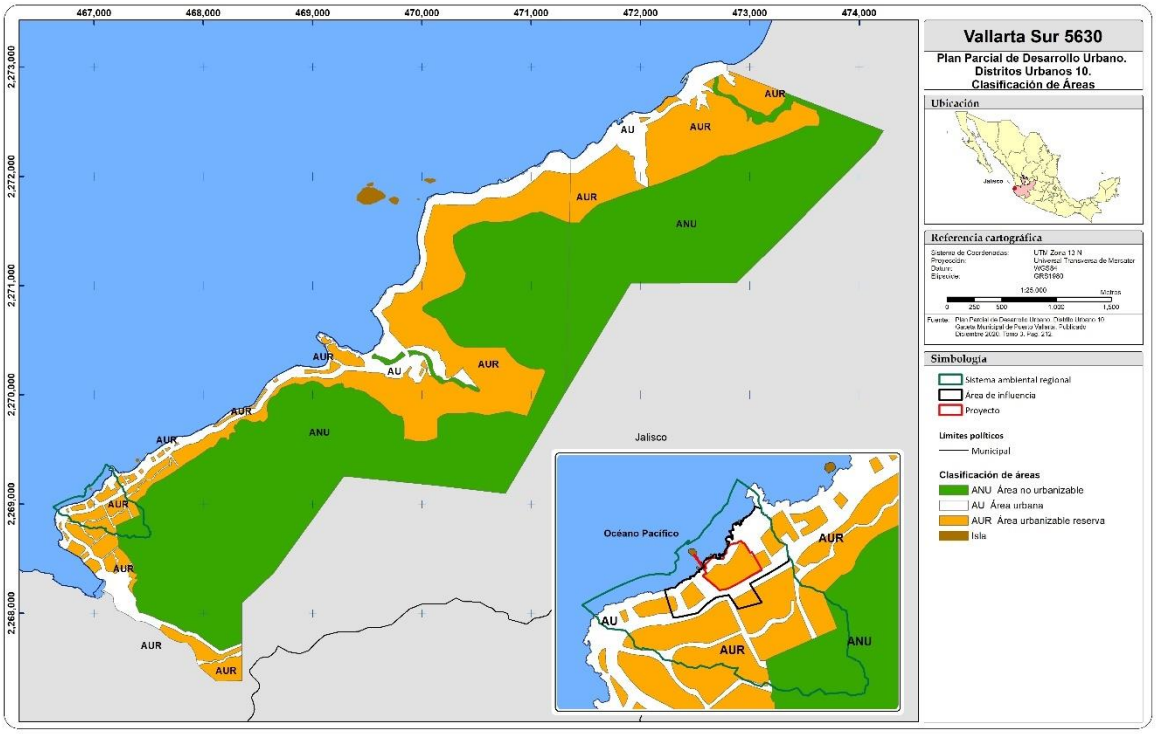


Ilustración III.4. Ubicación del proyecto con respecto a la clasificación de áreas del Distrito Urbano 10.

Zonificación secundaria

De acuerdo con lo señalado por el plan parcial, la zonificación secundaria determina los aprovechamientos específicos o utilización particular del suelo. En ese tenor, el proyecto se ubica en la zona Habitacional Medio (H3) considerada como zona donde predomina el uso habitacional en su modalidad vivienda plurifamiliar, bajo un esquema de densidad media a baja, con proyección de crecimiento; interactuando con otros usos y actividades compatibles como comerciales, servicios, de trabajo, recreación, equipamiento público, entre otros.

En la siguiente ilustración se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la zonificación secundaria:

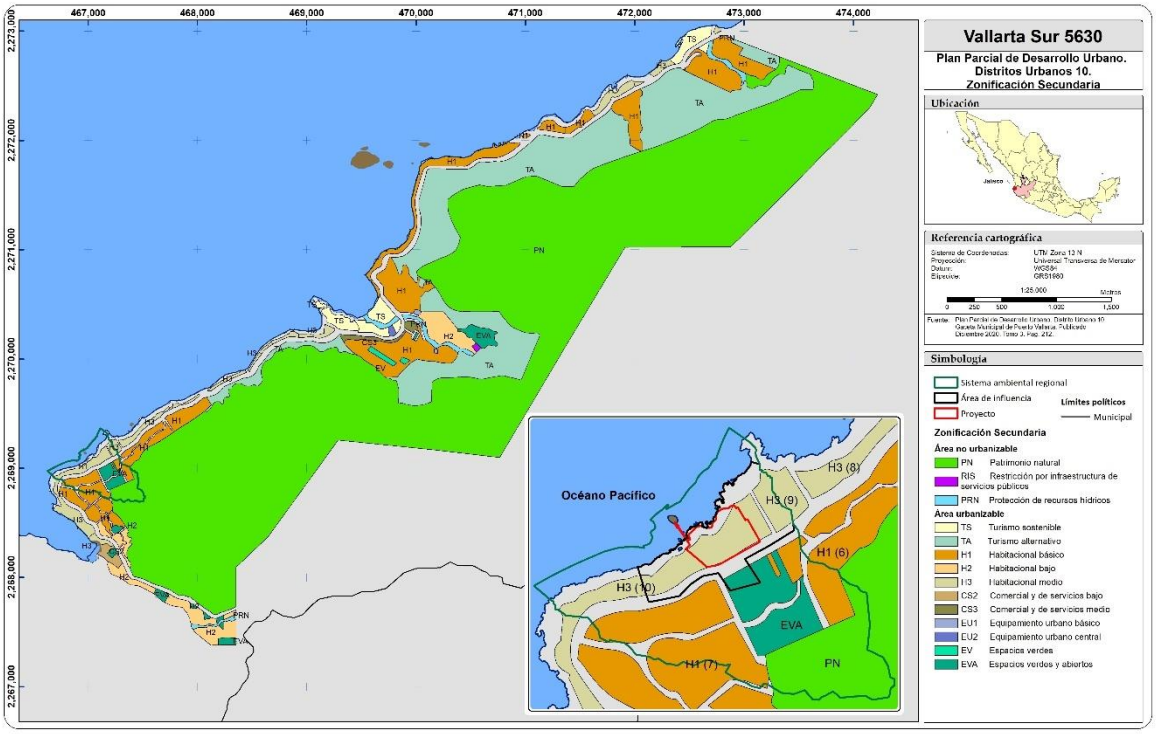


Ilustración III.5. Ubicación del proyecto con respecto a la zonificación secundaria establecida para el Distrito Urbano 10.

En ese tenor, la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Puerto Vallarta, autoridad competente y cuyas atribuciones están establecidas en los artículos 27 y 115, fracción V de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; artículo 80 de la Constitución Política del Estado de Jalisco; artículos 1, fracción IV, 3, fracciones XXXVIII. XXXIX y XL, 11 fracciones II, III, 47 y 59 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano; artículos 9 fracción I inciso a) de la Ley de Procedimiento Administrativo del Estado de Jalisco; artículos 10, fracción XX, 284 fracción II y letra “B” y 362 fracción I inciso B del Código Urbano para el Estado de Jalisco; artículos 8 fracción VI, 10, 12, 13 y 22 del Reglamento de Gestión y Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco; artículo 129 del Reglamento Orgánico del Gobierno y la Administración Pública del Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco y demás relativos aplicables a las leyes y reglamentos municipales, **emitió el “Dictamen Definitivo Favorable” para las Etapas 1 y 2** (Anexo digital Capítulo III) del proyecto con base en lo dispuesto en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Publicado en la Gaceta Municipal el 24 de diciembre de 2020, Año 3, Número 18 Tomo, 01 y al Plan Parcial de Desarrollo Urbano denominado “Distrito 9”, publicado en la Gaceta Municipal el 24 de diciembre de 2020, Año 3, Número 18 Tomo, 03 y al cumplimiento del Dictamen de Trazos, Usos y Destinos Específicos:

- Etapa 1: 067/00/AU-AUR/RG-5736/22 del expediente número: 6474122; con fecha del día 13 del mes de diciembre del año 2022.
- Etapa 2: 067/00/AU, AUR/RG-5736/22 del expediente número 5736122 con fecha del día 13 del mes de diciembre del año 2022.

Indicando lo siguiente para el predio:

Etapa 1, el predio se localiza en:

ÁREA: Urbanizada y Urbanizable AU, AUR **H3 (10)**: Colonia Zona Hotelera Sur.
USO: Habitacional medio.

Etapa 2, el predio se localiza en:

ÁREA: Urbanizada y Urbanizable AU, AUR **H3 (10)**: Colonia Boca de Tomatlán.
USO: Habitacional medio.

Considerando lo anterior, el proyecto se ajusta a lo estipulado en los criterios establecidos para la zonificación secundaria del Distrito Urbano 10.

Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial (MOET)

De acuerdo con lo señalado en el PPDU DU10, el MOET contiene los usos y aprovechamientos permitidos, prohibidos y condicionados. Asimismo, el plan parcial en mención señala que las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), dentro del Distrito Urbano 10, corresponden a las contenidas en el MOET para el Estado de Jalisco. En ese tenor y atendiendo a lo señalado en el apartado III.4.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, se tiene que la reforma del programa en comento publicada el 27 de julio de 2006, señala que las Unidades de Gestión Ambiental situadas en los municipios pertenecientes a la Región 8 y Región 9 que establece la nueva regionalización administrativa del Estado de Jalisco; se encuentran previstas en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco.

Así, la UGA en la cual se ubica el proyecto, tomando en consideración el MOET, es coincidente con la UGA y criterios indicados para la Ventana Prioritaria Puerto Vallarta – El Tuito, siendo la UGA Tu_4 026 C. Por lo anterior, el análisis de vinculación con los criterios para la UGA Ah_2 031 A, están señalados en la sección III.4.3. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco.

III.5. Normas ambientales

III.5.1. Normas Oficiales Mexicanas del Sector Ambiental

Con base en las características del proyecto, referente a un desarrollo inmobiliario turístico habitacional en ecosistema costero, existen diversas Normas Oficiales Mexicanas, del Sector Ambiental, relacionadas con la ejecución del proyecto y con la protección a los ecosistemas que lo rodean, por lo cual, el análisis se hace entre las normas aplicables y las características del proyecto, que tiene como finalidad la de proporcionar la certeza del estricto cumplimiento al marco jurídico aplicable.

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO			
"Vallarta Sur 5630"			
Etapa del Proyecto	**NOM**	**Objetivo General**	**Vinculación al Proyecto**
Normas en Materia de Aguas			
Operación y Mantenimiento	**NOM-001-SEMARNAT-2021**	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se instalará y operará una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, que tratará las aguas procedentes del desarrollo turístico habitacional. La planta de tratamiento cumplirá con los límites establecidos en esta norma. Como se ha mencionado anteriormente, el agua tratada será aprovechada para aprovechadas en los sanitarios del desarrollo turístico habitacional, en el riego de áreas verdes ajardinadas o en el lavado de exteriores. En caso de existir flujo excedente, este podrá ser donado a aquellas actividades de la región que la requieran o ser vertido al drenaje sanitario del SEAPAL. Se ha considerado el cumplimiento de esta norma por las siguientes razones: • El proyecto se ubica con el mar, por lo que es obligado cumplir con los límites permisibles más exigentes para la protección del entorno. • Por si se llegara a utilizar los remanentes en alguna actividad relacionada con un bien nacional.

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO			
"Vallarta Sur 5630"			
Etapa del Proyecto	**NOM**	**Objetivo General**	**Vinculación al Proyecto**
			• Por que se aprovechará el agua tratada en los sanitarios del desarrollo turístico habitacional.
Normas en Materia de Residuos			
Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	**NOM-161-SEMARNAT-2011**	−Establecer los criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial que estarán sujetos a Plan de Manejo y el Listado de los mismos. −Establecer los elementos y procedimientos para la elaboración e implementación de los Planes de Manejo de Residuos de Manejo Especial.	Con la finalidad de seguir llevando el control y seguimiento de la generación de residuos de manejo especial y sólidos urbanos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, se implementarán las medidas señaladas en la NOM, asimismo se desarrollará un Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual permitirá tener el control de la generación de los desechos.
Operación y Mantenimiento	**NOM-004-SEMARNAT-2002**	Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. -Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	Derivado del tratamiento de las aguas residuales se generará lodos y biosólidos, los cuales serán conforme a las especificaciones y límites máximos permisibles de la presente NOM, con el fin de posibilitar su: • Aprovechamiento en el mejoramiento de suelo de las áreas verdes ajardinadas, con lo que se consigue una acción sustentable de economía circular • Donación ya sea al municipio o viveros interesados • Disposición final en el relleno municipal o en sitios autorizados por la autoridad competente.
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	**NOM-052-SEMARNAT-2005**	Establece el procedimiento para **identificar si un residuo es peligroso**, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.	Como se ha señalado en el Capítulo II, se prevé la generación de Residuos Peligrosos en todas las etapas del proyecto. En ese sentido, se les dará un manejo integral a los residuos que por dichas actividades se generen conforme a los lineamientos de la Norma, asimismo en lo establecido por la Ley General para la Prevención y

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO			
"Vallarta Sur 5630"			
Etapa del Proyecto	**NOM**	**Objetivo General**	**Vinculación al Proyecto**
			Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), así como con su respectivo reglamento.
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	**NOM-053-SEMARNAT-1993**	Establece el **procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.**	Se dará cumplimiento a esta disposición, siempre que se generen residuos que por su manejo y proceso no se puedan referir a través de la NOM-052- SEMARNAT-2005; con la finalidad de identificar los constituyentes contaminantes de la generación de los residuos peligrosos y su toxicidad al ambiente; que el desarrollo del proyecto genere.
Normas en Materia de Emisión a la Atmosfera (Fuentes Móviles)			
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	**NOM-041-SEMARNAT-2015**	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Los vehículos que sean responsabilidad de la empresa participarán en el programa de Verificación Responsable que tiene el Estado de Jalisco. Aunado a lo anterior, los vehículos recibirán el mantenimiento preventivo correspondiente que permita tener las condiciones adecuadas de funcionamiento de estos vehículos.
Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	**NOM-050-SEMARNAT-2018**	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.	Los vehículos que sean responsabilidad de la empresa participarán en el programa de Verificación Responsable que tiene el Estado de Jalisco. Aunado a lo anterior, los vehículos recibirán el mantenimiento preventivo correspondiente que permita tener las condiciones adecuadas de funcionamiento de estos vehículos.
Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	**NOM-045-SEMARNAT-2017**	Establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como	En caso de que la empresa cuente con este tipo de vehículos, se participará en el programa de Verificación Responsable que tiene el Estado de Jalisco. Aunado a lo anterior, los vehículos recibirán el mantenimiento preventivo correspondiente que permita tener las

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO			
"Vallarta Sur 5630"			
Etapa del Proyecto	**NOM**	**Objetivo General**	**Vinculación al Proyecto**
		combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición.	condiciones adecuadas de funcionamiento de estos vehículos.
Normas en Materia de Contaminación por Ruido			
Preparación del Sitio y Construcción	**NOM-080-SEMARNAT-1994**	Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La Norma exceptúa del cumplimiento al equipo destinado a las actividades de construcción, motivo por el cual no aplican los límites máximos permisibles a este proyecto. No obstante, es importante precisar que la maquinaria y equipos utilizados durante las actividades de preparación del sitio y construcción; recibirán mantenimientos preventivos programados, y en su caso, mantenimientos correctivos, con el fin de que tengan un funcionamiento óptimo. Así mismo, durante las actividades de preparación del sitio y construcción; se brindará protecciones a los trabajadores con equipos de protección personal.
Preparación del Sitio y Construcción	**NOM-081-SEMARNAT-1994**	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.	Durante la etapa de preparación del sitio y la construcción del proyecto se buscará no rebasar los LMP permitidos, además se establecerán horarios de trabajo adecuados a las necesidades que se presenten; asimismo se protegerán a los trabajadores con equipos de protección personal. Para la etapa de operación y mantenimiento, se dará el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo, para el equipamiento que así lo requiera.
Normas en Materia de Flora y Fauna			

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO			
"Vallarta Sur 5630"			
Etapa del Proyecto	**NOM**	**Objetivo General**	**Vinculación al Proyecto**
Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.	En caso de que llegue a observarse la presencia de alguna de las especies listadas en la Norma Oficial de referencia al momento de ejecutar las diferentes etapas de desarrollo del proyecto; se implementarán las medidas correspondientes para mitigar su afectación.

III.5.2. Normas Ambientales Estatales

Con base en las características del tipo de residuos que se generará por la ejecución del proyecto, existen diversas Normas Ambientales Estatales, relacionadas con la separación, clasificación, valorización, recolección y destino de los residuos que son competencia del Estado de Jalisco, por lo anterior, el análisis se hace con las normas aplicables, que tiene como finalidad la de proporcionar la certeza del estricto cumplimiento al marco jurídico aplicable.

VINCULACIÓN CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES AL PROYECTO			
"Vallarta Sut 5630"			
Etapa del Proyecto	**NOM**	**Objetivo General**	**Vinculación al Proyecto**
Normas en Materia de Residuos			
Operación y Mantenimiento	**NAE-SEMADES-007/2008** (P.O. 16 de octubre de 2008)	Establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y valorización de los residuos en el Estado de Jalisco.	Resultante de las actividades de las etapas de operación y mantenimiento del proyecto se prevé la generación de residuos de manejo especial, los cuales serán manejados de maneral integral conforme a lo establecido en la presente Norma Estatal.
Preparación del Sitio y Construcción	**NAE-SEMADET-001/2016** (P.O. 8 de octubre de 2016)	Criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberán realizar la separación, clasificación, valorización y destino de los residuos de construcción y demolición en el Estado de Jalisco.	Se generarán residuos de construcción derivado de las mismas actividades del desarrollo del proyecto, por lo cual se realizará su manejo integral conforme a los dispuesto en la presente Norma Estatal.

III.6. Instrumentos de carácter vinculante, No Aplicables

Los siguientes instrumentos son de carácter vinculante, pero No son aplicables al proyecto, por regular un territorio diferente al sitio propuesto para su desarrollo.

III.6.1. Áreas Naturales Protegidas

El proyecto no se encuentra dentro de algún área natural protegida de carácter federal, estatal, municipal o voluntaria, tal como se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración III.6. Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales.

III.6.2. Convención sobre los humedales - RAMSAR

El proyecto no incide en algún sitio RAMSAR, tal como se muestra en la siguiente ilustración:

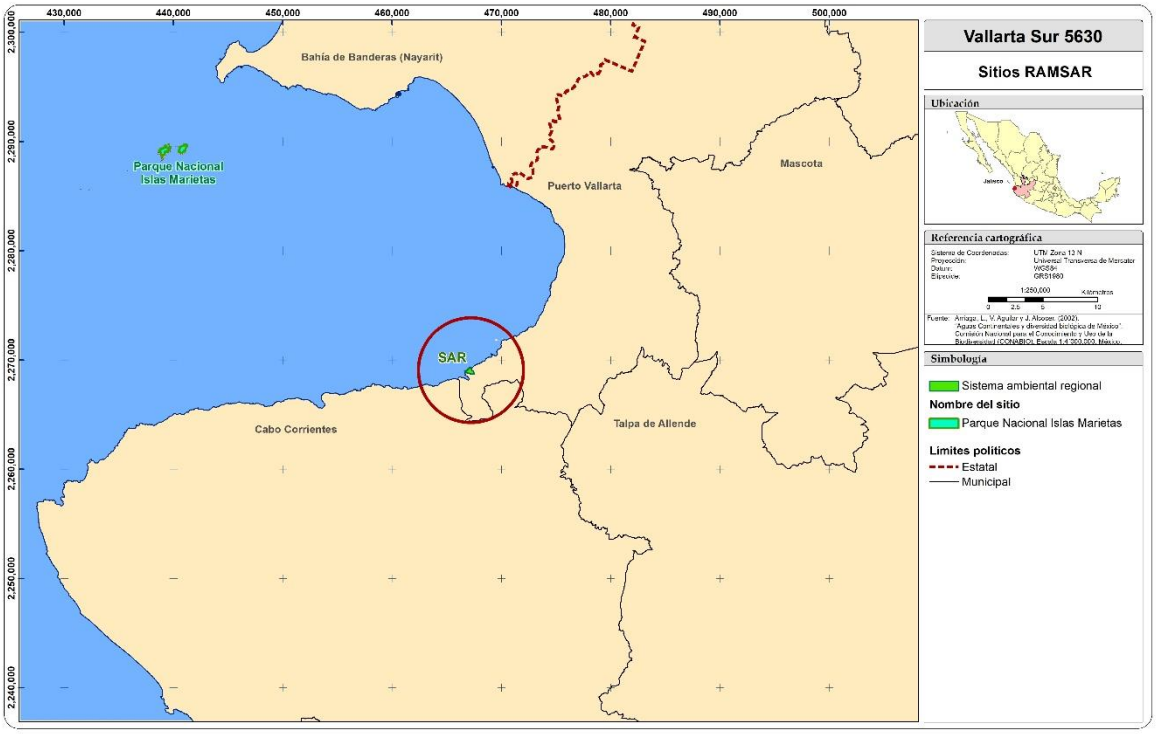


Ilustración III.7. Ubicación del proyecto con respecto a los sitios RAMSAR.

III.7. Otras áreas de interés ecológico

Las siguientes áreas de interés ecológico son herramientas sobre las prioridades de conservación del patrimonio natural de México, que contribuyen con conocimiento para orientar y fortalecer la protección *in situ* y el manejo sustentable de los hábitats y especies más vulnerables del país (CONABIO, 2021). De lo anterior, CONABIO ha llevado a cabo varios análisis, contando con la participación de especialistas de diversas instituciones académicas y de investigación, organizaciones de la sociedad civil y dependencias gubernamentales de los tres niveles de gobierno. Estos análisis son útiles en la planeación de estrategias de manejo de manejo y conservación, así como el brindar acceso a información sintetizada a los usuarios interesados (CONABIO, 2021).

Tomando en cuenta lo anterior, se tiene que estas Áreas de Importancia Ecológica **no tienen efectos jurídicos**, toda vez que no se ajustan a lo señalado en el Artículo 4° de la LFPA.

III.7.1. Regiones Terrestres Prioritarias

En la siguiente ilustración se puede observar que el proyecto no se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria. La más cercana es la Región Chamela – Cabo Corrientes.

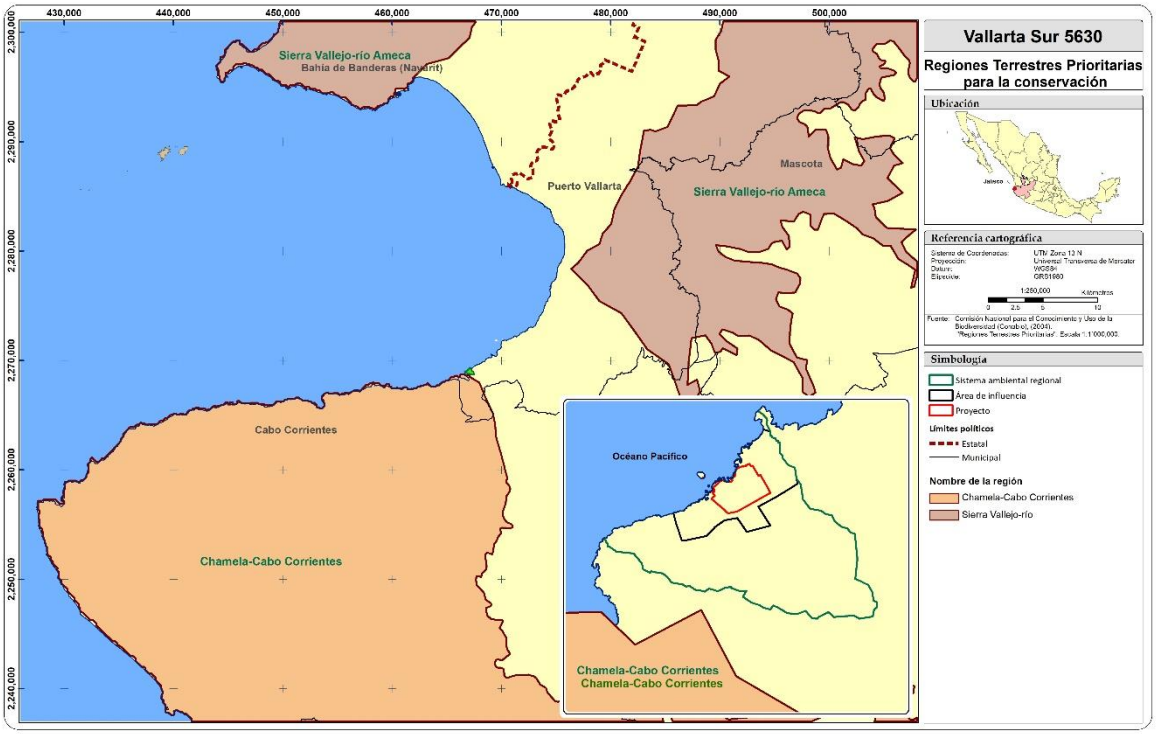


Ilustración III.8. Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.

III.7.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

Como se puede observar en la siguiente ilustración, el proyecto no se encuentra dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria.

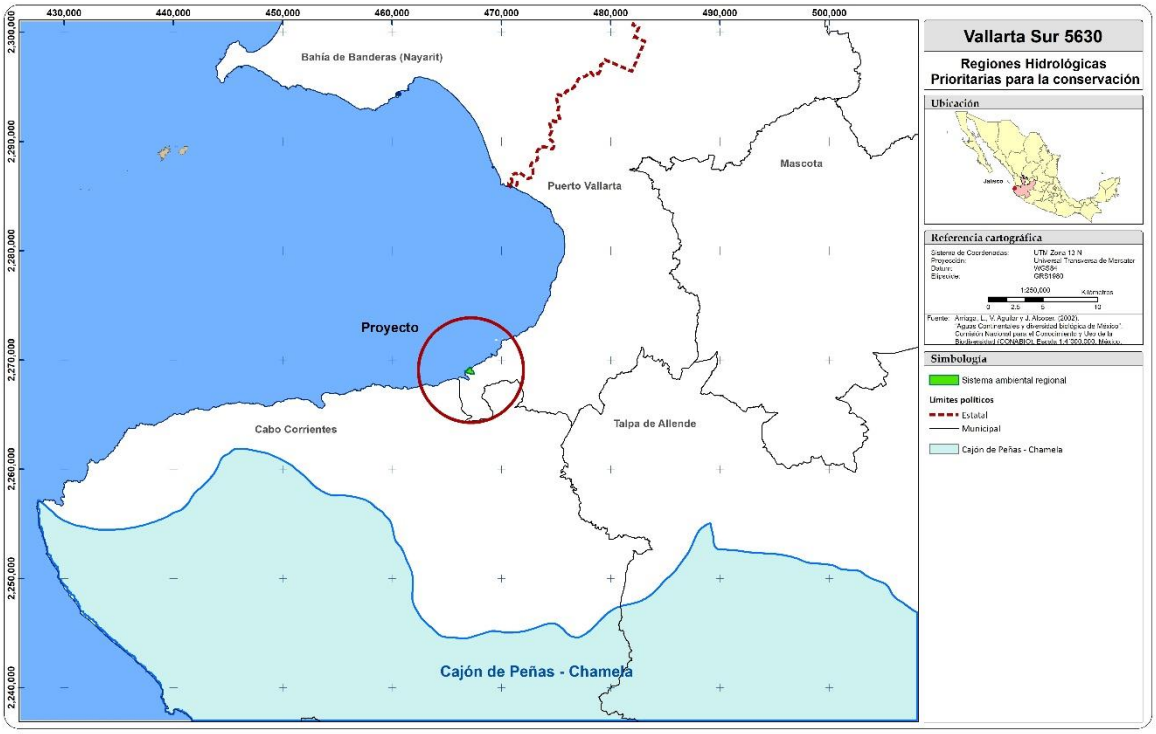


Ilustración III.9. Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

III.7.3. Regiones Marinas Prioritarias

El proyecto coincide en la RMP “22 Bahía de Banderas”, cuya descripción, de acuerdo con lo señalado por CONABIO (2023) corresponde a acantilados, playas, lagunas, litoral, estuario, humedales, arrecife, islas, bajos. De lo anterior, el proyecto presenta condiciones de acantilados. Aunado a lo anterior, el sitio del proyecto ha sido modificado previamente por alguno de los dueños anteriores, pues existe infraestructura deteriorada y en estado de abandono.

El desarrollo del proyecto pretende dar una segunda oportunidad de aprovechamiento al sitio, llevando con ello el “reciclaje inmobiliario”. Asimismo, se aplicarán las estrategias pertinentes para prevenir y mitigar los impactos potenciales que se generen por el desarrollo del proyecto.

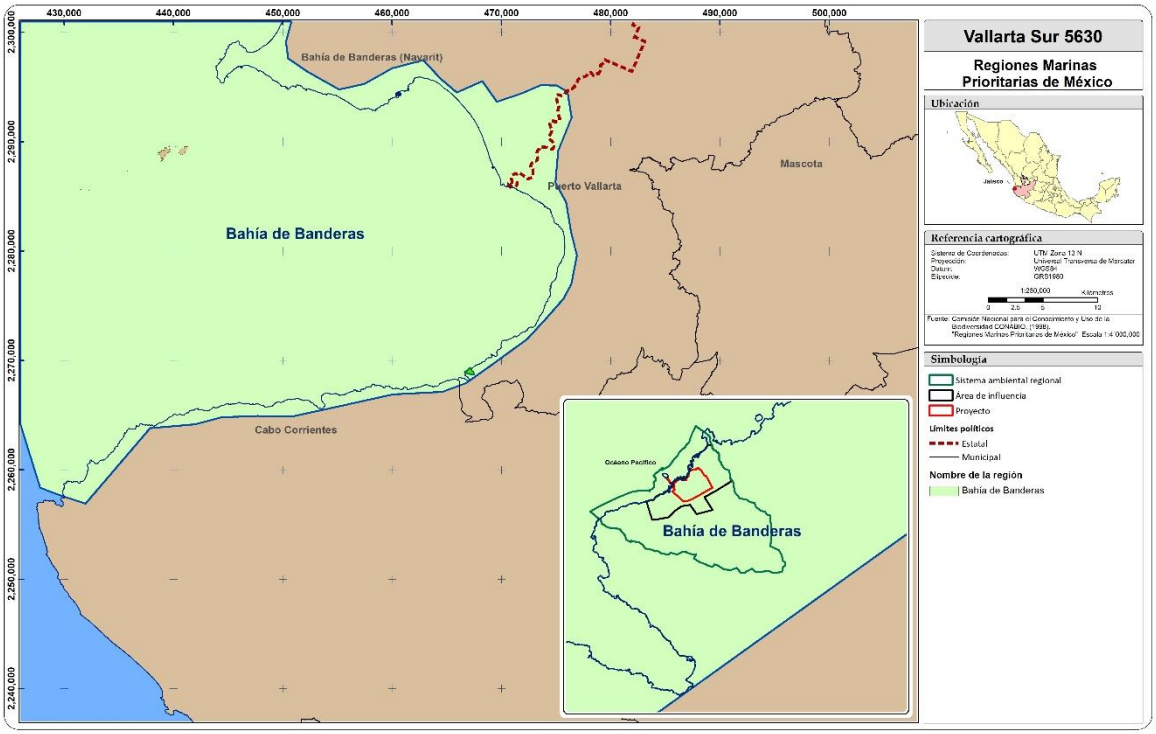


Ilustración III.10. Ubicación del proyecto a las Regiones Marinas Prioritarias.

III.7.4. Área de Importancia para la Conservación de Aves

El sitio del proyecto no incide en algún Área de Importancia para la Conservación de las Aves, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

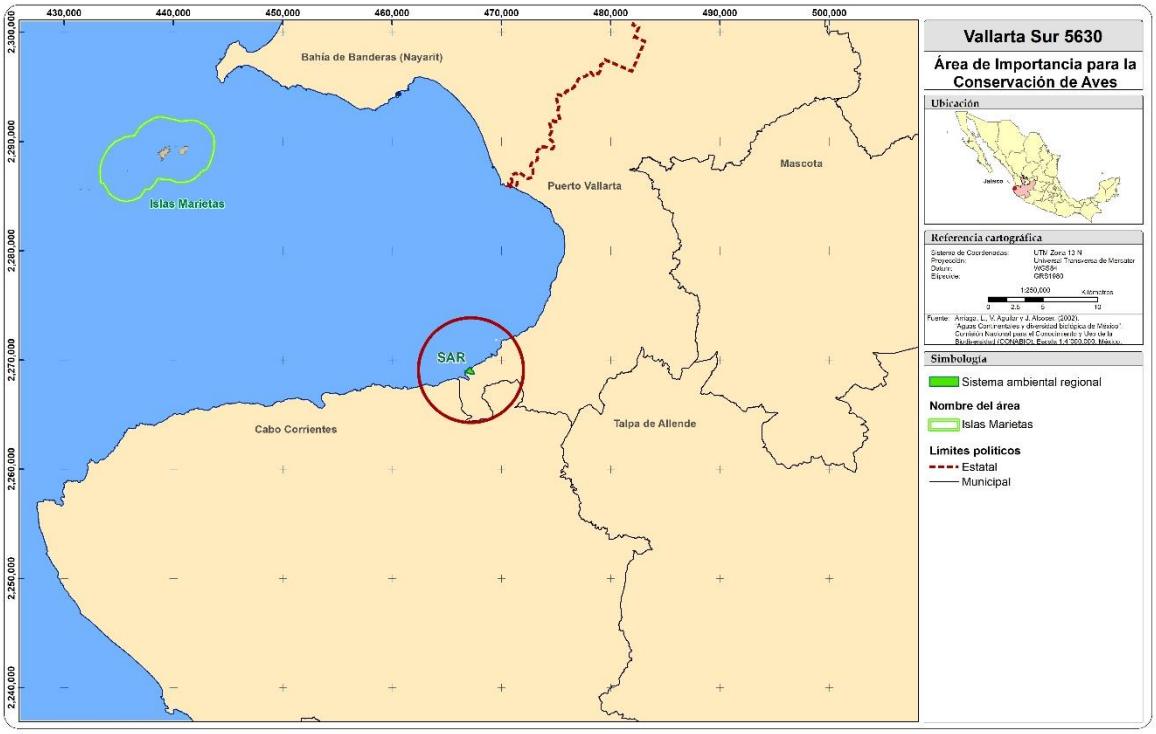


Ilustración III.11. Ubicación del proyecto con respecto al Área de Importancia para la Conservación de las Aves.

III.8. Referencias

CONABIO. (2021). *Planeación para la conservación y restauración de la biodiversidad de México*. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México) Obtenido de Biodiversidad Mexicana: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion

CONABIO. (17 de 10 de 2023). *Regiones marina prioritarias de México*. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) Obtenido de Biodiversidad mexicana: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-marinas-prioritarias-de-mexico

Gobierno de México. (25 de agosto de 2014). Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Última reforma publicada. *D.O.F.*

Gobierno de México. (31 de octubre de 2014). Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada. *D.O-F.*

Gobierno de México. (9 de diciembre de 2020). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Nuevo Reglamento. *D.O.F.*

Gobierno de México. (2024). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Última reforma publicada 31 de octubre de 2024. *D.O.F.*

Gobierno de México. (2025). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada 9 de octubre de 2025. *D.O.F*.

Gobierno del Estado de Jalisco. (2006). *Publicado en el Periódico Oficial El Estado de Jalisco el 28 de julio de 2001 y reformado el 27 de julio de 2006*.

Gobierno del Estado de Jalisco. (2011). Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco. *Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco el 27 de febrero de 1999, con una Fe de erratas del 29 de abril de 1999 y sus respectivas actualizaciones de 6 de noviembre de 1999, 20 de julio de 2010, 1 de octubre de 2011 y 1 de noviembre de 2011*.

Gobierno del Estado de Jalisco. (2018 de octubre de 2016). Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADET-01-2016 Criterios y Especificaciones Técnicas bajo las cuales se debera realizar la separación, clasificación, valorización y destino de los residuos de la construcción y demolición del Estado de Jalisco. *Periódico Oficial "El Estado de Jalisco*.

Gobierno del Estado de Jalisco. (16 de octubre de 2018). Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008. Establece criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y valorización de los residuos en el Estado de Jalisco. *Periódico Oficial "El Estado de Jalisco"*.

Gobierno del Estado de Jalisco. (24 de diciembre de 2020). Plan Parcial de Desarrollo Urbano denominado "Distrito Urbano10". *Gaceta Municipal Puerto Vallarta. Año 3 / Número 18 / Extraordinaria. Tomo 03*. Recuperado el 2025, de https://transparencia.puertovallarta.gob.mx/gacetas/2018-2021/Gaceta%2018%20T03%20WEB.pdf

INE. (1995 de enero de 1995). Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. *D.O.F.*

Ley de Aguas Nacionales. Última reforma publicada. (8 de mayo de 2023). *Diario Oficial de la Federación (D.O.F.)*.

Ley General de Cambio Climático. Última reforma publicada. (1 de abril de 2024). *D.O.F.*

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada . (1 de abril de 2024). *D.O.F.*

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada. (8 de mayo de 2023). *D.O.F.*

SEDESOL. (13 de enero de 1995). Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

SEGOB - SEDESOL. (22 de octubre de 1993). Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. *D.O.F.*

SEMARNAT. (2022 de marzo de 11). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de containantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. *D.O.F.*

SEMARNAT. (15 de agosto de 2003). NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. *D.O.F.*

SEMARNAT. (23 de junio de 2006). NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. *D.O.F.*

SEMARNAT. (30 de diciembre de 2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *D.O.F.*

SEMARNAT. (7 de septiembre de 2012). Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. *D.O.F.*

SEMARNAT. (01 de febrero de 2013). NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dich. *D.O.F.*

SEMARNAT. (10 de junio de 2015). Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. *D.O.F.*

SEMARNAT. (08 de marzo de 2018). Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. *D.O.F.*

SEMARNAT. (12 de octubre de 2018). Norma Oficial Mexicana NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los límites máximos permisibles de . *D.O.F.*

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional, con actividad que no incluye riesgo

Capítulo IV Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región



VALLARTA SUR 5630

Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

Tabla de contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 1

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 1

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional. 2

IV.2.1 Criterios utilizados para la delimitación del SAR 3

IV.2.2 Descripción de los límites empleados en la delimitación del Sistema Ambiental Regional 6

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR, AI y SP. 16

IV.3.1.1 Medio abiótico 21

IV.3.1.2 Medio biótico 67

IV.3.1.3 Medio socioeconómico 187

IV.3.1.4 Medio económico 200

IV.3.1.5 Paisaje 204

IV.4 Diagnóstico ambiental y tendencias de desarrollo 212

IV.5 Referencias 215

Tablas

Tabla IV.1. Metodología y Fuentes de Información empleada en la Delimitación del Sistema Ambiental Regional..... 7
Tabla IV.2 Normales climatológicas Estación 14339 El Cuale, Jalisco, 1980-2025. 24
Tabla IV.3. Planos de mareas referidos al NBMI, estación Puerto Vallarta Jalisco.55
Tabla IV.4. Sobreelevación por tormenta para diferentes periodos de retorno 57
Tabla IV.5. Distribución y tamaño de sitios de muestreo. 69
Tabla IV.6. Cuadro de coordenadas Sistema Ambiental Regional. 72
Tabla IV.7. Listado de especies de estrato arbóreo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 74
Tabla IV.8. Listado de especies de estrato renuevo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 78
Tabla IV.9. Listado de especies de estrato arbustivo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 78
Tabla IV.10. Listado de especies de estrato herbáceo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 79
Tabla IV.11. Cuadro de coordenadas Sitios del proyecto. 79
Tabla IV.12. Listado de especies de estrato arbóreo en el sitio del proyecto (SP). 80
Tabla IV.13. Listado de especies de estrato renuevo en sitio del proyecto (SP). .. 88
Tabla IV.14. Listado de especies estrato arbustivo sitio del proyecto (SP). 89
Tabla IV.15. Listado de especies estrato herbáceo sitio del proyecto (SP) 89
Tabla IV.16. Matriz especies-unidades de muestreo de vegetación Sistema Ambiental Regional (SAR) (de abundancia o de presencia-ausencia). 92
Tabla IV.17. Riqueza acumulada en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 94
Tabla IV.18. Matriz especies- unidades de muestreo de vegetación sitio del proyecto (SP) (de abundancia o de presencia-ausencia). 96
Tabla IV.19. Riqueza acumulada en el sitio del proyecto (SP). 97
Tabla IV.20. Predicción de aparición de especies nuevas por UM. 98
Tabla IV.21. Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbóreo del Sistema Ambiental Regional (SAR)..... 101
Tabla IV.22. Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato renuevo del SAR.104
Tabla IV.23.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbustivo del SAR. 105
Tabla IV.24.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbóreo del SAR. . 107

Tabla IV.25.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbóreo del SP. 109
Tabla IV.26.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato renuevo del Sitio del Proyecto (SP). 111
Tabla IV.27.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbustivo de Sitio del Proyecto (SP). 112
Tabla IV.28.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato herbáceo del Sitio del Proyecto (SP). 113
Tabla IV.29. Abundancia y abundancia relativa del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental Regional (SAR)....118
Tabla IV.30. Abundancia y abundancia relativa del estrato renuevo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).... 121
Tabla IV.31. Abundancia y abundancia relativa del estrato arbustivo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).... 122
Tabla IV.32. Abundancia y abundancia relativa del estrato herbáceo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).... 123
Tabla IV.33.Abundancia y abundancia relativa del estrato arbóreo en el Sitio del Proyecto (SP). 124
Tabla IV.34.Abundancia y abundancia relativa del estrato renuevo en el Sitio del Proyecto (SP). 126
Tabla IV.35. Abundancia y abundancia relativa del estrato arbustivo en el Sitio del Proyecto (SP). 127
Tabla IV.36.Abundancia y abundancia relativa del estrato herbáceo en el Sitio del Proyecto (SP). 128
Tabla IV.37. Índices de Diversidad del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 128
Tabla IV.38.Índices de Diversidad del estrato renuevo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 131
Tabla IV.39.Índices de Diversidad del estrato arbustivo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 133
Tabla IV.40.Índices de Diversidad del estrato herbáceo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 135
Tabla IV.41. Índices de Diversidad del estrato arbóreo en el Sitio del Proyecto (SP). 137
Tabla IV.42.. Índices de Diversidad del estrato renuevo en el Sitio del Proyecto (SP). 140

Tabla IV.43. Índices de Diversidad del estrato arbustivo en el Sitio del Proyecto (SP). 141
Tabla IV.44.Índices de Diversidad del estrato herbáceo en el Sitio del Proyecto (SP). 142
Tabla IV.45. Coordenadas de las estaciones de muestreo. 148
Tabla IV.46. Ictiofauna de distribución potencial en el SA, y SP 156
Tabla IV.47. Fauna en el Sistema Ambiental Regional. 161
Tabla IV.48. Estatus ante la NOM059- SEMARNAT-2010, de la fauna en el SAR. 164
Tabla IV.49. Resumen de estatus de conservación de la fauna registrada en el SAR. 168
Tabla IV.50. Riqueza y Abundancia en el Sitio del SAR. 169
Tabla IV.51. Especies de avifauna de mayor abundancia. 170
Tabla IV.52. índice de dominancia en el SAR. 171
Tabla IV.53. Riqueza acumulada de fauna en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 172
Tabla IV.54. Índice de Shannon Wiener en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 174
Tabla IV.55. Equidad de Shannon - Wienner (H´). 174
Tabla IV.56. índice de Simpson en el Sistema Ambiental Regional. 175
Tabla IV.57. Índice inverso de Simpson en el Sistema Ambiental Regional. 175
Tabla IV.58, Fauna en el Sitio del Proyecto (SP). 176
Tabla IV.59. Estatus ante la NOM059- SEMARNAT-2010, de la fauna en el Sitio del Proyecto (SP) 178
Tabla IV.60. Riqueza y Abundancia en el Sitio del Sitio del Proyecto. 181
Tabla IV.61. Riqueza acumulada en el Sitio del Proyecto. 183
Tabla IV.62. índice de dominancia en el Sitio del Proyecto. 184
Tabla IV.63. Índice de Shannon Wiener en el Sitio del Proyecto. 185
Tabla IV.64. Equidad de Shannon en el Sitio del Proyecto. 186
Tabla IV.65. Índice de Simpson en el Sitio del Proyecto. 187
Tabla IV.66. Inverso índice de Simpson en el sitio del proyecto, ... 187
Tabla IV.67. Población y localidades, 2020. 188
Tabla IV.68. Población total 1990-2020. 190

Tabla IV.69. Población de 3 años según condición de habla indígena y condición de habla española, 2020. 192
Tabla IV.70.Población de 3 años y más y su distribución porcentual según condición de auto adscripción indígena, 2020..... 193
Tabla IV.71. Población según condición de auto adscripción afromexicana o afrodescendiente, 2020. 193
Tabla IV.72.Población de 15 años y según condición de alfabetismo, 2020..... 194
Tabla IV.73. Población de 3 años y más según escolaridad, tipo educativo y nivel, 2020. 195
Tabla IV.74.Población de 12 años y más según condición de actividad económica y de ocupación y tasa específica de participación económica, 2020. 196
Tabla IV.75.Índice de marginación, 2020. 200
Tabla IV.76.Indicadores del censo económico, 2003-2018..... 201
Tabla IV.77. Sectores económicos en el municipio de Puerto Vallarta, 2018. 203
Tabla IV.78. Fragilidad visual del paisaje. 211
Tabla IV.79. Fragilidad del paisaje en el SAR. 212
Tabla IV.80. Diagnóstico ambiental..... 213

Ilustraciones

Ilustración IV.1 Elementos para delimitar el Sistema Ambiental. 6
Ilustración IV.2. Hidrografía vs SAR. 11
Ilustración IV.3. Zonas relevantes de hábitat de flora y fauna vs SAR 13
Ilustración IV.4. Batimetría en la zona del SAR. 13
Ilustración IV.5. Actividades económicas de acuerdo con el PPDU Distrito Urbano 10. 14
Ilustración IV.6. Sistema Ambiental Regional. 15
Ilustración IV.7. Rosa de vientos. 19
Ilustración IV.8. Delimitación del área de influencia tomando como referencia la topografía, relieve y trazo urbano..... 20
Ilustración IV.9. Delimitación del Área de influencia 21
Ilustración IV.10. Clima en el SP, AI Y SAR. 23
Ilustración IV.11. Climograma de la Estación 14339 El Cuale, Jalisco, 1980-2025. 24

Ilustración IV.12. Precipitaciones registradas en la Estación 14339 El Cuale, Jalisco, 1980-2025. 25
Ilustración IV.13. Temperaturas registradas en la Estación 14339 El Cuale, Jalisco, 1980-2025. 26
Ilustración IV.14.Ciclones Tropicales, 1949-2020. 28
Ilustración IV.15. Fisiografía en el SAR, AI y SP. 30
Ilustración IV.16. Geomorfología en el SAR, AI y SP. 31
Ilustración IV.17. Geología en el SAR, AI y SP. 33
Ilustración IV.18. Zonas sísmicas en el SAR, AI y SP. 34
Ilustración IV.19. Edafología en el SAR, AI y SP. 35
Ilustración IV.20. Regiones hidrológicas (Cuencas y subcuencas) en el SAR, AI y SP. 36
Ilustración IV.21. Microcuencas Firco en el SAR, AI y SP. 37
Ilustración IV.22. Hidrología subterránea en el SAR, AI y SP. 38
Ilustración IV.23. Levantamiento de datos en la porción marina del SAR del proyecto. 39
Ilustración IV.24. Vista panorámica del SAR y SP, se aprecian la porción terrestre, litoral y franja marina. 40
Ilustración IV.25. Vista panorámica del SAR y SP, se aprecian la porción terrestre, litoral y franja marina. 40
Ilustración IV.26. Serie de Hs (Lat 20.5 N, Lon. 106.0 W) para la región de Bahía de Banderas. 42
Ilustración IV.27. Rosa direccional de oleaje y frecuencia (HS) del régimen global, para la región donde se insertan el SA, AI y SP. 43
Ilustración IV.28, Histograma de frecuencia de Hs direccional (m) del oleaje para la región para la región donde se insertan el SA, AI y SP. 43
Ilustración IV.29. Dirección de oleaje, régimen global, para la región donde se insertan el SA, AI y SP. 44
Ilustración IV.30. Dirección del oleaje mensual en la región donde se insertan el SA, AI y SP. 46
Ilustración IV.31. Dirección de oleaje estacional en la región donde se insertan el SA, AI y SP. 47
Ilustración IV.32. Esquema de la dirección de oleaje para la región donde se insertan el SA, AI y SP. 48

Ilustración IV.33. Esquema de las direcciones de oleaje incidente en la región donde se insertan el SA, AI y SP. 49
Ilustración IV.34. Frecuencia y distribución espacial (% por unidad de área) de la formación de ciclones tropicales en el noroeste del Pacífico entre 1949 y 2021, región donde se insertan el SA, AI y SP. 50
Ilustración IV.35.Esquematización de las trayectorias ciclónicas en la región donde se insertan el SA, AI y SP. 51
Ilustración IV.36. Trayectorias de eventos meteorológicos extraordinarios en un radio de 100 km al SA del proyecto, entre 1949 y 2025. 52
Ilustración IV.37. Calendario Gráfico de marea de la estación de Puerto Vallarta, Jalisco, donde se insertan el SA, AI y SP (SEMAR, agosto, 2025). 54
Ilustración IV.38. Régimen anual de vientos para la región donde se insertan el SA, AI y SP entre 2013 y 2022..... 58
Ilustración IV.39. Levantamiento de datos batimétricos para la región donde se insertan el SA, AI y SP. 59
Ilustración IV.40. Discretización de la Batimetría calculada para la zona donde se insertan el SA, AI y SP. 60
Ilustración IV.41. Vista panorámica del litoral y frente marino del área donde se ubica el SP. 61
Ilustración IV.42. Ubicación de los sitios para sondeos necesarios para el estudio geotécnico. 62
Ilustración IV.44. Política urbana con base al Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 64
Ilustración IV.44. Clasificación de Áreas con base a Plan parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10..... 65
Ilustración IV.45. Uso de suelo con base al Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 66
Ilustración IV.46. Uso de suelo y vegetación Serie VII INEGI. 68
Ilustración IV.47. Forma y tamaño de los sitios de muestreo para estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. 70
Ilustración IV.48. Localización del Norte ajustado con declinación magnética, para iniciar el registro y conteo de árboles 71
Ilustración IV.49. Trazo de los sitios circulares de 500 y 100 m2. 71
Ilustración IV.50. Trazo de parcelas de 1 m para herbáceas. 71
Ilustración IV.51. Normalización de la variable Diámetro de fuste, según manual del Inventario Nacional Forestal. 71

Ilustración IV.52. medición de altura de árboles, con el uso de clinómetro. 71
Ilustración IV.53. Marcaje con el número de registro de cada árbol. 71
Ilustración IV.54. Mapa de sitios de muestreo de vegetación en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y Sitio del Proyecto (SP). 73
Ilustración IV.55. Curva de acumulación de especies en el estrato arbóreo del Sistema ambiental Regional (SAR). 95
Ilustración IV.56. Curva de acumulación de especies en el estrato arbóreo del sitio del proyecto. 97
Ilustración IV.57. IVI del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 103
Ilustración IV.58. índice de valor de importancia de estrato renuevo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 104
Ilustración IV.59. índice de valor de importancia de estrato arbustivo en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 106
Ilustración IV.60. Índice de valor de importancia de estrato herbáceo en el SAR. 108
Ilustración IV.61. índice de valor de importancia del estrato arbóreo en el Sitio del Proyecto (SP). 110
Ilustración IV.62. índice de valor de importancia del estrato renuevo en el Sitio del Proyecto (SP). 111
Ilustración IV.63. índice de valor de importancia de estrato arbustivo en el Sitio del Proyecto (SP). 112
Ilustración IV.64. índice de valor de importancia de estrato herbáceo en el Sitio del Proyecto (SP). 113
Ilustración IV.65. Abundancia del estrato arbóreo en el SAR 120
Ilustración IV.66. Abundancia del estrato renuevo en el SAR 121
Ilustración IV.67. Abundancia en el estrato arbustivo del SAR. 122
Ilustración IV.68. Abundancia en el estrato herbáceo del SAR. 123
Ilustración IV.69. Abundancia de estrato arbóreo en el Sitio del Proyecto. 125
Ilustración IV.70. Abundancia en estrato renuevo en Sitio del Proyecto. 126
Ilustración IV.71. Abundancia de individuos de estrato arbustivo en el Sitio del Proyecto. 127
Ilustración IV.72. Condiciones de la ZFMT del proyecto, donde se pretende la instalación de plataformas frente al mar. 144

Ilustración IV.73. Evidencia de la actividad hidrodinámica del frente marino en el Sitio del Proyecto. 145
Ilustración IV.74. Condiciones de la columna de agua en la zona frente al SP, se aprecia la turbidez del agua y la escasa visibilidad del fondo marino 145
Ilustración IV.75. Vistas panorámicas del sitio donde pretende instalarse la pasarela marina. 146
Ilustración IV.76. Estaciones de muestreo en la Sitio del proyecto. 149
Ilustración IV.77. Estaciones de muestreo en el sistema ambiental regional (SAR). 149
Ilustración IV.78. Estación de muestreo (observación/registro) mostrando el transecto lineal y los puntos de observación. 150
Ilustración IV.79. Recorridos en transecto lineal en búsqueda de herpetofauna. 151
Ilustración IV.80. Recorridos en transecto lineal en búsqueda de herpetofauna. 151
Ilustración IV.81.Reconocimiento auditivo y observación de avifauna..... 152
Ilustración IV.82. Reconocimiento auditivo y observación de avifauna..... 152
Ilustración IV.83. Instalación de cámaras de fototrampeo 154
Ilustración IV.84. Instalación de cámaras de fototrampeo y red de niebla. 154
Ilustración IV.85. Fauna marina de distribución potencial en el SAR..... 157
Ilustración IV.86. Riqueza y abundancia faunística en el Sistema Ambiental Regional. 169
Ilustración IV.87. Comparativa de riqueza y abundancia faunística por grupo taxonómico, en el Sistema Ambiental Regional..... 170
Ilustración IV.88.. índice de dominancia en el SAR. 172
Ilustración IV.89. Riqueza acumulada de fauna en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 173
Ilustración IV.90. Riqueza y abundancia faunística en el Sitio del Proyecto. 181
Ilustración IV.91. Comparativa de riqueza y abundancia faunística por grupo taxonómico, en el Sitio del Proyecto. 182
Ilustración IV.92. riqueza acumulada en el Sitio del Proyecto. 183
Ilustración IV.93.. índice de dominancia en el Sitio del Proyecto. 185
Ilustración IV.94. Población por localidad, 2020. 189
Ilustración IV.95. Pirámide de población municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, 2020. 190
Ilustración IV.96. Tasa media anual de crecimiento poblacional 1990-2020..... 191

Ilustración IV.97. Población según condición de afiliación a servicios de salud, 2020. 197
Ilustración IV.98. Población según tipo de institución de salud afiliada en el municipio de Puerto Vallarta, 2020. 198
Ilustración IV.99. Porcentaje de población en pobreza, 2010 - 2020. 199
Ilustración IV.100. Paisaje. 206
Ilustración IV.101. Visibilidad. 208

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

El presente capítulo tiene como objetivo delimitar y describir el Sistema Ambiental Regional (SAR), mediante la caracterización de los elementos bióticos y abióticos y socioeconómicos que lo conforman. Asimismo, se analizan los componentes ambientales del Área de Influencia (AI) y del Sitio del Proyecto (SP), donde se localiza el polígono propuesto para el desarrollo del proyecto, situado en el municipio de Puerto Vallarta, en el estado de Jalisco, México.

La caracterización ambiental tiene como finalidad evaluar las condiciones actuales de los recursos naturales, con especial énfasis en la flora y fauna presentes, así como sus condiciones ambientales originales y las principales tendencias de transformación, ya sea por procesos de desarrollo o deterioro ambiental. Este análisis se realiza conforme a lo establecido en el Artículo 13, fracción IV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece los contenidos mínimos de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional.

De acuerdo con la guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional (MIA-R) (SEMARNAT, 2022)[1], el desarrollo debe centrar su esfuerzo en dos rubros particulares: en la definición, la delimitación y el análisis del **Sistema Ambiental Regional** y en la identificación, la valoración y la cuantificación de los impactos acumulativos y residuales de dicho **Sistema Ambiental Regional** el cual puede acotarse a las delimitaciones regionales concretas tales como cuenca hidrográfica, unidad de gestión ambiental, zona de atención prioritaria, entre otras. Su mayor utilidad es la de comparar alternativas reales en el contexto del territorio, dándole a la gestión de un proyecto, o conjunto de proyectos dentro de un plan o programa, un enfoque hacia el desarrollo sustentable.

[1] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/698811/Guia_MIA-Regional-enero-2022.pdf

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional.

> *"Un sistema ambiental tiene una localización geográfica y es el asiento de un conjunto de fenómenos que pueden agruparse, en principio, en un cierto número de componentes, que llamaremos subsistemas, y que varían según la naturaleza del sistema" (García, R. 2006).*

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) constituye un requisito normativo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA). Para el caso del presente proyecto, el SAR se definió considerando la inclusión de uno o varios ecosistemas con sus respectivos elementos y procesos ecológicos, los cuales comparten una problemática común y una dinámica ambiental interrelacionada.

Dado que el concepto de sistema ambiental puede estar sujeto a diversas interpretaciones dependiendo del enfoque técnico o la percepción del evaluador, resulta imprescindible aplicar una metodología de delimitación basada en enfoques sistémico, geográfico y administrativo. Este enfoque permite establecer criterios objetivos para la definición del SAR mediante la identificación, reconocimiento y caracterización de unidades espaciales con relativa homogeneidad ecológica y funcional, lo cual constituye el punto de partida para un diagnóstico ambiental robusto y representativo del territorio evaluado.

Además, es indispensable que la delimitación del SAR considere la distribución y relación de las principales variables ambientales, sociales y económicas dentro del territorio. Esto permite definir de manera precisa el ámbito espacial en el que se evaluarán los posibles impactos del proyecto. Al acotar adecuadamente este contexto territorial, se garantiza que el análisis de impactos acumulativos y residuales sea pertinente y representativo, y que la Evaluación de Impacto Ambiental se realice con base en condiciones reales y verificables. Esta integración de factores facilita una visión más completa del entorno, lo cual es esencial para tomar decisiones informadas orientadas al desarrollo sustentable.

De esta manera para explicar la delimitación del sistema ambiental regional se dividió en tres subtemas:

1. Criterios empleados en la delimitación del sistema ambiental regional
2. Análisis derivados de aplicar criterios de delimitación del sistema ambiental regional.

3. Descripción de los límites empleados en la delimitación del sistema ambiental regional.

IV.2.1 Criterios utilizados para la delimitación del SAR

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) debe realizarse de manera analítica y cartográfica, incorporando los componentes ambientales clave y aquellos factores significativos con los que el proyecto puede interactuar a lo largo del espacio y del tiempo. Entre estos elementos destacan la vegetación, el suelo, la red hidrológica, los corredores biológicos y las zonas de importancia ecológica para la conservación de la flora y fauna.

Es fundamental definir y delimitar con precisión la región de estudio para poder establecer su alcance espacial y temporal con los componentes y procesos ambientales seleccionados, lo cual permite identificar de forma clara la relación entre el proyecto y su entorno. Esta delimitación constituye la base para realizar un diagnóstico ambiental integral y una evaluación de impactos efectiva, conforme a los principios de la legislación ambiental vigente y a los criterios técnicos establecidos en la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (SEMARNAT, 2022).

Entendiendo al sistema ambiental regional como:

> *"Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socio económico de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento"* (SEMARNAT, 2022).

Y región como:

> *"Espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos"* (SEMARNAT, 2022).

Para el caso del proyecto la delimitación del Sistema Ambiental Regional se soportó en los siguientes criterios:

Hidrografía. – Consiste en la descripción de un sistema lineal estructurado que modela el drenaje a través de arroyo y ríos que forman cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas son depresiones territoriales por las que por lo regular fluye un río, que drena las aguas del área desde las partes más altas (elevadas) hacia una salida al mar. La región formada por sierra altas y lomeríos permite identificar fácilmente los escurrimientos y la conformación de cuencas. El presente criterio está acotado a la presencia de cuerpos y escurrimientos de agua, procesos de captación y filtración de agua respecto de las Cuencas con las que el proyecto tenga relación.

• **Zonas relevantes de hábitat de flora y fauna. -** A pesar de que en la región existen procesos de transformación por la expansión urbana, se mantiene la existencia de elementos naturales. El criterio está acotado por los límites de las áreas que pueden mantener relictos de flora y fauna, así como otros elementos con potencial de corredores biológicos y con valor natural.

• **Relieve marino. –** Que se refiere a las formas que presenta el fondo del mar, es decir, la corteza terrestre que se encuentra cubierta por agua, en particular de la plataforma continental, es decir, la zona que limita con la línea de costa. El presente criterio está acotado al relieve marino próximo o colindante al proyecto.

• **Actividades económicas. -** Son acciones que implican la producción, distribución y consumo de bienes y servicios, con el objetivo de satisfacer las necesidades humanas y generar riqueza. Estas actividades son fundamentales para el funcionamiento de cualquier sociedad y economía, ya que permiten la creación y circulación de valor. En la región los recursos naturales han servido para que se desarrolle una amplia gama de bienes y servicios relacionados con la actividad turística. El presente criterio está acotado a los espacios territoriales ocupados por edificaciones que ofrecen servicios, especialmente dirigidos al sector turístico.

Adquisición de Información. - Para efecto de traducir los criterios antes referidos en los límites del Sistema Ambiental Regional, se procedió a recabar información útil, reportada en la siguiente secuencia:

- Recopilación bibliográfica de información. Obtención de material cartográfico. (Archivos Digitales escala 1:250,000 INEGI. Topográfico e Hidrología para la zona escala 1:50,000.

- Recopilación de información cartográfica en específico Modelos Digitales de Elevación de INEGI con resolución de 5 metros.
- Delimitación de la zona terrestre en el archivo Topográfico 1:250,000.
- Interpretación de imágenes. Para la adecuación de los conjuntos digitales de unidades de Vegetación, Suelos, Geología e Hidrología superficial se usó como apoyo los archivos elaborados por el INEGI, 1:250,000.
- Verificaciones de campo, toma de fotografías y datos ecológicos.
- Interpretación y extrapolación cartográfica a zonas no visitadas para temas como uso del suelo y vegetación, geología y edafología.

Análisis derivados de aplicar criterios de delimitación del sistema ambiental regional.

A partir de la información recabada y con el objeto de traducir los criterios previamente referidos en los límites del Sistema Ambiental Regional se procedió a realizar el siguiente **análisis**:

a. **Análisis territorial**. - Este punto incluye la identificación y localización de los elementos bióticos y abióticos presentes en el territorio, básicamente consiste en:
    - Generación de cartografía específica.
    - Zonificación ambiental.
    - Vinculación con los instrumentos legales aplicables, particularmente los de índole territorial.
b. **Análisis de políticas ambientales y/o uso de recursos naturales**. - Se identificaron aquellos lineamientos legales y programáticos que por la naturaleza del proyecto y de la zona donde se localizará, establecen políticas de administración ambiental relacionadas.

En el caso del Análisis Territorial se entiende como una sucesión de pasos de análisis de información de fuentes oficiales, complementada con campañas de campo, a continuación, se esquematiza el proceso.

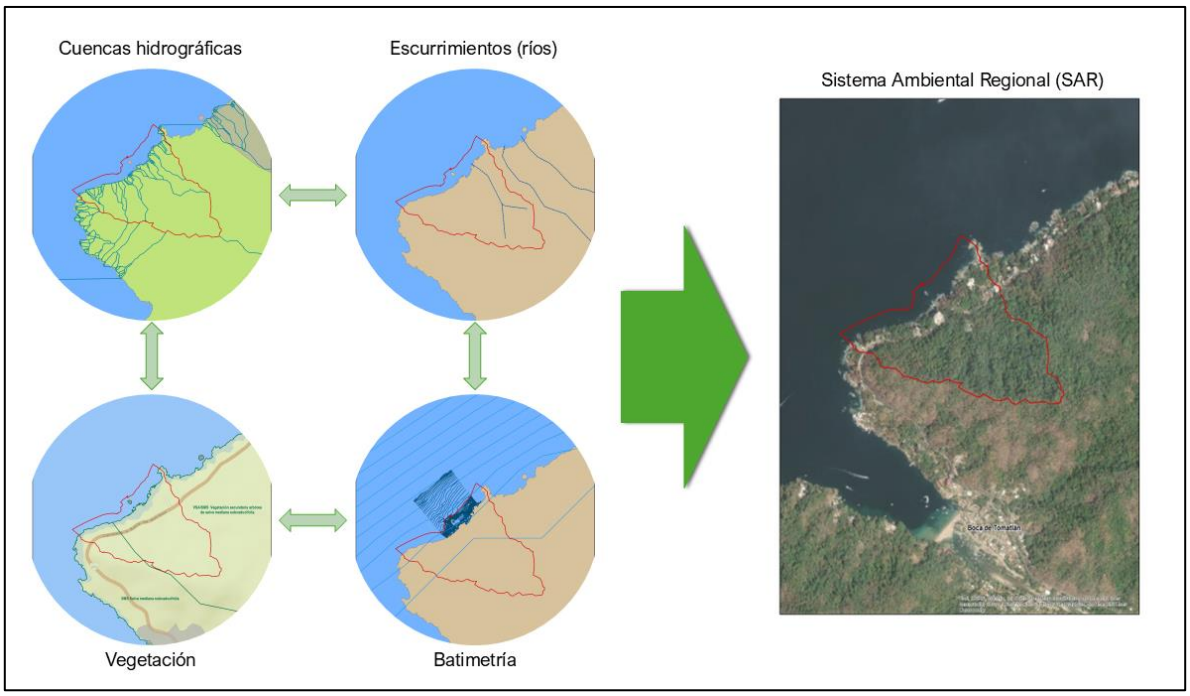


Ilustración IV.1 Elementos para delimitar el Sistema Ambiental Regional.

IV.2.2 Descripción de los límites empleados en la delimitación del Sistema Ambiental Regional

Con objeto de contestar dichas interrogantes, se diseñó un proceso metodológico, que se sustenta en la interpolación de diversas fuentes de información con el fin de constituir el mejor inventario y diagnóstico posible de la situación actual del sistema ambiental regional.

Tabla IV.1. Metodología y Fuentes de Información empleada en la Delimitación del Sistema Ambiental Regional.

Criterio	Análisis Territorial	Análisis de políticas Ambientales.
Hidrológico	**Método:** Se recabaron los límites de Cuencas y Subcuencas publicados por Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), así como la delimitación y disponibilidad de agua del acuífero Puerto Vallarta definido con la clave 1427, en el Estado de Jalisco, así como las "*Microcuencas FIRCO (anteriormente SAGARPA, ahora SADER Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural)*" resultando de interés una microcuenca Boca de Tomatlán, con clave 13-053-01-006. **Fuente de Información:** CONAGUA – (DOF 20 abril 2015) FIRCO ("*anteriormente SAGARPA, ahora SADER"*) – 2002. Además, se calcularon cuencas hidrográficas mediante procesos de análisis espacial en un software SIG con Modelos Digitales de Elevación de alta resolución LiDAR, con resolución de 5m del INEGI. El resultado fueron cuencas con una escala de mayor detalle.	**Método:** Toda vez que CONAGUA tiene como Misión: Preservar las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes para su administración sustentable y garantizar la seguridad hídrica con la responsabilidad de los órdenes de gobierno y la sociedad en general, se procedió a la revisión en el D.O.F. de aquellos Acuerdos y Normas aplicables al área de interés. *"Anteriormente SAGARPA, ahora SADER"*: El Programa Nacional de Microcuencas surge en febrero de 2002 como una estrategia a través del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) para satisfacer, entre otras, las siguientes premisas: - Promover el uso de tecnologías y metodologías para la rehabilitación, el manejo, el uso y el aprovechamiento racional y eficiente de los recursos naturales. - Asegurar la participación plena y decidida de la población de las microcuencas, en la definición y ejecución de iniciativas de desarrollo local, congruentes con su realidad ambiental, socioeconómica, cultural y política.
Zonas relevantes de hábitat de flora y fauna	**Método:** Se identificaron las Áreas Naturales Protegidas cercanas al sitio del proyecto, se realizaron inventarios de flora y fauna en el sitio del proyecto y sus alrededores para conocer la	**Método.** - Se recopiló información *in situ*, así como la información disponible en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Criterio	Análisis Territorial	Análisis de políticas Ambientales.
	presencia de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se analizó el sistema de regionalización de CONABIO para Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP); Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Sitios de Atención Prioritaria (SAP), Se ubicaron las áreas de conservación y manejo ambiental CONANP-SEMARNAT, así como Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal. **Fuentes de Información**. - SEMARNAT (CONANP, CONABIO), Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura, Movilidad, Medio Ambiente y Recursos Naturales.	**Fuente.** SEMARNAT, CONABIO

Criterio	Análisis Territorial	Análisis de políticas Ambientales.
Relieve marino	**Método.** - Se identificaron las cotas batimétricas a partir del Conjunto de datos vectoriales de la Carta batimétrica de INEGI. Además, se realizó en el año 2022 un levantamiento topo batimétrico, exprofeso para el frente del polígono del proyecto, por parte del Ing. Rosendo Hernández. Ced. Prof. 3469712.	**Método.** - Se identifico la superficie de la Zona Federal Marítimo Terrestre, que es la franja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a la playa. Cuando la costa carece de playas y presenta formaciones rocosas o acantilados (como es el caso de las cercanías de este proyecto), la Secretaría determinará la zona federal marítimo terrestre dentro de una faja de 20 metros contigua al litoral marino, únicamente cuando la inclinación en dicha faja sea de 30 grados o menor en forma continua. (art. 4° del Reglamento para el uso y aprovechamiento... de la ZOFEMAT...)
Actividades económicas	**Método.** - Se identificaron los espacios ocupados por edificaciones, que para esta región se dedicaban principalmente al alojamiento de personas, identificados como espacios turísticos, con potencial de crecimiento. Cartográficamente, soportado por imágenes de satélite del programa Google Earth Pro.	**Método.** -De acuerdo con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito 10 de Puerto Vallarta, gran parte del uso de suelo del sistema ambiental regional es turístico. Con una política urbana de crecimiento, clasificado como área urbanizable de reserva.

Criterio Hidrológico.

Del criterio hidrológico, las cuencas hidrográficas son la variable preponderante, ya que en estos territorios hay una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico (suelo, ecosistemas acuáticos y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y/o mercados) y las instituciones (organización social, cultura, reglas y/o leyes) (SEMARNAT, 2013).

Su cobertura espacial delimitada por un parteaguas (partes más altas de montañas) donde se concentran todos los escurrimientos (arroyos y/o ríos) que confluyen y desembocan en un punto común llamado también punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago (formando una cuenca denominada endorreica) o el mar (llamada cuenca exorreica), refuerzan este criterio en la delimitación del sistema ambiental regional.

El polígono donde se desarrollará el proyecto se ubica en la “Región Hidrológica 13 Huicila”, la corriente principal de esta región tiene su origen en varias corrientes que nacen al poniente de la sierra; su curso mantiene una dirección general hacia el oeste en sus primeros 30 km, para continuar con dirección hacia el suroeste hasta su desembocadura en la Boca de Chila en el Océano Pacífico, después de un recorrido de 50 km; comprende una superficie de 1,431.63km². Las dimensiones de esta región son demasiado amplias para las interacciones ambientales que pueda tener el proyecto, por lo que no se considera un criterio viable esta regionalización.

En una siguiente escala de información con más detalle se encuentran las subcuencas, para el caso del proyecto se ubica en la subcuenca RH13Aa Río Tecomala, que junto con la subcuenca de los ríos Cuale y Pitillal forma parte de la cuenca Río Cuale-Pitillal (13A), la superficie de esta subcuenca es de 758.79 km², de igual forma que la región, las interacciones ambientales aún son demasiadas amplias para que el proyecto pueda tener injerencia en ellas, por lo que se desecha la variable de subcuencas.

A la par se consideraron diferentes fuentes de información, en específico FIRCO (anteriormente SAGARPA, ahora SADER), que en 2015 delimitó microcuencas en todo el país, para el caso del proyecto la microcuenca donde se ubica es que se Boca de Tomatlán (13-053-01-006) con una superficie de 160.37km², que también resulta es muy amplia para las interacciones que pueden tener injerencias en el proyecto, por lo que también fueron desechadas.

Por tal situación y considerando la importancia de la variable hidrológica, se eligió hacer el ejercicio de generar o calcular cuencas hidrológicas con mayor grado de detalle o bien con una escala más grande. Para la realización de este ejercicio, se utilizó la información topográfica más detallada de INEGI en la zona, que son los Modelos Digitales de Elevación de alta resolución LiDAR, con resolución de 5m, en específico la imagen con clave F13C69D3.

El proceso utilizado de análisis espacial en un ambiente SIG (ArcGis), permitió generar una red de cuencas de menor superficie (que se puede observar en el mapa siguiente con líneas de color azul), siendo seleccionadas las que tenían cobertura sobre el sitio del proyecto o con una interacción inmediata, cubriendo una superficie de 24.11 ha y con su punto más elevado de 272 metros sobre el nivel del mar.

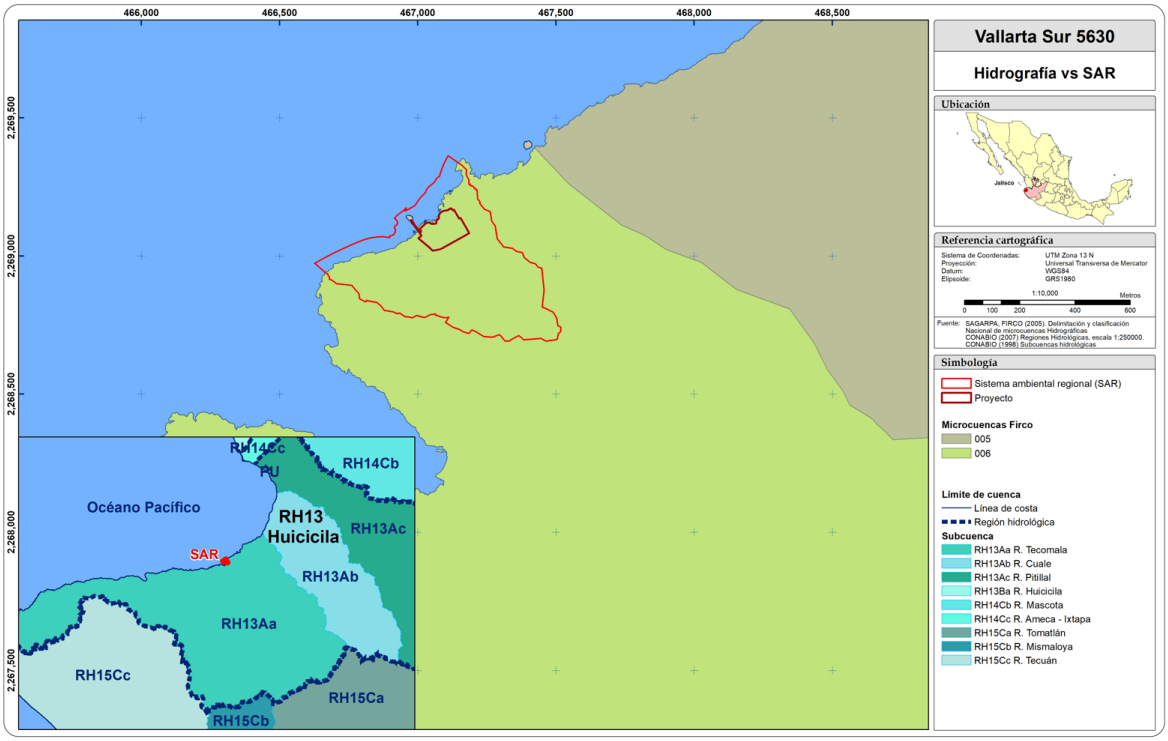


Ilustración IV.2. Hidrografía vs SAR.

Criterio Zonas relevantes de hábitat de flora y fauna.

Ser consideraron como zonas relevantes a las áreas naturales protegidas federales y estatales, a los sitios Ramsar, a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y a las zonas de manglar. De estos elementos o variables la más

cercana son las zonas con manglar y se localizan aproximadamente a 17.4km al noreste del proyecto, por lo cual, ninguno de los elementos se puede considerar en la delimitación del SAR, ya que no presentan interacciones con el proyecto (Ilustración IV.3).

La vegetación presente en el territorio donde se ubica el proyecto, de acuerdo con el uso de suelo y vegetación del INEGI serie VII, es de tipo selva mediana subcaducifolia, caracterizado por estar integrado por árboles de troncos más o menos erectos, fuste limpio y que se ramifican en la parte superior, por lo regular sin espinas, de 15 a 30 metros de altura, que pierden las hojas del 25 al 50% de sus componentes en lo más acentuado de la época seca (Ilustración IV.3).

De acuerdo con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Distrito 10 de Puerto Vallarta, el uso principal de la zona es turístico y forestal (Ilustración IV.3). Sin embargo, en la visita de campo se pudo observar que la parte donde se ubica el proyecto presenta espacios ocupados por edificaciones que fueron utilizadas con fines turísticos, vegetación de ornato y relictos de selva, estas características son similares en una franja que delimita la carretera federal Mex 200 Manzanillo - Puerto Vallarta hacia la línea de costa, y de la carretera hacia la parte sureste, elevada y montañosa se aprecia el tipo de vegetación registrado por INEGI, con vegetación secundaria de tipo arbustivo. La vegetación es una variable homogénea en la zona que no aporta elementos determinantes para la delimitación del SAR.

Criterio Relieve marino.

El uso de este criterio se debe a que el proyecto prevé la construcción de infraestructura en la parte marina, la delimitación del sistema ambiental regional en esta parte se sustenta en el relieve marino, para ello se consultaron fuentes oficiales, se ocupó la batimetría de INEGI a escala 1:250,000, que por su escala es demasiado amplio y general como para delimitar el SAR, por el ejemplo, la cota cero se sitúa hasta 230 metros al interior de la costa (Ilustración IV.4).

Como parte del desarrollo del proyecto se realizó un levantamiento topo batimétrico en el año 2022, exclusivamente para el frente del polígono del proyecto, por parte del Ing. Rosendo Hernández. Ced. Prof. 3469712, está información fue base para trazar el límite del sistema ambiental regional en la zona marina (Ilustración IV.4).

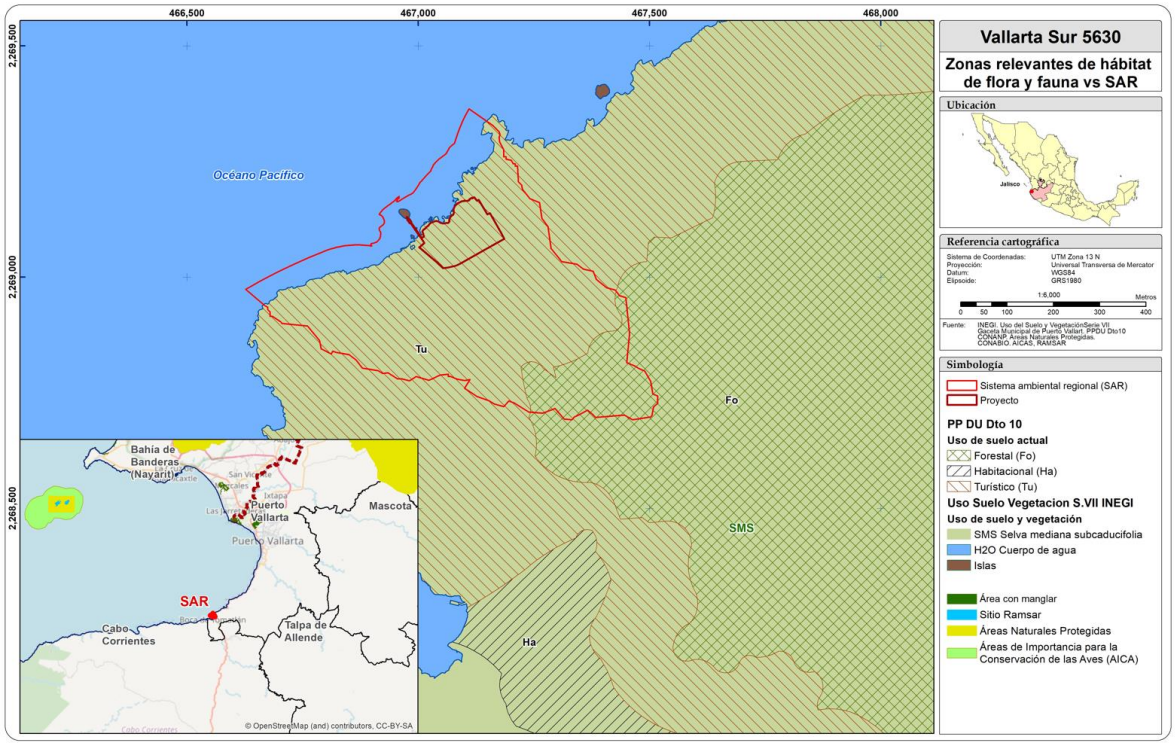


Ilustración IV.3. Zonas relevantes de hábitat de flora y fauna vs SAR

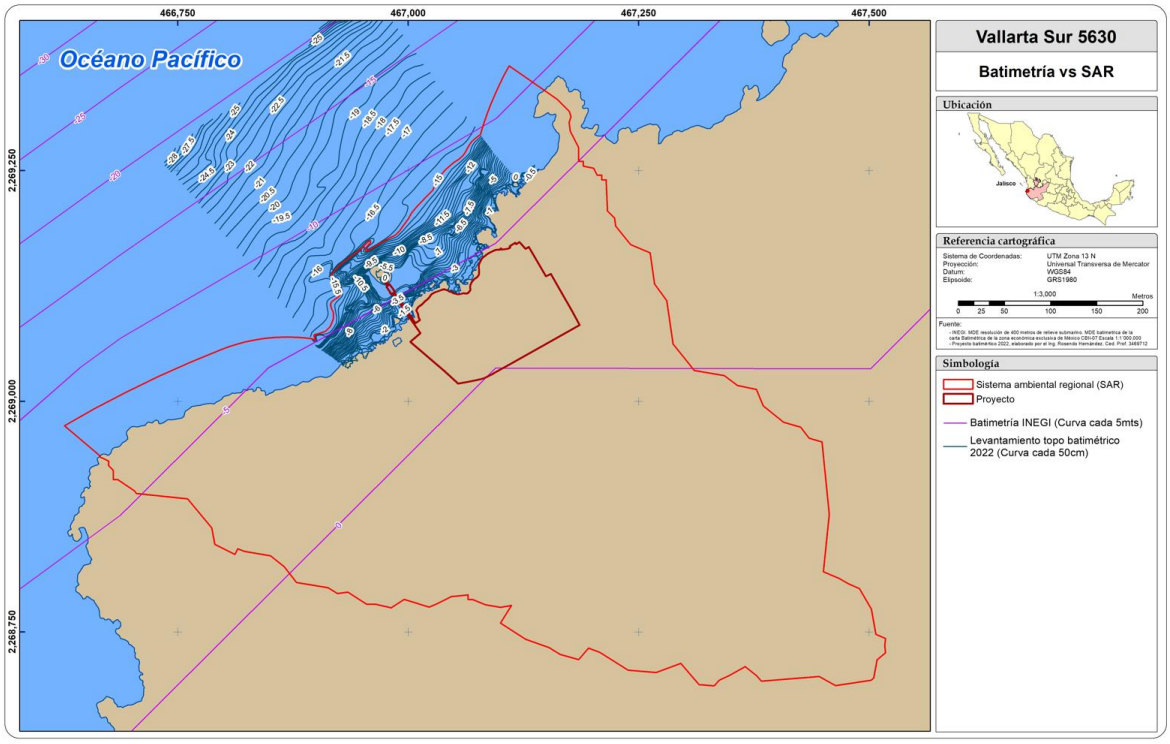


Ilustración IV.4. Batimetría en la zona del SAR.

El criterio utilizado fue homogeneidad en el relieve marino y este se presenta hasta la cota -15 metros de acuerdo con el levantamiento topo batimétrico, donde el relieve es ligeramente escarpado con una pendiente continua entre los 10 y 15 grados; posterior a esa cota el relieve se suaviza continuando con la plataforma continental y pendientes inferiores a los 7 grados. Por tanto, la cota -15° es el límite idóneo para delimitar el SAR en su parte marina, sin embargo, esa cota solo cubre la parte frontal del sitio del proyecto, por lo que se hizo una interpolación con la línea de costa llevándola a la cota referida, de igual forma se extendieron los límites de la cuenca hasta donde coincidieran ambos criterios.

Criterio Actividades económicas.

Se utilizó como un criterio confiable, además de que es un plan que está publicado en la Gaceta Municipal de Puerto Vallarta, al Plan Parcial de Desarrollo Urbano Dto. 10 de Puerto Vallarta, en específico la clasificación de áreas, ya que conllevan a la actividad económica a la par. En el mapa siguiente se puede apreciar cómo se clasifica el suelo en el sitio del proyecto y sus alrededores, dominando las áreas urbanizables de reserva. Este criterio no tuvo aportes significativos en la delimitación del sistema ambiental regional.

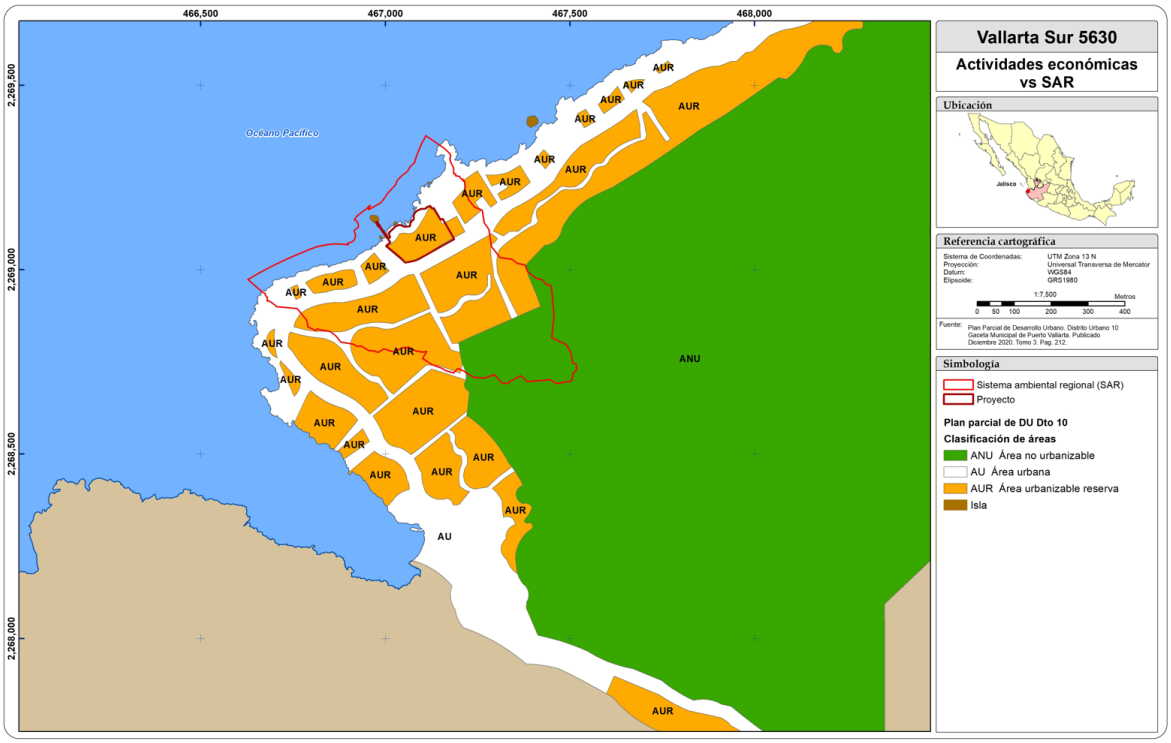


Ilustración IV.5. Actividades económicas de acuerdo con el PPDU Distrito Urbano 10.

A continuación, se presenta el mapa con la propuesta del Sistema Ambiental Regional a utilizar para este estudio.

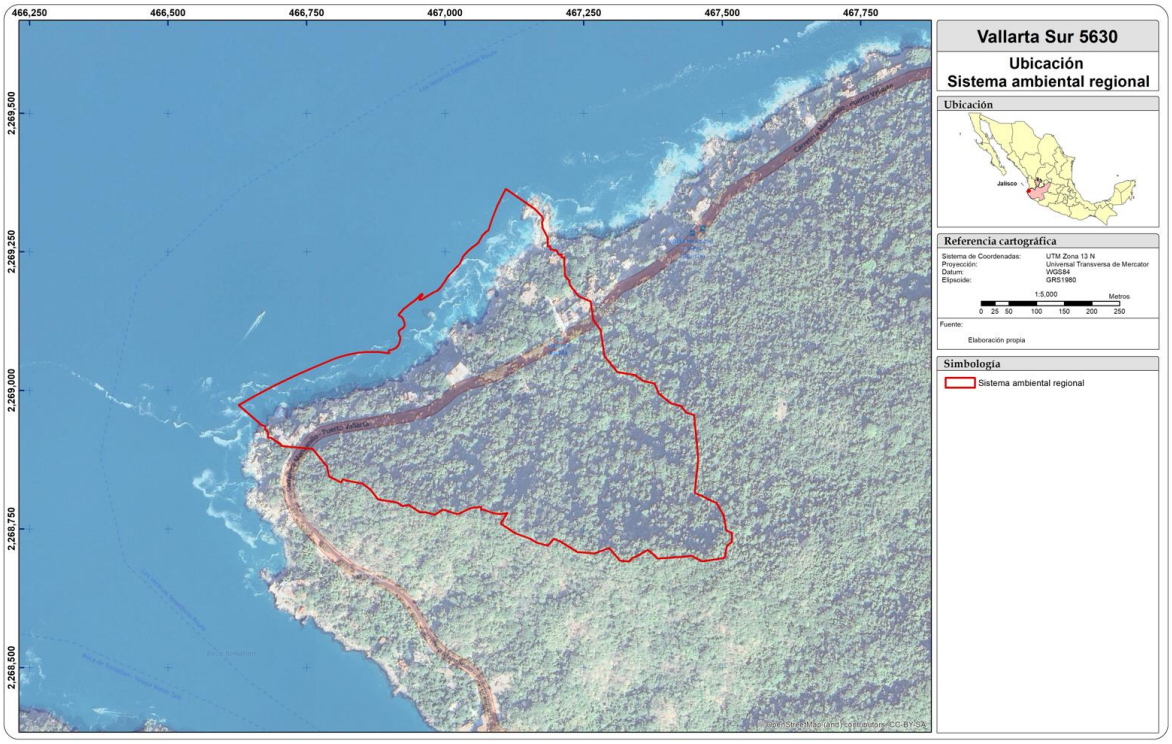


Ilustración IV.6. Sistema Ambiental Regional.

El Sistema Ambiental Regional registra una superficie de 282,301.41m² o 28.23 ha; el cuadro de coordenadas correspondiente a los vértices que lo forman se adjunta en un archivo anexo (Anexo 1. Cuadro de coordenadas SAR del Capítulo IV).

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR, AI y SP.

Las condiciones en las que se encuentra el Sistema Ambiental Regional permitirán identificar, en términos del alcance máximo, los impactos ambientales significativos sobre la flora y la fauna silvestres, el agua, el suelo o la atmósfera; por ello, en el desarrollo de este apartado se identifican y describen los componentes bióticos, abióticos y socioambientales que forman parte del territorio que comprende el sistema ambiental regional.

Delimitación y descripción del Área de Influencia (AI)

El Área de Influencia (AI) se refiere a la superficie del territorio o espacio físico, asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el Sistema Ambiental Regional, asociado al alcance máximo donde potencialmente se manifiestan los impactos de la obra sobre la totalidad del medio ambiente o sobre alguno de sus componentes naturales, sociales o económicos, frecuentemente derivados del impacto ambiental por el desarrollo de obras, actividades del proyecto y sus etapas, tanto los efectos directos como los indirectos.

Para la delimitación del Área de Influencia se consideró la ubicación y naturaleza del proyecto, así como los componentes ambientales con los que el Proyecto tendría alguna interacción, tal y como indica la Guía.

Para definir el área de influencia, es necesario estimar la localización, tipo e intensidad de uso de los recursos durante las distintas fases del desarrollo del proyecto, así como considerar los impactos generados sobre estos y su variación en tiempo y espacio.

Área de Influencia Directa (AID)

La definición del Área de Influencia Directa (AID) de un proyecto está determinada por el alcance geográfico o ámbito espacial donde se manifiestan de manera evidente los efectos o impactos generados por las actividades de un proyecto.

Para el componente físico se considera la posible afectación a los suelos donde se ejecutará movimiento de tierras; para el componente biótico la posible afectación de la vegetación y la fauna; para el componente social la posible afectación de

viviendas, terrenos, vías de acceso, áreas comunitarias en caso de intervenir áreas verdes.

Componente físico.

El sitio del proyecto actualmente responde a características específicas relacionadas con el continuo geográfico de la infraestructura y servicios turísticos que se desarrollan en la costa del municipio, presenta espacios ocupados por edificaciones que fueron utilizadas con este tipo de infraestructura. Se estaría considerando que los cambios a este componente están enfocados a la preparación del sitio, con adecuaciones y uso de patios para maquinaria, adecuación e instalaciones auxiliares, abastecimiento de servicios, transporte y almacenaje de materiales, movimiento de tierras.

Componente biótico

Durante los recorridos realizados en campo se observó que esta zona se encuentra muy fragmentada, principalmente porque el área donde se pretende desarrollar el proyecto pertenece a una zona urbana, con desarrollo turístico, con edificación o restos de una edificación construida anteriormente, lo cual modifica por completo las condiciones naturales. El estado de conservación de la vegetación es bajo, la mayor parte de la vegetación presente está compuesta de individuos introducidos y a especies secundarias.

Por lo antes expuesto se tendrá un impacto directo sobre el sitio del proyecto, haciendo remoción de la vegetación presente sobre una superficie total de 8546.41m². Es en esta superficie donde se desarrollará el proyecto y en la que se ejecutaría un cambio sobre el estado actual del suelo.

Componente socioeconómico

Desde el punto de vista socioeconómico, el área de influencia directa está representada por la infraestructura destinada para el proyecto que será fuente de empleos, aumento en la demanda de tiendas de autoservicio, comercios y servicios a la redonda, lo que traería en consecuencia que el sector turístico de la zona se verá favorecido, por sus características y funcionalidad, el impacto es positivo sobre este componente.

Área de Influencia Indirecta (AII)

El Área de Influencia Indirecta del proyecto considera a los componentes del ambiente que potencialmente podrían ser alterados fuera del AID de las obras del proyecto y del desarrollo de sus actividades. Estas zonas pueden definirse como

zonas de amortiguamiento con un radio de acción determinado, su tamaño puede depender de la magnitud del impacto y el componente afectado.

En este sentido, la determinación del área de influencia indirecta es variable, según se considere el componente físico, biótico o socioeconómico y cultural; e incluso dentro de cada uno de estos componentes el área de influencia indirecta puede variar según el elemento ambiental analizado, particularmente para la fase de preparación, construcción y operación.

Teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, y que no existen impactos significativos que sobrepasen los límites de propiedad, sin embargo, de ejecuta un análisis correspondiente que evalúe los posibles efectos,

Para delimitar el área de influencia que incluya los efectos indirectos, según la definición mencionada, se identificaron los principales impactos negativos que sobrepasan los límites del sitio de proyecto y los componentes ambientales que resienten dichos impactos.

Polvos y partículas

En este sentido el impacto ambiental sobre el aire es la generación de material particulado (polvo) que pueda generarse durante las actividades, trabajos en la preparación del sitio, y etapas del proyecto, todo esto en función de la dirección y velocidad de los vientos.

Se elaboro un modelo de Rosa de Vientos con apoyo del software WRPLOT View Freeware 8.0.2., para determinar la dirección y velocidad del viento en el sitio. La rosa de vientos representa la frecuencia de ocurrencia de los vientos y dirección de estos.

Los datos se obtuvieron de base datos de la zona en la que se utiliza la dirección, velocidad del viento y precipitación para un año. La rosa de los vientos se subdivide en direcciones de viento, y están dadas en Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (O) y en grados de azimut Norte (0- 360°):

- N = Norte (0°)
- NW= Noroeste (315°)
- W = Oeste (270°)
- SW = Suroeste (225°)
- S = Sur (180°)
- SE = Sureste (135°)
- E = Este (90°)

- NE = Noreste (45°)

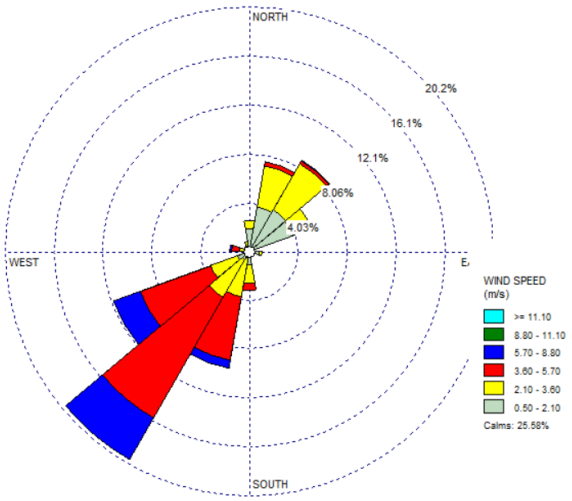


Ilustración IV.7. Rosa de vientos.

La velocidad del viento se midió en metros por segundo (m/s). La longitud del rayo indica las diferentes direcciones del viento, el rayo apunta a la dirección, y el color depende de la velocidad.

El parte verde claro del rayo muestra velocidades de viento tranquilas o al menos muy bajas en rangos de 0.50 a 2.10 m/s, mientras que la amarilla indica velocidades de viento moderadas en un rango de 2.10 a 3.60 m/s. Cuanto más intenso es el color, más viento hay.

Los rayos rojos representan vientos con una velocidad de 3.60 a 5.70 m/s, los rayos azules representan un rango de vientos de 5.70 a 8.80 m/s es la velocidad máxima de viento de la zona según los datos obtenidos cada 24 horas.

Se estimó que el viento dominante fue del sur suroeste (SO) y las ráfagas estuvieron en el rango de 0.50 m/s a 8.80 m/s, mientras que los vientos de menor velocidad y a menor distancia se concentran en el noreste en un rango de 0.50 a 5.70 m/s.

Finalmente se consideró la topografía y el relieve montañoso de la parte sur el cual actúa como una barrera natural para el arrastre de material y el sonido por viento, limitando así afecte más allá de lo estimado.

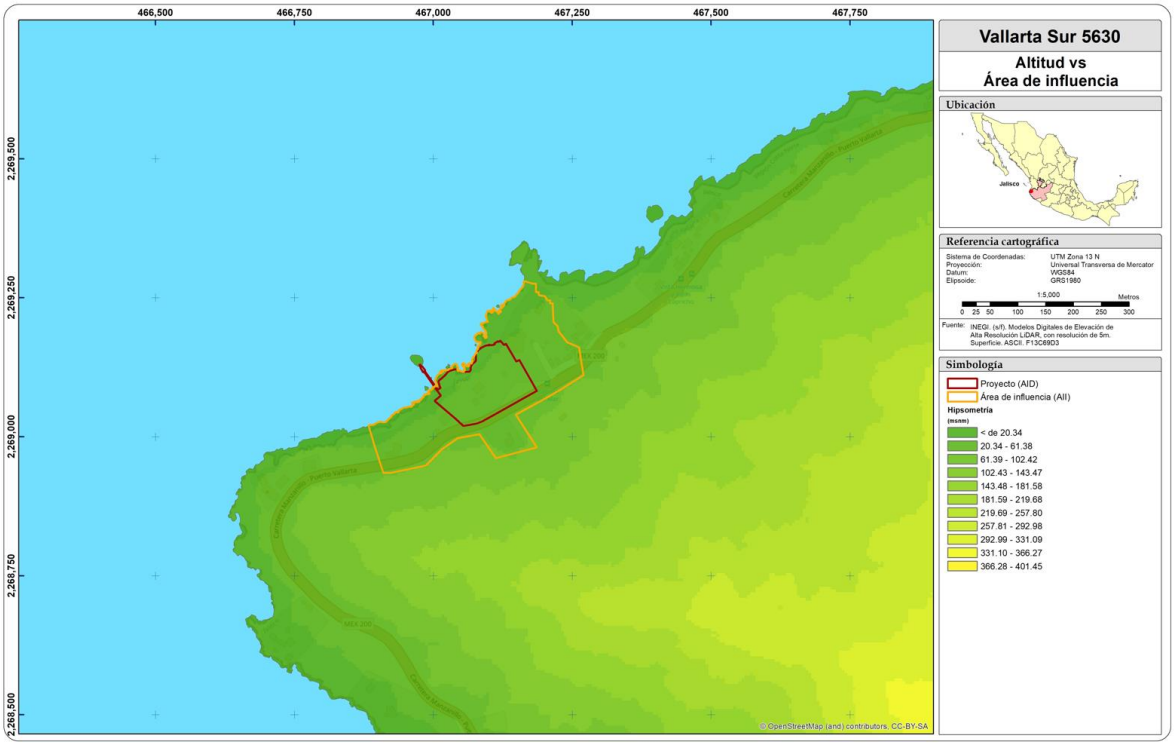


Ilustración IV.8. Delimitación del área de influencia tomando como referencia la topografía, relieve y trazo urbano

Resultado de lo anterior, se definió el área de influencia que se puede observar en el mapa siguiente la cual tiene una superficie de 58,498.42 m² (5.84 ha).

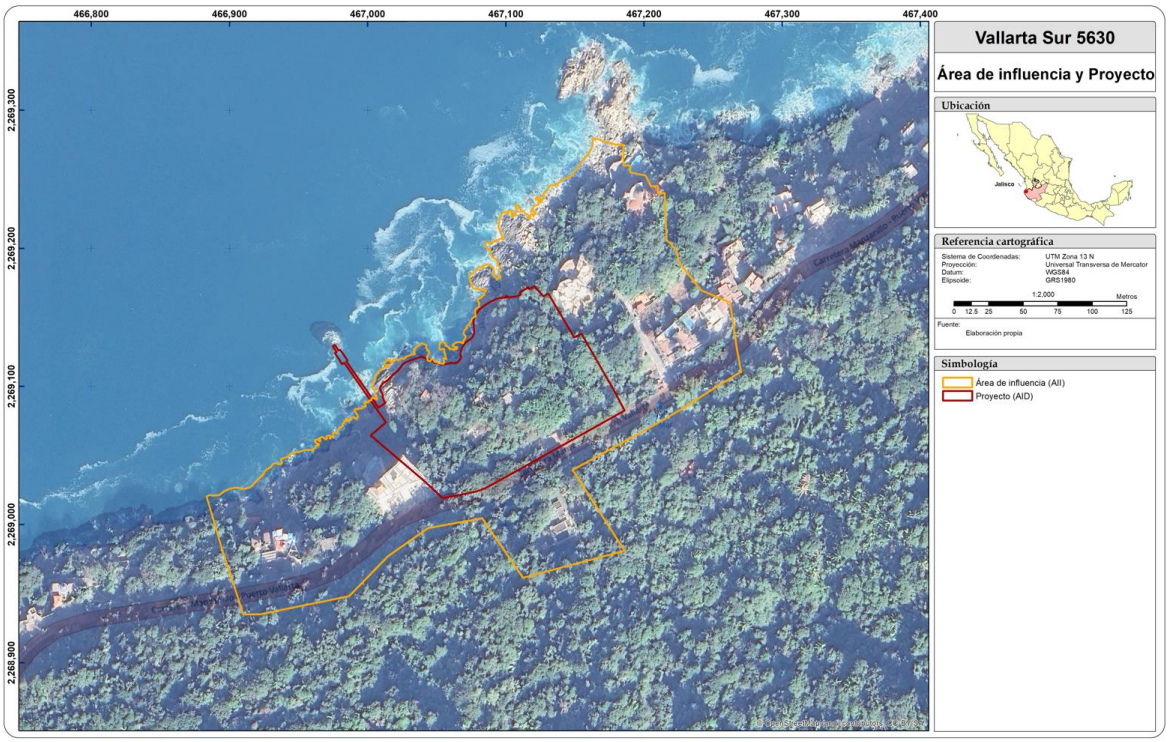


Ilustración IV.9. Delimitación del Área de influencia

Fuente: Elaboración propia.

IV.3.1.1 Medio abiótico

Es importante señalar que el análisis de los componentes bióticos y abióticos se lleva a cabo de manera integral, abarcando los tres niveles espaciales relevantes: el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP). La evaluación pone especial énfasis en aquellos elementos que presentan una mayor probabilidad de interacción con las fases de ejecución y operación de la obra propuesta.

Los componentes abióticos comprenden los factores físicos y químicos que determinan las condiciones del ambiente o ecosistema, tales como el clima, el relieve, la geología, el suelo y la hidrología. Estos elementos, junto con su ubicación geográfica, influyen directamente en la presencia, distribución, riqueza y diversidad de la flora y fauna asociadas.

En función de su relevancia ecológica y su relación con los posibles impactos del proyecto, a continuación, se presenta la descripción detallada de los aspectos abióticos correspondientes al SAR, su AI y el SP.

Clima

El área correspondiente al Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de Influencia (AI) y Sitio del Proyecto (SP) se ubica dentro de una zona climática Aw2, en los climas del grupo A, es decir, los cálidos húmedos. de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (2004), este tipo climático corresponde a un clima tropical con lluvias en verano, también conocido como clima tropical seco.

En específico en el clima **Aw2** cálido subhúmedo, es el clima que presenta la mayor humedad dentro de los cálidos subhúmedos. Se distribuye sobre el 31.64% % del territorio municipal, sobre la mayor parte de la mitad sur del municipio.

Características principales del clima Aw2:

- Estación seca bien definida: Presenta una sequía invernal prolongada, concentrando la mayor parte de las precipitaciones en el verano.
- Temperatura media anual elevada: Superior a los 22 °C, con baja oscilación térmica interanual.
- Precipitación anual moderada a alta, pero con fuerte estacionalidad; el periodo de lluvias se concentra típicamente entre junio y octubre, mientras que los meses de noviembre a mayo son marcadamente secos. La precipitación del mes más seco se encuentra entre 0 y 60 mm; con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual
- El subíndice “w” indica esta estacionalidad de lluvias (winter dry), y el número “2” especifica que la temperatura del mes más frío supera los 18 °C, por lo que no hay una verdadera estación fría, solo una estación seca.

Este tipo climático favorece el desarrollo de vegetación tropical subcaducifolia y caducifolia, con especies adaptadas a condiciones de estrés hídrico estacional, como lo evidencian los patrones fenológicos (pérdida de hojas en la temporada seca).

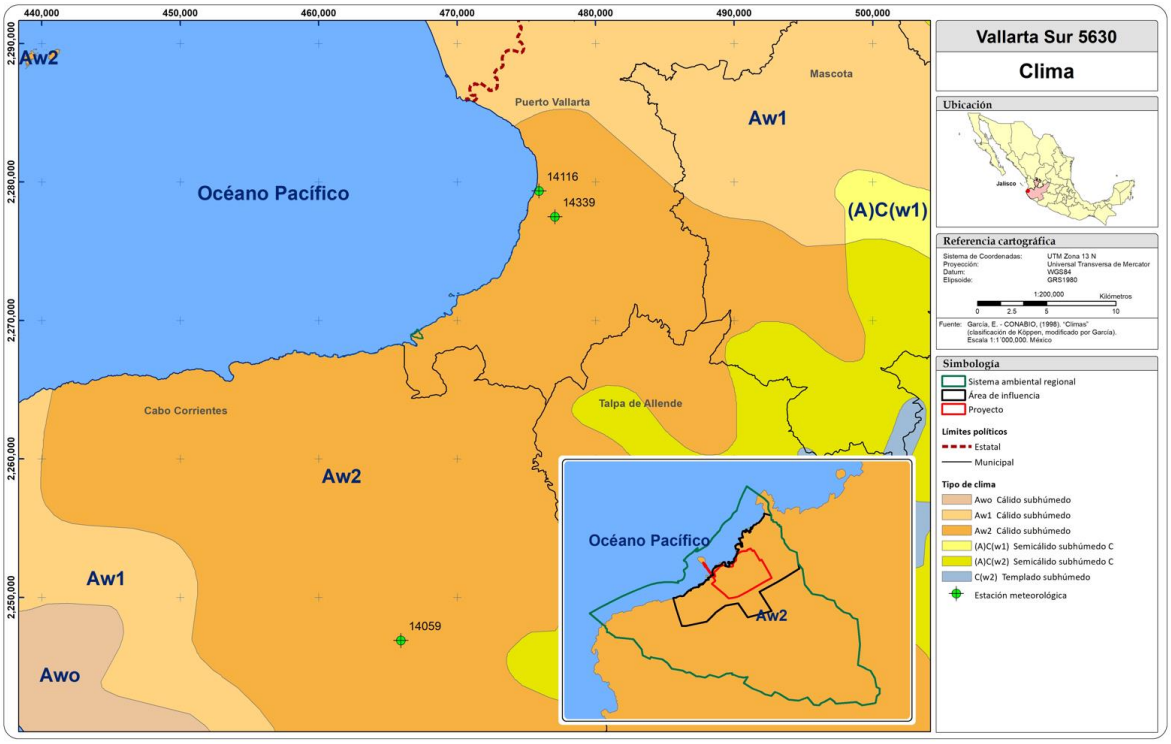


Ilustración IV.10. Clima en el SP, AI Y SAR.

Los principales elementos del clima son la temperatura y la precipitación, los cuales comprenden los valores medios que determinan la climatología de una zona geográfica. Estos elementos están determinados por la Normales Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional, administrado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

La estación climatológica más cercana, es la estación número 14339 denominada El Cuale, con coordenadas Latitud: 20°35'47" N y Longitud 105°13'12" W a una altitud de 53 msnm. Las temperaturas más cálidas se presentan entre los meses de junio y octubre. Las diferencias entre los meses más cálidos y los más fríos varia en más de nueve grados centígrados dependiendo de los registros máximos, medios o mínimos, por ejemplo, la temperatura máxima mensual registra su valor más elevado en el mes de agosto y el más frío en el mes de enero, con una diferencia de 4.7°C. Con la temperatura media los meses fueron los mismos que en la máxima con una diferencia de 6.3°C y en la temperatura mínima se registraron en los meses de enero, febrero y marzo con 13.7°C,13.6°C y 13.8°C respectivamente, como se puede observar en la tabla y gráfica siguiente.

Tabla IV.2 Normales climatológicas Estación 14339 El Cuale, Jalisco, 1980-2025.

Datos/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura Máxima	26.8	26.9	27.4	28.4	29.8	30.4	31.2	31.5	31.4	31.2	29.8	27.5	29.4
Temperatura Media	20.2	20.2	20.6	21.8	23.9	25.9	26.4	26.5	26.4	25.8	23.6	21.2	23.6
Temperatura Mínima	13.7	13.6	13.8	15.2	18.1	21.4	21.5	21.5	21.5	20.5	17.4	14.8	17.7
Precipitación	28.8	17.9	8.9	3.0	15.9	235.3	373.0	406.1	435.4	140.0	27.7	24.9	1,716.9
Evaporación	81.9	97.2	135.0	152.0	165.1	142.5	138.0	140.7	122.2	110.7	89.7	74.3	

Fuente: Elaboradas con los datos del registro histórico del Servicio Meteorológico Nacional, Normales climatológicas con datos del 15 de junio de 1980 al 12 de marzo de 2025.

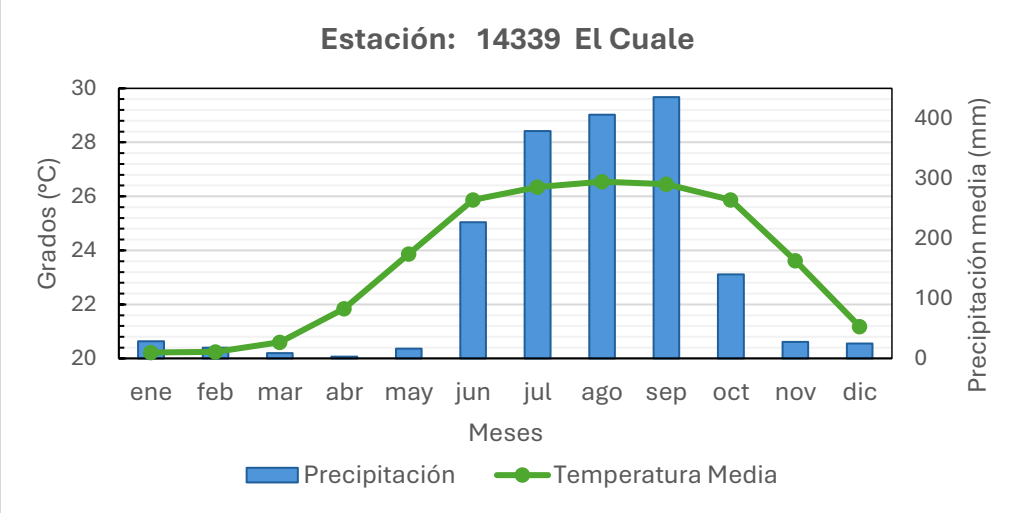


Ilustración IV.11. Climograma de la Estación 14339 El Cuale, Jalisco, 1980-2025.

Fuente: Elaboradas con los datos del registro histórico del Servicio Meteorológico Nacional, Normales climatológicas con datos del 15 de junio de 1980 al 12 de marzo de 2025. (https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica).

Precipitación

De acuerdo la clasificación de Köppen modificada por García (2004). El tipo climático Aw2 se caracteriza por un régimen de precipitación marcadamente estacional, con lluvias concentradas en el verano y una estación seca prolongada durante el invierno.

- Precipitación media anual: Oscila entre 800 y 1,200 mm, aunque puede variar ligeramente según la altitud y exposición orográfica, las zonas con mayor precipitación son las costas.

- Estacionalidad: Aproximadamente el 85% o más de la lluvia anual se concentra entre los meses de junio y octubre, con una estación seca prolongada de noviembre a mayo, con precipitaciones mensuales generalmente por debajo de 60 mm, e incluso meses con registros inferiores a los 10 mm, lo que define una sequía invernal bien marcada,

- Riesgo de eventos intensos: Durante la temporada de lluvias, pueden presentarse precipitaciones de alta intensidad en cortos periodos, lo cual incrementa el riesgo de escorrentía superficial, erosión del suelo y arrastre de sedimentos.

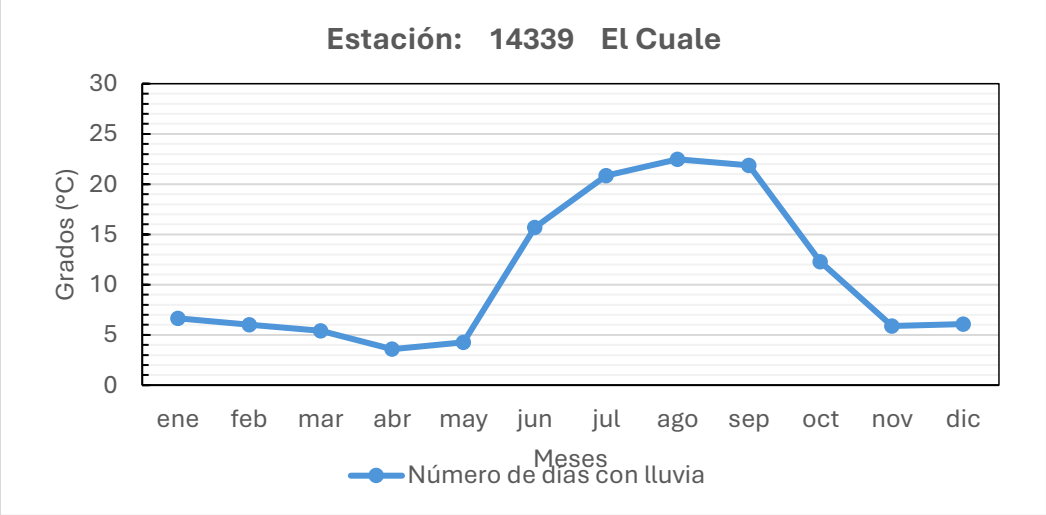


Ilustración IV.12. Precipitaciones registradas en la Estación 14339 El Cuale, Jalisco, 1980-2025.

Fuente: Elaboradas con los datos del registro histórico del Servicio Meteorológico Nacional, Normales climatológicas con datos del 15 de junio de 1980 al 12 de marzo de 2025. (https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica).

Temperatura

Este clima se caracteriza por una temperatura media anual superior a los 22 °C, sin descenso térmico significativo en invierno. El subíndice “2” indica que la temperatura media del mes más frío permanece por encima de los 18 °C, lo que denota la ausencia de una estación fría.

Tres de los cuatro meses con temperaturas más cálidas, registran también las precipitaciones más altas, por ello el clima es cálido subhúmedo, la precipitación es alta de 1,716.9 mm anuales. El mes de agosto registra la temperatura más alta con 31.5°C y septiembre con la precipitación más alta 435.4 mm. La temperatura está relacionada al final del verano y la precipitación se ve favorecida por la temporada de ciclones tropicales que tiene gran aporte en la cantidad de agua que recibe la región.

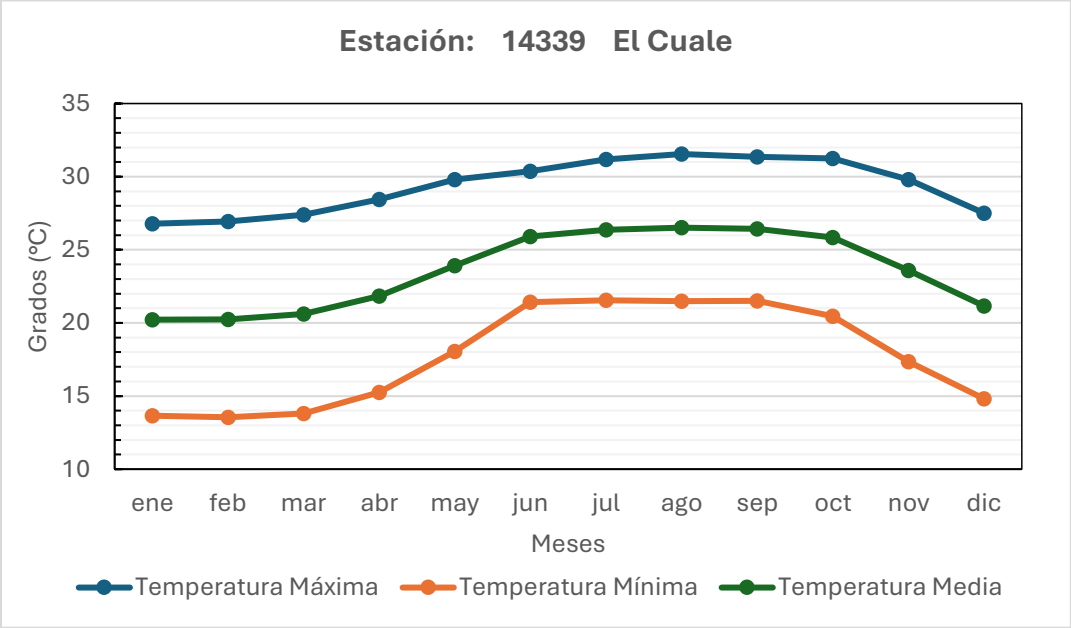


Ilustración IV.13. Temperaturas registradas en la Estación 14339 El Cuale, Jalisco, 1980-2025.

Fuente: Elaboradas con los datos del registro histórico del Servicio Meteorológico Nacional, Normales climatológicas con datos del 15 de junio de 1980 al 12 de marzo de 2025. (https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica).

Vientos dominantes

Los vientos dominantes en la región provienen del noroeste y noreste, con velocidades promedio de 10 a 20 km/h. Durante la temporada de lluvias, la influencia del Océano Pacífico y de fenómenos tropicales puede modificar temporalmente esta dirección, aumentando la humedad atmosférica y la velocidad del viento.

Este régimen climático es determinante en la configuración de los ecosistemas locales, favoreciendo la presencia de vegetación tropical subcaducifolia y

caducifolia, adaptada a condiciones de humedad estacional y sequía prolongada, además de influir en procesos ecológicos como la dinámica fenológica, la disponibilidad hídrica y la actividad biológica del suelo.

Fenómenos hidrometeorológicos

En Jalisco los fenómenos extremos que se registran ocurren en general con escasa frecuencia. Los ciclones tropicales o huracanes afectan su territorio una vez cada cinco años, en promedio, durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (agosto-octubre e incluso noviembre). De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos de la CENAPRED, el municipio de Puerto Vallarta, donde se localiza en Sistema Ambiental, registra un grado de peligro medio por presencia de ciclones tropicales.

Como se puede observar en el mapa de la Ilustración IV.14, la trayectoria más cercana al Sistema Ambiental se puede mencionar, Lily de 01 de septiembre del 1971, de fecha 19 octubre de 1966, la Depresión Tropical Maggie, que entró por el sur de la costa de Jalisco, moviéndose de manera paralela a esta, saliendo de nuevo en la bahía de Banderas para adentrarse de nuevo al continente en la ciudad de Puerto Vallarta, para después cruzar el municipio de Bahía de Banderas de sur a norte.

El 29 de agosto de 2021 el centro del huracán Nora, de categoría 1 en la escala Saffir-Simpson, tocó tierra en las inmediaciones de Tomatlán, Jalisco. A la misma hora, se ubicó a 35 km al sureste de Cabo Corrientes y a 50 km al sur-suroeste de Puerto Vallarta, municipios de Jalisco, presentando vientos máximos sostenidos de 130 km/h, rachas de 155 km y un desplazamiento hacia el noroeste a 22 km/h.

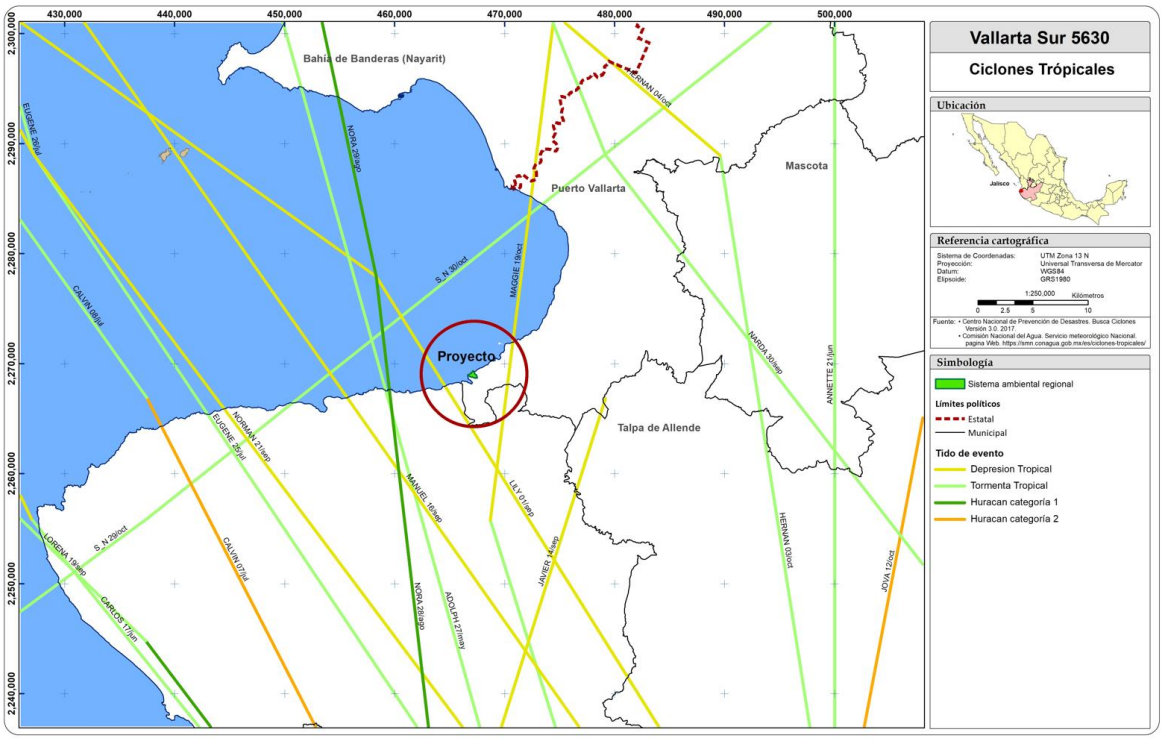


Ilustración IV.14.Ciclones Tropicales, 1949-2020.

Fuente: CENAPRED, Atlas Nacional de Riesgos.

Respecto a la vulnerabilidad ante fenómenos meteorológicos extremos la Ilustración IV.14 permite ubicar el sitio del proyecto con respecto a la frecuencia y categoría de ciclones que históricamente han pasado por la región. Se registran múltiples trayectorias de ciclones entre depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes de categorías 1 por la zona. Los fenómenos de baja intensidad (depresiones y tormentas tropicales) son los más frecuentes en la zona, según la cantidad de líneas amarillas, verdes y verde oscuro.

Los ciclones tropicales se caracterizan por una circulación cerrada de sus vientos y se dividen en fases de acuerdo con la velocidad de su Viento Máximo Sostenido en superficie (VMS) (CENAPRED, 2007):

a) Depresión Tropical: VMS menor a 63 km/h.
b) Tormenta Tropical: VMS entre 63 y 118 km/h.
c) Huracán: VMS mayor a 118 km/h.

Aire

La calidad del aire tiene que ver tanto con las condiciones meteorológicas como de las características de aprovechamiento, de los recursos que emplean y la disposición en los asentamientos humanos. Al tratarse de una zona costera con baja densidad de fuentes emisoras relevantes y con presencia constante de vientos durante gran parte del año, la calidad del aire se considera generalmente buena. Este factor contribuye de manera positiva al bienestar de los organismos que habitan en el área, manteniéndose como un parámetro ambiental favorable dentro del Sistema Ambiental Regional, el Área de Influencia y el Sitio del Proyecto.

El Sistema Ambiental regional y la mayor parte de las zonas colindantes con el sitio del proyecto no están expuestas a ruido en niveles que resulten perjudiciales para la salud humana, la fuente principal generadora de ruido es la carretera federal 200.

Fisiografía

El Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP) se localizan dentro de la provincia fisiográfica XII: Sierra Madre del Sur, específicamente en la subprovincia denominada Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, de acuerdo con la regionalización fisiográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

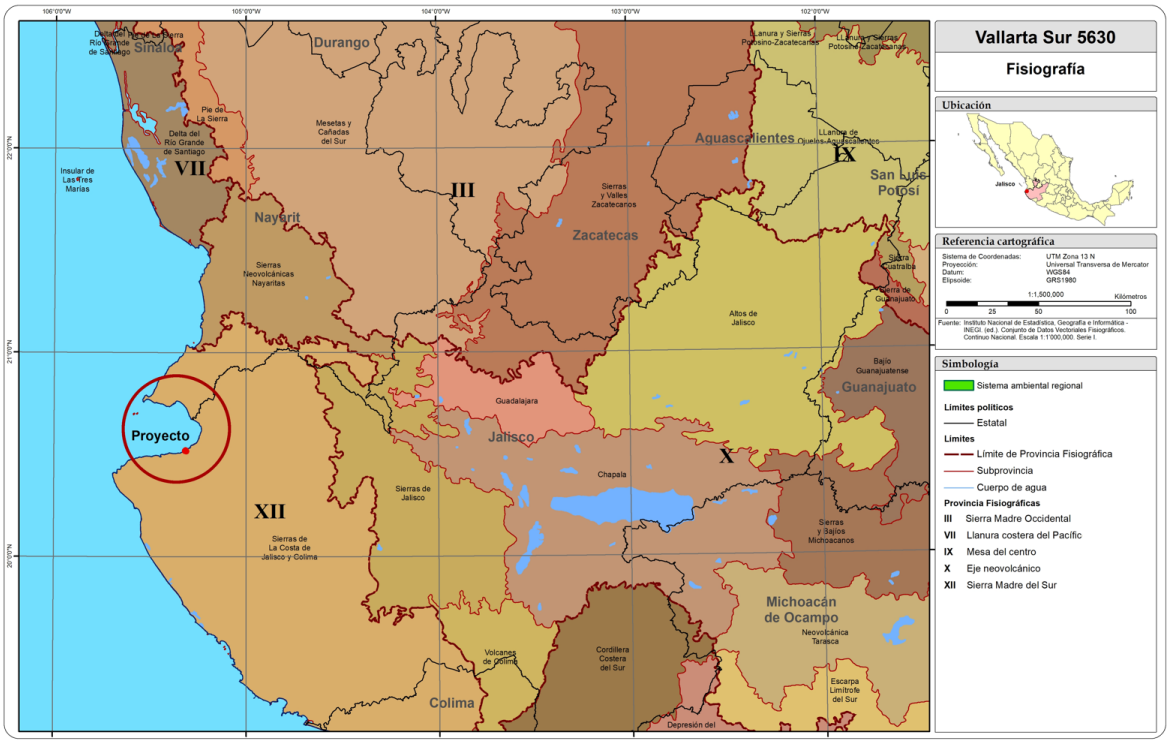


Ilustración IV.15. Fisiografía en el SAR, AI y SP.

Esta provincia se caracteriza por presentar un relieve abrupto, compuesto por sierras alineadas en sentido noroeste-sureste, originadas por procesos tectónicos y volcánicos del Cenozoico. La subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima forma parte de la franja montañosa costera del occidente mexicano, con elevaciones que oscilan entre los 500 y los 2,500 msnm, intercaladas con valles angostos y zonas de transición hacia planicies costeras.

La geomorfología y estructura geológica de esta subprovincia tienen una influencia directa en factores como el drenaje superficial, la estabilidad del terreno y los patrones de uso del suelo.

Geomorfología

El Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP) se ubican dentro de las regiones fisiográficas X (Sistema Volcánico Transversal) y XII (Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur), abarcando zonas del centro, norte y sur del estado de Jalisco. La geomorfología corresponde a Sierra alta compleja (100-0/01), esta región presenta una conformación geológica dominada por estratos de granito, granodiorita y tobas riolíticas, correspondientes a

rocas ígneas plutónicas y volcánicas, que dan lugar a un relieve montañoso con presencia de valles intermontanos.

Específicamente el área donde se ubica el sitio del proyecto se considera una zona montañosa, con una llanura resultado de roca volcánica, las geoformas más relevantes son colinas de entre 8 y 44 m con respecto al nivel del mar, por lo que se observa un terreno escarpado y rocoso, que colinda con un litoral abrupto y rocoso del Océano Pacífico.

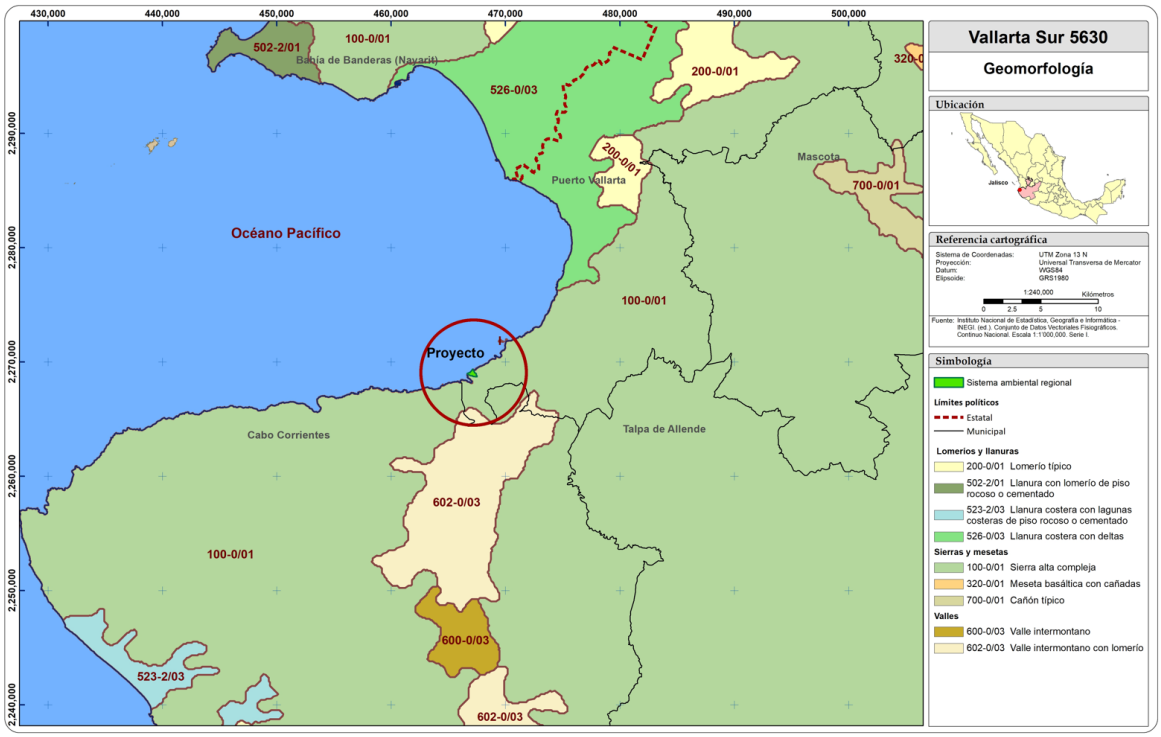


Ilustración IV.16. Geomorfología en el SAR, AI y SP.

Suelo

Geología

La geología se refiere al estudio de la composición, estructura y procesos que han formado y siguen actuando en la zona, incluyendo el análisis de rocas, suelos, se investigan las fallas, fracturas y otros rasgos estructurales que puedan influir en la dinámica.

En la zona del Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP) la conformación geológica corresponde a granito y la

granodiorita, son rocas ígneas intrusivas (plutónicas) de grano grueso, pero se diferencian en su composición mineral.

Las rocas ígneas intrusivas (plutónicas) se forman cuando la corteza terrestre se debilita en algunas áreas, el magma asciende y penetra en las capas cercanas a la superficie, pero sin salir de ésta, lentamente se enfría y se solidifica dando lugar a la formación de este tipo de rocas. La característica principal es la formación de cristales, observables a simple vista (Textura fanerítica).

El granito se caracteriza por tener una mayor proporción de feldespato potásico, mientras que la granodiorita contiene más feldespato plagioclasa.

Su definición con base INEGI es la siguiente.

- **Granito:** Roca plutónica que consiste esencialmente de cuarzo, feldespato y plagioclasa en cantidades variables. Generalmente de color claro (gris, rosa, blanco) con cristales visibles de cuarzo, feldespato y mica.

- **Granodiorita:** Tiende a ser más oscura y moteada, con cristales de plagioclasa de color claro y minerales oscuros como biotita y anfíbol. Roca plutónica que consiste esencialmente de cuarzo, plagioclasa y muy poca cantidad de feldespato alcalino.

Tanto el granito como la granodiorita son rocas duraderas y se utilizan en construcción, revestimientos, esculturas y monumentos.

La morfología del terreno está estrechamente vinculada con la estructura geológica profunda. En la porción occidental de Jalisco predominan sierras constituidas por rocas ígneas que se extienden hasta la costa, conformando una transición hacia una llanura costera en la zona suroccidental del municipio de Tomatlán. Por su parte, en la región nororiental del estado se desarrollan alineamientos serranos que alcanzan elevaciones de hasta 2,850 metros sobre el nivel del mar (msnm), intercalados con cañones profundos que descienden hasta los 400 msnm. No se encuentran fallas o fracturas en el SAR ni en el SP.

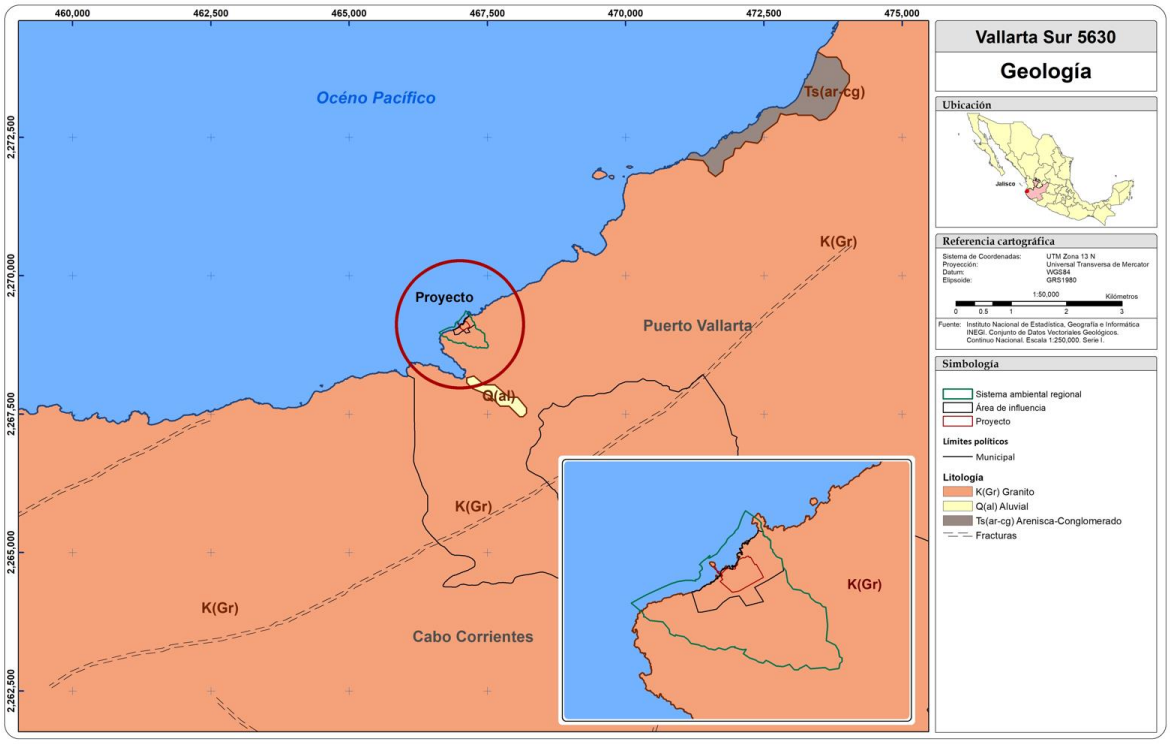


Ilustración IV.17. Geología en el SAR, AI y SP.

Sismicidad

De acuerdo con la clasificación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 1993), el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP) se localizan en la Zona Sísmica D, la de mayor peligrosidad sísmica en México.

De acuerdo con la zonificación sísmica oficial elaborada por la CFE (1993), el proyecto se ubica en la Zona D, que representa una región con alta sismicidad, asociada principalmente a la interacción entre la Placa de Cocos y la Placa de Norteamérica, frente a las costas del Pacífico mexicano. Esta zona se caracteriza por una frecuencia significativa de eventos sísmicos de magnitud moderada a alta, y por tanto se considera una de las regiones con mayor riesgo sísmico del país.

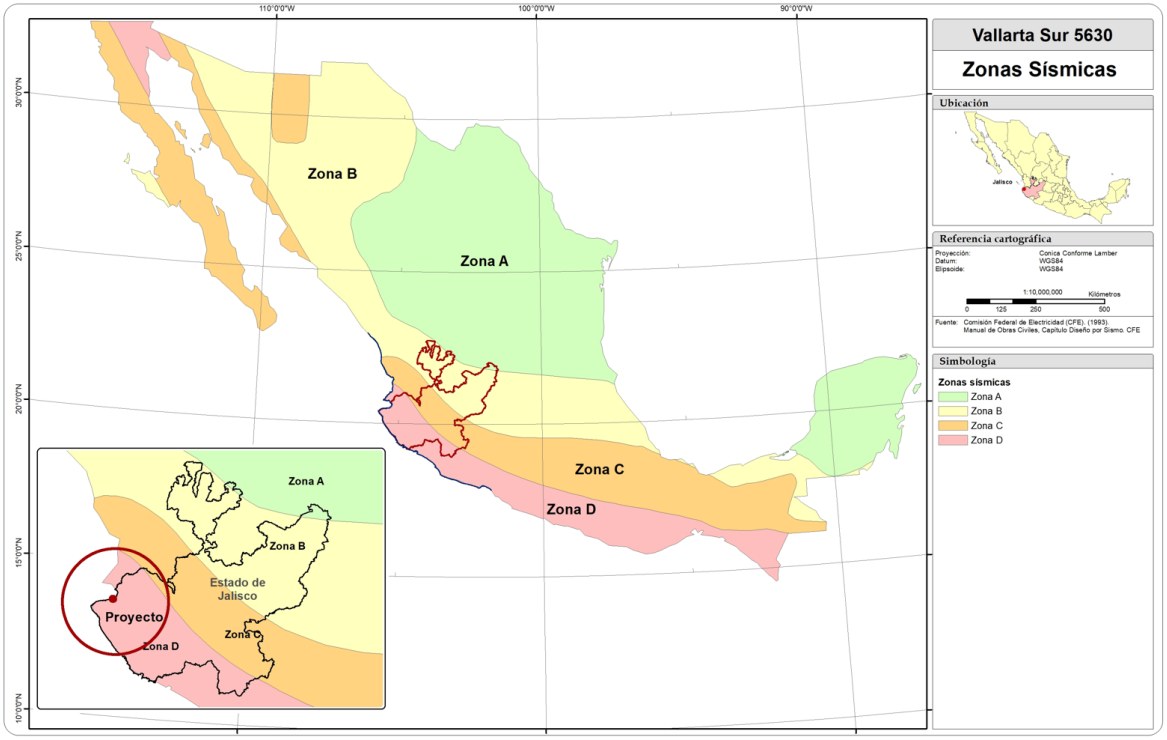


Ilustración IV.18. Zonas sísmicas en el SAR, AI y SP.

Esta condición implica la posibilidad de aceleraciones sísmicas elevadas en el sitio, lo cual debe ser considerado en el diseño estructural de la infraestructura proyectada, conforme a lo establecido en el Reglamento de Construcciones, las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (CDMX) y en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2004 sobre zonas de riesgo.

Implicaciones para el proyecto:

- Se requiere la aplicación de criterios estructurales y de seguridad sísmica estrictos durante la planeación, diseño y construcción del proyecto.
- Debe incluirse un análisis geotécnico específico, considerando las características locales del suelo, para determinar la respuesta sísmica del sitio.
- También es recomendable implementar protocolos de protección civil, medidas de evacuación y sistemas de alerta, especialmente si el proyecto involucra concentración de personas o infraestructura crítica.

Edafología

En la región que abarca el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), el suelo predominante es del tipo Leptosol, según la clasificación de la FAO/WRB. Este suelo se caracteriza por su escasa profundidad de 10 cm en promedio en contacto con la roca, estando estrechamente relacionados con los Regosoles, Cambisoles y Vertisoles, cuentan con alto contenido de fragmentos rocosos y escaso desarrollo de horizontes. Es común en zonas montañosas con pendientes pronunciadas y topografía escarpada, como las que se presentan en el centro y occidente de Jalisco. Su naturaleza delgada y pedregosa lo hace poco apto para actividades agrícolas intensivas y vulnerable a la erosión.

Dada su poca profundidad y elevada susceptibilidad a la erosión, los Leptosoles presentan limitaciones significativas para el uso agrícola o forestal intensivo, y su presencia es indicativa de áreas con baja capacidad de retención hídrica y limitado desarrollo radicular, factores relevantes para la planeación ambiental y el manejo del territorio.

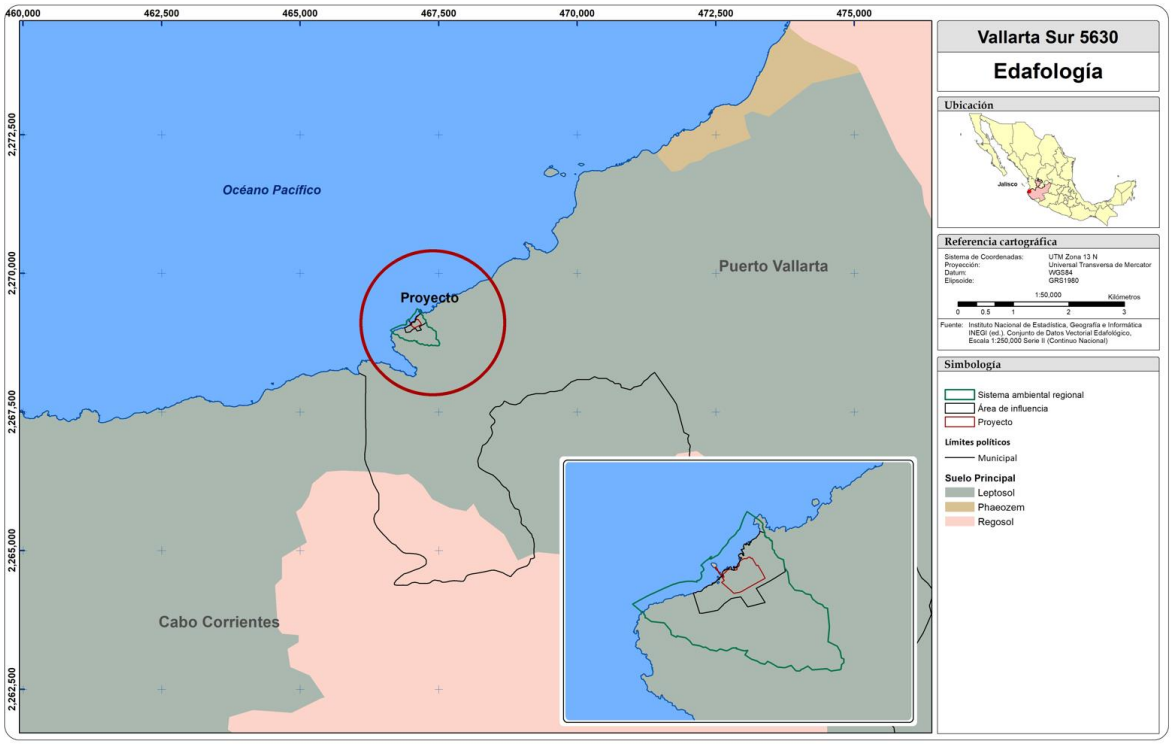


Ilustración IV.19. Edafología en el SAR, AI y SP.

Hidrología superficial

El municipio de Puerto Vallarta, donde se insertan el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2014) se encuentra en la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico, Región, Hidrológica 13 Río Huicicila en la cuenca Hidrológica RH13A. Cuale - Pitillal, subcuenca RH13Aa R. Tecomala.

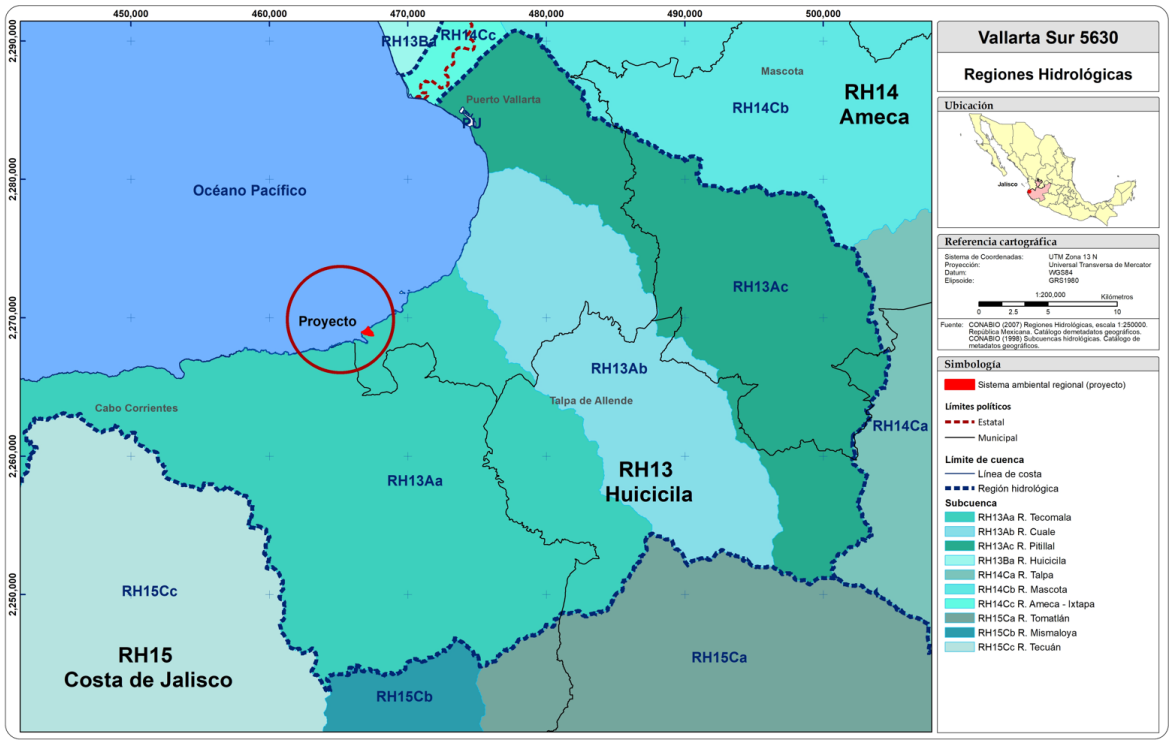


Ilustración IV.20. Regiones hidrológicas (Cuencas y subcuencas) en el SAR, AI y SP.

Las principales corrientes de agua en el municipio de Puerto Vallarta son; los ríos Ameca que sirve de límite entre los estados de Jalisco y Nayarit, el Mascota que descarga sus aguas en el anterior cerca del poblado de Las Juntas, El Pitillal, La Vena de Santa María y El Cuale, que cruza la ciudad. (Comisión Estatal del agua del Estado de Jalisco, 2015).

Particularmente en el SAR, AI y SP existen escurrimientos naturales superficiales de carácter temporal, y debido a que el predio del Proyecto se ubica en las inmediaciones del litoral rocoso, dichos afluente descargan sus aguas, por escurrimiento, al mar.

Con base a microcuencas Firco el SAR, AI y SP está ubicado en la microcuenca Boca de Tomatlán (13-053-01-006).

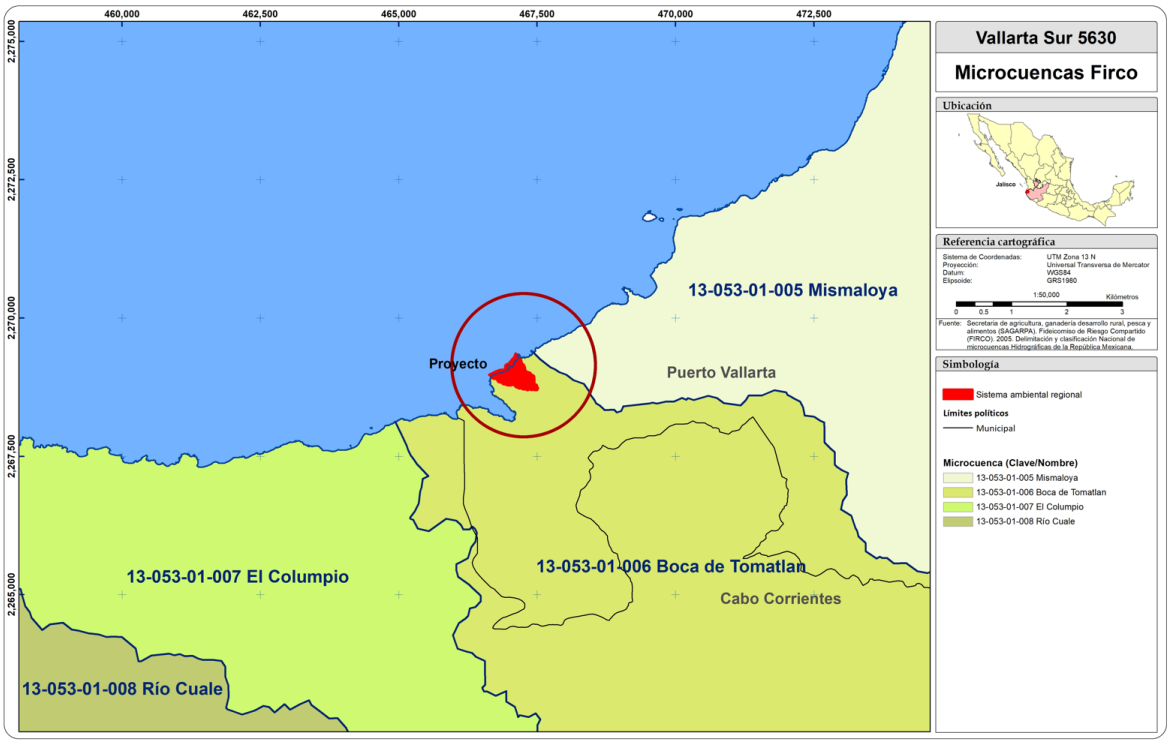


Ilustración IV.21. Microcuencas Firco en el SAR, AI y SP.

Hidrología subterránea

En el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), la hidrología subterránea corresponde principalmente a la unidad de material consolidado con posibilidades bajas (MC B), de acuerdo con la clasificación hidrogeológica utilizada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Esta categoría hace referencia a formaciones geológicas compuestas por rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias compactadas, con escasa porosidad y baja permeabilidad, lo que limita significativamente la infiltración y almacenamiento de agua subterránea.



Ilustración IV.22. Hidrología subterránea en el SAR, AI y SP.

La unidad MC B representa acuíferos de baja productividad, en los que la presencia de agua se restringe principalmente a fracturas, diaclasas o contactos litológicos específicos. Esto implica que, si bien puede haber captación puntual en pozos o manantiales, la disponibilidad general de agua subterránea en estas zonas es limitada, tanto en cantidad como en continuidad temporal.

Este tipo de contexto hidrogeológico es típico de zonas montañosas o de basamento cristalino, como las presentes en gran parte del centro y occidente del estado de Jalisco, y tiene implicaciones relevantes para la planeación hídrica, ya que condiciona el aprovechamiento sustentable del recurso subterráneo.

Zona marina

El frente marino correspondiente al sitio del proyecto tiene un área de 4.1120 ha y presenta características de costa rocosa, con presencia de depósitos producto de derrumbes y acumulaciones no consolidadas en áreas de baja energía dinámica. El predio se ubica sobre un acantilado con una elevación promedio de 45 metros sobre el nivel del mar y una pendiente aproximada del 15 %.

Para la caracterización de los componentes abióticos en la porción marina del Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de Influencia (AI) y Sitio del Proyecto (SP), se llevaron a cabo estudios de campo enfocados en analizar la dinámica de vientos, condiciones batimétricas, comportamiento mareal y procesos de transporte de sedimentos.

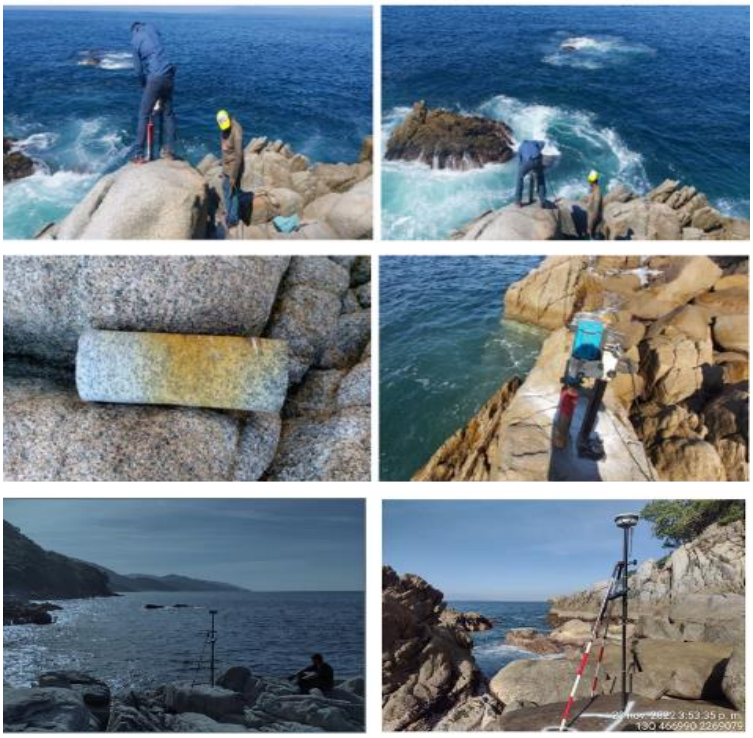


Ilustración IV.23. Levantamiento de datos en la porción marina del SAR del proyecto.



Ilustración IV.24. Vista panorámica del SAR y SP, se aprecian la porción terrestre, litoral y franja marina.



Ilustración IV.25. Vista panorámica del SAR y SP, se aprecian la porción terrestre, litoral y franja marina.

Clima marítimo

Con el objetivo de evaluar el efecto del oleaje sobre el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), así como su posible influencia en la operatividad y funcionalidad de la infraestructura propuesta, se llevó

a cabo la caracterización del clima de oleaje tanto operacional como extrema, bajo condiciones meteorológicas ordinarias y extraordinarias.

La caracterización se realizó a partir del análisis de información climatológica y oceanográfica proveniente de fuentes oficiales y científicas, entre las cuales se incluyen:

- Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
- Secretaría de Marina (SEMAR)
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

El oleaje en la región es generado principalmente por la acción del viento sobre la superficie libre del océano. Las características del oleaje (altura, longitud y periodo) varían en función de diversos factores, como la dirección e intensidad del viento, el tiempo de actuación, la extensión del área de generación, y la velocidad de impacto. Tanto la fuerza actuante como la distancia recorrida por la energía del viento son determinantes para la formación de olas con distintas magnitudes.

En condiciones meteorológicas ordinarias, el oleaje en la región presenta variaciones moderadas en altura, dirección y periodo. Sin embargo, durante eventos meteorológicos extraordinarios, como ciclones tropicales o tormentas intensas, estas características pueden alterarse significativamente, generando oleaje de gran altura en periodos cortos y localizados, dependiendo de la intensidad del evento y su proximidad al sitio de estudio.

De acuerdo con el análisis de datos históricos en la gráfica que se ilustra a continuación, se observa que en la zona donde se ubican el SAR, AI y SP, la mayoría de las olas registradas tienen alturas menores a 3.0 metros. El valor máximo de altura de ola identificado fue de 6.59 metros, mientras que el mínimo fue de 0.5 metros. Se detectan también eventos aislados con alturas superiores a los 4.0 metros, los cuales pueden atribuirse a condiciones meteorológicas excepcionales, como la presencia de sistemas ciclónicos.

La altura significativa promedio anual (percentil 50) es de 1.33 metros. No obstante, al realizar un análisis por dirección de propagación del oleaje, se observan variaciones importantes respecto al valor promedio global, lo cual se detalla

posteriormente en el análisis de percentiles significativos por dirección, basado en la base de datos de oleaje utilizada.

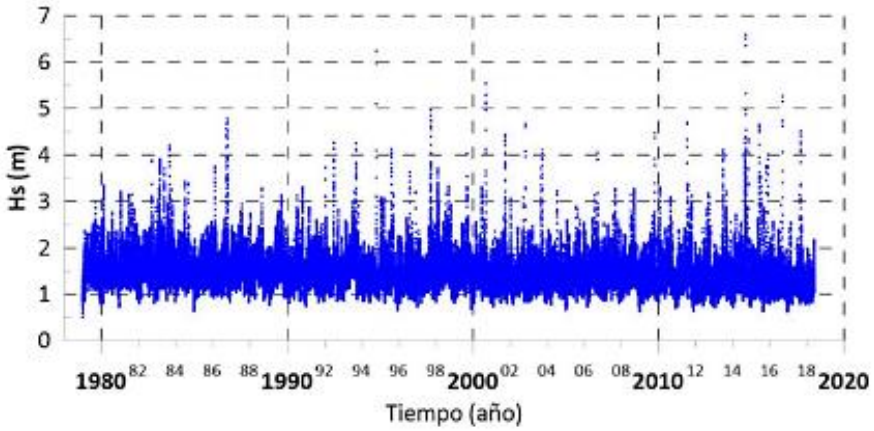


Ilustración IV.26. Serie de Hs (Lat 20.5 N, Lon. 106.0 W) para la región de Bahía de Banderas.

La rosa de oleaje representa la frecuencia del oleaje por dirección, correlacionada con intervalos de altura de ola ajustados a las 16 direcciones principales. Aunque el análisis original considera discretización en intervalos de 0.1 m, para facilitar su interpretación visual, se agruparon los datos en rangos de 1 m para alturas menores a 3 m, y en un solo rango para olas superiores a 3.0 m, utilizando una escala de colores.

Se observa que la dirección suroeste (SSW) es la predominante, con una frecuencia del 52.9 %, seguida por la dirección suroeste (SW) con 16.1 %. La mayoría de las olas se concentran entre 1 y 2 m de altura (color azul), con menor frecuencia entre 2 y 3 m (color verde). También se aprecian olas menores a 1 m (color cian) y, en menor proporción, olas superiores a 3.0 m (tono rojo), apenas perceptibles en el borde de las hélices.

La mayor parte del oleaje (99.2 %) proviene del cuadrante sur-oeste (S-W) y oeste-noroeste (W-NW), mientras que los cuadrantes norte-este (N-E), este-sur (E-S) y parte del noroeste (NW-N) presentan una frecuencia casi nula (0.8 %), al estar orientados hacia tierra firme. El 99.45 % de las olas registradas son menores a 3.0 m, por lo que las olas que superan esta altura (0.55 %) se consideran eventos extraordinarios por su baja frecuencia.

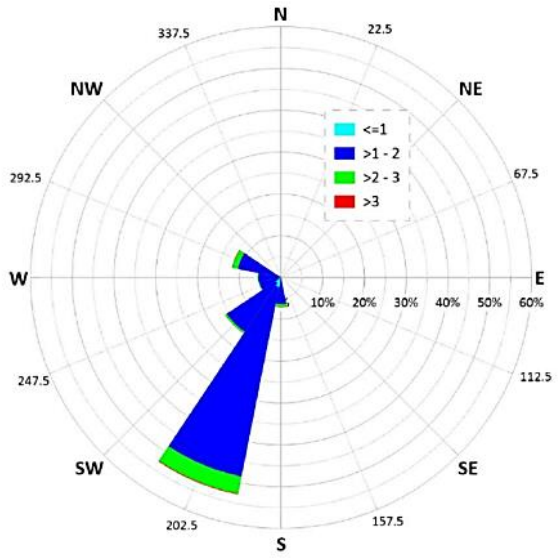


Ilustración IV.27. Rosa direccional de oleaje y frecuencia (HS) del régimen global, para la región donde se insertan el SA, AI y SP.

Por otro lado, en el histograma de frecuencias se observa que la dirección SSW destaca por su alta frecuencia y amplia distribución a lo largo del eje de alturas de ola (abscisas). Otras direcciones, como S, SW, WSW, W y WNW, aunque con menor frecuencia relativa, concentran la mayoría de sus registros en el rango de 1.1 a 1.7 metros de altura (Ilustración IV.28).

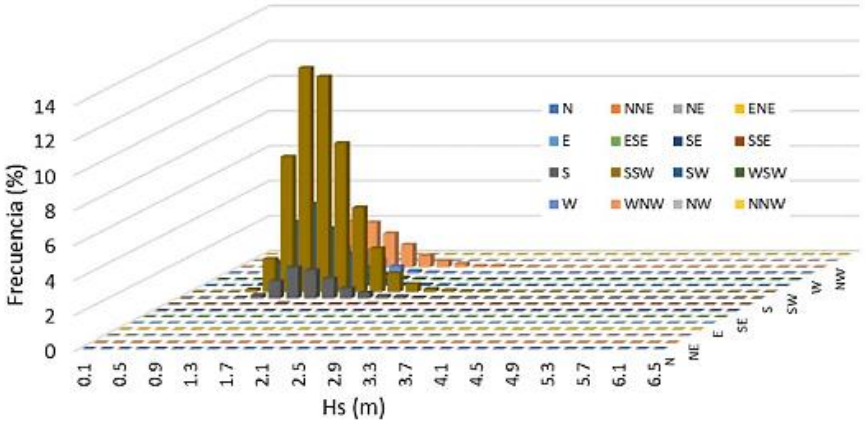


Ilustración IV.28, Histograma de frecuencia de Hs direccional (m) del oleaje para la región para la región donde se insertan el SA, AI y SP.

Los datos analizados indican que, en el SAR, AI y SP, la dirección predominante del oleaje corresponde al SSW, con una frecuencia del 58.89 %, seguida por las

direcciones SW (16.11 %) y WNW (11.98 %). Estas tres direcciones concentran en conjunto el 81 % de los eventos registrados. Otras direcciones, como S, WSW y W, presentan frecuencias intermedias entre 5 % y 7 %, mientras que el resto de las direcciones exhiben frecuencias nulas o casi nulas, sumando apenas el 0.76 % del total.

En términos de dinámica costera, un ángulo de incidencia normal (90°) entre la dirección del oleaje y la línea de costa conserva mayor energía que un ángulo oblicuo, debido a que la refracción provoca una redistribución de la energía a lo largo de una mayor distancia. Adicionalmente, el efecto de la difracción que depende de la morfología costera puede generar pérdidas significativas de energía cuando las olas rodean obstáculos durante su trayecto desde aguas profundas hacia la costa. Esto reduce su altura y, por ende, atenúa el potencial de perturbación sobre el sitio del proyecto (Ilustración IV.29).

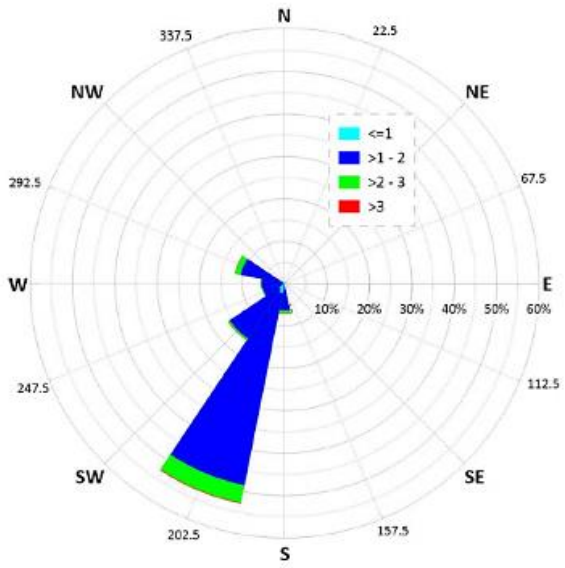


Ilustración IV.29. Dirección de oleaje, régimen global, para la región donde se insertan el SA, AI y SP.

La dirección sur-suroeste (SSW) es la predominante, con una frecuencia del 52.9 %, y también se identifica como la dirección dominante según la escala de colores. En todas las direcciones sobresale el color azul (olas de 1 a 2 m), seguido por el verde (2 a 3 m). También se aprecian zonas puntuales en color cian (olas <1 m) y líneas delgadas en rojo (olas >3 m), indicativas de eventos extraordinarios.

La incidencia del oleaje se concentra en el cuadrante 3 (S-W) y parte del cuadrante 4 (W-NW), que en conjunto representan el 99.2 % del total. En contraste, los cuadrantes 1 (N-E), 2 (E-S) y parte del 4 (NW-N) presentan frecuencias nulas o casi nulas (0.8 %), lo cual se asocia con la influencia de la masa continental.

Esta distribución direccional se mantiene en los regímenes mensual y estacional. En todos los casos, predominan los tonos azules (1–2 m), y secundariamente los verdes (2–3 m). En enero, febrero y diciembre, la dirección WNW es la más frecuente, especialmente en los dos primeros meses. En diciembre, la distribución es más homogénea hacia el cuadrante S-W. Durante el resto del año, particularmente entre abril y octubre, domina la dirección SSW. Los meses de marzo y noviembre muestran una transición entre WNW y SSW. Las olas de 2 a 3 m están presentes en todos los meses, aunque con menor frecuencia en marzo y abril.

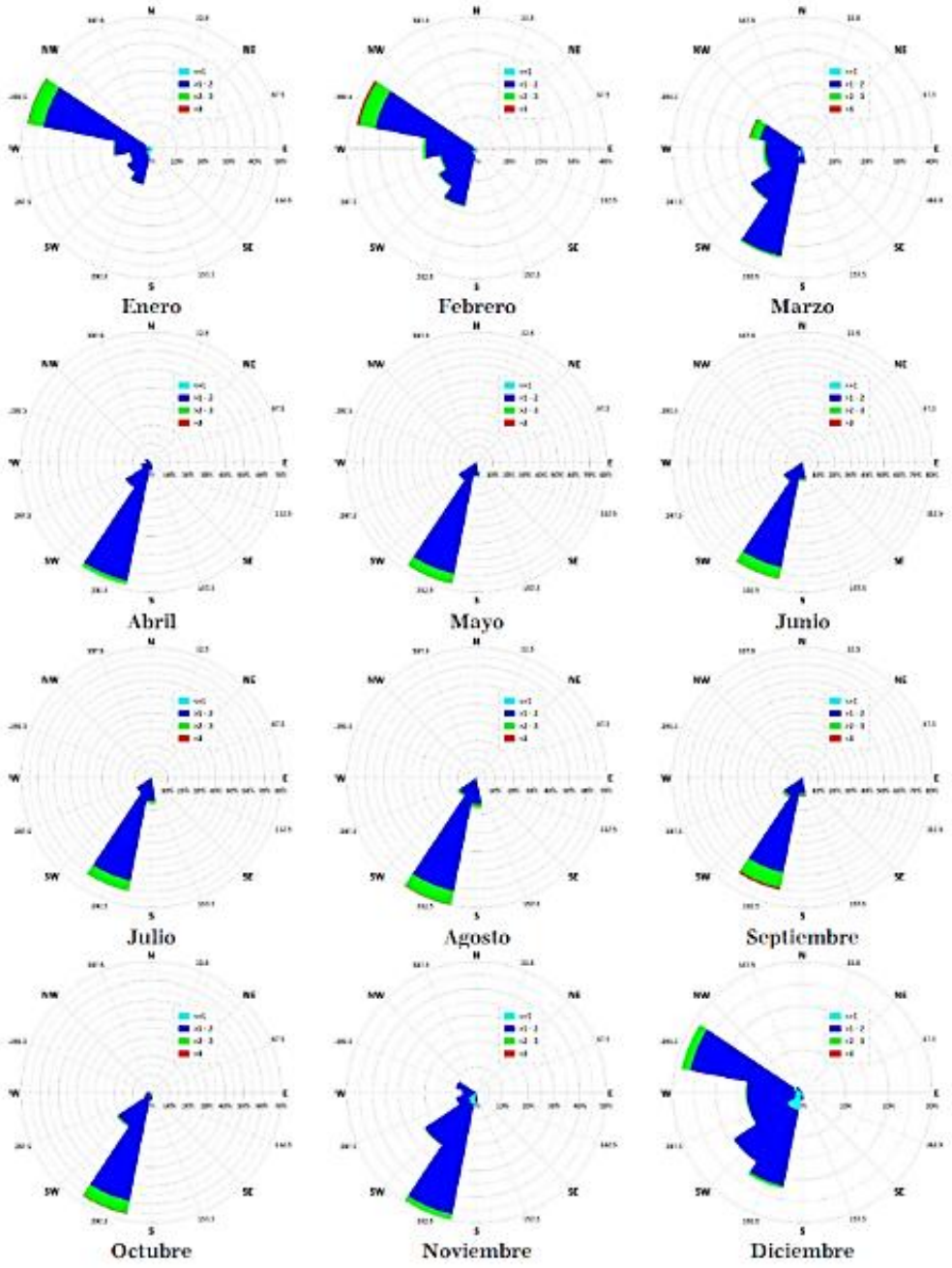


Ilustración IV.30. Dirección del oleaje mensual en la región donde se insertan el SA, AI y SP.

En los meses de febrero y septiembre se registran olas de mayor altura (superiores a 3.0 m), provenientes de direcciones distintas: WNW en febrero y SSW en septiembre.

En el régimen estacional (Ilustración IV.31), el invierno replica las condiciones observadas en enero y febrero, con predominancia de la dirección WNW (~37 %),

seguida por SSW, SW y W, cuyas frecuencias oscilan entre 15 % y 20 %. En contraste, durante primavera, verano y otoño, la dirección dominante es SSW, con frecuencias aproximadas de 68 %, 71 % y 52 %, respectivamente, superando ampliamente al resto de las direcciones.

Durante el invierno, el 97 % del oleaje proviene del rango direccional comprendido entre SSW y WNW. En primavera, las direcciones SSW y SW concentran el 84 % del oleaje, seguidas por la dirección S con un 7.6 %. En verano, la dirección SSW representa el 71 %, complementada por S (15 %) y SW (12 %), sumando en conjunto el 98 % del total. En otoño, aunque SSW continúa siendo la dirección principal (52 %), se observa una distribución más equilibrada, con aportes relevantes de las direcciones SW a WNW (43 %).

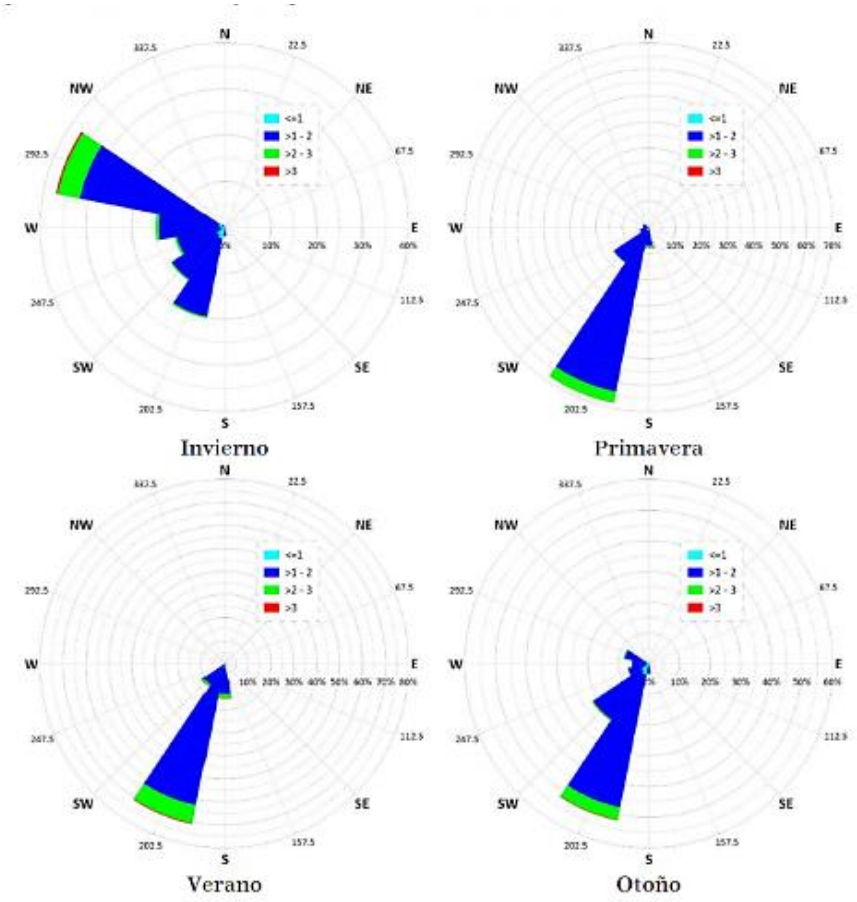


Ilustración IV.31. Dirección de oleaje estacional en la región donde se insertan el SA, AI y SP.

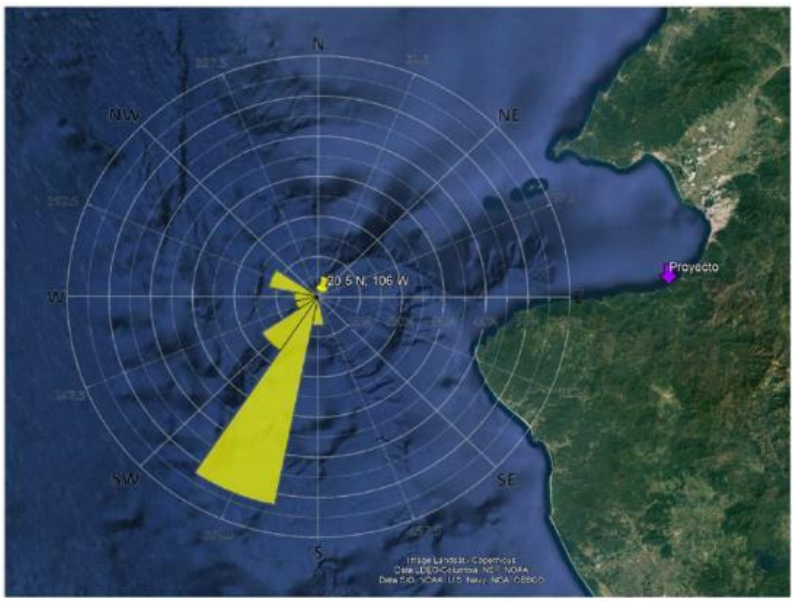


Ilustración IV.32. Esquema de la dirección de oleaje para la región donde se insertan el SA, AI y SP.

La Bahía de Banderas presenta una apertura directa hacia el océano Pacífico en su porción occidental, mientras que el contorno continental, de forma cóncava, delimita el norte, este y sur de la bahía. Esta morfología genera un efecto de resguardo natural en la zona sur donde se encuentra el sitio del proyecto frente al oleaje proveniente de las direcciones S, SSW (dirección reinante) y SW.

Con base en la ubicación geográfica del SAR, AI y SP, y considerando los límites físicos de la bahía, se trazaron haces (líneas verdes) que delimitan las direcciones que inciden efectivamente sobre el sitio, descartando aquellas que, aunque frecuentes, no alcanzan el área de estudio por efecto del resguardo morfológico (como la dirección SSW).

Las direcciones identificadas como incidentes sobre el sitio de estudio (Ilustración IV.33) son:

- W (5.7 %)
- WNW (11.9 %)
- NW (0.4 %)

La dirección NW presenta la incidencia más perpendicular respecto a la línea de costa del SP, aunque su frecuencia es muy baja (0.4 %). La dirección WNW es la más frecuente entre las seleccionadas (11.9 %) y se presenta principalmente

durante el invierno (diciembre, enero y febrero). La dirección W, con una frecuencia intermedia (5.7 %), muestra un ángulo de incidencia más oblicuo, lo que implica una mayor disipación de energía en comparación con las otras dos.

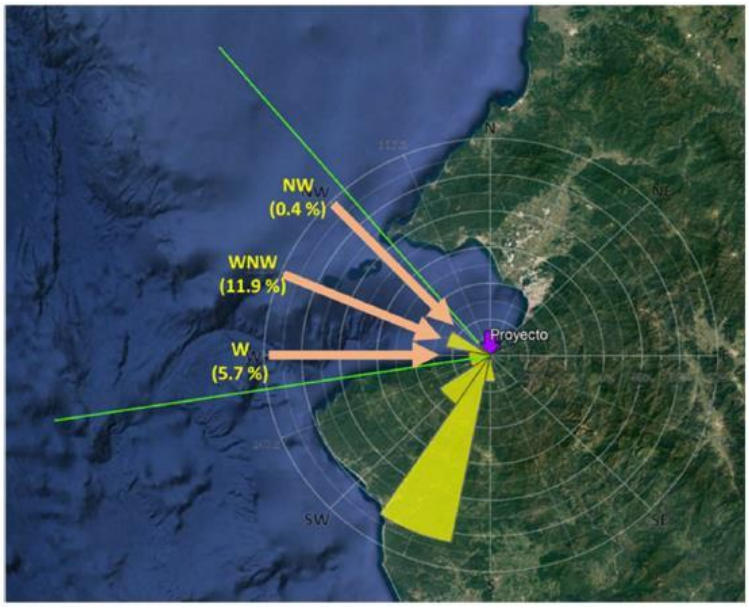


Ilustración IV.33. Esquema de las direcciones de oleaje incidente en la región donde se insertan el SA, AI y SP.

Oleaje Extraordinario

La región del Pacífico noreste, donde se localizan el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), se caracteriza por una alta actividad ciclónica. Los ciclones tropicales en esta zona suelen originarse entre los meses de mayo y octubre, cuando las temperaturas superficiales del mar superan los 27 °C y fuera de la franja de baja presión del cinturón ecuatorial (Ilustración IV.34).

El presente análisis se basa en un estudio desarrollado por la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en colaboración con el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), el cual originalmente abarcaba el periodo de 1966 a 2004. No obstante, dicho estudio fue actualizado, extendiendo el análisis histórico de ciclones hasta el año 2021, lo que permitió una evaluación más robusta del comportamiento y frecuencia de estos fenómenos en la región del proyecto.

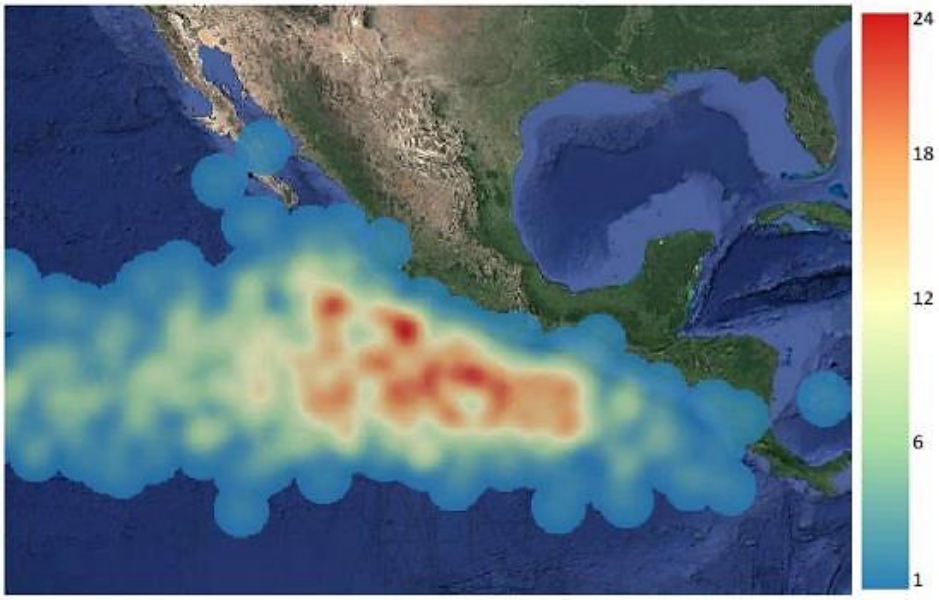


Ilustración IV.34. Frecuencia y distribución espacial (% por unidad de área) de la formación de ciclones tropicales en el noroeste del Pacífico entre 1949 y 2021, región donde se insertan el SA, AI y SP.

En el noreste del Pacífico se forman en promedio 15.3 ciclones tropicales al año. Aunque no todos alcanzan categoría de huracán ni se dirigen hacia tierra, cerca del 50 % impactan la costa mexicana. La corriente fría de California limita su avance más allá de los 30° de latitud norte. La zona de estudio, situada en la latitud 20.52° N, se ubica dentro de una franja con alta frecuencia ciclónica.

El Sitio del Proyecto (SP), junto con el Área de Influencia (AI) y el Sistema Ambiental Regional (SAR), se localiza dentro de la Bahía de Banderas, entre Punta Mita y Cabo Corrientes. Esta bahía, una de las más profundas del mundo (más de 900 m), ofrece resguardo natural gracias a su forma semicerrada.

El SP se ubica en la parte sur y profunda de la bahía, lo que, junto con la morfología regional y la trayectoria ascendente típica de los ciclones (hacia el noroeste), proporciona protección adicional ante impactos directos (Ilustración IV.35).



Ilustración IV.35.Esquematización de las trayectorias ciclónicas en la región donde se insertan el SA, AI y SP.

Identificar las características del oleaje generado por huracanes es clave para el diseño adecuado de las obras propuestas, ya que deben considerar su impacto en condiciones ciclónicas. Para ello, se consultó la base de datos de la NOAA, quien mantiene un monitoreo constante de estos fenómenos y su base de datos en esta región (pacífico noreste) se remiten desde 1949, de esta plataforma, se identificaron los eventos que pasan en un radio de 100 km del sitio de estudio.

En la Ilustración IV.35 e Ilustración IV.36 se muestran las trayectorias de los eventos meteorológicos en un radio de 100 km tomando como centro el sitio de estudio. Se identificaron 35 trayectorias, con base en sus máximas categorías 22 alcanzaron la categoría de huracán y 12 tormentas tropicales, y solo 1 no supero la categoría de depresión tropical.

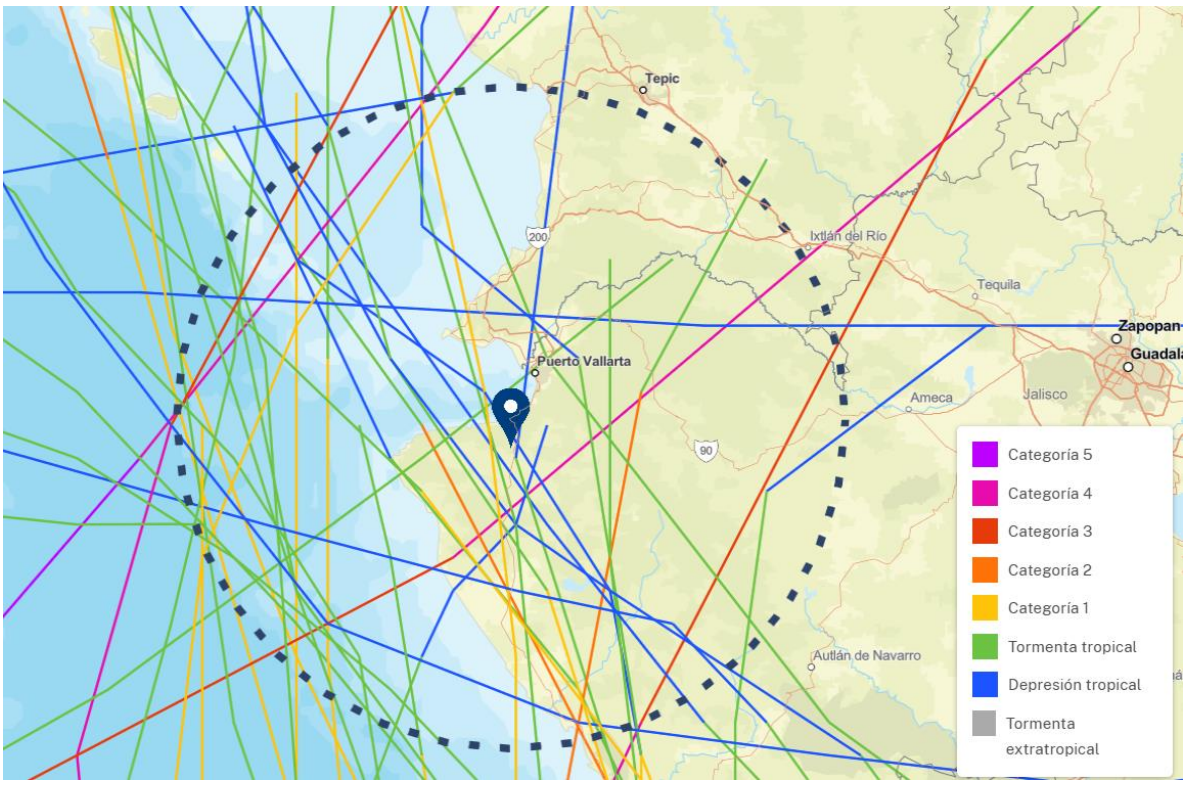


Ilustración IV.36. Trayectorias de eventos meteorológicos extraordinarios en un radio de 100 km al SA del proyecto, entre 1949 y 2025.

Se observa que en la región donde se insertan el SA, AI y SP, Kenna en 2002 es el evento más intenso del que se tiene registro, alcanzó una máxima altura de ola de 4.66 m, otros eventos también registrar olas de gran tamaño como: Adolph (1981), Gert (1993), Greg (1999), Carlos (2015) y Patricia (2015); con olas máximas registradas de: 3.70, 4.25, 4.03, 4.65 y 3.76 metros respectivamente; con base a la base de datos, estos no son los valores más altos, el máximo registro es de 6.59 m.

Mareas (astronómica y de tormenta)

La marea astronómica consiste en variaciones periódicas del nivel del mar provocadas principalmente por la atracción gravitacional de la Luna y, en menor medida, del Sol sobre los océanos. Este fenómeno ocurre de manera regular y predecible, siendo un elemento esencial en el análisis de la dinámica costera en cualquier región marina.

Para conocer los niveles de marea en el sitio del proyecto, se recurrió a predicciones proporcionadas por fuentes oficiales como la Secretaría de Marina (SEMAR) y el

CICESE, instituciones que cuentan con modelos y datos históricos confiables para estimar con precisión los niveles mareales en distintos puntos del litoral mexicano.

En particular, la SEMAR opera una red de estaciones mareográficas distribuidas a lo largo del país. En Puerto Vallarta, Jalisco donde se localizan el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP) existe una estación activa. La Ilustración IV.37 muestra las curvas de predicción de marea correspondientes a agosto de 2025 en dicha estación, lo que permite observar el comportamiento horario del nivel del mar, información clave para la planificación costera y la evaluación de posibles impactos.

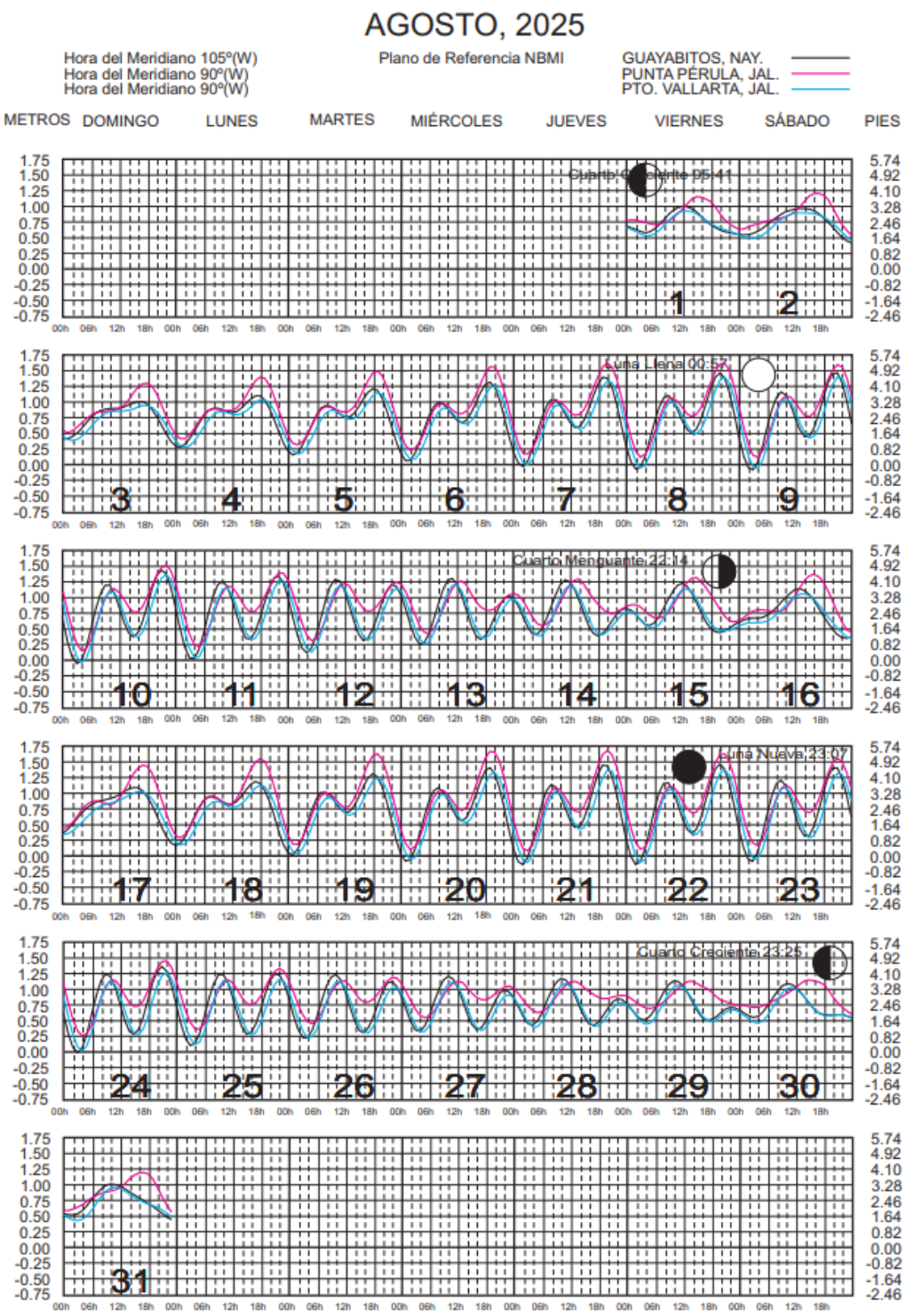


Ilustración IV.37. Calendario Gráfico de marea de la estación de Puerto Vallarta, Jalisco, donde se insertan el SA, AI y SP (SEMAR, agosto, 2025).

Fuente: https://oceanografia.semar.gob.mx/Templates/grafnum_vallarta.html

Del análisis realizado se determinó que la marea astronómica en la región donde se ubican el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP) es de tipo semidiurno, lo que significa que ocurren dos ciclos de marea (dos pleamares y dos bajamares) cada día. Los niveles característicos del mar, según las predicciones publicadas por la Secretaría de Marina (SEMAR), se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.3. Planos de mareas referidos al NBMI, estación Puerto Vallarta Jalisco.

Estación	**Puerto Vallarta, Jal.**	**PVTA0601**
Ubicación	Lat. 20° 39' 30" N	Long. 105° 14' 37" W
Periodo de análisis	Febrero de 1999 a marzo de 2024.	
	Pies	Metros (m)
Pleamar máxima registrada	9.154	2.790
Nivel de pleamar media superior	3.399	1.036
Nivel de pleamar media	3.029	0.923
Nivel medio del mar	1.775	0.541
Nivel de bajamar media	0.546	0.166
Nivel de bajamar media inferior	0.000	0.000
Bajamar mínima registrada	-0.850	-0.850
Nota	La pleamar máxima y bajamar mínima registradas obedecen al período de observaciones correspondientes a los años 1999 - 2024.	

Fuente: https://oceanografia.semar.gob.mx/Templates/grafnum_vallarta.html

Pronóstico de amplitud astronómica viva y muerta

La marea es una onda de largo periodo que varía con el tiempo; su punto más alto, correspondiente a la cresta de la onda, se denomina pleamar o marea alta, mientras que el punto más bajo, el valle, se conoce como bajamar o marea baja. La amplitud de marea se define como la diferencia de altura entre estos dos niveles. Esta amplitud puede verse modificada por la posición relativa de la Luna y el Sol, generando dos tipos de mareas: marea viva (mayor amplitud) y marea muerta (menor amplitud).

Identificar estos valores es fundamental, ya que la variación de marea es uno de los principales factores que afectan la hidrodinámica en cuerpos de agua parcialmente cerrados, como ocurre en muchas zonas costeras con infraestructura marina. Durante mareas vivas, el volumen de agua que se desplaza hacia y desde la costa

aumenta significativamente, mientras que en mareas muertas dicho desplazamiento es limitado. Este movimiento depende también del ciclo de marea: creciente o decreciente.

En la región donde se localizan el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), se registró una marea viva máxima con una amplitud de 1.57 m, compuesta por una pleamar de 1.37 m y una bajamar de -0.20 m, ocurrida el 1 de agosto de 2019.

Por otro lado, la marea muerta mínima, característica de los cuartos crecientes y menguantes, presentó una amplitud reducida de 0.80 m, con niveles de pleamar de 0.50 m y bajamar de -0.30 m, según las predicciones de marea analizadas.

Adicionalmente, en esta zona pueden presentarse fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes o tormentas, que generan mareas de tormenta, elevando de forma extraordinaria el nivel del mar.

Marea de Tormenta

La disminución de la presión atmosférica del centro del ciclón tropical y los vientos de este fenómeno sobre la superficie del mar originan un ascenso del nivel medio del mar que es conocido como marea de tormenta, está constante y dinámica variación, influenciada principalmente por el oleaje y la marea presentan características particulares en cuanto a dirección y magnitud. La sobreelevación del nivel del mar durante estos eventos resulta de la combinación de la marea astronómica, la marea de tormenta y el oleaje ciclónico.

La magnitud depende de las características del fenómeno meteorológico, como ciclones, tormentas o huracanes, estas condiciones pueden cambiar de forma abrupta en cortos periodos de tiempo, provocando alteraciones significativas en la zona litoral. Entre los efectos más comunes se encuentran la pérdida de playa, erosión, azolves, modificaciones morfológicas y, en casos severos, daños o destrucción de infraestructuras no diseñadas para soportar tales impactos, de ahí la importancia para definir parámetros de diseño que permitan evaluar con precisión el riesgo en obras costeras, ya que un diseño inadecuado puede ocasionar pérdidas materiales y humanas, parciales o totales.

En la región que abarca el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), se ha identificado una sobreelevación máxima registrada de 1.78 m y una mínima de 0.04 m, asociadas a eventos de tormenta. Además, se han estimado valores de sobreelevación para distintos periodos de

retorno, con el fin de respaldar la planificación y diseño de infraestructura costera segura y resiliente.

Tabla IV.4. Sobreelevación por tormenta para diferentes periodos de retorno

PERIODO DE RETORNO Y SOBRE ELEVACIÓN		
Tr	Y	S
(años)	Ln(Tr-0.5)	(m)
5	1.50	0.16
10	2.25	0.39
15	2.67	0.51
20	2.97	0.61
30	3.38	0.73
50	3.90	0.89
100	4.60	1.10
200	5.30	1.31
500	6.21	1.59

Se ha estimado que la sobreelevación del nivel de la mar asociada a tormentas con un periodo de retorno de 50 años es de 0.89 m. Con base en la extrapolación de los niveles de marea registrados, se observa que el 99 % de los eventos presentan cotas inferiores a 1.36 m, mientras que el valor correspondiente a la pleamar media superior es de 0.988 m.

En caso de coincidir una marea alta con una sobreelevación por tormenta de 50 años 0.89 m(sobreelevación) + 0.988 m(pleamar)= 1.878 m que sería la cota máxima. Por otro lado, la cota máxima registrada en los últimos 20 años fue de 2.79 m, posiblemente generada por un evento meteorológico extraordinario ocurrido dentro de ese periodo de observación.

Vientos

El estudio del viento es una de las variables fundamentales para el diseño de obras marítimas costeras, ya que constituye el principal generador del oleaje y ejerce fuerzas directas sobre las estructuras. Además, influye en la dinámica costera y es un factor clave en la navegación y maniobras de aproximación de embarcaciones.

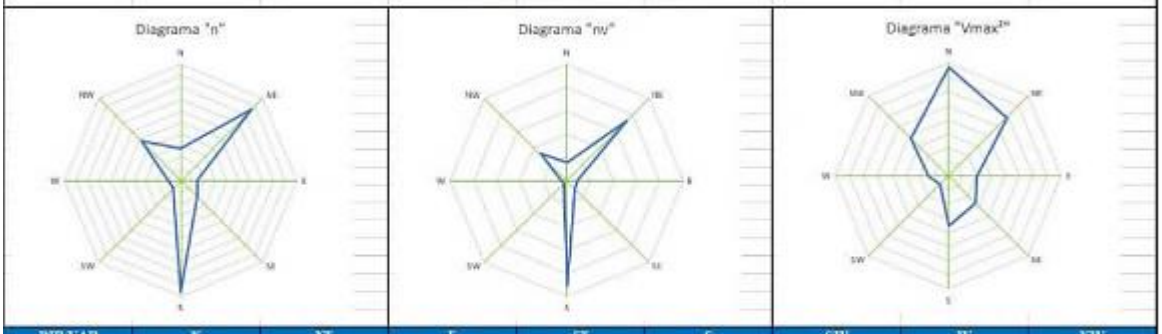
La información utilizada proviene del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), específicamente de la Estación Climatológica Río Tomatlán, con registros del

periodo 2013–2022. Con base en estos datos, se identificó un régimen anual de vientos para la zona del Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de Influencia (AI) y Sitio del Proyecto (SP) (Ilustración IV.38).

El análisis muestra que el viento reinante proviene del Sur, con una velocidad media de 3.44 m/s, mientras que el viento dominante, es decir, el de mayor intensidad, proviene del Norte, alcanzando una velocidad máxima registrada de 60 m/s.

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS

PERIODO AÑO 2013 - AÑO 2022



DIR/VAR	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
FREC "n"	21829	69727	11451	15807	76765	7040	8787	37936
Vmed	3.44	5.23	4.23	3.12	5.90	2.37	2.74	4.27
"nv"	75148.80158	364875.3	48493.8	49291.9	452919.8	16704.2	24093.4	161903.6
"Vmax"	3856.41	2916	1011.24	1354.24	1747.24	432.64	702.25	1900.96

Ilustración IV.38. Régimen anual de vientos para la región donde se insertan el SA, AI y SP entre 2013 y 2022.

Batimetría

La Bahía de Banderas, donde se localizan el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), presenta una batimetría que se profundiza hacia su zona central, con una pendiente más suave en el sector norte. La zona este de la bahía constituye la transición entre las regiones norte y sur. En su parte centro-sur se localiza un cañón submarino, principal rasgo morfológico de la bahía, cuya cabeza se encuentra a 3–4 km de la desembocadura del río Ameca. Este cañón alcanza profundidades de 500 m en menos de cinco kilómetros mar adentro y, desde allí hasta la parte exterior de la bahía, el fondo presenta una pendiente reducida. La pared sur del cañón es abrupta, lo que explica que la costa entre Puerto Vallarta y Cabo Corrientes tenga una pendiente pronunciada (10 %) y solo presente algunas playas arenosas en las inmediaciones de Puerto Vallarta. En

contraste, al norte del cañón la pendiente es moderada (~0.03) y predominan playas continuas desde Puerto Vallarta, Jalisco, hasta Punta Mita, Nayarit.

Las islas Marietas y la Roca de la Corbeteña, ubicadas al norte y fuera de la bahía, constituyen bajos que brindan protección natural entre Punta Mita y Bucerías. Más allá de la boca de la bahía, hacia el sur y en dirección mar adentro, la profundidad alcanza aproximadamente 2,000 m.

La caracterización batimétrica del SAR, AI y SP se obtuvo mediante un levantamiento in situ complementado con información de la Secretaría de Marina (SEMAR) y fuentes digitales como The General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO). La SEMAR, a través de su monitoreo permanente del relieve submarino, proporcionó la Carta Náutica SM 421.6, la cual muestra el frente marítimo de la región de estudio con profundidades de hasta -500 m.

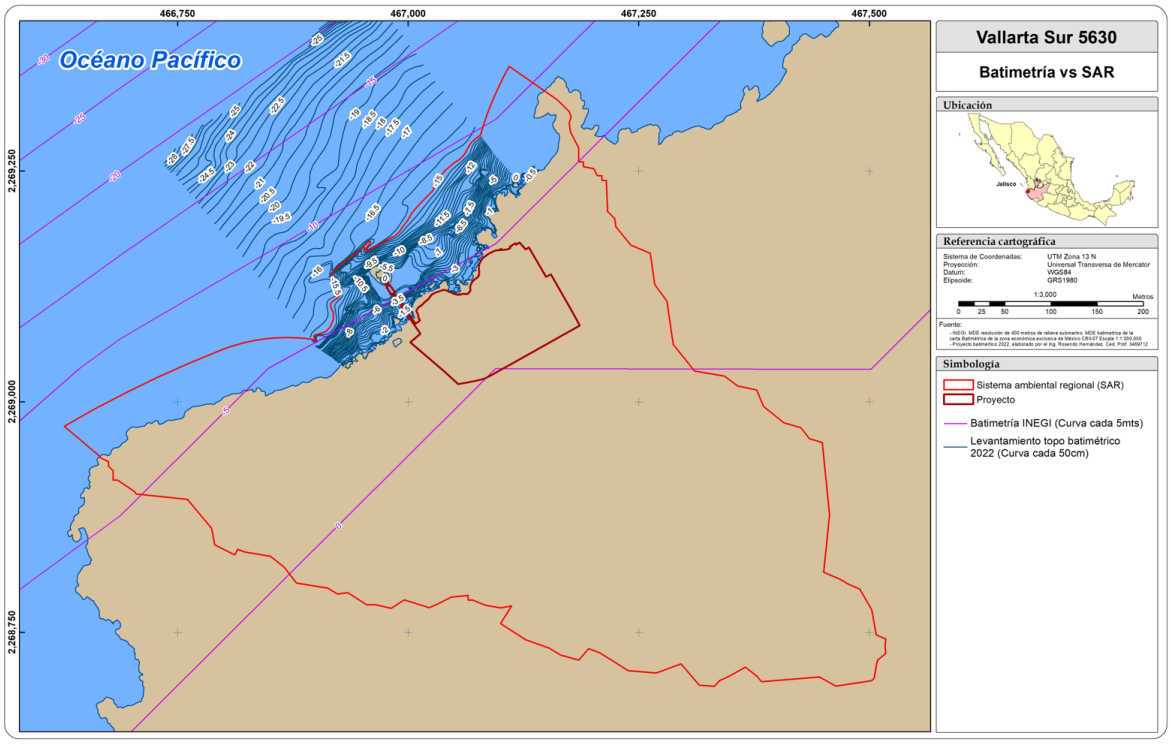


Ilustración IV.39. Levantamiento de datos batimétricos para la región donde se insertan el SA, AI y SP.

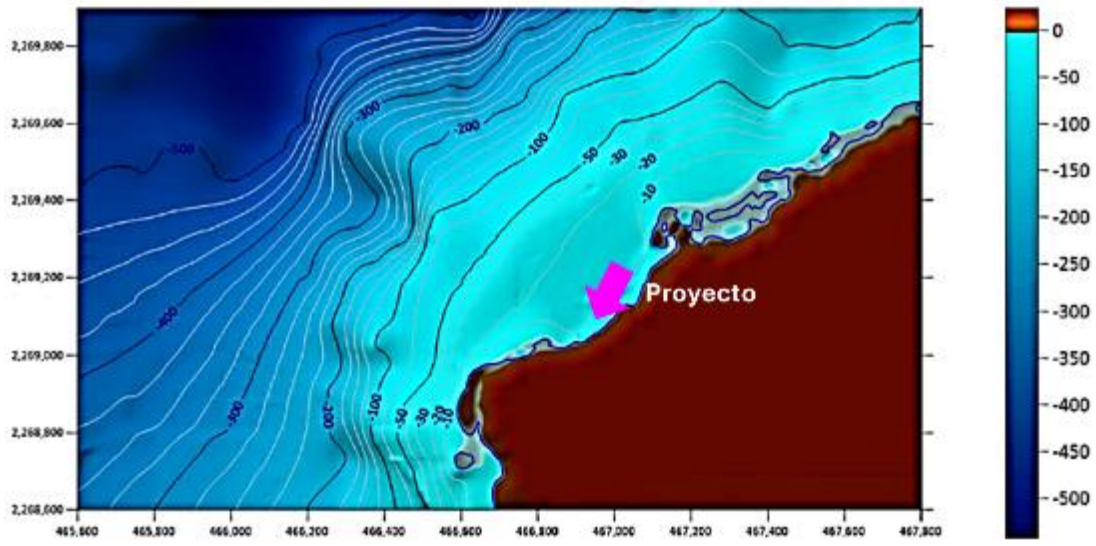


Ilustración IV.40. Discretización de la Batimetría calculada para la zona donde se insertan el SA, AI y SP.

Los resultados indican que la zona donde se localizan el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP) presenta una fuerte pendiente batimétrica, lo que reduce la pérdida de energía del oleaje en su tránsito desde aguas profundas hasta la línea de costa (Ilustración IV.40). Las áreas costeras, por su naturaleza dinámica, están influenciadas por factores como oleaje y vientos, así como por modificaciones antropogénicas

Transporte de Sedimentos

Las zonas costeras son entornos dinámicos influenciados por factores naturales como oleaje y viento, así como por modificaciones humanas que alteran su morfología. Según Pérez-Alberti et al. (2013), las costas rocosas, como las presentes en el SA, AI y SP, cambian muy lentamente a escala humana, por lo que el proyecto no modificará la línea de costa. Además, al no existir aporte significativo de sedimentos que formen o erosionen playas, no se prevén alteraciones en la dinámica costera. Las obras, en especial la pasarela marina, se diseñarán en armonía con el entorno y se construirán con pilotes aislados, permitiendo el libre paso de material, en caso de existir, a lo largo del perfil costero.

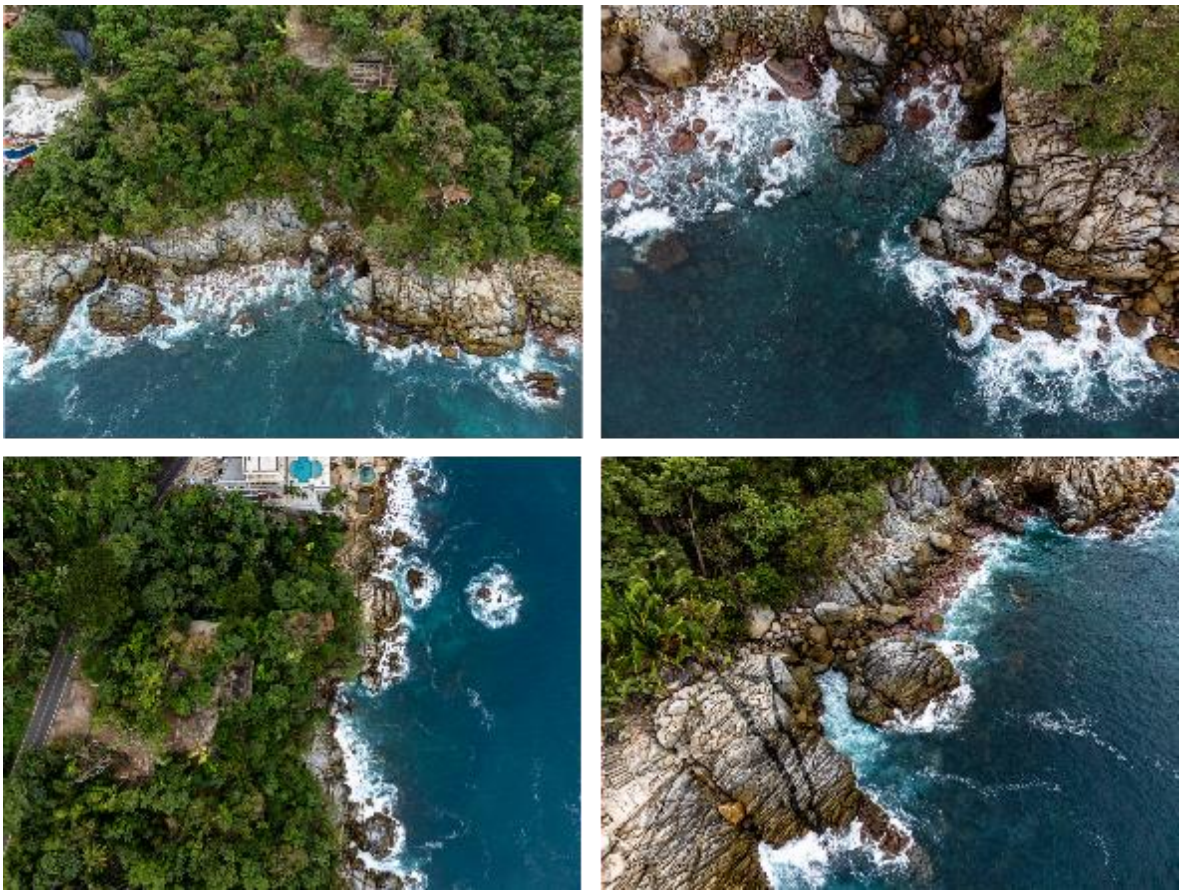


Ilustración IV.41. Vista panorámica del litoral y frente marino del área donde se ubica el SP.

Estudio Geotecnia para la pasarela marina

Con el objetivo de determinar la capacidad de carga y las características de los estratos rocosos del área de estudio particularmente en la zona de la pasarela marina se realizó un estudio de campo para analizar y clasificar los materiales según sus propiedades físicas y mecánicas, mediante la ejecución de sondeos exploratorios.

Se efectuaron dos sondeos de exploración geotécnica mediante extracción de núcleos de roca (Ilustración IV.42). La exploración se llevó a cabo con un equipo rotatorio de exploración geotécnica menor, registrando las coordenadas UTM de cada punto con un GPS manual marca GARMIN. Los puntos fueron seleccionados estratégicamente:

Estrato rocoso en la orilla del mar (inicio de la pasarela), promontorio rocoso a aproximadamente 31 m de la orilla.

En general, la litología del área está compuesta por terreno natural con roca granítica muy dura.

Capacidad portante del terreno

A partir de los resultados de laboratorio y la observación litológica, se calcularon las capacidades portantes de los estratos conforme a la teoría general de Terzaghi para suelos friccionantes.
La capacidad de carga admisible (Qadm, T/m²) se obtuvo mediante la fórmula:
Qadm=0.2×Qu
Donde Qu es la resistencia a compresión simple de la roca.

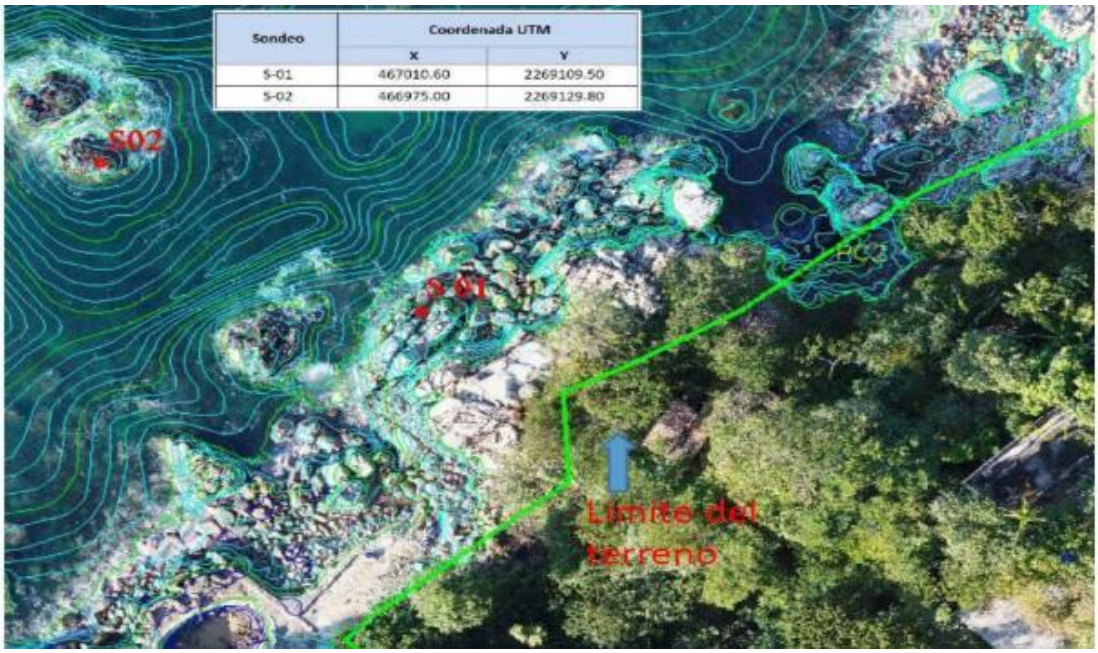


Ilustración IV.42. Ubicación de los sitios para sondeos necesarios para el estudio geotécnico.

Recomendaciones de Cimentación para la Estructura Propuesta

Para la estructura proyectada (pasarela marina), el claro máximo será de 30.47 m, según los planos del proyecto. Antes de iniciar la construcción, el calculista estructural deberá proporcionar al especialista geotécnico las cargas de diseño, a fin de definir el nivel de desplante óptimo para las columnas de concreto que sostendrán la pasarela marina.

Independientemente del sistema de cimentación que se elija, se recomienda que este se desplace sobre plantillas de concreto pobre con una resistencia de f'c = 100 kg/cm², colocadas dentro de la perforación en el estrato rocoso. Estas plantillas deberán fabricarse con materiales de banco controlados que cumplan con las especificaciones de calidad del concreto empleado en la cimentación principal. Su espesor mínimo deberá ser de 10 cm, con el objetivo de prevenir la corrosión del concreto reforzado.

En cuanto a los elementos de cimentación y sus dimensiones, será necesario realizar los análisis estructurales correspondientes para definir la relación más adecuada entre el ancho y el tipo de cimentación, el especialista geotécnico podrá establecer el nivel de desplante más conveniente para el proyecto.

Uso de suelo

Con base al Plan Parcial de Desarrollo Urbano (PPDU). Distrito Urbano 10 de Puerto Vallarta, establece como estrategia general una política de crecimiento compacto y sostenible, a partir de tres estrategias específicas, crecimiento, conservación y mejoramiento de áreas y sectores urbanos de acuerdo con el nivel de consolidación urbana y aprovechamiento actual del suelo. De las tres estrategias especificas; Zonas con Política de Conservación, Zonas con Política de Mejoramiento Urbano y Zonas con Política de Crecimiento. Esta última hace referencia a la política en la que recae el Sitio del Proyecto (SP), Área de Influencia (AI) y SAR, solo que el SAR también tiene una pequeña porción dentro del Zona con Política de Conservación.

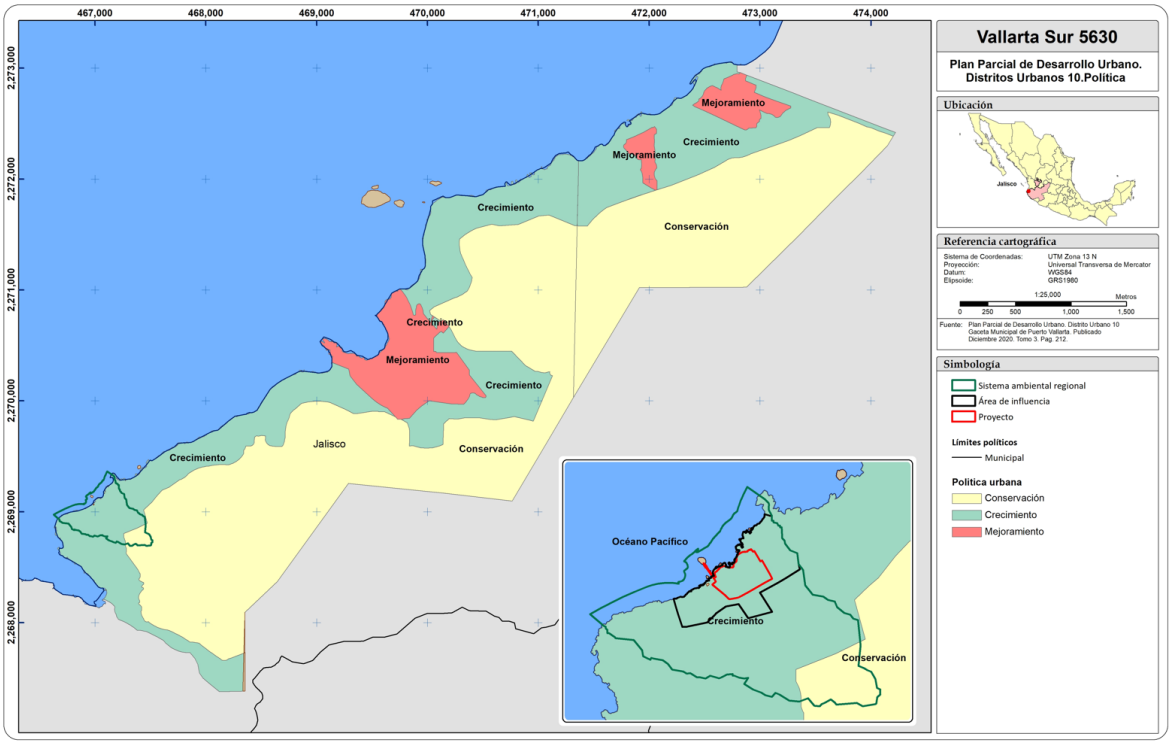


Ilustración IV.43. Política urbana con base al Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10

Con base en lo establecido en el Plan de Desarrollo Urbano (PPDU) y conforme a lo dispuesto en el Reglamento Municipal vigente en materia de Ordenamiento y Gestión Territorial, la zonificación del Distrito 10 responde a criterios que buscan cumplir con los objetivos de conservación, restricción y regulación del uso del suelo (H Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2018-2021). Dicha clasificación, establecida en los instrumentos de planeación urbana aplicables, delimita superficies destinadas a la protección ambiental y a la restricción del desarrollo, a fin de preservar una relación ambiental adecuada y asegurar que cualquier acción urbanística en dichas áreas, en caso de ser factible, se sujete a criterios técnicos y normativos específicos. Esta clasificación corresponde a:

Las Áreas Urbanizadas (AU) corresponden a territorio ocupado por los Asentamientos Humanos con redes de infraestructura, equipamientos, servicios y demás instalaciones necesarias para la vida normal y que han cumplido con las áreas de cesión, que cuentan con su incorporación municipal, la aceptación del ayuntamiento o que están en proceso de acordarla (H Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2018-2021).

Áreas Urbanizables (AUR): Son áreas para aprovechamiento del territorio con características y potencial para el crecimiento urbano contiguo a los límites del área urbanizada, conformadas por reservas territoriales localizadas dentro del centro de población o en un plan parcial de desarrollo urbano vigente ya que implican la continuidad de la estructura urbana existente, el aprovechamiento y liga de las obras de infraestructura básica (H Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2018-2021).

Áreas No Urbanizables (ANU): Son áreas que, por su carácter natural, ambiental e histórico, cultural y artístico, requieren estrategias de protección, preservación, restauración o conservación; incluyendo las primeras dunas de las playas, vados de ríos, lagos y vasos reguladores de agua; así como las consideradas zonas de riesgo no mitigable, por lo que estas áreas solo podrán utilizarse de acuerdo a su vocación agropecuaria, forestal, ambiental o patrimonial, en los términos que determina este reglamento y leyes aplicables (H Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2018-2021).

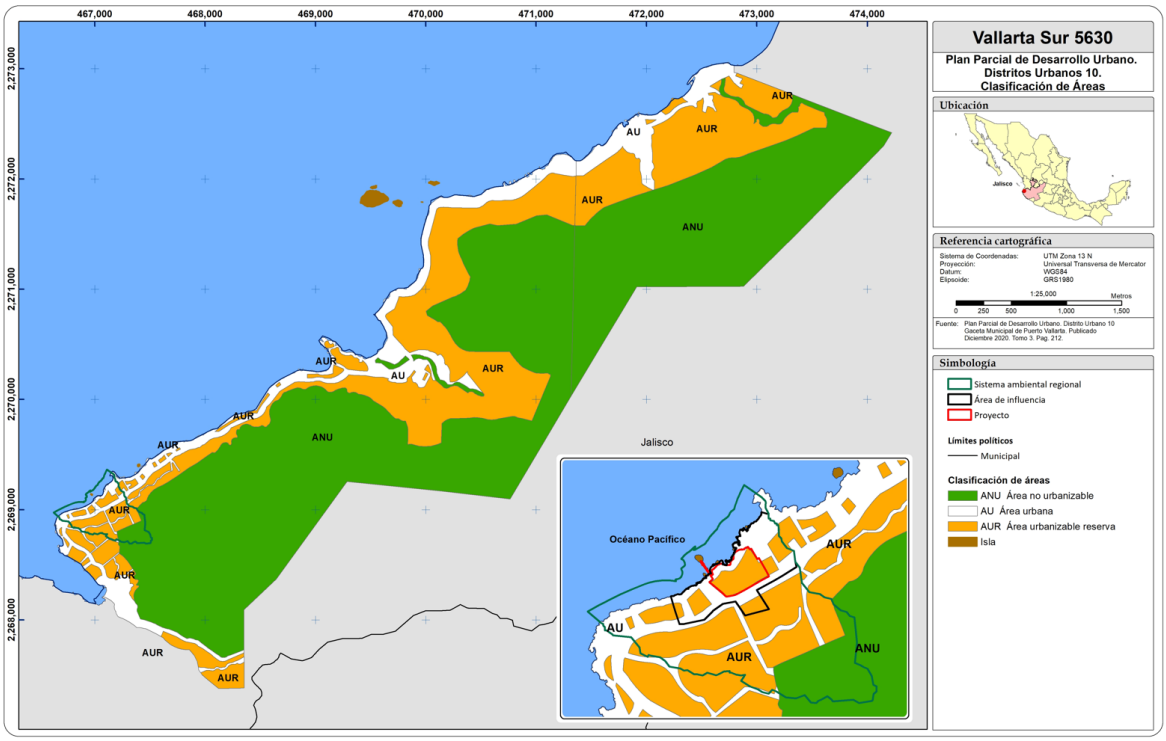


Ilustración IV.44. Clasificación de Áreas con base a Plan parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10

La clasificación de áreas para el Sitio del Proyecto (SP) en su mayoría corresponde a la clasificación de Área Urbanizable (AUR) con 76.31%, y el 22.98% restante corresponde Área Urbaniza (AU), mientras que el Área de Influencia (AI) corresponde a Área Urbanizada (AU) en un 57.16% y Área Urbanizable (AUR) con 42.75%.

Clasificación de acuerdo con el PPDU	Sistema Ambiental Regional		Área de Influencia		Proyecto	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
ANU Área no urbanizable	4.74	16.79%				
AU Área urbana	6.92	24.51%	3.35	57.16%	0.37	22.98%
AUR Área urbanizable reserva	12.46	44.13%	2.50	42.75%	1.22	76.31%
N/A Islotes / parte costera	4.11	14.57%	0.01	0.09%	0.01	

En el Sistema Ambiental Regional (SAR) se identifican las tres clasificaciones de áreas establecidas por el Distrito 10. Las superficies correspondientes son: 6.92 ha (24.51%) de Área Urbanizada (AU), 12.46 ha (44.13%) de Área Urbanizable (AUR) y 4.74 ha (14.57%) de Área No Urbanizable (ANU).

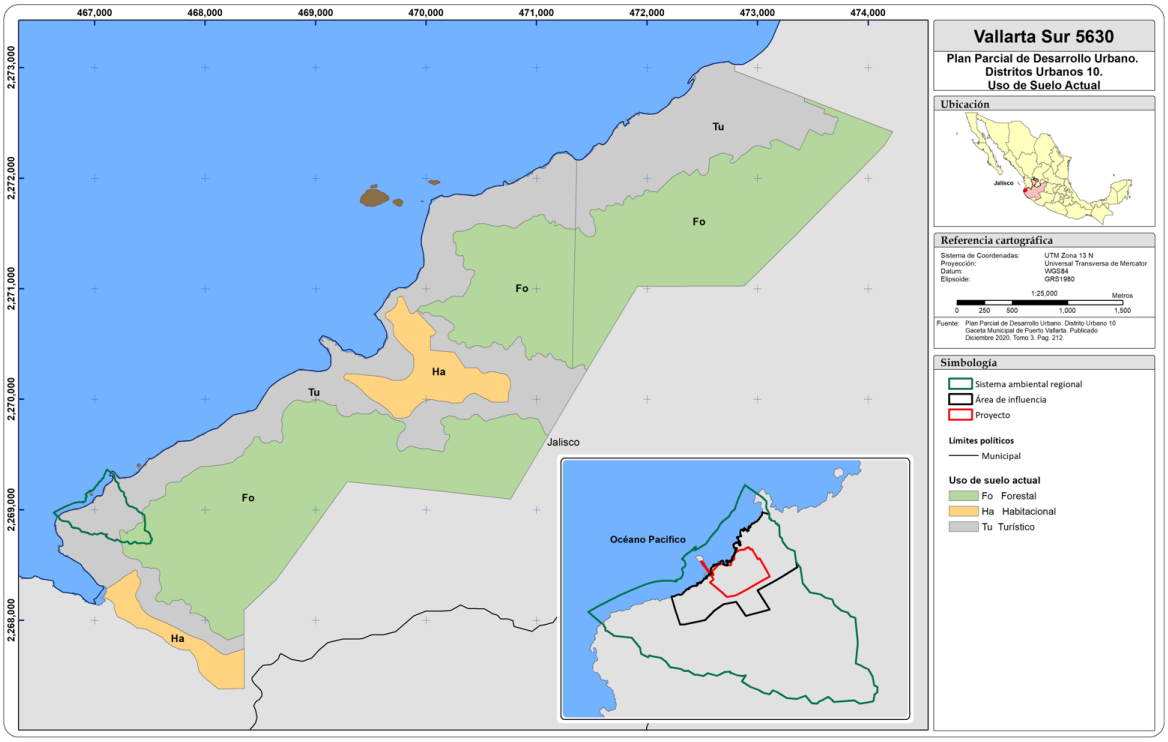


Ilustración IV.45. Uso de suelo con base al Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10

Con base a la zonificación secundaria en el Plan Parcial, el uso de suelo actual al cual corresponde el Sitio del Proyecto (SP) y el Área de Influencia (AI) recaen en su totalidad sobre zona dedicada al uso turístico (T), mientras que el Sistema Ambiental

Regional (SAR) recae en dos usos Forestal (F) y Turismo (T), este último es el que se encuentra ocupando la mayor parte de la superficie del SAR.

Como se menciona en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano (PPDU), este uso de suelo dentro del territorio en el distrito urbano 10 se ha enfocado en la existencia de zonas donde se concentran actividades específicas, predominando el uso turístico debido a su cercanía con la franja costera, por lo que deberá considerarse impulsar las condiciones que permitan modificar la dinámica de usos de suelo para incentivar la diversificación de las actividades.

IV.3.1.2 Medio biótico

El medio biótico comprende los organismos vivos presentes en el área de influencia del proyecto, así como las interacciones ecológicas que mantienen entre sí y con su entorno. En este apartado se describen las comunidades de flora y fauna identificadas en el Sistema Ambiental Regional (SAR), considerando su distribución, abundancia y estado de conservación. El análisis se orienta a caracterizar los diferentes estratos de vegetación y los grupos faunísticos registrados, integrando información de campo, fuentes bibliográficas.

a) Vegetación

Uso de suelo y vegetación con base a INEGI SVII

De acuerdo con la Serie VI de Uso del Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), el Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP) se encuentran dominados por vegetación de tipo Selva Mediana Subcaducifolia (SMS), así como por vegetación secundaria arbórea derivada de Selva Mediana Subcaducifolia (VasSMS).

No obstante, la vegetación presente en el sitio del proyecto (SP) corresponde a vegetación secundaria alterada, especies introducidas, como resultado de a las condiciones del sitio que cuentan con edificaciones que anteriormente formaban parte de un uso turístico habitacional la vegetación está dominada por especies de ornato y especies que han proliferado en el tiempo de abandono que ha tenido el sitio.

La Selva Mediana Subcaducifolia se caracteriza por una altura promedio de dosel de entre 12 y 20 metros, con una proporción significativa de especies que pierden sus hojas durante la época seca (entre el 25% y el 50% de las especies arbóreas). Este tipo de vegetación es común en regiones con clima cálido subhúmedo y suelos bien drenados, típicos del occidente de México. Está conformada por especies como

Bursera simaruba, Lysiloma acapulcense, Caesalpinia platyloba y Enterolobium cyclocarpum, entre otras.

La vegetación secundaria arbórea (VasSMS) es producto de procesos de perturbación, ya sea antrópica o natural, sobre la selva original, y se encuentra en distintas etapas de sucesión ecológica. Esta forma de cobertura conserva aún elementos estructurales del ecosistema original, aunque presenta una mayor proporción de especies pioneras, oportunistas o adaptadas a disturbios.

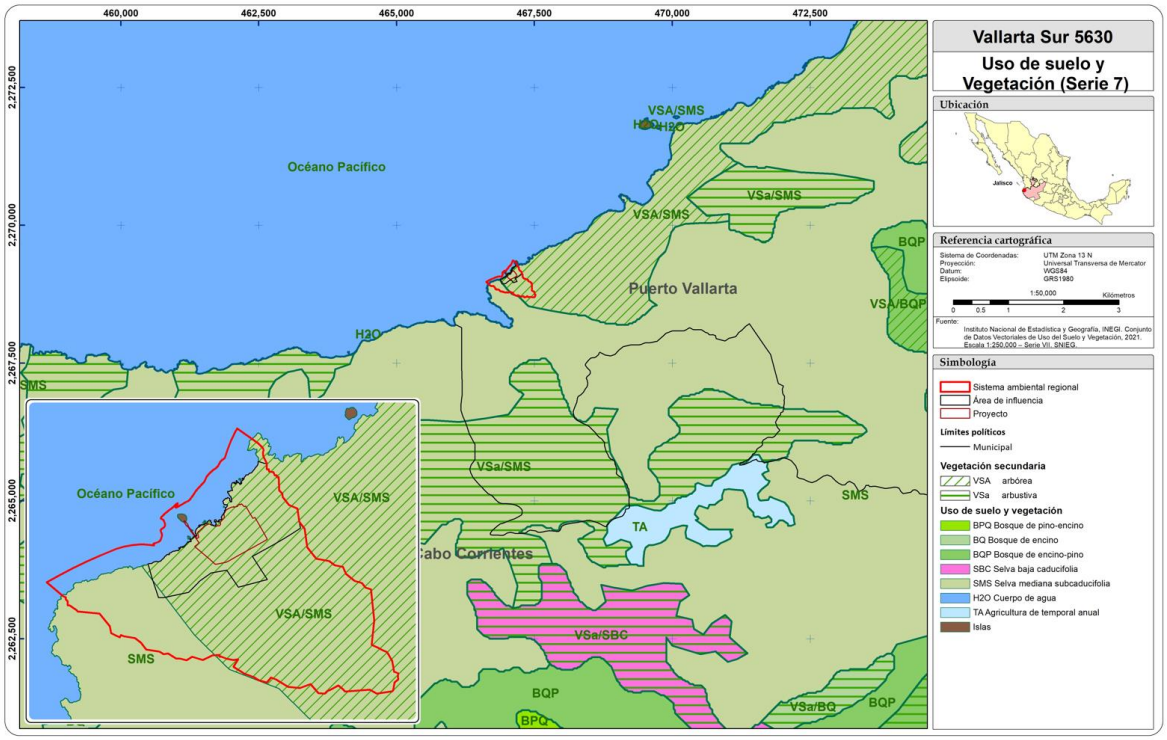


Ilustración IV.46. Uso de suelo y vegetación Serie VII INEGI.

Determinación de la vegetación presente mediante observaciones en campo.

Para determinar la vegetación presente en el SAR, y SP, se realizó el trabajo en campo, en el cual se implementó un muestreo simple aleatorio con la finalidad de conocer la composición florística del SAR. y SP.

Trabajo de campo

- Muestreo de vegetación en campo
- Tipo de muestreo: Simple aleatorio
- Forma y tamaño de los sitios de muestreo

Con la finalidad de conocer la composición florística del sitio del proyecto y del Sistema Ambiental Regional, se ha realizado el estudio de la vegetación mediante un muestreo que tiene las siguientes características:

Con una cinta graduada de 25 metros se traza el límite del radio de los sitios circulares de 500 y de 100 metros; y posteriormente se ubican las 4 parcelas donde se medirán herbáceas.

Tabla IV.5. Distribución y tamaño de sitios de muestreo.

Nivel	Estrato	Tamaño	Forma
Sistema Ambiental	Arbóreo	500 m2	Circular
	Renuevo	100 m2	Circular
	Arbustos	100 m2	Circular
	Herbáceo	4 p*1 m2	Circular
Sitio Proyecto	Arbóreo	500 m2	Circular
	Renuevo	100 m2	Circular
	Arbustos	100 m2	Circular
	Herbáceo	4 p*1 m2	Circular

Formación biológica:

- Árbol, planta de tronco leñoso, grueso y elevado que se ramifica a cierta altura del suelo formando la copa.
- Arbusto, planta cuyo tallo principal (leñoso) se ramifica a poca altura sobre el suelo en varios troncos delgados y aproximadamente iguales.
- Hierba, planta que carece de tronco leñoso permanente y cuyo tallo es de tejido blando, de color verde; la planta perece después de dar la simiente.

Estratos

- Arbóreo fustal, se consideró estrato arbóreo a todos los individuos leñosos que tienen un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 7 cm.
- Arbóreo renuevo, a aquellas especies que forman parte del estrato arbóreo, pero no alcanzan un DAP de 7 centímetros.

Distribución y tamaño de sitios de muestreo

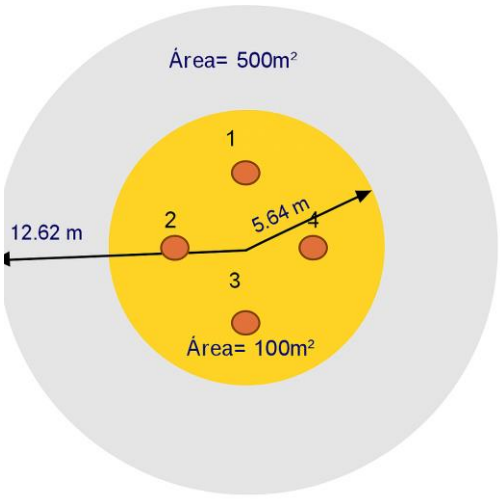


Ilustración IV.47. Forma y tamaño de los sitios de muestreo para estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.

A continuación, se integran fotografías del trabajo en campo para el registro de vegetación.



Ilustración IV.48. Localización del Norte ajustado con declinación magnética, para iniciar el registro y conteo de árboles



Ilustración IV.49. Trazo de los sitios circulares de 500 y 100 m2.



Ilustración IV.50. Trazo de parcelas de 1 m para herbáceas.



Ilustración IV.51. Normalización de la variable Diámetro de fuste, según manual del Inventario Nacional Forestal.



Ilustración IV.52. medición de altura de árboles, con el uso de clinómetro.



Ilustración IV.53. Marcaje con el número de registro de cada árbol.

Sistema Ambiental Regional (SAR)

Ubicación de los sitios de muestreo

Se levantaron un total de 16 sitios de muestreo de 500m² para estrato arbóreo correspondiente a la poligonal de 282,301.41m² (28.23 ha) del SAR, lo que significa que el área total muestreada sobre esta poligonal corresponde a 8,000 m².

Para estrato renuevo se aplicaron mismos 16 UM, pero ajustado a una superficie de 100m², dando un total de 1,600 m².

Para estrato arbustivo y herbáceo se aplicaron 7 UM correspondiente a cada estrato de una superficie de 100m², dando un total de 700 m² muestreados por estrato.

Las coordenadas de los sitios donde se realizó el muestreo se indican en la siguiente tabla:

Tabla IV.6. Cuadro de coordenadas Sistema Ambiental Regional.

Coordenadas WGS84/UTM Zona 13N		
UM	**X**	**Y**
1	467231	2268735
2	467503	2268708
3	467302	2268707
4	467173	2268772
5	467161	2268841
6	467067	2268986
7	467091	2268918
8	467073	2268846
9	466996	2268790
10	466915	2268814
11	467138	2268882
12	467267	2268896
13	467205	2268882
14	467197	2268987
15	467458	2268926
16	467392	2268974

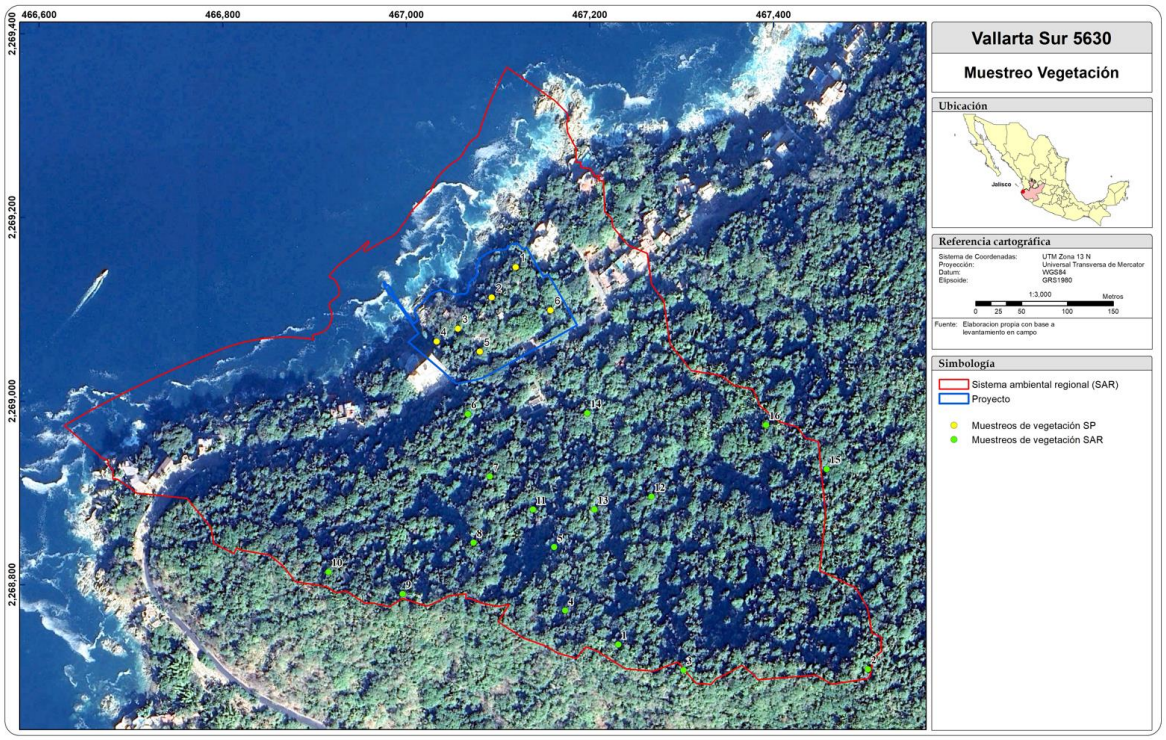


Ilustración IV.54. Mapa de sitios de muestreo de vegetación en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y Sitio del Proyecto (SP).

A partir de los recorridos de campo y los muestreos efectuados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Sitio del Proyecto (SP), se generó un inventario detallado de la vegetación en sus distintos estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Estos listados permiten caracterizar la composición florística, la estructura vertical y la diversidad vegetal del sitio, lo cual es fundamental para establecer líneas base ecológicas y evaluar los posibles impactos ambientales derivados del proyecto.

La información obtenida en campo nos permite no solo identificar las especies presentes, sino también determinar la presencia de especies con algún estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en categorías de Protección Especial (Pr), Amenazada (A) y En Peligro de Extinción (P), así como evaluar el grado de conservación o perturbación de la vegetación en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Sitio del Proyecto (SP).

Estrato arbóreo en el SAR

El estrato arbóreo en el Sistema Ambiental Regional (SAR) está representado por 42 especies de las cuales dos de acuerdo con la NOM-059_SEMARNAT-2010 están Sujetas a Protección Especial (Pr) *Cedrela odorata* y *Attalea guacuyule,* y una como Amenazada (A) *Astronium graveolens* .

Tabla IV.7. Listado de especies de estrato arbóreo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	EstatusNOM-059-SEMARNAT-2010
Cannabaceae	Aphananthe	*Aphananthe monoica*	*Celtis monoica, Mirandaceltis monoica, Aphananthe mexicana*	Cerezo, Chililllo	No reporta
Anacardiaceae	Astronium	*Astronium graveolens*	*Astronium conzattii, Astronium mirandae, Astronium zongolicum*	Culebro, Palo de culebra, o Palo de fierro	Amenazada (A)
Arecaceae	Attalea	*Attalea guacuyule*	*Cocos cocoyule, Cocos guacuyule, Orbignya cohune, Orbignya guacuyule, Attalea cohune*	corozo guacoyul	Sujeta a protección especial (Pr)
Moraceae	Brosimum	*Brosimum alicastrum*	*Alicastrum brownei, Brosimum bernadetteae, Brosimum columbianum, Brosimum gentlei, Brosimum latifolium, Brosimum terrabanum, Brosimum uleanum, Ficus faginea, Helicostylis bolivarensis, Helicostylis latifolia, Helicostylis ojoche, Piratinera alicastrum, Urostigma fagineum*	Ramón	No reporta
Burseraceae	Bursera	*Bursera simaruba*	*Bursera bonairensis, Bursera gummifera, Bursera integérrima, Bursera ovalifolia, Bursera subpubescens, Burseria gummifera, Elaphrium integerrimum, Elaphrium ovalifolium, Elaphrium simaruba, Elaphrium subpubescens, Pistacia simaruba, Tapirira macrophylla, Terebinthus simaruba*	Palo mulato	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	EstatusNOM-059-SEMARNAT-2010
Myrtaceae	Calyptrathes	*Calyptrathes pallens*	*Myrcia neopallens, Chytraculia pallens, Calyptranthes pallens var. mexicana*	Murta	No reporta
Urticaceae	Cecropia	*Cecropia obtusifolia*	*Ambaiba mexicana, Cecropia mexicana, Cecropia mexicana var. macrostachya, Cecropia mexicana f. glabrescens*	Trompetilla	No reporta
Meliaceae	Cedrela	*Cedrela odorata*	*Cedrela mexicana; Cedrela yucatana ; Cedrela occidentalis ; Cedrela rotunda ; Cedrela mexicana var. puberula ; Cedrela brachystachya*	Cedro rojo	Sujeta a protección especial (Pr)
Cannabaceae	Celtis	*Celtis caudata*	*Celtis riparia, Celtis littoralis*	Capulín	No reporta
Euphorbiaceae	Cnidoscolus	*Cnidoscolus spinosus*	*N/A*	Ortiga	No reporta
Polygonaceae	Coccoloba	*Coccoloba barbadensis*	*Coccoloba schiedeana,Coccoloba mayana, Coccoloba leptostachya, Coccoloba oaxacensis*	Roble de la costa	No reporta
Chrysobalanaceae	Couepia	*Couepia polyandra*	*Couepia dodecandra, Hirtella poliandra, Couepia floccosa, Moquilea kunthiana, Couepia kunthiana, Hirtella dodecandra*	Palo de fraile, Zapotillo	No reporta
Sapindaceae	Cupania	*Cupania dentata*	*N/A*	Agua al ojo blanco, Cuasel	No reporta
Araliaceae	Dendropanax	*Dendropanax arboreus*	*Dendropanax schippii, Dendropanax stenodontus, Gilibertia eurycarpa, Dendropanax matudae, Gilibertia alaris, Gilibertia arborea, Aralia arborea, Gilibertia matudae, Dendropanax juergensenii, Dendropanax insulares, Dendropanax alaris*	zapotillo o palo de agua, palo blanco,	No reporta
Rubiaceae	Faramea	*Faramea occidentalis*	*aramea belizensis, Faramea odoratissima, Ixora occidentalis*	Cafecillo	No reporta
Moraceae	Ficus	*Ficus cotinifolia*	*Ficus glauca, Urostigma longipes*	Higuera, Amate amarillo	No reporta
Moraceae	Ficus	*Ficus maxima*	*Ficus glaucescen, Ficus hernandezii, Ficus myxaefolia, Ficus rádula, Pharmacosycea glaucescens*	Higuera, Amate prieto	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	EstatusNOM-059-SEMARNAT-2010
Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	*Guazuma guazuma, Guazuma polybotrya, Guazuma tomentosa, Theobroma guazuma ; Guazuma guazuma var. tomentosa; Guazuma ulmifolia var. ulmifolia*	Guasima	No reporta
Hernandiaceae	Gyrocarpus	*Gyrocarpus jatrophifolius*	*Gyrocarpus americanus-schiedei*	Hediondillo, Carne de perro	No reporta
Malvaceae	Heliocarpus	*Heliocarpus pallidus*	*N/A*	Cuaulote, Majahua	No reporta
Rhamnaceae	Karwinskia	*Karwinskia humboldtiana*	*Rhamnus humboldtian, Karwinskia glandulosa, Karwinskia affinis, Karwinskia pubescens*	Tullidora o coyotillo	No reporta
Caricaceae	Jacaratia	*Jacaratia mexicana*	*Carica mexicana, Pileus mexicanus, Leucopremna mexicana, Carica heptaphylla, Jacaratia conica*	Bonete	No reporta
Fabaceae	Leucaena	*Leucaena lanceolata*	*Leucaena microcarpa, Leucaena palmeri, Leucaena sinaloensis*	Guajillo, Angelito	No reporta
Fabaceae	Leucaena	*Leucaena leucocephala*	*Acacia glauca, Acacia leucocephala, Leucaena glabra, Leucaena latisiliqua, Mimosa glauca, Mimosa leucocephala*	Guache	No reporta
Fabaceae	Lonchocarpus	*Lonchocarpus rugosus*	*N/A*	Palo de aro, Mata buey	No reporta
Fabaceae	Lysiloma	*Lysiloma acapulcensis*	*Acacia demostachy, Acacia acapulcensis,Lysiloma desmostatchys, Lysiloma desmostachyum*	Tepehuaje, Cacho de toro, Cañamazo, Chipil	No reporta
Fabaceae	Lysiloma	*Lysiloma divaricatum*	*Lysiloma microphyllu, Acacia divaricata, Lysiloma cayucensis, Lysiloma ortegae, Lysiloma schiedeana, Mimosa divaricata, Lysiloma kellermanii, Lysiloma affinis, Lysiloma pueblensis, Lysiloma australis, Lysiloma calderonii, Lysiloma chiapensis, Lysiloma salvadorensis*	Espina blanca, Guaje, Guajillo, Manto,Tepemezquite, Quebracho, Mauto	No reporta
Anacardiaceae	Mangifera	*Mangifera indica*	*N/A*	Mango	No reporta
Melastomataceae	Miconia	*Miconia aeruginosa*	*N/A*	palo de agua	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	EstatusNOM-059-SEMARNAT-2010
No identificado 11	No identificado 11	*No identificado 11*			No identificado 11
No identificado 4	No identificado 4	*No identificado 4*			No identificado 4
Laurel del cerro	Aiouea	*Aiouea pachypoda,*	*Cinnamomum pachypodum,Cinnamomum arsenei, Cinnamomum ehrenbergii, Phoebe benthamiana,Phoebe hartwegii, Phoebe pachypoda, Persea pachypoda, Phoebe arsenei, Phoebe ehrenbergii*	Aguacatillo	No reporta
Picrodendraceae	Piranhea	*Piranhea mexicana*	*Celaenodendron mexicanum*	Guayabillo, Palo prieto	No reporta
Apocynaceae	Plumeria	*Plumeria rubra*	*Plumeria bicolor, Plumeria xanthostom. Plumeria rubra f. acutifolia, Plumeria mollis, Plumeria acutifolia, Plumeria megaphylla*	Cacalosúchil, flor de mayo, frangipani o Súchil	No reporta
Fabaceae	Pterocarpus	*Pterocarpus orbiculatus*	*N/A*	Sangre de Toro, sangrilllo, llora sangre	No reporta
Euphorbiaceae	Sapium	*Sapium macrocarpum*	*Sapium mexicanum, Sapium pedicellatu, Sapium thelocarpum, Sapium dolichostachys, Sapium bourgeaui, Excoecaria macrocarpa*	Mataiza, mantillo, Amate prieto, Amatillo, Chile amate	No reporta
Bignoniaceae	Tabebuia	*Tabebuia rosea*	*Tabebuia pentaphylla, Tecoma rosea, Tecoma mexicana, Sparattosperma rosea, Tabebuia mexican, Couralia rosea, Tecoma punctatissima, Tabebuia punctatissima*	Rosa morada	No reporta
Sapindaceae	Thouinia	*Thouinia acuminata*	*N/A*	Palo fierro	No reporta
Palo fierro	Trema	*Trema micrantha*	*Rhamnus micrantha , Celtis canescens,Celtis schiedeana, Sponia grisea, Trema micrantha var. floridana, Trema floridana*	Capulincillo, C apulincillo cimarrón, Capulín, Capulín blanco,	No reporta
Cannabaceae	Trichilia	*Trichilia trifolia*		Palo fierro	No reporta
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia cochliacantha*	*Acacia cymbispina,Mimosa campechian, Poponax houghii,Poponax attenuata, Poponax*	Cubata	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	EstatusNOM-059-SEMARNAT-2010
			cowellii,Acacia milleriana, Vachellia campechiana f. houghii		
Rutaceae	Zanthoxylum	*Zanthoxylum caribaeum*	*Fagara caribaea, Zanthoxylum occidentale, Zanthoxylum nelsonii*	Chichón palo de zorrillo o zorrillo	No reporta

Estrato renuevo en el SAR

El estrato renuevo en el SAR está representado por dos especies *Astronium graveolens, Attalea guacuyule*, esta última se encuentra sujeta a protección especial de acuerdo con la NOM-059_SEMARNAT-2010.

Tabla IV.8. Listado de especies de estrato renuevo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Anacardiaceae	Astronium	*Astronium graveolens*	Culebro, Palo de culebra, o Palo de fierro	Amenazada (A)
Arecaceae	Attelea	*Attalea guacuyule*	Corozo guacoyul	Sujeta a protección especial (Pr)

Estrato arbustivo en el SAR

Este estrato en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se encuentra representado por siete especies, de acuerdo con la NOM-059_SEMARNAT-2010, ninguna de ellas presenta algún estatus de protección.

Tabla IV.9. Listado de especies de estrato arbustivo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Magnoliopsida	Disephama	*Disciphania calocarpa*	Amapa o primavera	No reporta
Primulaceae	Jacquinia	*Jacquinia macrocarpa*	Limoncillo, flor de niño o naranjillo, rosadilla	No reporta
Poaceae	Lasiacis	*Lasiacis nigra*	Carricillo	No reporta
Piperaceae	Piper	*Piper Michelianum*	Hoja santa	No reporta

Familia	Género	Especie	Nombre común	Estatus
Rubiaceae	Randia	*Randia tetracantha*	Crucillo	No reporta
Sapindaceae	Serjania	*Serjania triquetra*	Bejuco	No reporta
	Serjania	*Serjania marginata*	Cola de iguana	No reporta

Estrato herbáceo en el SAR

En el estrato herbáceo del Sistema Ambiental Regional (SAR) se encuentran cinco especies.

Tabla IV.10. Listado de especies de estrato herbáceo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Estatus
Pteridaceae	Adiantum	*Adiantum capillus-veneris*	Culantrillo de pozo	No reporta
Acanthaceae	Elytraria	*Elytraria imbricata*	Cordoncillo	No reporta
Lygodiaceae	Lygodium	*Lygodium japonicum*	Helecho guía	No reporta
Poaceae	Oplismenus	*Oplismenus burmannii*	Pasto de sombra	No reporta
	Urochloa	*Urochloa mutica*	Camalote	No reporta

Sitio del proyecto (SP)

Ubicación de los sitios de muestreo

Se levantaron un total de 6 unidades de muestreo (UM) de 500m² para estrato arbóreo, correspondiente a la poligonal de 16,048.82 m², lo que significa que el área total muestreada sobre esta poligonal corresponde a 3,000 m².

Para estrato renuevo, arbustivo y herbáceo se aplicaron mismos 6 UM, pero ajustado a una superficie de 100m², dando un total de 600 m².

Las coordenadas de los sitios donde se realizó el muestreo se indican en la siguiente tabla:

Tabla IV.11. Cuadro de coordenadas Sitios del proyecto.

Coordenadas WGS84/UTM Zona 13N		
UM	**UM**	**UM**
1	467119	2269146

Coordenadas WGS84/UTM Zona 13N		
UM	**UM**	**UM**
2	467093	2269113
3	467056	2269079
4	467033	2269065
5	467080	2269054
6	467157	2269099

Como resultado de los recorridos de campo y los muestreos realizados en el sitio del proyecto (SP), se obtuvo el siguiente inventario detallado de la vegetación presente en cada uno de los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

De la información obtenida en campo también se realizó una revisión de las especies con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y modificación del Anexo Normativo III., en categorías de Protección Especial (Pr), Amenazada (A) y En Peligro de Extinción (P)., así como evaluar el grado de conservación o perturbación de la vegetación en el Sitio del Proyecto (SP).

Estrato arbóreo

Este estrato está representado por 25 especies de las cuales de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 dos de ellas están sujetas a protección especial *Cedrela odorata* y *Attalea guacuyule.*

Tabla IV.12. Listado de especies de estrato arbóreo en el sitio del proyecto (SP).

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Arecaceae	Attalea	*Attalea guacuyule*	*Cocos cocoyule, Cocos guacuyule, Orbignya cohune, Orbignya guacuyule, Attalea cohune*	Corozo	Sujeta a protección especial (Pr)
Burseraceae	Bursera	*Bursera simaruba*	*Bursera bonairensis, Bursera gummifera, Bursera integérrima, Bursera ovalifolia,*	Palo mulato	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
			Bursera subpubescens, Burseria gummifera, Elaphrium integerrimum, Elaphrium ovalifolium, Elaphrium simaruba, Elaphrium subpubescens, Pistacia simaruba, Tapirira macrophylla, Terebinthus simaruba		
Myrtaceae	Calyptrantes	*Calyptrantes pallens*	*Myrcia neopallens, Chytraculia pallens, Calyptranthes pallens var. mexicana*	Murta	No reporta
Urticaceae	Cecropia	*Cecropia obtusifolia*	*Ambaiba commutata, Ambaiba costaricensis, Ambaiba hemsleyana, Ambaiba mexicana, Cecropia alvarezii, Cecropia amphichlora, Cecropia bicolor, Cecropia burriada, Cecropia commutate, Cecropia dabeibana, Cecropia digitata, Cecropia levyana, Cecropia maxonii, Cecropia mexicana, Cecropia obtusifolia, Cecropia panamensis, Cecropia radlkoferiana, Cecropia schiedeana,*	Trompetilla	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
			Cecropia vogeleri		
Meliaceae	Cedrela	*Cedrela odorata*	*Cedrela adenophylla, Cedrela brachystachya, Cedrela brownii, Cedrela caldasana, Cedrela ciliolata, Cedrela cubensis, Cedrela dugesii, Cedrela glaziovii, Cedrela guianensis, Cedrela hassleri, Cedrela huberi, Cedrela imparipinnata, Cedrela longipes, Cedrela longipetiolulata, Cedrela mexicana, Cedrela mourae, Cedrela occidentalis, Cedrela odorata, Cedrela palustris, Cedrela paraguariensis, Cedrela rotunda, Cedrela sintenisii, Cedrela velloziana, Cedrela whitfordii, Cedrela yucatana, Surenus brownii, Surenus glaziovii, Surenus guianensis, Surenus mexicana, Surenus paraguariensis, Surenus velloziana*	Cedro rojo	Sujeta a protección especial (Pr)
Pochote	Ceiba	*Ceiba aesculifolia*	*Bombax aesculifolium, Bombax axillare, Ceiba pallida, Chorisia solute, Eriodendron aesculifolium*	Pochote	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Euphorbiaceae	Cnidoscolus	*Cnidoscolus spinosus*	*N/A*	Ortiga	No reporta
Arecaceae	Cocos	*Cocos nucifera*	*Calappa nucifera, Cocos indica, Cocos nana, Palma cocos*	Coco	No reporta
Araliaceae	Dendropanax	*Dendropanax arboreus*	*Dendropanax schippii, Dendropanax stenodontus, Gilibertia eurycarpa, Dendropanax matudae, Gilibertia alaris, Gilibertia arborea, Aralia arborea, Gilibertia matudae, Dendropanax juergensenii, Dendropanax insulares, Dendropanax alaris*	Palo blanco	No reporta
Moraceae	Ficus	*Ficus maxima*	*Ficus bopiana, Ficus chaconiana, Ficus citrifolia, Ficus coybana, Ficus finlayana, Ficus glaucescens, Ficus guadalajarana, Ficus guapoi, Ficus hernandezii, Ficus laurifolia, Ficus martinicensis, Ficus mexicana, Ficus murilloi, Ficus myxaefolia, Ficus parkeri, Ficus picardae, Ficus plumieri, Ficus protensa, Ficus pseudoradula, Ficus rádula, Ficus rubricosta, Ficus sodiroi, Ficus subscabrida,*	Higuera	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
			Ficus suffocans, Ficus ulei, Ficus vicencionis, Ficus virens, Pharmacosycea glaucescens, Pharmacosycea grandaeva, Pharmacosycea guyanensis, Pharmacosycea hernandezii, Pharmacosycea mexicana, Pharmacosycea pseudoradula, Pharmacosycea rádula, Pharmacosycea rígida, Urostigma laurifolium, Urostigma protensum,		
Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	*Guazuma guazuma, Guazuma polybotrya,Guazuma tomentosa,Theobroma guazuma* ***;*** *Guazuma guazuma var. tomentosa* ***;*** *Guazuma ulmifolia var. ulmifolia*	Guásima	No reporta
Malvaceae	Heliocarpus	*Heliocarpus pallidus*	*N/A*	Majahua	No reporta
Fabaceae	Leucaena	*Leucaena lanceolata*	*Leucaena microcarpa, Leucaena palmeri, Leucaena sinaloensis*	Guajillo	No reporta
Fabaceae	Leucaena	*Leucaena leucocephala*	*Acacia glauca, Acacia leucocephala, Leucaena glabra,*	Guache	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
			Leucaena latisiliqua, Mimosa glauca, Mimosa leucocephala		
Malvaceae	Luehea	*Luehea candida*	*Alegria candida, Luehea endopogon, Luehea mexicana, Luehea nobilis, Luehea platypetala, Luehea scabrifolia*	Algodoncillo	No reporta
Fabaceae	Lysiloma	*Lysiloma acapulcensis*	*Acacia acapulcensis, Acacia demostachya, Lysiloma cuneatum, Lysiloma desmostachys, Lysiloma desmostachyum, Lysiloma duranguense, Lysiloma durangensis, Lysiloma jorullense, Lysiloma jorullensis, Lysiloma pedicellatum, Lysiloma platycarpum, Lysiloma purpusii*	Tepehuaje	No reporta
Fabaceae	Lysiloma	*Lysiloma divaricatum*	*Acacia divaricata Lysiloma affinis Lysiloma australe Lysiloma calderonii Lysiloma chiapense Lysiloma kellermanii !Lysiloma microphyllum Lysiloma ortegae Lysiloma salvadorense Lysiloma schiedeanum Lysiloma seemannii Lysiloma thornberi Mimosa divaricate*	Tepemezquite, Quebracho, Mauto	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Anacardiaceae	Mangifera	*Mangifera indica*	*N/A*	Mango	No reporta
Fabaceae	Piptadenia	*Piptadenia obliqua*	*Acacia thibaudiana, Goldmania constricta, Piptadenia constricta, Piptadenia moniliformis, Pityrocarpa obliqua, Sophora obliqua*	Quebrahacha	No reporta
Picrodendraceae	Piranhea	*Piranhea mexicana*	*Celaenodendron mexicanum*	Guayabillo	No reporta
Anacardiaceae	Spondias	*Spondias mombin*	*Spondias aurantiaca, Spondias axillaris, Spondias cythera, Spondias dubia, Spondias graveolens, Spondias lucida, Spondias lutea, Spondias lutea var. glabra, Spondias lutea var. máxima, Spondias lutea var. pseudomyrobalanus, Spondias myrobalanus, Spondias nigrescens, Spondias oghigee, Spondias pseudomyrobalanus, Spondias purpurea var. venulosa, Spondias radlkoferi, Spondias venulosa, Spondias zanzee*	Ciruela	No reporta
Bignoniaceae	Tabebuia	*Tabebuia rosea*	*Tabebuia pentaphylla, Tecoma rosea, Tecoma mexicana, Sparattos perma*	Rosa morada	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
			rosea, Tabebuia mexican, Couralia rosea, Tecoma punctatissima, Tabe buia punctatissima		
Combretaceae	Terminalia	*Terminalia catappa*	*Badamia commersonii, Buceras catappa, Catappa domestica, Juglans catappa, Myrobalanus catappa, Terminalia badamia, Terminalia catappa var. chlorocarpa, Terminalia catappa var. macrocarpa Terminalia catappa var. rhodocarpa, Terminalia catappa var. subcordata, Terminalia intermedia, Terminalia latifolia, Terminalia moluccana, Terminalia myrobalana, Terminalia ovatifolia, Terminalia paraensis, Terminalia procera, Terminalia rubrigemmis, Terminalia subcordata*	Almendro	No reporta
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia cochliacantha*	*Vachellia campeachiana*	Cubata	No reporta
Lamiaceae	Vitex	*Vitex pyramidata*	*N/A*	Ahuilote	No reporta

Estrato renuevo

El estrato arbóreo renuevo solo presenta dos especies, *Tabebuia rosea* y *Attalea guacuyule,* esta última con categoría sujeto a protección especial, según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.13. Listado de especies de estrato renuevo en sitio del proyecto (SP).

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Arecaceae	Attalea	Attalea guacuyule	Cocos guacuyule	Corozo guacoyul	Sujeta a protección especial (Pr)
Bignoniaceae	Tabebuia	*Tabebuia rosea*	*Bignonia pentaphylla, Couralia rosea, Sparattosperma rosea, Sparattosperma roseum, Tabebuia mexicana, Tabebuia pentaphylla, Tabebuia punctatissima, Tecoma evenia, Tecoma mexicana, Tecoma punctatissima, Tecoma rosea*	Rosa morada	No reporta

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo está representado generalmente por 3 especies *Lasiacis nigra, Piper Michelianum, Serjania triquetra,* de acuerdo con la NOM-059_SEMARNAT-2010, ninguna de ellas presenta algún estatus de protección.

Tabla IV.14. Listado de especies estrato arbustivo sitio del proyecto (SP).

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Poaceae	Lasiacis	Lasiacis nigra	Panicum divaricatum var. molle	Carricillo	No reporta
Piperaceae	Piper	Piper Michelianum	Piper mas	Hoja santa	No reporta
Sapindaceae	Serjania	Serjania triquetra	N/A	Bejuco	No reporta

Estrato herbáceo

En este estrato para el sitio del proyecto sólo se identificó una sola especie.

Tabla IV.15. Listado de especies estrato herbáceo sitio del proyecto (SP)

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Pteridaceae	Adiantum	*Adiantum capillus-veneris*	Adiantum africanum Adiantum capillus Adiantum capillus-veneris fo. dissectum Adiantum capillus-veneris fo. fissum Adiantum capillus-veneris fo. lanyuanum Adiantum capillus-veneris fo. rimicola Adiantum capillus-veneris var. fissum Adiantum capillus-veneris var. laciniatum Adiantum capillus-veneris var. modestum Adiantum capillus-veneris var. protrusum	Culantrillo de pozo	No reporta

Familia	Género	Especie	Sinonimia	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
			Adiantum capillus-veneris var. trifidum Adiantum coriandrifolium Adiantum fontanum Adiantum lingii Adiantum michelii Adiantum modestum Adiantum paradiseae Adiantum pseudocapillus Adiantum remyanum Adiantum schaffneri Adiantum subemarginatum Adiantum tenerum var. dissectum Adiantum tricholepis fo. Glabrum Adiantum trifidum		

La presencia de pocas especies en el sitio está ligado a la perturbación presente, vestigios de viviendas anteriores y presencia humana constante, por lo que la vegetación ya no se encuentra en condiciones naturales, sino que presenta alteraciones y se está inmersa entre vegetación de ornato que en su momento se introdujo por diseño paisajístico en el sitio.

Análisis de curva de acumulación de especies

En la práctica, los inventarios de biodiversidad raramente logran identificar todas las especies presentes en un área, debido a la complejidad biológica y las limitaciones de los recursos. Sin embargo, la riqueza de especies es fundamental para describir la biodiversidad, pero suele ser difícil de estimar con precisión en inventarios. Por lo que se requiere herramientas metodológicas

robustas que permitan estimar de manera precisa la riqueza de especies presente en un área determinada (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

En este contexto los métodos estadísticos no paramétricos han cobrado especial relevancia, ya que permiten realizar estimaciones sin asumir distribuciones específicas en los datos. El cálculo estadístico no paramétrico para estimar el área mínima necesaria para detectar el 100% de la riqueza de especies se basa en la relación entre el esfuerzo de muestreo (es decir, el área muestreada) y el número acumulado de especies observadas. Esta relación se representa comúnmente mediante curvas de acumulación de especies, que representan el número de especies acumuladas frente al esfuerzo de muestreo, herramienta crucial para estandarizar las estimaciones de riqueza y evaluar la completitud de los inventarios.

Para asegurar que la muestra de vegetación realizada es representativa y que la caracterización es confiable se ha utilizado el análisis mediante las curvas de acumulación de especies tanto para Sistema Ambiental Regional (SAR) como para el Sitio del proyecto (SP).

Con los datos de muestreo de campo se elaboró una matriz especies-muestras (de abundancia o de presencia-ausencia) para construir un sistema de coordenadas cartesianas (X-Y) y acumular el número de especies detectadas a medida que se fueron añadiendo muestras y así construir un gráfico de dispersión con unidades de muestreo o sitios y especies detectadas; a partir de este gráfico construir líneas de tendencia, en estas curvas también es de esperar que la tasa con la cual nuevas especies son añadidas al inventario (es decir la “velocidad” de las curvas) disminuya conforme aumente el esfuerzo de muestreo (Base de datos Vegetación de SAR).

Los resultados del análisis para el Sistema Ambiental Regional (SAR) y Sitio del proyecto (SP) son los siguientes:

Sistema Ambiental Regional (SAR)

Estrato arbóreo

Para el estrato arbóreo se obtuvo la siguiente matriz de 42 especies (Anexo Base Vegetación SAR).

Tabla IV.16. Matriz especies-unidades de muestreo de vegetación Sistema Ambiental Regional (SAR) (de abundancia o de presencia-ausencia).

	Especies	UM01	UM02	UM03	UM04	UM05	UM06	UM07	UM08	UM09	UM10	UM11	UM12	UM13	UM14	UM15	UM16	Frecuencia
1	*Aphananthe monoica*			1					1	1								3
2	*Astronium graveolens*		1	1	1	1	1				1		1		1	1	1	10
3	*Attalea guacuyule*	1		1	1			1	1	1	1	1		1		1		10
4	*Brosimum alicastrum*	1		1	1		1				1							5
5	*Bursera simaruba*					1	1	1		1		1		1	1			7
6	*Calyptrathes pallens*	1																1
7	*Cecropia obtusifolia*		1		1		1	1										4
8	*Cedrela odorata*					1		1				1						3
9	*Celtis caudata*					1									1			2
10	*Cnidoscolus spinosus*	1	1		1									1			1	5
11	*Coccoloba barbadensis*								1									1
12	*Couepia polyandra*				1													1
13	*Cupania dentata*										1							1
14	*Dendropanax arboreus*									1					1			2
15	*Faramea occidentalis*				1		1					1						3
16	*Ficus cotinifolia*							1								1		2
17	*Ficus maxima*	1			1					1		1				1		5
18	*Guazuma ulmifolia*			1		1								1	1	1		5
19	*Gyrocarpus jatrophifolius*			1											1			2
20	*Heliocarpus pallidus*	1	1						1									3
21	*Karwinskia humboldtiana*		1															1
22	*Jacaratia mexicana*	1									1							2
23	*Leucaena lanceolata*	1	1	1		1		1	1			1	1					8
24	*Leucaena leucocephala*					1												1
25	*Lonchocarpus rugosus*						1											1
26	*Lysiloma acapulcensis*								1					1				2
27	*Lysiloma divaricatum*		1									1					1	3
28	*Mangifera indica*			1														1
29	*Miconia aeruginosa*			1				1								1		3

	Especies	UM01	UM02	UM03	UM04	UM05	UM06	UM07	UM08	UM09	UM10	UM11	UM12	UM13	UM14	UM15	UM16	Frecuencia
30	*No identificado 11*						1	1		1	1			1	1			6
31	*No identificado 4*	1																1
32	*Phobe pachypoda*	1									1							2
33	*Piranhea mexicana*	1			1										1			3
34	*Plumeria rubra*							1										1
35	*Pterocarpus orbiculatus*	1					1										1	3
36	*Sapium pedicellatum*		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	1	13
37	*Tabebuia rosea*					1												1
38	*Thouinia acuminata*				1				1				1					3
39	*Trema micrantha*	1									1	1						3
40	*Trichilia trifolia*	1																1
41	*Vachellia cochliacantha*		1															1
42	*Zanthoxylum caribaeum*		1															1
	Nuevas especies	14	7	5	3	4	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	42
	Riqueza acumulada	14	21	26	29	33	36	38	40	41	42	42	42	42	42	42	42	572

En este sentido la curva de acumulación de especies permite evaluar la eficiencia y representatividad del esfuerzo de muestreo, inicialmente, se encuentran sobre todo especies comunes con alta frecuencia y amplia cobertura, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, lo que genera una pendiente ascendente pronunciada. Conforme se incrementa el número de unidades de muestreo, la tasa de incorporación de nuevas especies disminuye, predominando aquellas de baja frecuencia o distribución localizada, por lo que la pendiente de la curva desciende.

Por lo tanto, cuando el muestreo es suficientemente extensivo e intensivo, la tasa de acumulación de nuevas especies tiende a acercarse a cero conformes se alcanza un número determinado de unidades de muestreo. A partir de ese punto, la curva de acumulación adopta una forma asintótica, lo que indica que incrementos adicionales en el esfuerzo no resultan en aumentos significativos en la riqueza florística registrada. Este comportamiento sugiere que el muestreo logró capturar la mayor parte de la composición y diversidad vegetal presente en el área.

Tabla IV.17. Riqueza acumulada en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Sitio / unidad de muestreo (UM)	Riqueza acumulada
01	14
02	21
03	26
04	29
05	33
06	36
07	38
08	40
09	41
10	42
11	42
12	42
13	42
14	42
15	42
16	42

La curva de acumulación de especies obtenida para el Sistema Ambiental Regional (SAR) evidencia una tendencia creciente en la riqueza de especies conforme se incrementa el esfuerzo de muestreo (número de unidades o parcelas). En las primeras unidades muestreadas, la pendiente de la curva es pronunciada, lo que indica la incorporación rápida de especies comunes y dominantes en el área.

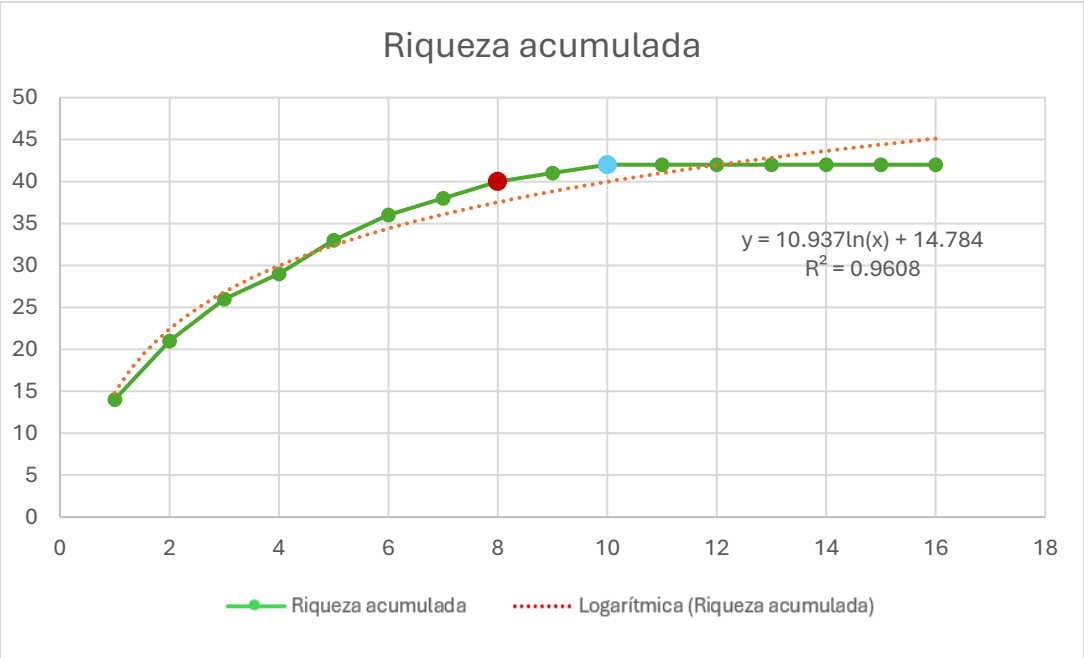


Ilustración IV.55. Curva de acumulación de especies en el estrato arbóreo del Sistema ambiental Regional (SAR).

A partir de la unidad de muestreo 8 (marcada en rojo) se completó el 95% del total de la riqueza estimada, y la tasa de incremento de nuevas especies comienza a disminuir de forma notoria. Esto indica que la mayoría de las especies frecuentes ya han sido registradas, y que las especies que se agregan posteriormente son raras o poco representativas.

El comportamiento asintótico de la curva se da a partir del punto 10 (marcado en azul) en adelante (donde se observa una estabilización a 42 especies) sugiere que el muestreo logró capturar la mayoría de la riqueza florística local, cumpliendo con criterios de suficiencia y representatividad. Esto se ve reforzado por el ajuste del modelo logarítmico, cuya ecuación y=10.937ln (x)+14.784 y coeficiente de determinación $R2^2$=0.9608, indican un buen ajuste entre la riqueza observada y el esfuerzo aplicado.

Sitio del proyecto (SP)

Estrato arbóreo

Para el estrato arbóreo se obtuvo la siguiente matriz integrada en el anexo (Base Vegetación Sitio de Proyecto)

Tabla IV.18. Matriz especies- unidades de muestreo de vegetación sitio del proyecto (SP) (de abundancia o de presencia-ausencia).

	Especie	UM 01	UM 02	UM 03	UM 04	UM 05	UM 06	Frecuencia
1	*Attalea guacuyule*	1	1		1	1		4
2	*Bursera simaruba*	1	1	1		1	1	5
3	*Calyeptrantes pallens*			1				1
4	*Cecropia obtusifolia*				1	1	1	3
5	*Cedrela odorata*		1				1	2
6	*Ceiba aesculifolia*						1	1
7	*Cnidoscolus spinosus*			1				1
8	*Cocos nucifera*						1	1
9	*Dendropanax arboreus*				1			1
10	*Ficus maxima*	1						1
11	*Guazuma ulmifolia*		1		1	1		3
12	*Heliocarpus pallidus*		1	1	1			3
13	*Leucaena lanceolata*	1	1	1			1	4
14	*Leucaena leucocephala*		1					1
15	*Luehea candida*			1				1
16	*Lysiloma acapulcensis*					1		1
17	*Lysiloma divaricatum*	1	1	1				3
18	*Mangifera indica*	1	1	1	1	1	1	6
19	*Piptadenia obliqua*	1	1	1				3
20	*Piranhea mexicana*	1						1
21	*Spondias mombin*			1				1
22	*Tabebuia rosea*		1	1	1	1	1	5
23	*Terminalia catappa*		1					1
24	*Vachellia cochliacantha*	1		1				2
25	*Vitex Pyramidata*					1		1
	Especies Nuevas	9	6	4	2	2	2	25
	Riqueza acumulada	9	15	19	21	23	25	112

Tabla IV.19. Riqueza acumulada en el sitio del proyecto (SP).

Sitio /unidad de muestreo (UM)	Riqueza acumulada
01	9
02	15
03	19
04	21
05	23
06	25

La gráfica siguiente muestra la riqueza acumulada de especies del sitio del proyecto (SP) en función del número de unidades de muestreo. La ecuación de la curva de tendencia tipo logarítmico: y = 8.8279 ln(x) + 8.9866, con un coeficiente de determinación R^2 = 0.9986, indica un ajuste excelente del modelo a los datos observados (muy cercana a 1.0).

Este patrón logarítmico sugiere que, conforme se incrementa el esfuerzo de muestreo, la tasa de descubrimiento de nuevas especies disminuye progresivamente, lo cual es característico de comunidades donde se ha logrado una cobertura suficiente del muestreo.

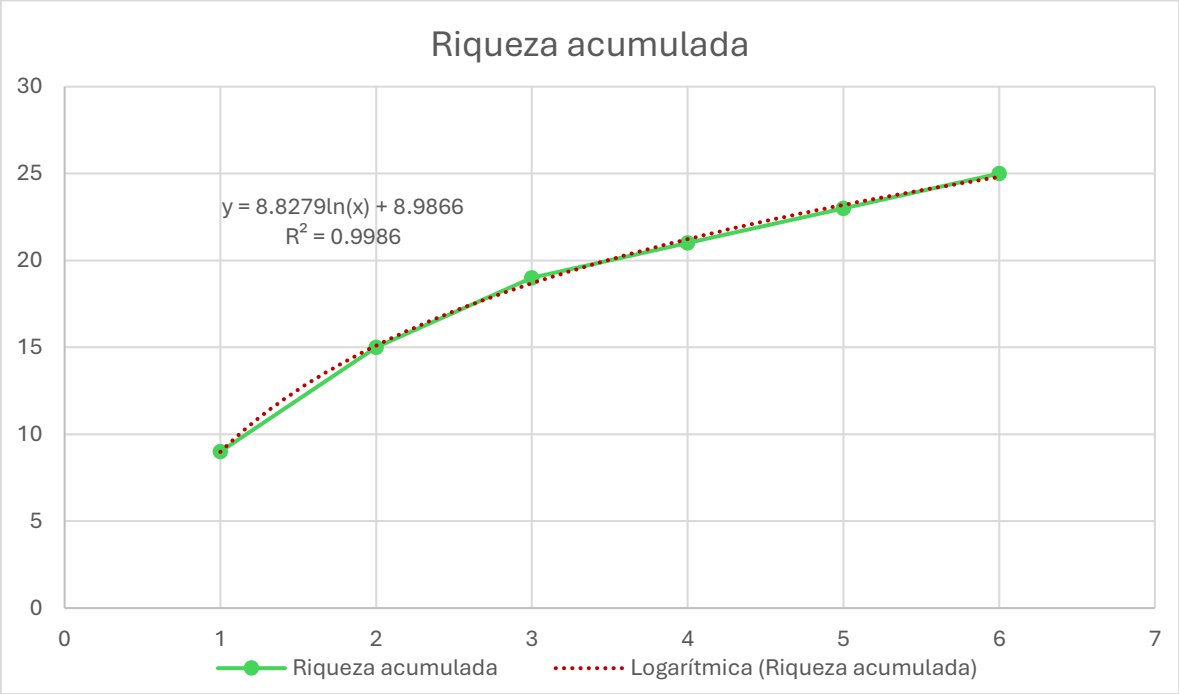


Ilustración IV.56. Curva de acumulación de especies en el estrato arbóreo del sitio del proyecto.

Responde al patrón asintótico de las curvas de acumulación: en las primeras fases del muestreo, se acumulan especies rápidamente, mientras que, en fases avanzadas, el descubrimiento de nuevas especies ocurre con menor frecuencia, generalmente especies raras o de hábitats muy específicos.

Tabla IV.20. Predicción de aparición de especies nuevas por UM.

Especies= y = 8.8279ln(x) + 8.9866			
Sitio (UM)	A	B	Especies
1	8.9866	8.8279	9.0
2	8.9866	8.8279	15.1
3	8.9866	8.8279	18.7
4	8.9866	8.8279	21.2
5	8.9866	8.8279	23.2
6	8.9866	8.8279	24.8
7	8.9866	8.8279	26.2
8	8.9866	8.8279	27.3
9	8.9866	8.8279	28.4
10	8.9866	8.8279	29.3

El cuadro anterior muestra la predicción de aparición de especies nuevas, justifica la respuesta al patrón asintótico de la curva de acumulación de especies, el mayor incremento ocurre entre los sitios/unida de muestreo (UM) 2 y 3, si se aumenta el número de sitios/unida de muestreo (UM), también aumentará la aparición de especies aproximadamente de una especie nueva, por cada sitio nuevo hasta el 10.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el marco de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), el Índice de Valor de Importancia (IVI) es una herramienta fundamental para caracterizar la estructura ecológica de la vegetación presente en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el Sitio del Proyecto (SP), para este apartado se integra la base de datos con los cálculos generados en el anexo (IVI Vegetación SAR Y SP).

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es una medida relativa en ecología que evalúa la importancia ecológica relativa de una especie dentro de una especie dentro de una comunidad o ecosistema específico. Es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de

importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente

Su valor máximo es 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia, la abundancia y la frecuencia.

La densidad nos indica la proporción de individuos de cada especie respecto del total de individuos registrados, la frecuencia refleja la cantidad de sitios muestreados donde aparece la especie, o dicho de otra manera la cantidad de veces que aparece cada especie en un *i* número de unidades de muestreo dentro del campo muestral definido; en tanto la cobertura refleja el grado de ocupación de cada especie, este concepto de puede estimar con cobertura de copas o con áreas basales.

Para obtener el I.V.I., es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100.Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. debe ser igual a 300.

Definición de variables

Área Basal del estrato arbóreo fustal, se obtuvo por medio se la siguiente ecuación:

$$AB = \frac{\pi}{4} * (DN)\text{^}2$$

Para el estrato arbustivo se ha medido el diámetro de copa para estimar la cobertura de las especies y estimar la dominancia.

Para el caso de las especies del estrato herbáceo, se ha medido el % de cobertura de cada especie en 4 subparcelas de 1 m2 por unidad de muestreo.

Ecuaciones para obtener los componentes del Índice de Valor de Importancia (IVI)

$$Dominancia\ absoluta = \frac{Área\ basal\ de\ la\ especie\ i}{Área\ total\ muestreada}$$

$$Dominancia\ relativa = \frac{Dominancia\ absoluta\ de\ la\ especie\ i}{Dominancia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies\ i} x100$$

$$Densidad\ absoluta = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ i}{Área\ total\ muestreada}$$

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ absoluta\ de\ la\ especie\ i}{Densidad\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies\ i} x100$$

$$Frecuencia\ absoluta = \frac{Número\ de\ sitios\ donde\ esta\ presente\ la\ especie\ i}{Número\ \ total\ de\ sitios\ \ muestreados}$$

$$Frecuencia\ \ relativa = \frac{Frecuencia\ \ absoluta\ de\ la\ especie\ i}{Frecuencia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies\ i} x100$$

El IVI se obtiene a partir del promedio de tres parámetros anteriormente mencionados y descritos:

IVI= (Densidad Relativa + Dominancia Relativa + Frecuencia Relativa) /3

El rango puede variar dependiendo del ecosistema y las especies presentes. Este valor puede expresarse en forma porcentual (0–100%) o como un número decimal entre 0 y 1.

La interpretación del IVI, altos valores de IVI (cercanos a 100% o 1): indican especies dominantes o clave en la estructura y funcionamiento del ecosistema.

Valores intermedios de IVI: se asocian con especies frecuentes o comunes, que, si bien no dominan, tienen presencia significativa en el ecosistema.

Valores bajos de IVI (cercanos a 0): corresponden a especies raras o poco representativas, cuya presencia puede deberse a condiciones microambientales específicas, procesos sucesionales o perturbaciones recientes.

Sistema Ambiental Regional (SAR)

IVI en el estrato arbóreo

De acuerdo con el análisis del Índice de valor de importancia, en el estrato arbóreo del SAR las especies de mayor relevancia relativa *Sapium pedicellatum,*con 36.86%, *Attalea guacuyule* y 27.35%, *Astronium graveolens* con 21.88%, Bursera *simaruba* con 21.63 y *Thouinia acuminata* con 19.67*%* con valores de IVI de 300.

Tabla IV.21. Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbóreo del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Especie	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	Frecuencia Relativa %	IVI (Suma de %)
Aphananthe monoica	1.25313283	0.85152049	2.20588235	4.31053567
Astronium graveolens	7.01754386	7.51865374	7.35294118	21.8891388
Attalea guacuyule	5.26315789	14.7406362	7.35294118	27.3567353
Brosimum alicastrum	5.51378446	6.6434151	3.67647059	15.8336702
Bursera simaruba	4.76190476	11.7249317	5.14705882	21.6338952
Calyptrathes pallens	0.7518797	0.18391287	0.73529412	1.67108669
Cecropia obtusifolia	1.25313283	1.06537267	2.94117647	5.25968197
Cedrela odorata	2.75689223	5.16511332	2.20588235	10.1278879
Celtis caudata	1.00250627	0.83830054	1.47058824	3.31139504
Cnidoscolus spinosus	2.50626566	1.92739135	3.67647059	8.11012761
Coccoloba barbadensis	0.7518797	1.52807101	0.73529412	3.01524483
Couepia polyandra	0.25062657	0.20568691	0.73529412	1.1916076
Cupania dentata	0.25062657	0.26284377	0.73529412	1.24876445
Dendropanax arboreus	2.2556391	2.72136617	1.47058824	6.4475935
Faramea occidentalis	2.00501253	0.2212398	2.20588235	4.43213468
Ficus cotinifolia	0.7518797	0.43353669	1.47058824	2.65600462
Ficus maxima	1.5037594	1.46469301	3.67647059	6.64492299
Guazuma ulmifolia	3.25814536	0.96272362	3.67647059	7.89733957
Gyrocarpus jatrophifolius	1.25313283	0.53463044	1.47058824	3.25835151
Heliocarpus pallidus	1.5037594	0.46153188	2.20588235	4.17117363
Jacaratia mexicana	0.50125313	0.44870075	0.73529412	1.685248
Karwinskia humboldtiana	0.25062657	0.15552886	1.47058824	1.87674366
Leucaena lanceolata	7.26817043	2.93871774	5.88235294	16.0892411
Leucaena leucocephala	0.25062657	0.37365808	0.73529412	1.35957876
Lonchocarpus rugosus	0.25062657	0.32699942	0.73529412	1.3129201
Lysiloma acapulcensis	0.50125313	0.7480938	1.47058824	2.71993517
Lysiloma divaricatum	4.76190476	2.61599537	2.20588235	9.58378248
Mangifera indica	0.25062657	2.4884617	0.73529412	3.47438239
Miconia aeruginosa	2.75689223	0.56223682	2.20588235	5.5250114
No identificado 4	2.50626566	2.1618511	4.41176471	9.07988147
No identificado 11	3.7593985	2.40525376	0.73529412	6.89994638
Phobe pachypoda	0.7518797	0.73331856	1.47058824	2.95578649
Piranhea mexicana	1.25313283	0.71621038	2.20588235	4.17522557
Plumeria rubra	0.25062657	0	0.73529412	0.98592068
Pterocarpus orbiculatus	1.75438596	1.1555794	2.20588235	5.11584772

Especie	**Densidad Relativa %**	**Dominancia Relativa %**	**Frecuencia Relativa %**	**IVI (Suma de %)**
Sapium pedicellatum	13.5338346	13.7763573	9.55882353	36.8690154
Tabebuia rosea	0.25062657	0.14036479	0.73529412	1.12628548
Thouinia acuminata	9.77443609	7.69206842	2.20588235	19.6723869
Trema micrantha	0.7518797	0.35032875	2.20588235	3.3080908
Trichilia trifolia	1.00250627	0.28500663	0.73529412	2.02280701
Vachellia cochliacantha	1.5037594	0.26401023	0.73529412	2.50306375
Zanthoxylum caribaeum	0.25062657	0.20568691	0.73529412	1.1916076
Total	100	100	100	300

En la gráfica siguiente se puede visualizar las especies de mayor relevancia relativa con base al índice de valor de importancia obtenido.

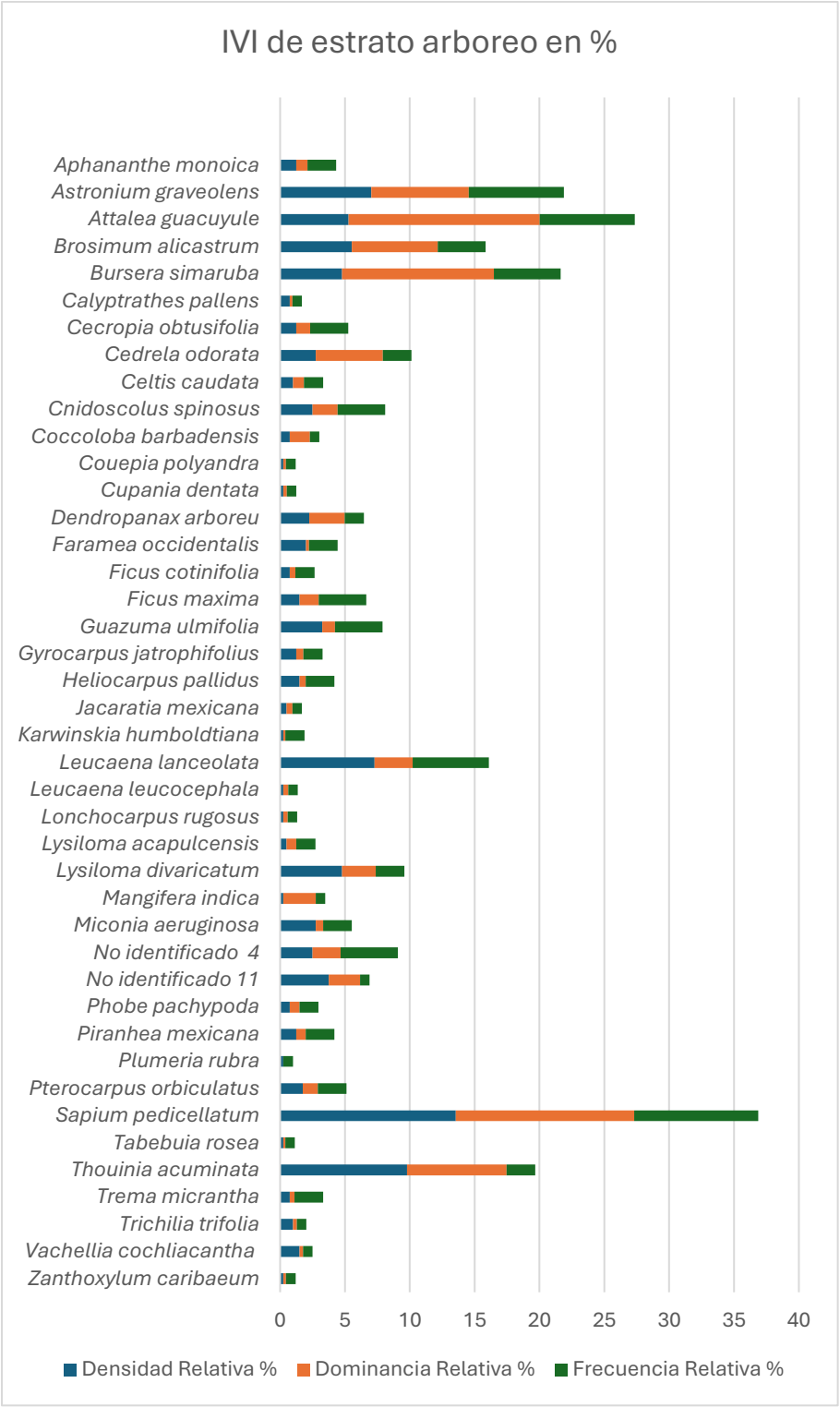


Ilustración IV.57. IVI del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

IVI en estrato renuevo del SAR

Attalea guacuyule presenta un IVI significativamente más alto (259.86% de un máximo de 300%), lo que indica que es la especie dominante del sitio, con mayor presencia tanto en número de individuos como en cobertura y distribución espacial. Su alta dominancia relativa (99.86%) sugiere que ocupa la mayor parte del área basal, posiblemente por su porte o tamaño.

Por otro lado, *Astronium graveolens* tiene una participación mucho menor en los tres parámetros, con un IVI de 40.14%, lo que indica que, aunque está presente, su contribución estructural y ecológica dentro de la comunidad es secundaria.

Tabla IV.22. Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato renuevo del SAR.

Especie	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	Frecuencia Relativa %	IVI %
Astronium graveolens	15	0.14472996	25	40.14473
Attalea guacuyule	85	99.85527	75	259.85527
Total	100	100	100	300

En la gráfica siguiente se puede apreciar la dominancia de *Attalea guacuyule*, lo cual podría estar relacionado con condiciones ambientales específicas, procesos de sucesión, presión antrópica o características ecológicas propias de la especie (como dispersión o tolerancia a perturbaciones).

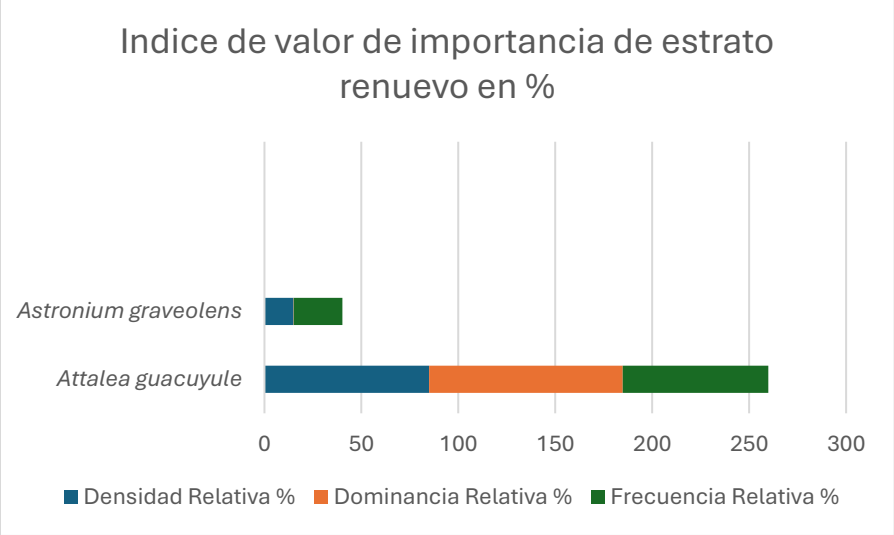


Ilustración IV.58. índice de valor de importancia de estrato renuevo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

La comunidad vegetal evaluada muestra una marcada dominancia monoespecífica de *Attalea guacuyule*, lo cual podría estar relacionado con condiciones ambientales específicas, procesos de sucesión, presión antrópica o características ecológicas propias de la especie (como dispersión o tolerancia a perturbaciones).

IVI en estrato arbustivo del SAR

En el estrato arbustivo del Sistema Ambiental Regional (SAR), *Lasiacis nigra* presenta el valor más alto de IVI (157.01%), lo que indica que es la especie dominante en el estrato arbustivo evaluado. Su alta densidad (63.16%) y dominancia (51%) reflejan una ocupación extensa tanto en número de individuos como en cobertura.

Randia tetracantha y Serjania triquetra destacan con valores intermedios de IVI (43.11% y 33.49%, respectivamente), lo que sugiere una participación estructural relevante dentro de la comunidad.

Tabla IV.23.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbustivo del SAR.

Especie	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	Frecuencia Relativa %	IVI (suma de %)
Jacquinia macrocarpa	2.63157895	0.94232944	7.14285714	10.7167655
Lasiacis nigra	63.1578947	50.9988692	42.8571429	157.013907
Piper Michelianum	7.89473684	2.82698832	7.14285714	17.8645823
Randia tetracantha	5.26315789	23.558236	14.2857143	43.1071081
Serjania triquetra	7.89473684	11.3079533	14.2857143	33.4884044
Disciphania calocarpa	5.26315789	7.53863551	7.14285714	19.9446505
Serjania marginata	7.89473684	2.82698832	7.14285714	17.8645823
Total	100	100	100	300

Las demás especies tienen valores de IVI menores, lo que indica que su presencia es más bien secundaria en el ecosistema actual.

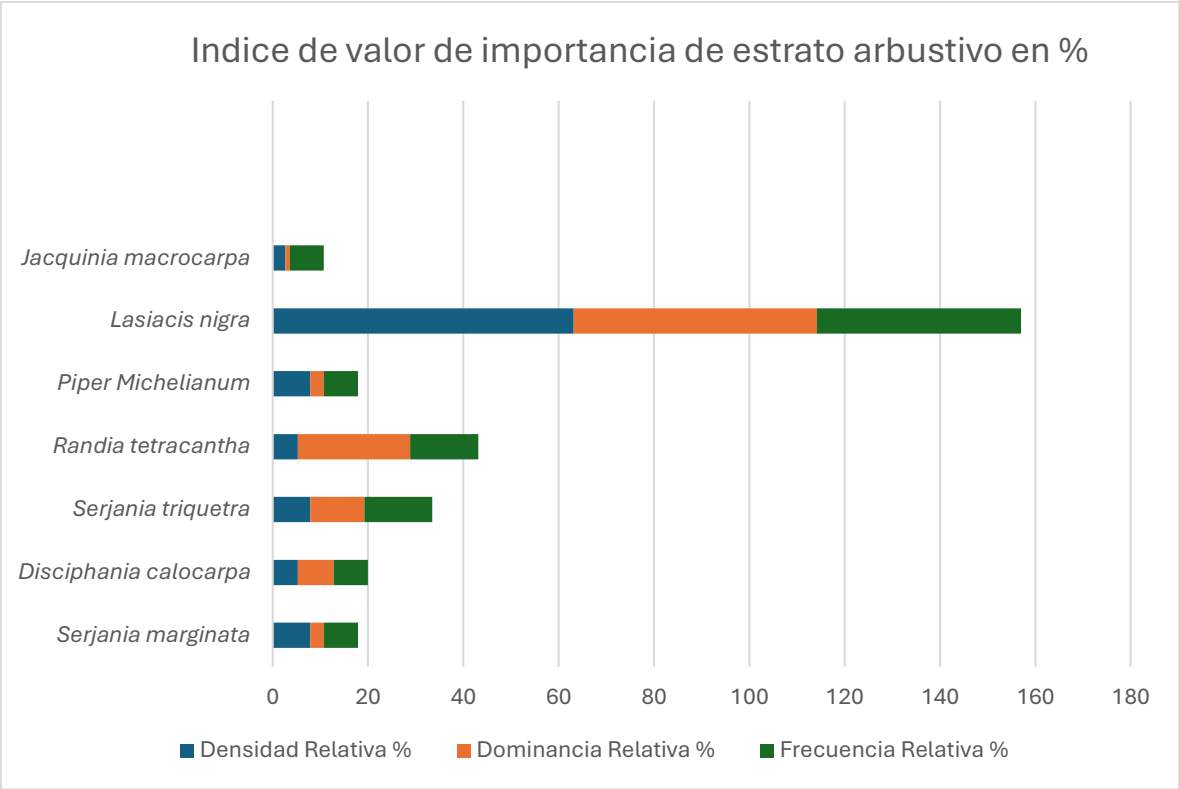


Ilustración IV.59. índice de valor de importancia de estrato arbustivo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

El estrato evaluado presenta una fuerte dominancia monoespecífica de *Lasiacis nigra,* lo que puede reflejar condiciones de perturbación.

IVI en estrato herbáceo del SAR

El estrato herbáceo está fuertemente dominado por *Adiantum capillus-veneris*, que presenta la densidad relativa más alta (45.16 %), la mayor frecuencia relativa (50 %) y un aporte significativo en dominancia (24.17 %), sumando un IVI de 119.33 %. Esto confirma que esta especie es el componente principal del estrato, ampliamente distribuida y con una presencia consistente en todas las unidades de muestreo.

En un segundo nivel de importancia se ubican *Oplismenus burmannii* (IVI = 48.52 %), *Lygodium japonicum* (IVI = 47.24 %) y *Urochloa mutica* (IVI = 47.15 %). Cada una contribuye de manera distinta:

Oplismenus burmannii destaca por su alta densidad relativa (32.26 %), aunque su dominancia es baja (3.76 %), lo que sugiere que es abundante, pero con menor cobertura individual.

Lygodium japonicum y *Urochloa mutica* sobresalen por su alta dominancia relativa (25.07 % y 28.20 %, respectivamente) pese a su baja densidad (9.68 % y 6.45 %), indicando que, aunque sus poblaciones son menos numerosas, los individuos ocupan más espacio o biomasa en las áreas donde se encuentran.

Por último, *Elytraria imbricata* registra el IVI más bajo (37.75 %), con valores reducidos en densidad y frecuencia, lo que evidencia una participación ecológica limitada en la estructura herbácea.

Tabla IV.24.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbóreo del SAR.

Especie	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	Frecuencia Relativa %	IVI (suma de %)
Adiantum capillus-veneris	45.1612903	24.171889	50	119.333179
Elytraria imbricata	6.4516129	18.8003581	12.5	37.751971
Lygodium japonicum	9.67741935	25.0671441	12.5	47.2445635
Oplismenus burmannii	32.2580645	3.76007162	12.5	48.5181361
Urochloa mutica	6.4516129	28.2005372	12.5	47.1521501
Total	100	100	100	300

El elevado IVI de *Adiantum capillus-veneris* en el SAR evidencia una fuerte dominancia de esta especie, asociada a ambientes con humedad residual (posiblemente por escurrimientos o sombra residual de estructuras pasadas).

La presencia significativa de especies pioneras e incluso introducidas como *Urochloa mutica* sugiere condiciones de alteración del suelo y la cobertura vegetal.

La comunidad herbácea muestra un patrón típico de ecosistema secundario perturbado, donde la diversidad funcional es baja y hay una marcada dominancia de especies oportunistas.

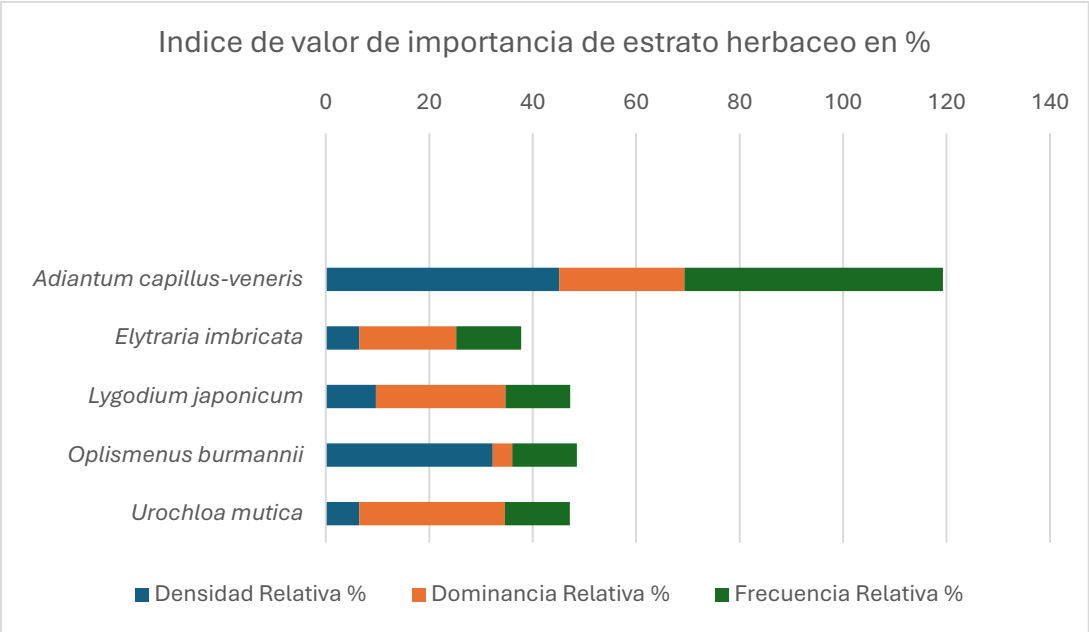


Ilustración IV.60. Índice de valor de importancia de estrato herbáceo en el SAR.

Sitio del Proyecto (SP)

IVI en el estrato arbóreo

El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) para el estrato arbóreo en el Sitio del Proyecto evidencia una comunidad vegetal altamente perturbada, con clara señal de alteración antrópica previa. La dominancia de especies pioneras y de rápido crecimiento como *Tabebuia rosea* (IVI: 40.84), *Bursera simaruba* (39.47) y *Piptadenia obliqua* (30.25), junto con la presencia significativa de especies introducidas o asociadas a entornos modificados, como *Mangifera indica* (33.77) y *Cocos nucifera*, refuerzan la conclusión de que la vegetación se encuentra en una etapa temprana de sucesión secundaria temprana.

El patrón observado responde a condiciones típicas de sitios perturbados por actividades previas como presencia de construcciones abandonadas. La baja representación de especies propias de selvas maduras y la dispersión de especies con bajos IVI como *Vitex pyramidata*, *Terminalia catappa* y *Luehea candida* indican que no existe una estructura ecológica consolidada ni una comunidad con alto grado de conservación.

Tabla IV.25.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbóreo del SP.

Especie	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	Frecuencia Relativa %	IVI (suma de %)
Attalea guacuyule	3.97727273	10.8946051	7.14285714	22.0147349
Bursera simaruba	14.2045455	16.3339404	8.92857143	39.4670572
Calyptrantes pallens	0.56818182	0.25608923	1.78571429	2.60998534
Cecropia obtusifolia	5.68181818	5.85932165	5.35714286	16.8982827
Cedrela odorata	1.70454545	2.01456863	3.57142857	7.29054266
Ceiba aesculifolia	0.56818182	2.84543592	1.78571429	5.19933202
Cnidoscolus spinosus	0.56818182	0.19235147	1.78571429	2.54624757
Cocos nucifera	0.56818182	1.73116321	1.78571429	4.08505932
Dendropanax arboreus	0.56818182	0.45526975	1.78571429	2.80916585
Ficus maxima	0.56818182	4.37514227	1.78571429	6.72903838
Guazuma ulmifolia	5.11363636	1.91554746	5.35714286	12.3863267
Heliocarpus pallidus	5.11363636	1.9405873	5.35714286	12.4113665
Leucaena lanceolata	9.65909091	3.67971773	7.14285714	20.4816658
Leucaena leucocephala	0.56818182	0.82972911	1.78571429	3.18362522
Luehea candida	1.13636364	0.27771455	1.78571429	3.19979247
Lysiloma acapulcensis	0.56818182	0.95720464	1.78571429	3.31110075
Lysiloma divaricatum	4.54545455	2.86364671	5.35714286	12.7662441
Mangifera indica	9.09090909	13.9608468	10.7142857	33.7660416
Piptadenia obliqua	19.8863636	5.00682905	5.35714286	30.2503355
Piranhea mexicana	0.56818182	0.76940587	1.78571429	3.12330198
Spondias mombin	0.56818182	0.11381744	1.78571429	2.46771354
Tabebuia rosea	11.3636364	20.5520146	8.92857143	40.8442224
Terminalia catappa	0.56818182	0.76940587	1.78571429	3.12330198
Vachellia cochliacantha	1.70454545	0.4484407	3.57142857	5.72441473
Vitex pyramidata	0.56818182	0.95720464	1.78571429	3.31110075
Total, general	100	100	100	300

En conjunto, los datos obtenidos se visualizan en la Ilustración IV.61, sugieren que la vegetación arbórea actual no representa un ecosistema en estado natural ni maduro, sino más bien una formación secundaria empobrecida, dominada por especies oportunistas y tolerantes a la alteración.

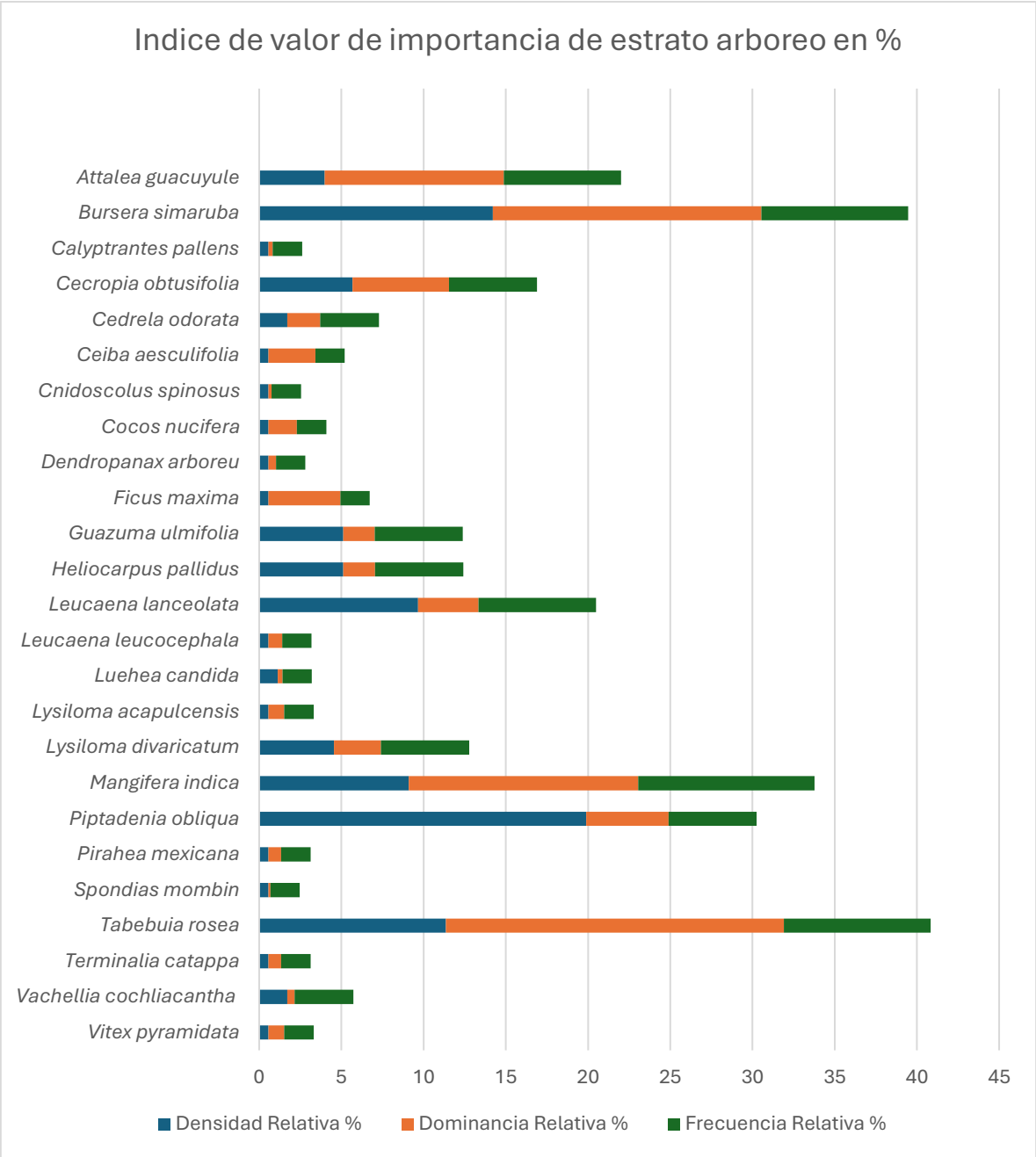


Ilustración IV.61. índice de valor de importancia del estrato arbóreo en el Sitio del Proyecto (SP).

IVI en estrato renuevo

Los resultados del IVI del estrato renuevo en el SP indican una clara dominancia de *Attalea guacuyule* en el estrato de renuevo, con un valor acumulado de 244.47 puntos sobre un total de 300.
Esta especie representa:
85.7% de la densidad relativa
92.1% de la dominancia relativa
66.7% de la frecuencia relativa
Por otro lado, *Tabebuia* rosea tiene una representación significativamente menor (IVI de 55.53), con un patrón de aparición menos frecuente y menor cobertura.

Tabla IV.26.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato renuevo del Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	Frecuencia Relativa %	IVI (suma de %)
Attalea guacuyule	85.7142857	92.0886076	66.6666667	244.46956
Tabebuia rosea	14.2857143	7.91139241	33.3333333	55.53044
Total, general	100	100	100	300

El estrato de renuevo del Sitio del Proyecto (Ilustración IV.62) refleja un ambiente altamente perturbado, en proceso de recuperación ecológica con dominancia de una sola especie pionera. Esta composición vegetal es indicativa de un ecosistema que aún no ha alcanzado un equilibrio estructural ni funcional

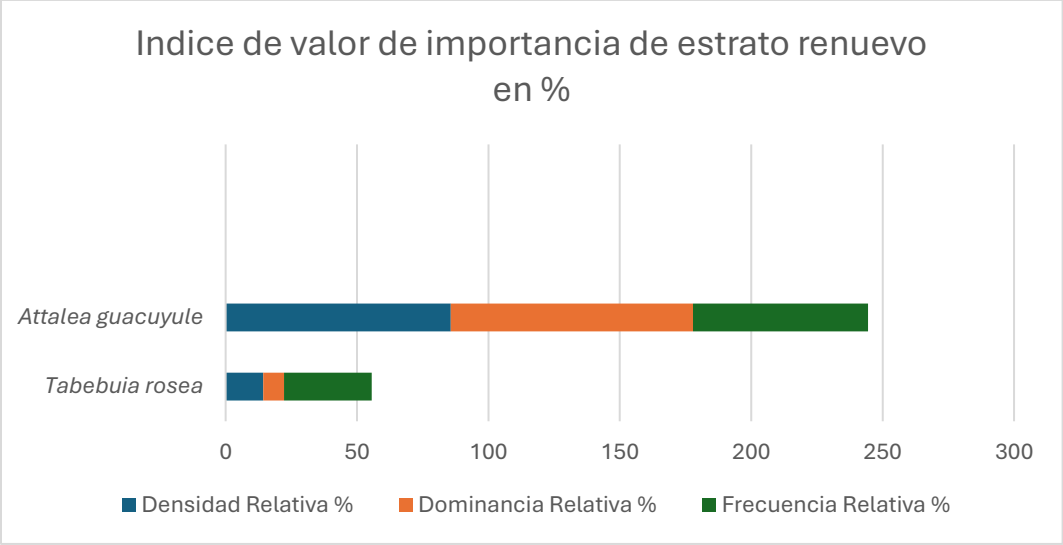


Ilustración IV.62. índice de valor de importancia del estrato renuevo en el Sitio del Proyecto (SP).

IVI en estrato arbustivo

En el IVI del estrato arbustivo tiene mayor dominancia por una especie *Lasiacis nigra*, que es una gramínea trepadora (subarbustiva), común en áreas perturbadas o en etapas tempranas de sucesión secundaria, especialmente en sitios con apertura de dosel y exposición. Las otras especies (*Piper michelianum* y *Serjania triquetra*) tienen una representación significativamente menor, con IVI mucho más bajos (56.6 y 45.9, respectivamente), y comparten un patrón de distribución asociado a hábitats secundarios o de borde.

Tabla IV.27.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato arbustivo de Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	Frecuencia Relativa %	IVI (suma de %)
Lasiacis nigra	85.3658537	72.1534653	40	197.519319
Piper Michelianum	7.31707317	9.28217822	40	56.5992514
Serjania triquetra	7.31707317	18.5643564	20	45.8814296
Total	100	100	100	300

El estrato arbustivo del Sitio del Proyecto (Ilustración IV.63) presenta señales claras de perturbación ecológica, con una vegetación simplificada y dominada por especies pioneras, especialmente gramíneas trepadoras. Esta situación es típica de zonas con sucesión secundaria temprana, lo que refuerza la interpretación de que el área ha sido alterada por actividades humanas recientes o pasadas.

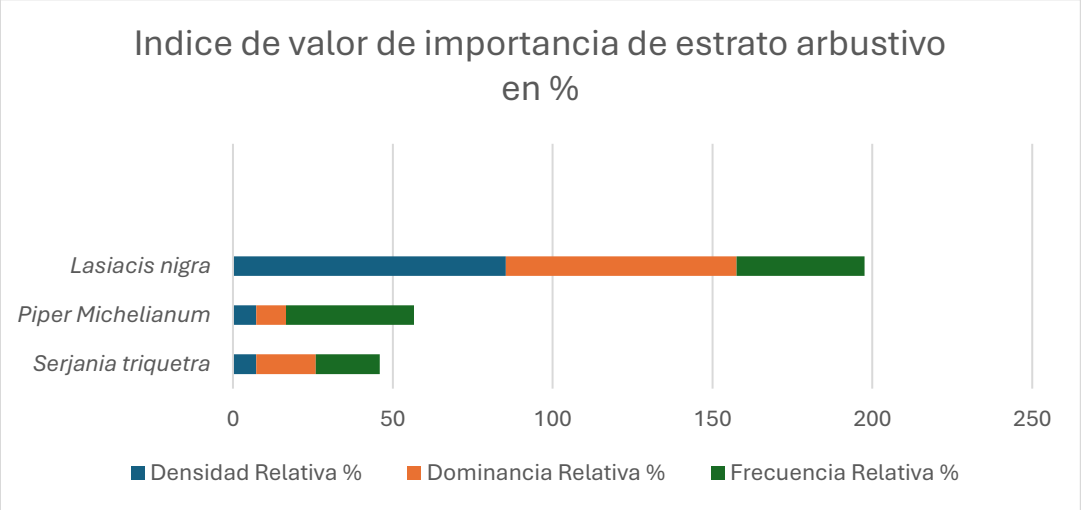


Ilustración IV.63. índice de valor de importancia de estrato arbustivo en el Sitio del Proyecto (SP).

IVI en estrato herbáceo

El estrato herbáceo del Sitio del Proyecto (SP) presenta una monodominancia absoluta por la especie *Adiantum capillus-veneris.*

Tabla IV.28.Índice de Valor de Importancia (IVI) para estrato herbáceo del Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Densidad Relativa %	Dominancia Relativa %	Frecuencia Relativa %	IVI (suma de %)
Adiantum capillus-veneris	100	100	100	300

Adiantum capillus-veneris es una especie de helecho colonizador, común en áreas sombrías y húmedas, muchas veces vinculada a ambientes alterados o con humedad retenida por estructuras o drenajes anteriores.
Su presencia exclusiva sugiere condiciones de alta perturbación, donde otras especies no han podido establecerse o fueron desplazadas.

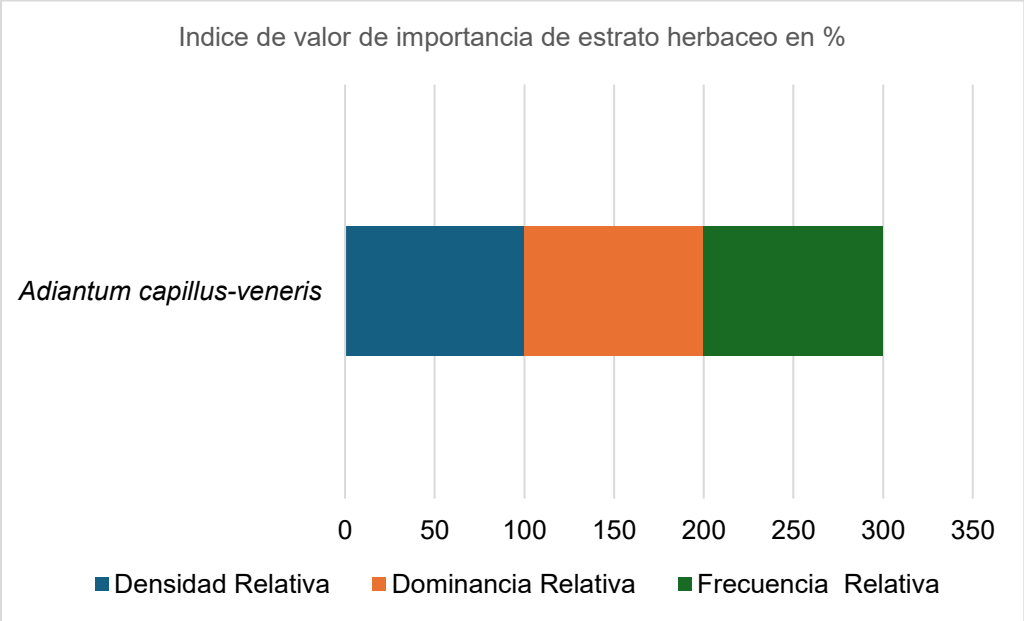


Ilustración IV.64. índice de valor de importancia de estrato herbáceo en el Sitio del Proyecto (SP).

La monodominancia herbácea por *Adiantum capillus-veneris* confirma que el área evaluada se encuentra en un estado ecológico alterado y muestra signos de colonización temprana posterior a una perturbación significativa (como construcción, desmonte o abandono de infraestructura) (Ilustración IV.64).

Análisis de diversidad de la vegetación

Los indicadores ecológicos calculados para el SAR y el sitio del proyecto (SP), se describen a continuación:

Con el propósito de demostrar el polígono donde se ejecutará remoción de vegetación con el desarrollo del proyecto están suficientemente representadas en el ecosistema como para que el proyecto pudiera ser viable, se realizó el trabajo de campo correspondiente que proporcionó la información generada para el estudio, mostrando matemáticamente la abundancia y determinando la riqueza y su distribución de las especies, utilizando los índices de Shannon, Pielou y Simpson, cada uno con su propio valor técnico.

El índice de Simpson, también denominado índice de diversidad de especies o índice de dominancia, es una herramienta ampliamente utilizada en estudios ecológicos para evaluar la diversidad biológica de una comunidad. Este índice considera dos componentes fundamentales de la diversidad: la riqueza específica, que hace referencia al número total de especies presentes en un área determinada, y la equitabilidad o uniformidad, la cual refleja cómo se distribuyen los individuos entre las distintas especies. Es decir, no solo se toma en cuenta cuántas especies hay, sino también cuán equilibrada es la abundancia relativa de cada una dentro del ecosistema.

Matemáticamente, el índice de Simpson se interpreta como la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Por lo tanto, un valor alto del índice indica que hay una alta probabilidad de que ambos individuos sean de la misma especie, lo que sugiere baja diversidad y alta dominancia por parte de una o pocas especies. Por el contrario, un valor bajo del índice refleja una comunidad más diversa, donde los individuos están más equitativamente distribuidos entre múltiples especies. Esta característica convierte al índice de Simpson en una medida inversa de la diversidad, es decir, a mayor dominancia, menor diversidad.

Para abordar esta limitación interpretativa y facilitar comparaciones más directas con otras métricas de diversidad, como el índice de Shannon, es común aplicar transformaciones matemáticas al índice de Simpson (por ejemplo, utilizando 1 – D o 1/D, donde D es el valor original del índice), con el fin de obtener una medida que se correlacione positivamente con la diversidad.

En complemento, el índice de equitabilidad de Pielou se utiliza para aislar y cuantificar el componente de equitabilidad dentro de la diversidad. Este índice

se deriva del índice de Shannon y permite evaluar hasta qué punto los individuos están repartidos de manera equitativa entre todas las especies presentes. Cuando todas las especies tienen aproximadamente el mismo número de individuos, el índice de Pielou se acerca a 1, lo que indica una distribución perfectamente equitativa. En cambio, valores cercanos a 0 reflejan una fuerte dominancia de una o pocas especies.

Índices de Diversidad

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad).

Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (*DSi*), y (2) el índice de Shannon-Wiener (*H'*).

Índice de Simpson (1949), *DSi*. Este fue el primer índice de diversidad usado en ecología, la ecuación utilizada es:

$D_{si}=\sum Pi^2$

Pi = abundancia proporcional de la *i*ésima especie; representa la probabilidad de que un individuo de la especie *i* esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de *pi* igual a 1

$Pi=ni/N$

ni= número de individuos de la especie *i*

N = número total de individuos para todas las *S* especies en la comunidad

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad.

$Si_D=1-D_{si}$

Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), *H'*.

Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de *S* especies y *N* individuos. Por lo tanto, *H'* = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, *H'* será máxima cuando todas las especies *S* estén representadas por el mismo número de individuos *ni*, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

La ecuación para su estimación es:

$H´=\sum(Pi \times Ln\ Pi)$

Índices de Equitabilidad

Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

La equidad (también conocida como evenness en inglés, o representada como J' en ecología) es una medida que describe cuán equitativamente están representadas las especies en una comunidad ecológica. Es un componente clave de la diversidad biológica, junto con la riqueza de especies (número total de especies).

Índice de Pielou (1969), *J'*. Es uno de los índices más utilizados y su ecuación es:

$J´=H´/LnS$
Dónde:
H' = índice de Shannon-Wiener
Ln *S* = es la diversidad máxima (*H'max*) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuera perfectamente equitativas.

Resultados índices de diversidad

Vegetación en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

El análisis cuantitativo de la diversidad ecológica requiere métricas que reflejen no solo la presencia de especies (riqueza), sino también su distribución y peso ecológico dentro de una comunidad. En este contexto, la abundancia y la frecuencia relativas son variables fundamentales, ya que aportan diferentes dimensiones de información ecológica:

La abundancia total (N) y la abundancia relativa (pi=ni/N) son parámetros esenciales para la cuantificación matemática de la diversidad ecológica, ya que permiten incorporar tanto la riqueza de especies como la equitatividad en la distribución de los individuos dentro de una comunidad. La mayoría de los índices de diversidad alfa, como el índice de Shannon-Wiener y el de Simpson, se basan en la abundancia relativa de cada especie para calcular la heterogeneidad de la comunidad. Estos índices dependen directamente de pi, ya que reflejan la probabilidad de ocurrencia de las especies y su contribución al total de la comunidad Anexo, Vegetación_Indices de diversidad_SAR Y SP).

La abundancia total (número total de individuos) proporciona una medida general del tamaño poblacional o de la riqueza biológica en una comunidad.

La abundancia es el número total de individuos de una especie i en una comunidad.

ni=Número de individuos de la especie i.

La abundancia relativa (proporción de individuos de cada especie i, respecto al total) permite conocer cómo se distribuyen los individuos entre las diferentes especies.

pi=ni/N
Donde:
pi: abundancia relativa de la especie i
ni: abundancia absoluta de la especie i
N: abundancia total de la comunidad

Riqueza de especies y abundancia

Estrato arbóreo

Se registraron 42 especies arbóreas con un total de 399 individuos, lo que refleja una alta riqueza florística para el área evaluada. La especie más abundante fue *Sapium pedicellatum* con 54 individuos, seguida por *Thouinia acuminata* (39) y *Leucaena lanceolata* (29), *Astronium graveolens* (28). Estas especies destacan por su mayor representación numérica, lo que sugiere un papel ecológico relevante en la estructura del ecosistema.

Tabla IV.29. Abundancia y abundancia relativa del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)
Aphananthe monoica	5	0.01253133
Astronium graveolens	28	0.07017544
Attalea guacuyule	21	0.05263158
Brosimum alicastrum	22	0.05513784
Bursera simaruba	19	0.04761905
Calyptrathes pallens	3	0.0075188
Cecropia obtusifolia	5	0.01253133
Cedrela odorata	11	0.02756892
Celtis caudata	4	0.01002506
Cnidoscolus spinosus	10	0.02506266
Coccoloba barbadensis	3	0.0075188
Couepia polyandra	1	0.00250627
Cupania dentata	1	0.00250627
Dendropanax arboreus	9	0.02255639
Faramea occidentalis	8	0.02005013
Ficus cotinifolia	3	0.0075188
Ficus maxima	6	0.01503759
Guazuma ulmifolia	13	0.03258145
Gyrocarpus jatrophifolius	5	0.01253133
Heliocarpus pallidus	6	0.01503759
Jacaratia mexicana	2	0.00501253
Karwinskia humboldtiana	1	0.00250627
Leucaena lanceolata	29	0.0726817
Leucaena leucocephala	1	0.00250627
Lonchocarpus rugosus	1	0.00250627
Lysiloma acapulcensis	2	0.00501253

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)
Lysiloma divaricatum	19	0.04761905
Mangifera indica	1	0.00250627
Miconia aeruginosa	11	0.02756892
No identificado 4	10	0.02506266
No identificado 11	15	0.03759398
Phobe pachypoda	3	0.0075188
Piranhea mexicana	5	0.01253133
Plumeria rubra	1	0.00250627
Pterocarpus orbiculatus	7	0.01754386
Sapium pedicellatum	54	0.13533835
Tabebuia rosea	1	0.00250627
Thouinia acuminata	39	0.09774436
Trema micrantha	3	0.0075188
Trichilia trifolia	4	0.01002506
Vachellia cochliacantha	6	0.01503759
Zanthoxylum caribaeum	1	0.00250627
Total	399	1

Una gran cantidad de especies tienen baja abundancia (≤ 3 individuos). Esto sugiere una comunidad diversa, pero con estructura desigual, la presencia de muchas especies raras o poco frecuentes podría deberse a; procesos de sucesión ecológica temprana o intermedia y perturbaciones pasadas (naturales o antrópicas) (Ilustración IV.65).

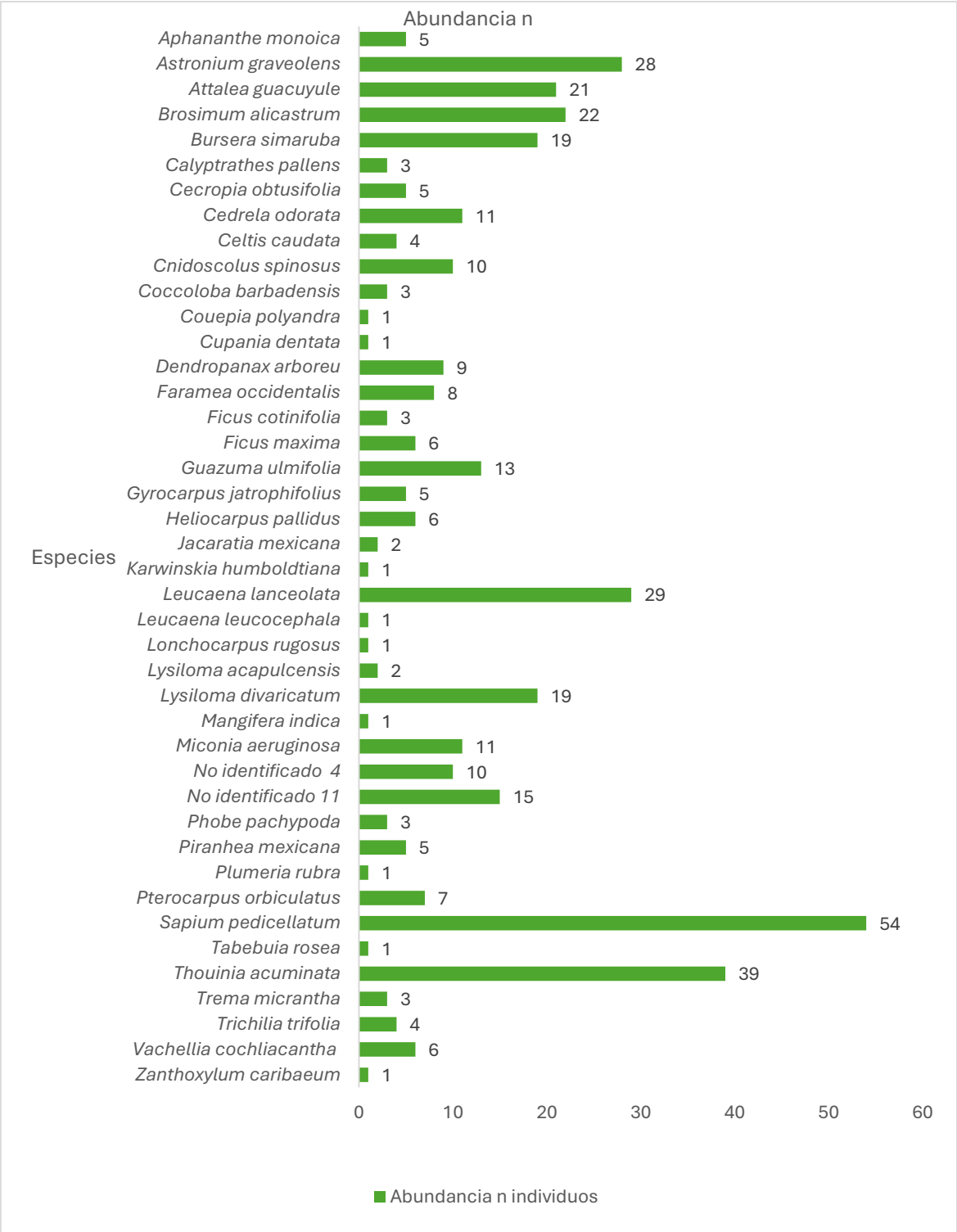


Ilustración IV.65. Abundancia del estrato arbóreo en el SAR

Estrato renuevo

El estrato renuevo en el SAR está dominado notablemente por *Attalea guacuyule* con una abundancia de 85 individuos una abundancia relativa de 0.85 sobre *Astronium graveolens* con solo 0.15 de abundancia relativa (Tabla IV.30 e Ilustración IV.66).

Tabla IV.30. Abundancia y abundancia relativa del estrato renuevo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)
Astronium graveolens	15	0.15
Attalea guacuyule	85	0.85
Total	100	1

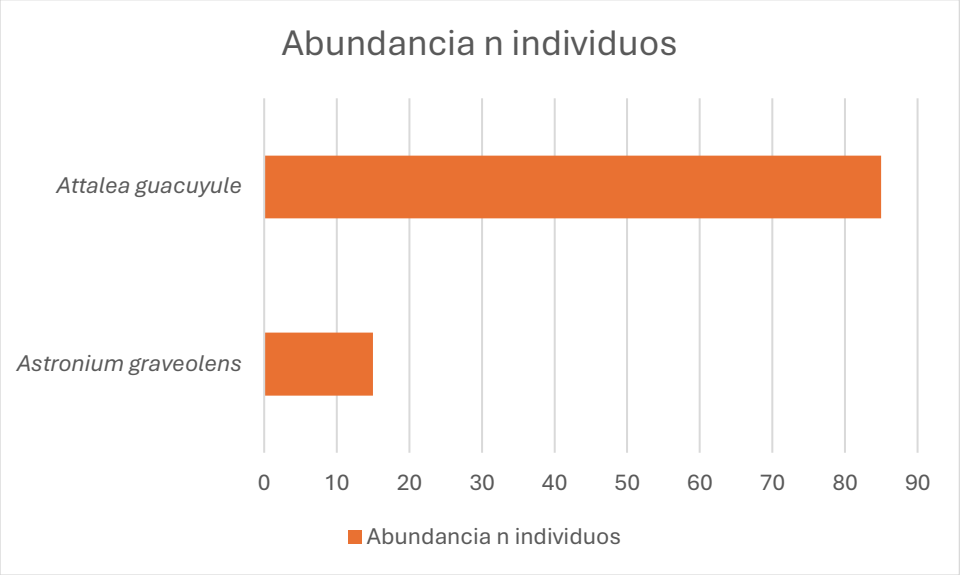


Ilustración IV.66. Abundancia del estrato renuevo en el SAR

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo en el SAR la especie con mayor abundancia en el estrato arbustivo del SAR es *Lasiacis nigra* con 24 individuos de 38 totales, que representa 0.63 de abundancia relativa sobre el resto de las especies que presentan valores por debajo de 0.8.

Tabla IV.31. Abundancia y abundancia relativa del estrato arbustivo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)
Jacquinia macrocarpa	1	0.02631579
Lasiacis nigra	24	0.63157895
Piper Michelianum	3	0.07894737
Randia tetracantha	2	0.05263158
Serjania triquetra	3	0.07894737
Disciphania calocarpa	2	0.05263158
Serjania marginata	3	0.07894737
Total	38	1

La grafica siguiente ilustra la distribución de la abundancia entre las 7 especies presentes en el estrato arbustivo del SAR.

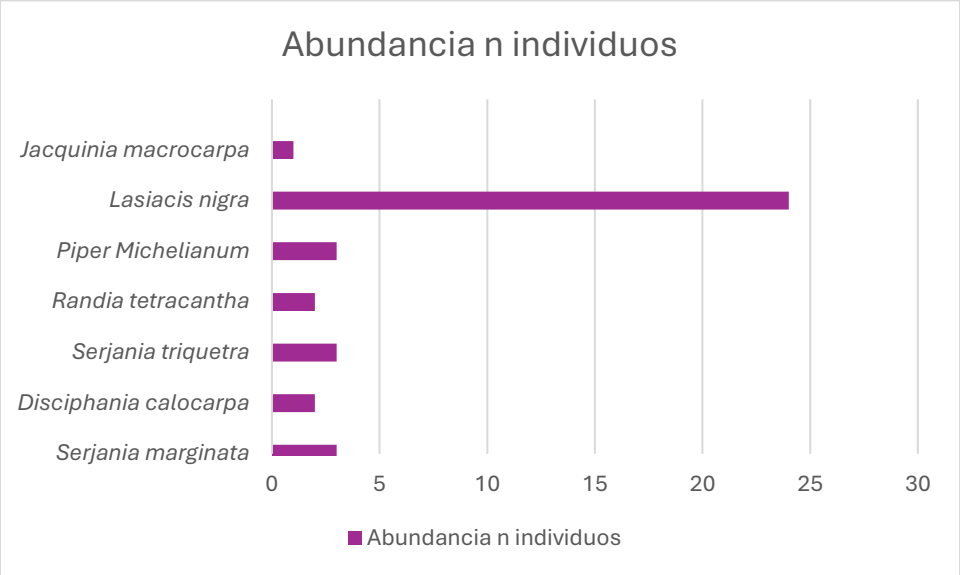


Ilustración IV.67. Abundancia en el estrato arbustivo del SAR.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo del SAR está dominado por la abundancia de dos especies principalmente, *Adiantum capillus-veneris* con 14 individuos y *Oplismenus burmannii* con 10 individuos de 31 totales, representan 0.45 y 0.32 en valores de abundancia relativa (Tabla IV.32 e Ilustración IV.68).

Tabla IV.32. Abundancia y abundancia relativa del estrato herbáceo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)
Adiantum capillus-veneris	14	0.4516129
Elytraria imbricata	2	0.06451613
Lygodium japonicum	3	0.09677419
Oplismenus burmannii	10	0.32258065
Urochloa mutica	2	0.06451613

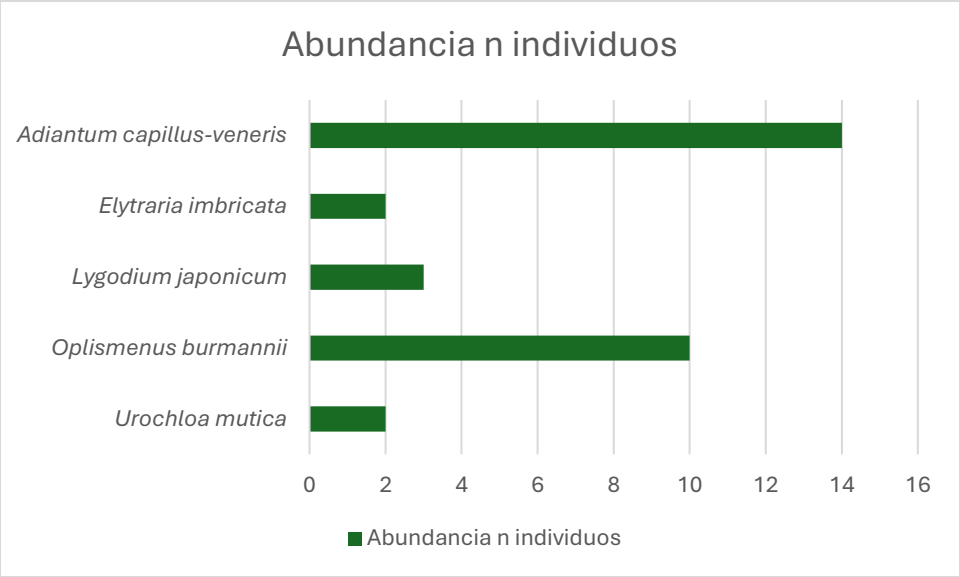


Ilustración IV.68. Abundancia en el estrato herbáceo del SAR.

Vegetación en el Sitio del proyecto (SP)

Estrato arbóreo

La especie con mayor abundancia relativa es *Piptadenia obliqua* (19.88%), seguida de *Bursera simaruba* (14.20%) y *Tabebuia rosea* (11.36%), todas ellas típicas de ambientes perturbados, capaces de establecerse en sitios abiertos y con alta tolerancia a condiciones de estrés. La alta representación de *Leucaena lanceolata* (9.65%) y *Mangifera indica* (9.09%) indica también la influencia humana, ya que estas especies frecuentemente se asocian a áreas semiurbanas, en el sitio del proyecto se observa evidencia de intervención humana, y presencia de infraestructura urbana lo que ha favoreció procesos de pérdida de hábitat y fragmentación.

Además, se observa una amplia dispersión de especies con muy baja abundancia relativa (menor al 1%), lo que implica una estructura comunitaria desequilibrada, sin dominancia clara de especies propias de ecosistemas conservados. La presencia de especies introducidas o utilizadas en paisajismo como *Cocos nucifera*, *Terminalia catappa* y *Mangifera indica*, refuerza el diagnóstico de que la vegetación arbórea ha sido modificada por actividades humanas (Tabla IV.33 e Ilustración IV.69).

Tabla IV.33.Abundancia y abundancia relativa del estrato arbóreo en el Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)
Attalea guacuyule	7	0.039772727
Bursera simaruba	25	0.142045455
Calyptrantes pallens	1	0.005681818
Cecropia obtusifolia	10	0.056818182
Cedrela odorata	3	0.017045455
Ceiba aesculifolia	1	0.005681818
Cnidoscolus spinosus	1	0.005681818
Cocos nucifera	1	0.005681818
Dendropanax arboreus	1	0.005681818
Ficus maxima	1	0.005681818
Guazuma ulmifolia	9	0.051136364
Heliocarpus pallidus	9	0.051136364
Leucaena lanceolata	17	0.096590909
Leucaena leucocephala	1	0.005681818
Luehea candida	2	0.011363636
Lysiloma acapulcensis	1	0.005681818
Lysiloma divaricatum	8	0.045454545
Mangifera indica	16	0.090909091
Piptadenia obliqua	35	0.198863636
Piranhea mexicana	1	0.005681818
Spondias mombin	1	0.005681818
Tabebuia rosea	20	0.113636364
Terminalia catappa	1	0.005681818
Vachellia cochliacantha	3	0.017045455
Vitex pyramidata	1	0.005681818
Total	176	1

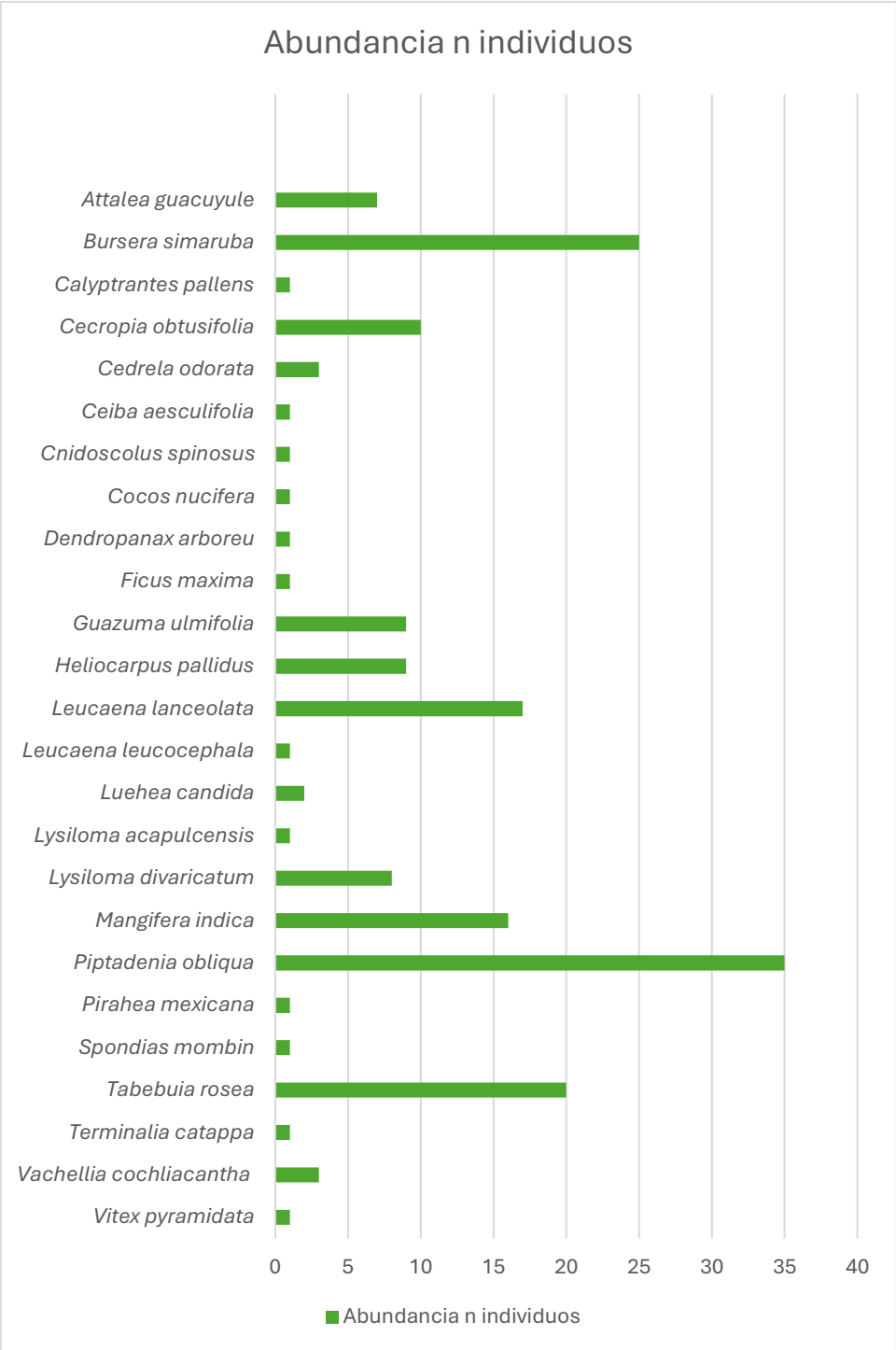


Ilustración IV.69. Abundancia de estrato arbóreo en el Sitio del Proyecto.

Estrato renuevo

El análisis del estrato de renuevo en el Sitio del Proyecto muestra una composición muy poco diversa, dominada ampliamente por *Attalea guacuyule*, que representa el 85.71% de la abundancia total, mientras que *Tabebuia rosea* aporta el 14.29% restante.

Tabla IV.34.Abundancia y abundancia relativa del estrato renuevo en el Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)
Attalea guacuyule	18	0.85714286
Tabebuia rosea	3	0.14285714
Total	21	1

La marcada dominancia de una sola especie, junto con la presencia de únicamente dos especies registradas, indica un bajo nivel de regeneración natural y diversidad estructural en este estrato (Ilustración IV.70).

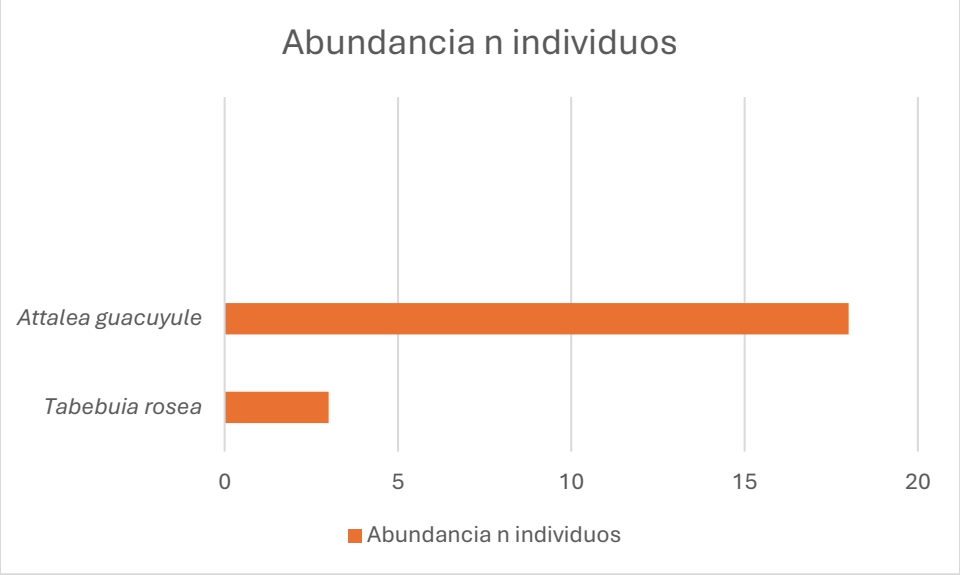


Ilustración IV.70. Abundancia en estrato renuevo en Sitio del Proyecto.

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo muestra una dominancia absoluta de *Lasiacis nigra*, que representa el 85.37% del total de individuos registrados, mientras que *Piper michelianum* y *Serjania triquetra* aportan apenas el 7.3% cada una.

Tabla IV.35. Abundancia y abundancia relativa del estrato arbustivo en el Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)
Lasiacis nigra	35	0.85365854
Piper Michelianum	3	0.07317073
Serjania triquetra	3	0.07317073
Total	41	1

Esta estructura fuertemente desequilibrada, con baja riqueza específica (solo tres especies) y escasa equitatividad, indica un ensamble simplificado propio de sitios alterados (Ilustración IV.71).

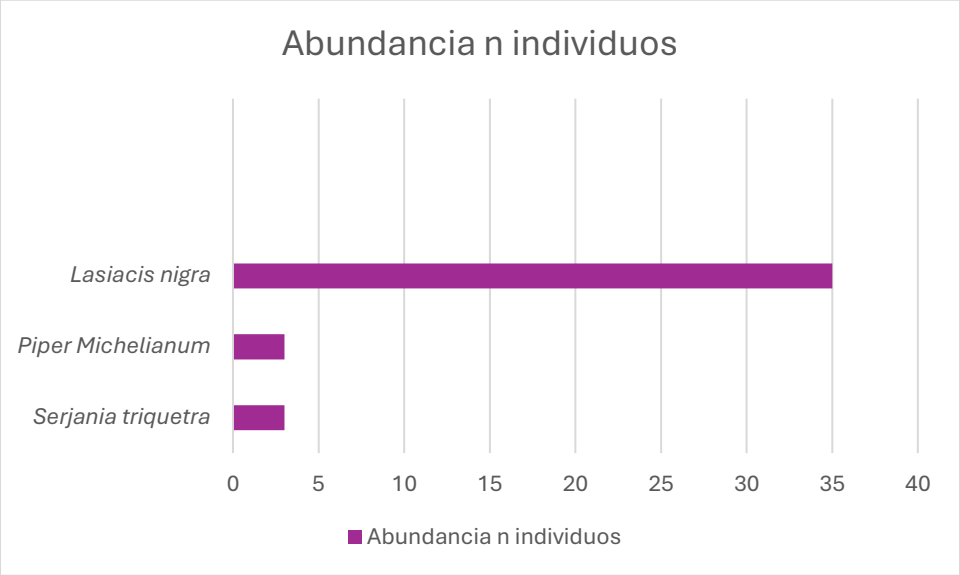


Ilustración IV.71. Abundancia de individuos de estrato arbustivo en el Sitio del Proyecto.

Estrato herbáceo

El registro exclusivo de *Attalea guacuyule* en este estrato, con un total de tres individuos, pone en evidencia una baja diversidad florística extrema, ya que no se encontraron otras especies acompañantes. Esta condición indica una alteración severa del hábitat, probablemente derivada de perturbaciones antrópicas previas como remociones de suelo, construcción, compactación, o limpieza intensiva.

Tabla IV.36.Abundancia y abundancia relativa del estrato herbáceo en el Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)
Attalea guacuyule	3	1
Total	3	1

Sistema Ambiental Regional (SAR)

Estrato arbóreo

Como parte del diagnóstico ecológico del Sistema Ambiental Regional (SAR), se realizó un análisis cuantitativo del estrato arbóreo mediante índices de diversidad y abundancia relativa, obtenidos a partir de los muestreos de vegetación.

Tabla IV.37. Índices de Diversidad del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shannon H=Pi*Ln(Pi)	índice Pielou J=H´/H´Max	índice Simpson Pi^2
Aphananthe monoica	5	0.01253133	-4.3795235	-0.054881247	-0.014683279	0.000157034
Astronium graveolens	28	0.07017544	-2.65675691	-0.186439081	-0.049881102	0.004924592
Attalea guacuyule	21	0.05263158	-2.94443898	-0.154970473	-0.04146179	0.002770083
Brosimum alicastrum	22	0.05513784	-2.89791896	-0.159785006	-0.042749901	0.003040182
Bursera simaruba	19	0.04761905	-3.04452244	-0.144977259	-0.038788142	0.002267574
Calyptrathes pallens	3	0.0075188	-4.89034913	-0.036769542	-0.009837558	5.65323E-05
Cecropia obtusifolia	5	0.01253133	-4.3795235	-0.054881247	-0.014683279	0.000157034
Cedrela odorata	11	0.02756892	-3.59106614	-0.099001824	-0.02648758	0.000760045
Celtis caudata	4	0.01002506	-4.60266706	-0.046142026	-0.012345132	0.000100502

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shannon H=Pi*Ln(Pi)	índice Pielou J=H´/H´Max	índice Simpson Pi^2
Cnidoscolus spinosus	10	0.02506266	-3.68637632	-0.092390384	-0.024718713	0.000628137
Coccoloba barbadensis	3	0.0075188	-4.89034913	-0.036769542	-0.009837558	5.65323E-05
Couepia polyandra	1	0.00250627	-5.98896142	-0.015009928	-0.004015852	6.28137E-06
Cupania dentata	1	0.00250627	-5.98896142	-0.015009928	-0.004015852	6.28137E-06
Dendropanax arboreus	9	0.02255639	-3.79173684	-0.085527899	-0.02288268	0.000508791
Faramea occidentalis	8	0.02005013	-3.90951988	-0.078386363	-0.020971988	0.000402008
Ficus cotinifolia	3	0.0075188	-4.89034913	-0.036769542	-0.009837558	5.65323E-05
Ficus maxima	6	0.01503759	-4.19720195	-0.063115819	-0.016886409	0.000226129
Guazuma ulmifolia	13	0.03258145	-3.42401206	-0.11155929	-0.029847285	0.001061551
Gyrocarpus jatrophifolius	5	0.01253133	-4.3795235	-0.054881247	-0.014683279	0.000157034
Heliocarpus pallidus	6	0.01503759	-4.19720195	-0.063115819	-0.016886409	0.000226129
Jacaratia mexicana	2	0.00501253	-5.29581424	-0.026545435	-0.007102135	2.51255E-05
Karwinskia humboldtiana	1	0.00250627	-5.98896142	-0.015009928	-0.004015852	6.28137E-06
Leucaena lanceolata	29	0.0726817	-2.62166559	-0.190547123	-0.050980194	0.00528263
Leucaena leucocephala	1	0.00250627	-5.98896142	-0.015009928	-0.004015852	6.28137E-06
Lonchocarpus rugosus	1	0.00250627	-5.98896142	-0.015009928	-0.004015852	6.28137E-06
Lysiloma acapulcensis	2	0.00501253	-5.29581424	-0.026545435	-0.007102135	2.51255E-05
Lysiloma divaricatum	19	0.04761905	-3.04452244	-0.144977259	-0.038788142	0.002267574
Mangifera indica	1	0.00250627	-5.98896142	-0.015009928	-0.004015852	6.28137E-06
Miconia aeruginosa	11	0.02756892	-3.59106614	-0.099001824	-0.02648758	0.000760045
No identificado 4	10	0.02506266	-3.68637632	-0.092390384	-0.024718713	0.000628137
No identificado 11	15	0.03759398	-3.28091122	-0.123342527	-0.032999847	0.001413308
Phobe pachypoda	3	0.0075188	-4.89034913	-0.036769542	-0.009837558	5.65323E-05
Piranhea mexicana	5	0.01253133	-4.3795235	-0.054881247	-0.014683279	0.000157034
Plumeria rubra	1	0.00250627	-5.98896142	-0.015009928	-0.004015852	6.28137E-06
Pterocarpus orbiculatus	7	0.01754386	-4.04305127	-0.070930724	-0.018977259	0.000307787

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shannon H=Pi*Ln(Pi)	índice Pielou J=H´/H´Max	índice Simpson Pi^2
Sapium pedicellatum	54	0.13533835	-1.99997737	-0.270673629	-0.072417751	0.018316468
Tabebuia rosea	1	0.00250627	-5.98896142	-0.015009928	-0.004015852	6.28137E-06
Thouinia acuminata	39	0.09774436	-2.32539977	-0.227294714	-0.060811879	0.00955396
Trema micrantha	3	0.0075188	-4.89034913	-0.036769542	-0.009837558	5.65323E-05
Trichilia trifolia	4	0.01002506	-4.60266706	-0.046142026	-0.012345132	0.000100502
Vachellia cochliacantha	6	0.01503759	-4.19720195	-0.063115819	-0.016886409	0.000226129
Zanthoxylum caribaeum	1	0.00250627	-5.98896142	-0.015009928	-0.004015852	6.28137E-06
Total	399	1	-182.798379	-3.205380193	-0.857587888	0.056789844
				3.205380193		17.60878221
						0.943210156
			Equidad	0.857587888		0.419256719

Valor de S= 42	
H´max=Ln(S)=	3.737669618

Los valores obtenidos para los índices de diversidad de la vegetación de estrato arbóreo del Sistema Ambiental Regional (SAR) son:

- Shannon Índice de Shannon-Wiener (H') = 3.20
- Índice de Simpson (1 – D) = 0.94,
- Diversidad Inversa de Simpson 1 / D = 17.60
- Equidad de Shannon (J') = 0.85
- Equidad de Simpson = 0.41

Índice de Shannon-Wiener (H' = 3.20)
Este valor representa una alta diversidad específica. El índice de Shannon combina riqueza y equitatividad, y valores superiores a 3 indican que existe una comunidad estructuralmente compleja, con una gran cantidad de especies y una distribución relativamente balanceada de individuos entre ellas.

Índice de Simpson (1 – D = 0.94):
Este resultado refuerza la alta diversidad: cuanto más se acerca a 1, menor es la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, lo que indica baja dominancia de alguna especie en particular.

Inverso de Simpson (1 / D = 17.60):
Este índice muestra la riqueza efectiva de especies. Un valor de 17.60 significa que, en términos de abundancia homogénea, el ecosistema presenta el equivalente a más de 17 especies con igual número de individuos, lo que evidencia una comunidad muy diversa y ecológicamente estable.

Equidad de Shannon (J' = 0.85):
Este valor indica una alta equidad entre las especies. Aunque no es perfecta (valor máximo = 1), la mayoría de las especies tienen proporciones similares de individuos, lo que sugiere que no existe una marcada dominancia, y la competencia ecológica está balanceada.

Equidad de Simpson (0.41):
Este valor es moderadamente bajo, lo cual puede parecer contradictorio, pero se debe a cómo este índice responde a las especies más abundantes. Aunque hay alta riqueza y diversidad general, algunas especies pueden estar más representadas que otras, generando un ligero sesgo en la equidad bajo esta métrica más sensible a la dominancia.

Los valores obtenidos para los índices de diversidad del estrato arbóreo indican que el Sistema Ambiental Regional (SAR) presenta una comunidad arbórea diversa, compleja y ecológicamente funcional. La alta riqueza específica, combinada con un nivel elevado de equidad, sugiere un ecosistema bien estructurado y en estado avanzado de desarrollo sucesional, posiblemente con baja perturbación reciente y una buena capacidad de resiliencia. Sin embargo, la equidad de Simpson ligeramente más baja podría señalar la presencia de cierta dominancia parcial de especies adaptadas o pioneras, sin comprometer de manera significativa la estabilidad general del sistema.

Estrato renuevo

Tabla IV.38.Índices de Diversidad del estrato renuevo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shanon H=Pi*Ln(Pi)	Indice Pielou J=H´/H´Max	Indice Simpson Pi^2
Astronium graveolens	15	0.15	-1.89711998	-0.284568	-0.41054484	0.0225
Attalea guacuyule	85	0.85	-0.16251893	-0.13814109	-0.19929547	0.7225
Total	100	1	-2.05963891	-0.42270909	-0.6098403	0.745

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shanon H=Pi*Ln(Pi)	Indice Pielou J=H´/H´Max	Indice Simpson Pi^2
				0.42270909		1.34228188
						0.255
			Equidad	0.6098403		0.67114094

Valor de S= 2	
H´max=Ln(S)=	0.69314718

Los valores obtenidos para los índices de diversidad de la vegetación de estrato renuevo del Sistema Ambiental Regional (SAR) son:

- Shannon Índice de Shannon-Wiener (H') = 0.42
- Índice de Simpson (1 – D) = 0.25
- Diversidad Inversa de Simpson 1 / D = 1.34
- Equidad de Shannon (J') = 0.60
- Equidad de Simpson = 0.67

Índice de Shannon-Wiener (H' = 0.42):

Este valor indica una baja diversidad específica en el estrato arbóreo. El índice Shannon considera tanto la riqueza (número de especies) como la equitatividad (distribución de individuos entre especies). Un valor cercano a 0 sugiere que una o pocas especies dominan el área, y que la comunidad es relativamente homogénea.

Índice de Simpson (1 – D = 0.25):

Este resultado confirma una diversidad baja, ya que el valor se acerca a 0 (que indica dominancia de pocas especies). Cuanto más cercano a 1 sea el valor, mayor es la diversidad. Un 1 – D de 0.25 sugiere una alta probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a la misma especie.

Inverso de Simpson (1 / D = 1.34):

Este valor representa la riqueza efectiva de especies, es decir, cuántas especies "equivalentes" en abundancia homogénea representarían la diversidad observada.

Un valor de 1.34 confirma que, a pesar de haber varias especies, la dominancia de una o dos especies limita la diversidad funcional del ecosistema.

Equidad de Shannon (J' = 0.60):

Indica que la distribución de los individuos entre las especies no es completamente uniforme, pero tampoco extremadamente desigual. Aunque hay cierto grado de equidad, el valor está por debajo del ideal (1), por lo que algunas especies concentran una mayor proporción de los individuos.

Equidad de Simpson (0.67):

Reforzando lo anterior, esta medida señala una equidad moderada, aunque insuficiente para considerarse un ecosistema equilibrado en términos estructurales. Aún predomina una composición desigual de especies, lo que puede deberse a perturbaciones pasadas, condiciones ambientales restrictivas o procesos de sucesión ecológica incompletos.

Los índices de diversidad y equidad del estrato arbóreo en el SAR revelan un ecosistema poco diverso y con distribución desigual de las especies, probablemente reflejo de procesos de perturbación, fragmentación del hábitat o manejo forestal previo. Aunque existe cierta heterogeneidad, la presencia dominante de pocas especies limita la funcionalidad ecológica y la resiliencia del sistema. Esto sugiere que el área podría encontrarse en un estado intermedio de regeneración o bajo condiciones ambientales que favorecen especies pioneras u oportunistas.

Estrato arbustivo

Tabla IV.39.Índices de Diversidad del estrato arbustivo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shanon H=Pi*Ln(Pi)	Indice Pielou J=H´/H´Max	Indice Simpson Pi^2
Jacquinia macrocarpa	1	0.02631579	-3.63758616	-0.09572595	-0.04919341	0.00069252
Lasiacis nigra	24	0.63157895	-0.45953233	-0.29023094	-0.1491492	0.39889197
Piper Michelianum	3	0.07894737	-2.53897387	-0.20044531	-0.10300851	0.00623269
Randia tetracantha	2	0.05263158	-2.94443898	-0.15497047	-0.07963907	0.00277008
Serjania triquetra	3	0.07894737	-2.53897387	-0.20044531	-0.10300851	0.00623269
Disciphania calocarpa	2	0.05263158	-2.94443898	-0.15497047	-0.07963907	0.00277008
Serjania marginata	3	0.07894737	-2.53897387	-0.20044531	-0.10300851	0.00623269
Total	38	1	-17.6029181	-1.29723376	-0.66664628	0.42382271
				1.29723376		2.35947712
						0.57617729

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shanon H=Pi*Ln(Pi)	Indice Pielou J=H´/H´Max	Indice Simpson Pi^2
			Equidad	0.66664628		0.33706816

Valor de S= 7	
H´max=Ln(S)=	1.94591015

Los valores obtenidos para los índices de diversidad de la vegetación de estrato arbustivo del Sistema Ambiental Regional (SAR) son:

- Shannon Índice de Shannon-Wiener (H') = 1.29
- Índice de Simpson (1 – D) = 0.57
- Diversidad Inversa de Simpson 1 / D = 2.35
- Equidad de Shannon (J') = 0.66
- Equidad de Simpson = 0.33

Índice de Shannon-Wiener (H' = 1.29):

Este valor indica una diversidad baja a moderada. Sugiere que existe una cierta variedad de especies arbustivas, pero con una distribución desigual entre ellas, probablemente con algunas especies dominantes y otras poco representadas.

Índice de Simpson (1 – D = 0.57):

Este resultado también refleja una diversidad moderada, señalando que hay una probabilidad intermedia de que dos individuos tomados al azar correspondan a especies distintas. No hay una dominancia absoluta, pero tampoco hay equidad plena.

Diversidad Inversa de Simpson (1 / D = 2.35):

Este valor representa la riqueza efectiva de especies: el ecosistema tiene el equivalente funcional a poco más de dos especies igualmente abundantes. Esto refuerza la idea de una estructura comunitaria simple, con baja diversidad funcional en el estrato arbustivo.

Equidad de Shannon (J' = 0.66):

Este valor indica una equidad moderada, es decir, aunque hay más de una especie presente, la distribución de individuos no es equitativa. Algunas especies

concentran más individuos que otras, lo cual puede deberse a la etapa sucesional temprana o a presión de disturbio.

Equidad de Simpson (0.33):

Este valor es bajo, lo que sugiere una marcada dominancia de una o pocas especies arbustivas. Este índice es especialmente sensible a especies abundantes, por lo que incluso si hay varias especies presentes, una de ellas puede estar claramente sobresaliendo en número.

Los valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad del estrato arbustivo del SAR indican una comunidad con estructura simple, diversidad limitada y distribución desigual de individuos entre especies. Estos valores son consistentes con ecosistemas en regeneración temprana o sujetos a perturbaciones antrópicas, en los que una o pocas especies tienden a dominar. A pesar de ello, la presencia de varias especies sugiere cierto grado de recuperación ecológica, aunque la madurez estructural y funcional del estrato arbustivo aún no se ha consolidado.

Estrato herbáceo

Tabla IV.40.Índices de Diversidad del estrato herbáceo en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Especie	**Abundancia n individuos**	**Abundancia relativa (pi)**	**Ln (Pi)**	**I Shanon H=Pi*Ln(Pi)**	**Indice Pielou J=H´/H´Max**	**Indice Simpson Pi^2**
Adiantum capillus-veneris	14	0.4516129	-0.79492987	-0.35900059	-0.22305961	0.20395421
Elytraria imbricata	2	0.06451613	-2.74084002	-0.17682839	-0.10986966	0.00416233
Lygodium japonicum	3	0.09677419	-2.33537492	-0.22600402	-0.1404242	0.00936524
Oplismenus burmannii	10	0.32258065	-1.13140211	-0.36496842	-0.22676763	0.10405827
Urochloa mutica	2	0.06451613	-2.74084002	-0.17682839	-0.10986966	0.00416233
Total	31	1	-9.74338695	-1.30362981	-0.80999074	0.32570239
				1.30362981		3.07028754
						0.67429761
			Equidad	0.80999074		0.61405751

Valor de S=5	
H´max=Ln(S)=	1.60943791

Los valores obtenidos para los índices de diversidad de la vegetación de estrato herbáceo del Sistema Ambiental Regional (SAR) son:

- Shannon Índice de Shannon-Wiener (H') = 1.30
- Índice de Simpson (1 – D) = 0.67
- Diversidad Inversa de Simpson 1 / D = 3.07
- Equidad de Shannon (J') = 0.80
- Equidad de Simpson = 0.61

Índice de Shannon-Wiener (H' = 1.30):

Este valor refleja una diversidad baja a moderada, aunque algo superior a la observada en el estrato arbustivo. Indica la presencia de varias especies herbáceas, pero con ligera dominancia de algunas sobre otras.

Índice de Simpson (1 – D = 0.67):

Este resultado señala una diversidad moderada, lo cual implica que existe una probabilidad relativamente buena de encontrar especies distintas al seleccionar dos individuos al azar, sin que una sola especie domine por completo.

Diversidad Inversa de Simpson (1 / D = 3.07):

Este valor indica que, en términos de abundancia equivalente, la comunidad herbácea presenta una diversidad funcional semejante a la de tres especies igualmente representadas, lo cual es una señal de estructura comunitaria simple, pero en equilibrio inicial.

Equidad de Shannon (J' = 0.80):

Este valor representa una alta equidad entre las especies, lo que sugiere que los individuos están distribuidos de forma relativamente uniforme entre las especies presentes. Es un indicador positivo de estabilidad en esta capa del estrato vegetal.

Equidad de Simpson (0.61):

Aunque menor que la equidad de Shannon, sigue indicando una distribución relativamente balanceada, aunque con ligera dominancia de alguna especie herbácea. Este índice es más sensible a las especies más abundantes, por eso el valor es ligeramente más bajo.

Los índices obtenidos para el estrato herbáceo del SAR muestran una comunidad moderadamente diversa y estructuralmente balanceada, con un nivel de equidad alto que sugiere baja dominancia de especies oportunistas. Esto puede indicar que el estrato herbáceo está en una fase de recuperación o estabilización, posiblemente influenciado por condiciones ambientales favorables o baja presión de disturbio reciente. Si bien la diversidad no es alta, el buen nivel de equidad sugiere un ecosistema con cierto grado de funcionalidad y resiliencia ecológica.

Sitio del Proyecto (SP).

Estrato arbóreo

Tabla IV.41. Índices de Diversidad del estrato arbóreo en el Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shanon H=Pi*Ln(Pi)	Indice Pielou J=H´/H´Max	Indice Simpson Pi^2
Attalea guacuyule	7	0.039772727	-3.224573846	-0.128250096	-0.039843133	0.00158187
Bursera simaruba	25	0.142045455	-1.95160817	-0.27721707	-0.086122325	0.020176911
Calyptrantes pallens	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Cecropia obtusifolia	10	0.056818182	-2.867898902	-0.162948801	-0.050622891	0.003228306
Cedrela odorata	3	0.017045455	-4.071871706	-0.069406904	-0.021562467	0.000290548
Ceiba aesculifolia	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Cnidoscolus spinosus	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Cocos nucifera	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Dendropanax arboreus	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Ficus maxima	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Guazuma ulmifolia	9	0.051136364	-2.973259418	-0.152041675	-0.047234402	0.002614928
Heliocarpus pallidus	9	0.051136364	-2.973259418	-0.152041675	-0.047234402	0.002614928
Leucaena lanceolata	17	0.096590909	-2.337270651	-0.225759097	-0.070136007	0.009329804
Leucaena leucocephala	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Luehea candida	2	0.011363636	-4.477336814	-0.050878827	-0.015806396	0.000129132

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shanon H=Pi*Ln(Pi)	Indice Pielou J=H´/H´Max	Indice Simpson Pi^2
Lysiloma acapulcensis	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Lysiloma divaricatum	8	0.045454545	-3.091042453	-0.14050193	-0.043649379	0.002066116
Mangifera indica	16	0.090909091	-2.397895273	-0.217990479	-0.06772255	0.008264463
Piptadenia obliqua	35	0.198863636	-1.615135934	-0.321191805	-0.099783845	0.039546746
Piranhea mexicana	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Spondias mombin	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Tabebuia rosea	20	0.113636364	-2.174751721	-0.247130877	-0.076775524	0.012913223
Terminalia catappa	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Vachellia cochliacantha	3	0.017045455	-4.071871706	-0.069406904	-0.021562467	0.000290548
Vitex pyramidata	1	0.005681818	-5.170483995	-0.02937775	-0.009126711	3.22831E-05
Total	176	1	-100.273584	-2.56729914	-0.797576322	0.103434917
				2.56729914		9.667915106
						0.896565083
			Equidad	0.797576322		0.386716604

Valor de S= 25
H´max=Ln(S)= 3.218875825

Los valores obtenidos para los índices de diversidad de la vegetación de estrato arbóreo del Sitio del Proyecto (SP) son:

- Shannon Índice de Shannon-Wiener (H') = 2.56
- Índice de Simpson (1 – D) = 0.89
- Diversidad Inversa de Simpson 1 / D = 9.66
- Equidad de Shannon (J') = 0.79
- Equidad de Simpson = 0.38

1. Índice de Shannon-Wiener (H' = 2.56)

El valor de 2.56 sugiere que, si bien existe una representación florística importante, el ecosistema presenta un grado moderado de complejidad estructural y podría haber influencias de perturbación o fragmentación.

2. Índice de Simpson (1 – D = 0.89) y Diversidad Inversa (1/D = 9.66)

El valor de 1 – D = 0.89 implica una alta diversidad, aunque no tan elevada como en sistemas completamente conservados (donde el índice se acerca a 0.95 o más).

La diversidad inversa (1/D = 9.66) indica que el sitio tiene una estructura florística similar a una comunidad con aproximadamente 10 especies igualmente abundantes, lo que refuerza un patrón de biodiversidad moderada con dominancia relativa.

3. Equidad de Shannon (J' = 0.79)

Un valor de J' = 0.79 se considera alto, lo cual indica que la mayoría de las especies presentes tienen una distribución relativamente homogénea en cuanto a número de individuos, lo que refleja una buena organización comunitaria, aun si algunas especies comienzan a destacar en abundancia.

4. Equidad de Simpson (0.38)

El valor de 0.38 sugiere que existen ciertas especies con abundancia claramente superior, lo que genera un ligero sesgo estructural en la comunidad.

Esta diferencia con respecto a la equidad de Shannon es esperable en sitios donde se mantiene diversidad, pero con signos de presión ambiental, como uso previo del suelo, fragmentación o intervención antrópica.

En conjunto, los índices de diversidad del estrato arbóreo del Sitio del Proyecto reflejan una diversidad moderadamente alta y una estructura ecológica equilibrada, aunque con algunas especies dominantes. Esto indica que el ecosistema mantiene valores ecológicos relevantes y cierto grado de estabilidad, lo cual debe ser considerado para el diseño de medidas de manejo, conservación o compensación ambiental dentro del marco de la MIA-R.

Estrato renuevo

Tabla IV.42.. Índices de Diversidad del estrato renuevo en el Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shanon H=Pi*Ln(Pi)	Indice Pielou J=H´/H´Max	Indice Simpson Pi^2
Attalea guacuyule	18	0.85714286	-0.15415068	-0.13212915	-0.19062208	0.73469388
Tabebuia rosea	3	0.14285714	-1.94591015	-0.27798716	-0.4010507	0.02040816
Total	21	1	-2.10006083	-0.41011632	-0.59167278	0.75510204
				0.41011632		1.32432432
						0.24489796
			Equidad	0.59167278		0.66216216

Valor de S= 2	
H´max=Ln(S)=	0.69314718

Los valores obtenidos para los índices de diversidad de la vegetación de estrato renuevo del Sitio del Proyecto (SP) son:

- Shannon Índice de Shannon-Wiener (H') = 0.41
- Índice de Simpson (1 – D) = 0.24
- Diversidad Inversa de Simpson 1 / D = 1.32
- Equidad de Shannon (J') = 0.66
- Equidad de Simpson = 0.59

Con base en los valores proporcionados para los índices de diversidad del estrato de renuevo en el Sitio del Proyecto (SP), se puede concluir lo siguiente:

Los valores indican una diversidad biológica baja en el estrato de renuevo, con una composición específica limitada y dominancia marcada de pocas especies, lo que sugiere un ecosistema en etapa temprana de sucesión o regeneración. La equidad relativamente moderada sugiere que, aunque hay pocas especies, no están completamente desbalanceadas en su abundancia. Esto refleja condiciones de perturbación previa y una comunidad vegetal no consolidada.

Estrato arbustivo

Tabla IV.43. Índices de Diversidad del estrato arbustivo en el Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shanon H=Pi*Ln(Pi)	Indice Pielou J=H´/H´Max	Indice Simpson Pi^2
Lasiacis nigra	35	0.85365854	-0.15822401	-0.13506927	-0.12294535	0.7287329
Piper Michelianum	3	0.07317073	-2.61495978	-0.19133852	-0.17416383	0.00535396
Serjania triquetra	3	0.07317073	-2.61495978	-0.19133852	-0.17416383	0.00535396
Total	41	1	-5.38814356	-0.51774631	-0.471273	0.73944081
				0.51774631		1.35237329
						0.26055919
			Equidad	0.471273		0.4507911

Valor de S= 3	
H´max=Ln(S)=	1.09861229

Los valores obtenidos para los índices de diversidad de la vegetación de estrato arbustivo del Sitio del Proyecto (SP) son:

- Shannon Índice de Shannon-Wiener (H') = 0.51
- Índice de Simpson (1 – D) = 0.26
- Diversidad Inversa de Simpson 1 / D = 1.35
- Equidad de Shannon (J') = 0.47
- Equidad de Simpson = 0.45

Índice de Shannon-Wiener (H') = 0.51

Indica baja diversidad específica, lo cual sugiere que una o pocas especies arbustivas son dominantes en el área evaluada. Este valor está lejos del umbral considerado como diversidad moderada (H' > 1.5).

Índice de Simpson (1 – D) = 0.26

Este valor refuerza la baja diversidad, ya que se interpreta como la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar correspondan a especies diferentes. En este caso, hay una alta probabilidad de que ambos sean de la misma especie, indicando dominancia ecológica.

Diversidad Inversa de Simpson (1 / D) = 1.35

Confirma la escasa diversidad efectiva, ya que un valor cercano a 1 implica que una sola especie domina la comunidad en términos ecológicos.

Equidad de Shannon (J') = 0.47

Refleja que las especies no están distribuidas equitativamente, es decir, existe desigualdad en la abundancia relativa de las especies presentes. Este valor indica una equidad moderadamente baja.

Equidad de Simpson = 0.45

Al igual que el índice anterior, sugiere una estructura comunitaria desbalanceada, donde algunas especies están sobrerrepresentadas frente a otras.

Los valores bajos de diversidad y equidad registrados en el estrato arbustivo reflejan una estructura vegetal simplificada, dominada por pocas especies. Esta condición es coherente con un sitio previamente perturbado, que presenta vestigios de construcción y actividades antrópicas pasadas, como desmontes o limpias. Dichas alteraciones han favorecido la presencia de especies pioneras y una distribución desigual de la vegetación.

Estrato herbáceo

Tabla IV.44.Índices de Diversidad del estrato herbáceo en el Sitio del Proyecto (SP).

Especie	Abundancia n individuos	Abundancia +relativa (pi)	Ln (Pi)	I Shanon H=Pi*Ln(Pi)	Indice Pielou J=H´/H´Max	Indice Simpson Pi^2
Attalea guacuyule	3	1	0	0	0	1
Total	3	1	0	0	0	1
				0		1
						0
			Equidad	0		1

Valor de S= 1	
H´max=Ln(S)=	0

En el estrato herbáceo solo se registró una especie (n = 3 individuos de *Attalea guacuyule*).

Muestra ausencia total de diversidad en esta unidad de muestreo, al estar compuesta por una sola especie. Esto puede reflejar una baja resiliencia ecológica o efectos de disturbios recientes.

Rasgos característicos del sitio del proyecto en su porción marina

En el sitio del proyecto, el litoral es predominantemente rocoso, con salientes de piedra y continuidad de la pendiente del cerro hasta su ingreso al mar y dentro de este. Por esta razón, no existen áreas de playa arenosa y el acceso al mar resulta riesgoso para bañistas, ya que el oleaje puede proyectar a las personas contra las rocas.

En la franja litoral donde se proyecta la instalación de pequeñas platformas frente al mar, a la cota +4.50 msnm, las condiciones del terreno no permiten el establecimiento de vegetación, excepto algunas especies herbáceas epífitas.

Para la adecuación del litoral con fines recreativos, se prevé utilizar rocas del mismo sitio para conformar muros de contención y posteriormente rellenar las zonas bajas con una capa de arena de 40 cm, a fin de formar las áreas de playa. Este diseño busca minimizar las posibles afectaciones al entorno natural y mimetizar la obra con las condiciones propias del sitio del proyecto.



Ilustración IV.72. Condiciones de la ZFMT del proyecto, donde se pretende la instalación de plataformas frente al mar.

En cuanto al frente marino en el sitio, se observa que está compuesto por roca granítica, parcialmente por rocas sueltas de entre 10 a 150 cm de diámetro promedio, pero principalmente se trata de roca sólida integral al cerro colindante y fondo marino. Dentro del mar, frente al Sitio del proyecto se encuentran varias salientes rocosas que son parte del cuerpo principal de roca sólida.

Durante los recorridos de campo se intentó realizar inmersiones para la caracterización submarina; sin embargo, no fue posible por razones de seguridad, debido a la intensa hidrodinámica local (oleaje y corrientes), la cual representa un riesgo para el personal de buceo, conforme a las medidas de seguridad establecidas en trabajos subacuáticos (NOM-009-STPS-2011). (Ilustración IV.73).



Ilustración IV.73. Evidencia de la actividad hidrodinámica del frente marino en el Sitio del Proyecto.

En un intento de obtener evidencia, se hicieron tomas subacuáticas con una cámara sumergible; sin embargo, las condiciones del oleaje y la turbidez del agua no permitieron obtener buenas imágenes (Ilustración IV.74).



Ilustración IV.74. Condiciones de la columna de agua en la zona frente al SP, se aprecia la turbidez del agua y la escasa visibilidad del fondo marino

Las observaciones en campo indican que las intensas condiciones hidrodinámicas de la zona sumergida dificultan el establecimiento de pastos marinos o macroalgas. Sin embargo, la evidencia fotográfica revela que las rocas están cubiertas por algas, probablemente verdes, favorecidas por la alta iluminación.

En este sitio se prevé la instalación de una pasarela marina para facilitar el acceso al mar y la práctica de actividades acuáticas. La estructura será de armaduras ligeras de acero, apoyadas sobre salientes de roca sólida, evitando construcciones submarinas y rellenos, lo que minimiza la huella e impacto ambiental. La cubierta será de rejilla plástica de alta densidad, que permite el paso del agua y reduce los efectos del oleaje de tormenta.



Ilustración IV.75. Vistas panorámicas del sitio donde pretende instalarse la pasarela marina.

Para minimizar el impacto de la construcción de la pasarela marina, su cimentación se proyectó sobre afloramientos de roca sólida que sobresalen del mar. Los trabajos se ejecutarán durante marea baja y con oleaje moderado, permitiendo trabajar principalmente en seco.

Se colocarán dos dalas de desplante ancladas a la roca, cada una con dos postes de tubos de acero que funcionarán como columnas de soporte. El colado de concreto resistente al agua de mar se realizará sellando previamente el perímetro de la cimbra con materiales inertes, a fin de evitar derrames sobre las rocas o al agua.

La instalación de la pasarela marina no implicará modificaciones significativas a la vegetación, ya que el diseño se adaptará a las condiciones del sitio, preservando su estado natural. Además, la presencia de vegetación costera y sumergida es escasa o casi nula debido a las condiciones hidrodinámicas altamente dinámicas del área.

a) Fauna

La notable diversidad faunística de México es resultado de diversos factores ambientales. En particular, el estado de Jalisco, por su ubicación entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, ofrece condiciones propicias para albergar una amplia variedad de especies animales, ya sea de forma permanente o temporal. En la región correspondiente al Sistema Ambiental Regional (SAR), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), se ha documentado una alta diversidad de vertebrados terrestres, la cual ha sido abordada en distintos estudios científicos y también mediante registros orientados al turismo de naturaleza, como la observación de aves.

Con el propósito de conocer la fauna presente en estas áreas, se llevaron a cabo recorridos de campo en la porción terrestre del SAR y SP, durante los cuales se registró la presencia de especies y se tomaron evidencias fotográficas. En la porción marina, se realizaron registros visuales del fondo marino desde la línea de bajamar, así como dos videograbaciones tomadas durante recorridos en embarcación.

Muestreo de fauna terrestre

Se determinó la riqueza faunística en la superficie del Proyecto Vallarta Sur 5630 (Sitio del proyecto (SP)) y en sus porciones representativa del Sistema Ambiental Regional (SAR) mediante la realización de muestreos de campo con la finalidad de registrar especies. Se realizaron registros en catorce estaciones de muestreo (observación/registro) de los cuales seis se colocaron dentro del predio del proyecto (SP), y ocho restantes se ubicaron en la parte representativa del SAR.

La delimitación de la superficie para la instalación de las estaciones de observación/registro se hizo previa a una revisión cartográfica, tomando en cuenta la topografía, elevación, además del tipo de vegetación predominante en la zona, las posiciones geográficas de las estaciones de muestreo fueron las siguientes.

Tabla IV.45. Coordenadas de las estaciones de muestreo.

Sitio	Estación	X	Y
Vallarta Sur 5630	1	467036	2269039
	2	467060	2269067
	3	467100	2269079
	4	467127	2269155
	5	467137	2269078
	6	467172	2269096
SAR	1	467320	2269019
	2	466897	2268906
	3	467201	2269183
	4	467152	2269031
	5	467077	2268874
	6	467254	2268996
	7	467259	2268774
	8	467419	2268718

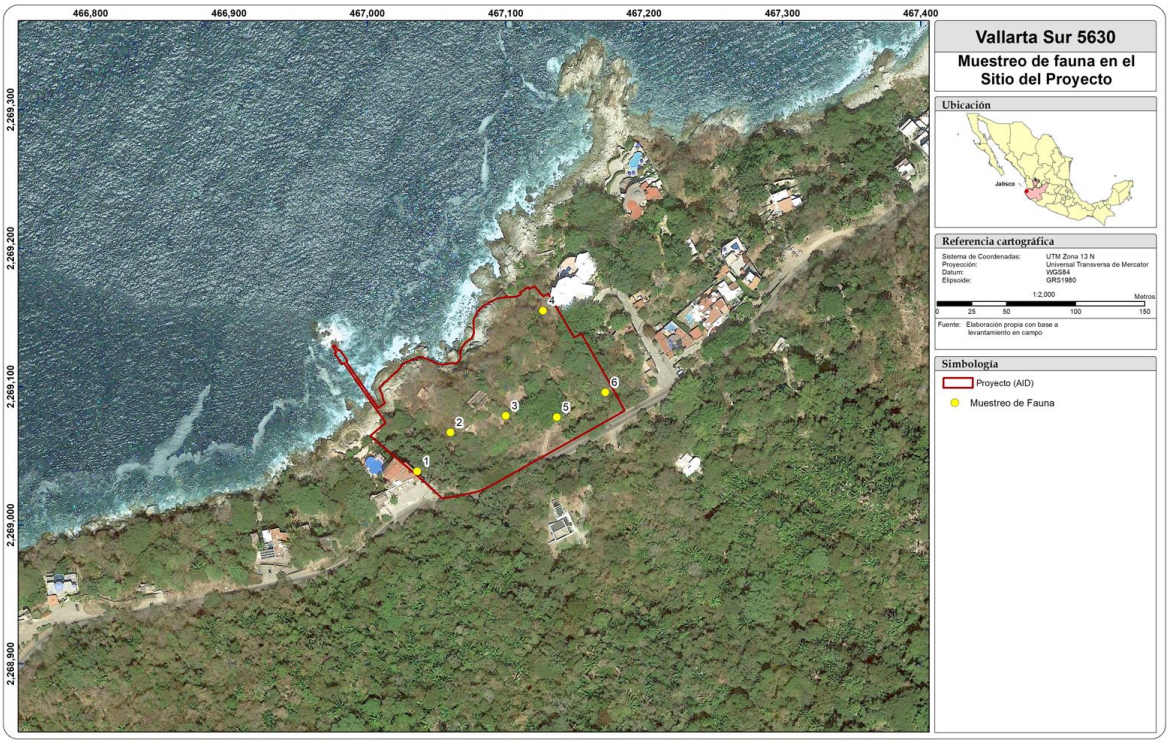


Ilustración IV.76. Estaciones de muestreo en la Sitio del proyecto.

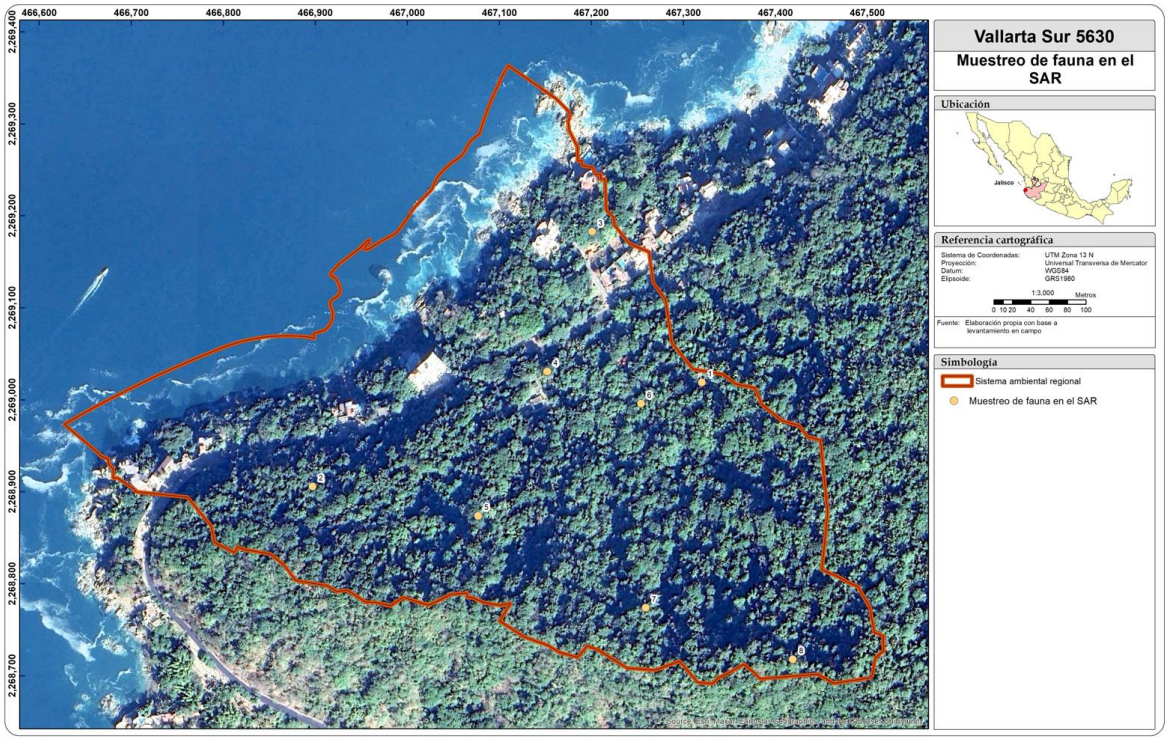


Ilustración IV.77. Estaciones de muestreo en el sistema ambiental regional (SAR).

Cada una de las estaciones de muestreo se compone de dos puntos de observación separados por una distancia de 100 metros lineales

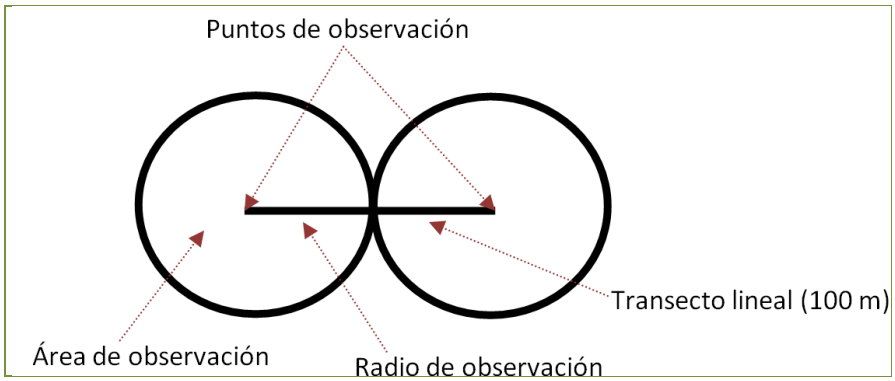


Ilustración IV.78. Estación de muestreo (observación/registro) mostrando el transecto lineal y los puntos de observación.

El equipo y material utilizado en los muestreos de campo se enlista a continuación.

- Guías de identificación.
- Binoculares 12x50.
- GPS.
- Cámara fotográfica digital Olympus OM-D, 16 megapixeles.
- Cámara fotográfica digital Olympus E-520, 10 megapixeles
- Cámara fotográfica digital Canon PowerShot 50X, 16 megapixeles.
- Cámaras de fototrampeo, Primos Bullet Proof, 8 megapixeles.
- Cámaras de fototrampeo, Coleman CHD200, 20 megapixeles.
- Cámaras de fototrampeo, MixMart, 16 megapixeles.
- Telémetro Bushnell 4x
- Trampas Sherman
- Red de niebla
- Flexómetro de 30 metros.
- Vernier
- Cuerda - guía de 100 metros de longitud.
- Pala plegable.
- Navaja de campo.
- Libreta de campo.
- Cebos.

Se llevaron a cabo metodologías de muestreo para cada clase de vertebrado de acuerdo con sus características, las cuales se describen a continuación.

Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

Con base en la metodología propuesta por Bennett (1999) y Aguirre (2011), se establecieron transectos de 100 metros de longitud por 2 metros de ancho, recorridos en ambos sentidos. Durante el recorrido se inspeccionaron distintos microhábitats, incluyendo hojarasca, cavidades en el suelo, charcas, escurrimientos, troncos caídos y la superficie de troncos y ramas. El esfuerzo de muestreo se concentró principalmente en las primeras horas de la mañana y al atardecer, momentos en que las condiciones térmicas favorecen la detección de organismos. La identificación de las especies se llevó a cabo en campo, utilizando como apoyo diversas guías taxonómicas especializadas (Ilustración IV.79 y Ilustración IV.80).

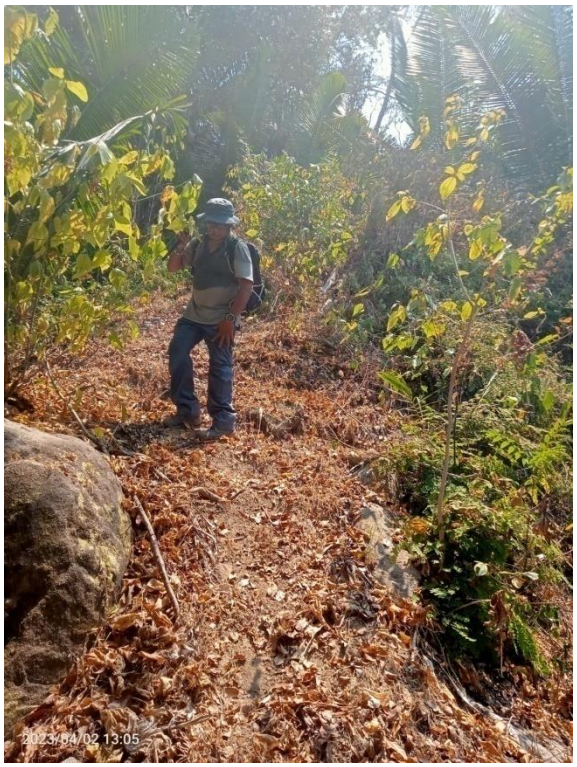


Ilustración IV.79. Recorridos en transecto lineal en búsqueda de herpetofauna.



Ilustración IV.80. Recorridos en transecto lineal en búsqueda de herpetofauna.

La identificación de especies en campo se realizó utilizando las guías de Balderas-Valdivia et al. (2017), Campbell y Lamar (2004), García y Ceballos (1994), Legler y Vogt (2013), Lemos et al. (2015), Miska (2013) y Stebbins (2003), complementadas con las claves de Smith (1939). La verificación del rango espacial y la distribución de las especies se llevó a cabo con base en Chávez-Avila et al. (2015). Los datos específicos sobre la herpetofauna del estado de Jalisco se obtuvieron de Cruz-

Sáenz et al. (2017), mientras que la actualización del estatus taxonómico se realizó mediante la consulta de las bases de datos AmphibiaWeb (2023) y The Reptile Database (2023).

Ornitofauna (Aves)

En cada estación, el registro e identificación de la ornitofauna se efectuó mediante dos metodologías adaptadas a los tipos de vegetación presentes:

Conteo por puntos: Se establecieron dos puntos de observación por transecto, cada uno muestreado durante 10 minutos con binoculares Simmons 12×50 y Bushnell 10×50, además de cámaras fotográficas. Se registraron las especies observadas y los cantos identificados dentro de un radio aproximado de 50 m. Los puntos se ubicaron en los extremos de los transectos utilizados para herpetofauna (Ilustración IV.81 y Ilustración IV.82).

Búsqueda intensiva en transecto lineal: Recorridos a pie de 30 minutos en transectos de 50 m, cubiertos en ambos sentidos, permitieron registrar especies detectadas visualmente o por vocalizaciones no observadas en el conteo inicial. La identificación se realizó en campo con apoyo de guías taxonómicas especializadas.

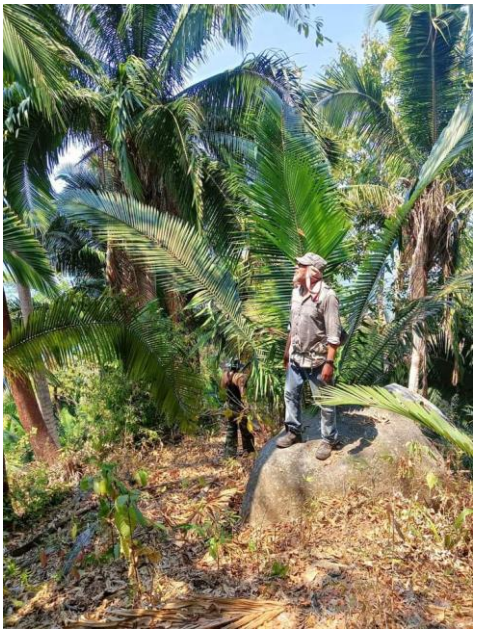


Ilustración IV.81.Reconocimiento auditivo y observación de avifauna.



Ilustración IV.82. Reconocimiento auditivo y observación de avifauna.

Las técnicas de muestreo se llevaron a cabo siguiendo los lineamientos de González-García (2011) y Bibby et al. (1998). La identificación de las especies se realizó utilizando diversas guías de campo, incluyendo a Peterson y Chalif (1989), Howell y Webb (1995), Williamson (2001), Kaufman (2005), Dunn y Alderfer (2008), Edwards (2009), Liguori (2011), Miska (2013), Baicich y Harrison (2005), Stephenson y Whittle (2015), Clark y Schmitt (2017) y McCann (2014). La taxonomía y el orden filogenético se consultaron a través del listado actualizado de AOS (2022), su Suplemento No. 63 (2020) y la base de datos Avibase (2020). Finalmente, la información sobre estacionalidad y distribución de las especies se obtuvo del listado de Palomera et al. (2007).

Mastofauna (Mamíferos)

El muestreo de mastofauna se realizó siguiendo las metodologías descritas por González (2011) y Herrera et al. (2002), aplicando técnicas de observación directa e indirecta.

Observación indirecta: Consistió en la identificación, interpretación y análisis de rastros (huellas, excretas, madrigueras) durante recorridos por y entre transectos, con especial atención a terracerías, donde la erosión permite una mayor nitidez de las huellas. Se instalaron huelleros (trampas olfativas) de 1 m², preparados con pala plegable para aflojar, limpiar y alisar el terreno, colocando cebos de carne, fruta y semillas en el centro. Estos se colocaban al atardecer y se revisaban por la mañana, registrando las impresiones mediante fotografías y mediciones con vernier para estimar tamaño y edad de los individuos. La identificación se realizó con la *Guía de huellas de mamíferos* de Aranda (2012) y la *Guía de mamíferos de Arcediano* de Godínez et al. (2008).

Observación directa por fototrampeo: Se colocaron cámaras en puntos estratégicos por periodos de 24 horas, reforzadas con trampas olfativas (Ilustración IV.83).

Observación directa por captura: Para mamíferos pequeños (múridos), según Zalapa et al. (2012), se instalaron trampas cerca de ramadas o madrigueras, activadas al atardecer y revisadas en la mañana (12 h). La identificación se realizó con *A Field Guide to the Mammals of Central America & Southeast México* (Reid, 2009) y la guía de Godínez et al. (2008).

Captura con redes de niebla: Empleada para el registro de quirópteros en sitios de transectos, con el fin de muestrear especies crípticas. La identificación se realizó con la clave de campo de Medellín et al. (2008) y la guía de Lorenzo et al. (2015) (Ilustración IV.84).



Ilustración IV.83. Instalación de cámaras de fototrampeo



Ilustración IV.84. Instalación de cámaras de fototrampeo y red de niebla.

Se efectuó la revisión taxonómica de todas las especies registradas pertenecientes a las cuatro clases de vertebrados, utilizando como referencia el *Catálogo Taxonómico de Especies en México* (Ramírez et al., 2008). Posteriormente, los nombres científicos fueron verificados y actualizados conforme a su estatus en el *Integrated Taxonomic Information System* (2025).

Fauna Marina

La realización de inmersiones para el registro directo de fauna marina en la zona de estudio no fue posible debido a las condiciones de fuerte hidrodinámica, las cuales representaban un riesgo significativo para la seguridad de los buzos. Esta decisión se encuentra plenamente justificada, ya que la normativa ambiental y de seguridad en trabajos subacuáticos establece la prioridad de resguardar la integridad del personal técnico, evitando exponerlos a situaciones de alto riesgo.

A pesar de esta limitación metodológica, el levantamiento de información no se vio comprometido, pues se recurrió a fuentes científicas y bibliográficas actualizadas que documentan la composición de la fauna marina en Bahía de Banderas y zonas aledañas. Estas referencias proporcionan datos confiables y representativos de la ictiofauna y mamíferos marinos presentes, lo que garantiza que el análisis ambiental realizado en la MIA-R

En Bahía de Banderas, donde se ubican los polígonos SA, AI y SP, se distribuyen mamíferos marinos como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el delfín moteado (*Stenella attenuata*) y, en temporada invernal, la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*).

Ictiofauna

De acuerdo con García (2014), las investigaciones ictiológicas en Bahía de Banderas son limitadas, tanto por la dificultad de recolectar especímenes en su medio natural como por la escasa presencia de grupos especializados en la región. No obstante, la revisión bibliográfica sobre peces marinos de Jalisco reporta un total de 173 especies, de las cuales 38 presentan hábitos arrecifales rocosos, lo que equivale al 21.9% del total registrado para el estado.

En cuanto a los peces dulceacuícolas, en Jalisco se han documentado 137 especies continentales, distribuidas en 32 familias y 69 géneros. En el río Tomatlán, específicamente, se han registrado 21 especies pertenecientes a 11 familias y 8 órdenes, lo que representa el 15.3% de la ictiofauna continental reportada para la entidad.

Se identificó una diversidad importante de peces pertenecientes a 18 familias, lo que refleja la riqueza de la ictiofauna en la zona. La mayoría de las especies registradas corresponden a organismos de amplia distribución en ambientes marino-costeros y estuarinos.

La composición de la comunidad incluye especies de valor ecológico y pesquero, como las sardinas (*Astyanax aeneus, Harengula thrissina, Lile gracilis, Opisthonema libertate*), el jurel (*Caranx caballus, C. caninus*), el pargo (*Lutjanus aratus*), así como mojarra, lisa, machuelo y lenguado, que forman parte de la dieta de especies de mayor tamaño y constituyen recursos de aprovechamiento local.

Se realizo una revisión de las especies de ictiofauna con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y modificación del Anexo Normativo III., en categorías de

Protección Especial (Pr), Amenazada (A) y En Peligro de Extinción (P). CITES): I. En peligro, II. Que se requiere control, III. Sujetas a regulación.

Tabla IV.46. Ictiofauna de distribución potencial en el SA, y SP

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ante la NOM-059-SEMARNAT-2010
Myliobatidae	*Aetobatus narinari*	Raya jaspeada	No reporta
Belonidae	*Tylosurus crocodilus*	Agujón lisero	No reporta
Exocoetidae	*Hyporhampus roseae*	Pajarito	No reporta
Characidae	*Astyanax aeneus*	Sardina	No reporta
Clupeidae	*Harengula thrissina*	Sardineta	No reporta
	Lile gracilis	Sardinita	No reporta
	Opisthonema libertate	Machuelo	No reporta
Poeciliidae	*Poecilia butleri*	Topote del Pacífico	Pr
	Poeciliopsis balsas	Guapote del Balsas	No reporta
Mugilidae	*Agonostomus monticola*	Trucha de tierra caliente	No reporta
	Mugil cephalus	Lisa	No reporta
Eleotridae	*Dormitator latifrons*	Popoyote	No reporta
	Gobiomorus maculatus	Guavina	No reporta
Blenniidae	*Ophioblennius steindachneri*	Gobio	No reporta
Carangidae	*Caranx caballus*	Jurel bonito	No reporta
	Caranx caninus	Jurel toro	No reporta
	Selene brevoortii	Jorobado mexicano	No reporta
	Trachinotus rhodopus	Pámpano fijo	No reporta
Gerreidae	*Eugerres lineatus*	Mojarra	No reporta
	Eucinostomus gracilis	Mojarra	No reporta
Gobiidae	*Awaous tajasica*	Gobio de rio	No reporta
	Gobionellus microdon	Gobio	No reporta
Haemulidae	*Anisotremus taeniatus*	Burro bandera	No reporta
	Pomadasys macracanthus	Burrito	No reporta
Labridae	*Thalassoma lucasanum*	Arcoiris	No reporta
Lutjanidae	*Lutjanus aratus*	Pargo raicero	No reporta
Pomacentridae	*Abudefduf troschelii*	Sargento	No reporta
	Holacanthus passer	Ángel real/ángel rey	Pr
	Stegastes flavilatus	Jaqueta	No reporta
Soleidae	*Achirus mazatlanus*	Lenguado	No reporta
Diodontidae	*Diodon hystrix*	Pez globo	No reporta
Tetraodontidae	*Arothron meleagris*	Botete negro	No reporta

En cuanto a su estatus de conservación, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, destacan dos especies bajo Protección Especial (Pr): el topote del Pacífico (*Poecilia butleri*) y el ángel real (*Holacanthus passer*). El resto de las especies registradas no presentan categoría de riesgo en la normativa nacional ni en los listados de la CITES



Aetobatus narinari



Arothron meleagris



Holacanthus passer



Tylosurus crocodilus

Ilustración IV.85. Fauna marina de distribución potencial en el SAR.

Se prevé que la instalación de la pasarela marina no genere afectaciones significativas a la fauna marina, ya que su cimentación se proyecta sobre afloramientos de roca sólida, evitando impactos en el fondo marino. Además, se emplearán técnicas de construcción controladas como el sellado de cimbras para evitar derrames y la ejecución de trabajos en marea baja y oleaje moderado, lo que asegura que no se obstaculice el desplazamiento de las especies ni se modifiquen sus hábitats.

Diversidad faunística

Análisis de datos.

Para evaluar la biodiversidad biológica en el área de estudio, se calcularon métricas de diversidad con el fin de comparar dos o más comunidades y establecer su nivel de diversidad relativa. En este caso, el análisis se efectuó a escala local, determinando la diversidad α, que describe la riqueza y composición de especies dentro de cada comunidad. Este procedimiento permite identificar qué comunidad presenta mayor diversidad; sin embargo, comunidades con valores similares de diversidad α pueden diferir en su composición específica. Por ello, se complementó el análisis mediante la diversidad β, que mide la similitud o recambio de especies entre comunidades. Para este estudio, la comparación de diversidad β se realizó a escala regional, considerando dos niveles espaciales de muestreo:

1. Sitio del proyecto, integrado por seis estaciones de muestreo.
2. Sistema Ambiental Regional (SAR), integrado por ocho estaciones de muestreo.

Metodologías empleadas en la medición de biodiversidad en los sitios muestreados: Sitio del Proyecto, Área de Influencia y Sistema Ambiental Regional.

La estadística es la ciencia que estudia el análisis e interpretación de datos para ayudarnos en la toma de decisiones respecto a algún fenómeno como la degradación de hábitats naturales o fragmentación de ecosistemas.

La estadística se divide en dos grandes áreas:

La estadística descriptiva, enfocada en la descripción, visualización y resumen de datos originados a partir del muestreo o experimento.

La estadística Inferencial, enfocada en la generación de modelos predictivos que nos permiten establecer si dos o más conjuntos de datos son semejantes entre ellos o no.

En nuestro caso, la estadística descriptiva nos permitirá visualizar de manera sintética (ej., promedios) los valores de las métricas de diversidad que deseamos comparar, mientras que la estadística inferencial nos proveerá los métodos para realizar comparaciones entre estas métricas.

Una variable es una característica que puede ser medida en diferentes unidades de estudio (muestras), la cual es susceptible de adoptar diferentes valores. En nuestro caso, la variable de estudio será cualquier métrica de diversidad, calculada a partir de la información colectada en el muestreo.

En estadística descriptiva, existe una serie de métricas que nos permiten resumir la información contenida en una serie de valores de una variable, las cuales se denominan medidas de tendencia central. Las medidas de tendencia central más comunes son: Mediana, Moda, Media. A diferencia de las demás medidas de tendencia central, la media tiene una ventaja adicional. Por un lado, nos provee un estimador del valor central de una serie de datos, pero también tiene asociada una medida de dispersión, la cual comúnmente se denomina varianza. Específicamente, la varianza (σ^2) es "el promedio cuadrático de la distancia de cada valor de la variable con respecto al valor promedio, y se calcula como

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Xi - X)^2}{n-1}$$

Así, la distribución de los valores de una variable en torno a la media está definida por la varianza. Esta es una propiedad clave de las series de datos para realizar inferencia estadística y compararlas entre ellas. En inferencia estadística para el análisis de diversidad, lo que usualmente se compara con los valores medios de las métricas de diversidad (media de la riqueza de especies, media de la diversidad proporcional, media de equidad y/o dominancia) entre las diferentes comunidades a comparar. Estas comparaciones se pueden realizar utilizando estadística inferencial mediante un análisis de solapamiento de sus medidas de dispersión (varianzas).

De manera convencional, los métodos inferenciales adoptan un nivel de significancia del 5 % ($p < 0.05$), lo que implica un 95 % de confianza en que las diferencias detectadas entre comunidades son reales. Para representar esta confianza, se emplea el intervalo de confianza (IC), calculado como:

$$X = \pm z \frac{\sqrt{\sigma 2}}{\sqrt{n}}$$

El intervalo de confianza proporciona límites superior e inferior entre los cuales es probable encontrar el valor medio de una nueva muestra tomada de la misma comunidad. En este análisis, se utilizó un nivel de confianza del 95 %. Si los

intervalos de dos comunidades se solapan, puede afirmarse con un 95 % de confianza que sus riquezas de especies son estadísticamente similares. En caso contrario, la diferencia entre comunidades se considera estadísticamente significativa.

Resultados.

De acuerdo con la descripción de la metodología de muestreo para superficie de transectos, puntos de observación, uso de trampas Sherman-Tomahawk, cámaras de fototrampeo y redes de niebla en el Sitio del proyecto, las superficies y tiempos de esfuerzo para cada una de las tres salidas se desarrollaron de la siguiente manera.

Superficie potencial de observación para aves: Dos puntos de observación en un transecto (ubicados en los extremos del transecto lineal), cada punto de observación tiene un radio de 50 metros, lo cual da un total de 7,854 m^2, donde se registró visual, auditiva y fotográficamente la avifauna del sitio por un periodo de 20 minutos (10 minutos por punto de observación). Las dos estaciones de un transecto comprenden una superficie total de 15,708 m^2, en total, las ocho estaciones cubrieron una superficie potencial de observación de 125,664 m^2 (12.5664ha).

El tiempo de esfuerzo fue de 20 minutos de observación por transecto (estación), siendo 8 transectos establecidos, con un total de 160 minutos o 2:40 horas de observación registro para la ornitofauna en el área de estudio.

Superficie comprendida para transectos lineales: Para la observación y registro de anfibios, reptiles y mamíferos (rastros o restos de mamíferos) se utilizaron los transectos lineales de 100 metros de largo por dos de ancho (200 m^2), uno en cada estación; se establecieron 8 transectos para el área del SAR comprendiendo un total de 1,600 m^2. Se promedió un tiempo de recorrido y búsqueda para cada transecto de aproximadamente 30 minutos, el tiempo utilizado en las 8 estaciones totalizó en 4 horas de hombre esfuerzo.

Tiempo de esfuerzo en fototrampeo: Se utilizaron Ocho cámaras fototrampas durante un periodo de 48 horas, el tiempo total de fototrampeo fue de 288 (384) horas entre las seis fototrampas.

Utilización de jaulas trampas para roedores: Se instalaron 8 trampas Sherman por un periodo de 24 horas, el tiempo total de muestreo fue de 192 horas.

A partir de las metodologías de muestreo descritas, se registraron 111 especies en el área de estudio comprendida en la superficie del SAR (Anexo Base Fauna SAR).

Tabla IV.47. Fauna en el Sistema Ambiental Regional.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Amphibia	Anura	Bufonidae	*Incilius mazatlanensis*	Sapo sinaloense
		Craugastoridae	*Craugastor occidentalis*	Rana ladradora
		Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arbórea mexicana
Reptilia	Squatama	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco
		Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Raño de paño
		Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona
		Helodermatidae	*Heloderma horridum*	Escorpión
		Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Garrobo
		Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Roño de árbol
			Sceloporus utiformis	Roño de sueño
			Urosaurus bicarinatus	Roñito
		Scincidae	*Pleistodon brevirostris*	Eslizón chato
		Teiidae	*Aspidoscelis communis*	Huico cola roja
			Aspidoscelis lineattissima	Huico cola azul
			Leptophis diplotropis	Culebra perico gargantilla
			Trimorphodon paucimaculatus	Culebra lira mexicana
		Dipsadidae	*Hypsiglena torquata*	Culebra nocturna
		Elapidae	*Micrurus distans*	Coralillo
		Viperidae	*Agkistrodon bilineatus*	Cantíl
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijiji aliblanco
	Galliformes	Cracidae	*Ortalis wagleri*	Chachalaca
		Odontophoridae	*Callipepla douglasii*	Codorniz crestidorada
	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor menor
	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica
			Streptopelia decaoto	Paloma turca
			Columbina inca	Tortolita escamosa
			Columbina passerina	Tortolita común
			Columbia talpacoti	Tortolita rojiza
			Zenaida asiatica	Paloma ala blanca
	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy
			Piaya cayana	Cuclillo marrón
	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Tapacaminos pucuyo
	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho
			Amazilia rutila	Colibrí canelo
	Gruiformes	Rallidae	*Gallinula chlorous*	Gallineta de frente roja

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
			Fulica americana	Gallareta americana
	Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana
	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán
	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garzón blanco
			Egretta thula	Garza dedos dorados
	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote
			Cathartes aura	Aura
	Accipritiformes	Accipritidae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla cangrejera
			Rupornis magnirostris	Aguililla caminera
			Buteo plagiatus	Aguililla gris
			Buteo albonotatus	Aguililla aura
			Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja
	Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza
		Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolotito selvático
	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Trogón citrino
	Coraciformes	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto mexicano
		Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde
	Piciformes	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Capintero enmascarado
			Campephilus guatemalensis	Carpintero cabecirrojo
			Dryobates scalaris	Carpitero mexicano
			Dryocopus lineatus	Carpintero lineado
	Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón huaco
			Caracara cheriway	Caracara
			Falco sparverius	Cernícalo
	Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja
			Ara militaris	Guacamaya verde
	Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira puerquito
		Tyrannidae	*Myiarchus tirannulus*	Papamoscas copetón tiranillo
			Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo
			Myiozetetes similis	Luis gregario
			Tyrannus melancholicus	Tirano melancólico
			Tyrannus crassirostris	Tirano picogrueso
			Empidonax flaviventris	Empidonax vientre amarillo
			Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenalito
		Corvidae	*Calocitta colliei*	Hurraca hermosa carinegra
			Corvus sinaloae	Cuervo sinaloense
		Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor
			Stelgidopteryx serripennis	Golondrina ala aserrada
			Hirundo rustica	Golondrina tijereta
			Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
		Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Troglodita sinaloense
			Uropsila leucogastra	Saltapared vientreblanco
		Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita piis
		Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle
		Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico
		Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra
		Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corora rufa
			Chondestes grammacus	Gorrión arlequín
		Icteriidae	*Icteria virens*	Buscabreña
		Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique
			Icterus cucullatus	Bolsero dorso manchado
			Icterus pustulatus	Bolsero dorso rayado
			Quiscalus mexicanus	Zanate
			Geothlypis tolmiei	Chipe de Tolmie
			Setophaga nigrescens	Chipe negrogris
			Cardellina pusilla	Chipe corona negra
		Cardinalidae	*Passerina leclancherii*	Colorin ventridorado
		Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillerito brincador
			Sporophila torqueola	Semillerito collarejo
			Saltator coerulescens	Pepitero gris
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache
	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcintus*	Armadillo
	Lagomorpha	Leporidae	*Sciurus collieai*	Ardilla gris del Pacífico
			Sylvilagus canicularis	Conejo de monte
	Chiroptera	Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago gris de saco
		Phyllostomidae	*Sturnira lilium*	Murciélago de charreteras menor
	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla gris
		Cricetidae	*Reithrodontomys fulvescens*	Ratón de la cosecha
			Peromyscus melanophrys	Ratón de meseta
	Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereargenteus*	Zorra gris
			Canis latrans	Coyote
		Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado
		Procyonidae	*Nasua narica*	Tejón
			Procyon lotor	Mapache
	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
		Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar

En el Sistema Ambiental Regional se registró la presencia de fauna silvestre considerada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificación del Anexo Normativo III., en categorías de Protección Especial (Pr), Amenazada (A) y En Peligro de Extinción (P). CITES): I. En peligro, II. Que se requiere control, III. Sujetas a regulación, III. Sujetas a regulación.

Tabla IV.48. Estatus ante la NOM059- SEMARNAT-2010, de la fauna en el SAR.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ante la NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Bufonidae	*Incilius mazatlanensis*	Sapo sinaloense	No reporta	No reporta
Craugastoridae	*Craugastor occidentalis*	Rana ladradora	No reporta	No reporta
Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arbórea mexicana	No reporta	No reporta
Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco	No reporta	No reporta
Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Raño de paño	No reporta	No reporta
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona	No reporta	No reporta
Helodermatidae	*Heloderma horridum*	Escorpión	A	No reporta
Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Garrobo	A	No reporta
Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Roño de árbol	No reporta	No reporta
	Sceloporus utiformis	Roño de sueño	No reporta	No reporta
	Urosaurus bicarinatus	Roñito	No reporta	No reporta
Scincidae	*Pleistodon brevirostris*	Eslizón chato	No reporta	No reporta
Teiidae	*Aspidoscelis communis*	Huico cola roja	No reporta	No reporta
	Aspidoscelis lineattissima	Huico cola azul	A	No reporta
	Leptophis diplotropis	Culebra perico gargantilla	A	No reporta
	Trimorphodon paucimaculatus	Culebra lira mexicana	No reporta	No reporta
Dipsadidae	*Hypsiglena torquata*	Culebra nocturna	Pr	No reporta
Elapidae	*Micrurus distans*	coralillo del oeste mexicano	Pr	No reporta
Viperidae	*Agkistrodon bilineatus*	Cantíl	Pr	No reporta
Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijiji aliblanco	No reporta	No reporta
Cracidae	*Ortalis wagleri*	Chachalaca	No reporta	No reporta
Odontophoridae	*Callipepla douglasii*	Codorniz crestidorada	No reporta	No reporta
Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor menor	No reporta	No reporta
Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	No reporta	No reporta
	Streptopelia decaoto	Paloma turca	No reporta	No reporta
	Columbina inca	Tortolita escamosa	No reporta	No reporta

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ante la NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
	Columbina passerina	Tortolita común	No reporta	No reporta
	Columbia talpacoti	Tortolita rojiza	No reporta	No reporta
	Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	No reporta	No reporta
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	No reporta	No reporta
	Piaya cayana	Cuclillo marrón	No reporta	No reporta
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Tapacaminos pucuyo	No reporta	No reporta
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	No reporta	No reporta
	Amazilia rutila	Colibrí canelo	No reporta	No reporta
Rallidae	*Gallinula chlorous*	Gallineta de frente roja	No reporta	No reporta
	Fulica americana	Gallareta americana	No reporta	No reporta
Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	No reporta
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán	No reporta	No reporta
Ardeidae	*Ardea alba*	Garzón blanco	No reporta	No reporta
	Egretta thula	Garza dedos dorados	No reporta	No reporta
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote	No reporta	No reporta
	Cathartes aura	Aura	No reporta	No reporta
Accipritidae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla cangrejera	Pr	II
	Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	No reporta	No reporta
	Buteo plagiatus	Aguililla gris	No reporta	No reporta
	Buteo albonotatus	Aguililla aura	Pr	II
	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	No reporta	No reporta
Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza	No reporta	No reporta
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolotito selvático	No reporta	No reporta
Trogonidae	*Trogon citreolus*	Trogón citrino	No reporta	No reporta
Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto mexicano	No reporta	No reporta
Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	No reporta	No reporta
Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Capintero enmascarado	No reporta	No reporta
	Campephilus guatemalensis	Carpintero cabecirrojo	No reporta	No reporta
	Dryobates scalaris	Carpitero mexicano	No reporta	No reporta
	Dryocopus lineatus	Carpintero lineado	No reporta	No reporta
Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón huaco	No reporta	No reporta
	Caracara cheriway	Caracara	No reporta	No reporta
	Falco sparverius	Cernícalo	No reporta	No reporta
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	Pr	II

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ante la NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
	Ara militaris	Guacamaya verde	P	I
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira puerquito	No reporta	No reporta
Tyrannidae	*Myiarchus tirannulus*	Papamoscas copetón tiranillo	No reporta	No reporta
	Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	No reporta	No reporta
	Myiozetetes similis	Luis gregario	No reporta	No reporta
	Tyrannus melancholicus	Tirano melancólico	No reporta	No reporta
	Tyrannus crassirostris	Tirano picogrueso	No reporta	No reporta
	Empidonax flaviventris	Empidonax vientre amarillo	No reporta	No reporta
	Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenalito	No reporta	No reporta
Corvidae	*Calocitta colliei*	Hurraca hermosa carinegra	No reporta	No reporta
	Corvus sinaloae	Cuervo sinaloense	No reporta	No reporta
Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	No reporta	No reporta
	Stelgidopteryx serripennis	Golondrina ala aserrada	No reporta	No reporta
	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	No reporta	No reporta
	Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera	No reporta	No reporta
Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Troglodita sinaloense	No reporta	No reporta
	Uropsila leucogastra	Saltapared vientreblanco	No reporta	No reporta
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita piis	No reporta	No reporta
Mimidae	*Mimus polyglottos*	Cenzontle	No reporta	No reporta
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	No reporta	No reporta
Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	No reporta	No reporta
Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corora rufa	No reporta	No reporta
	Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	No reporta	No reporta
Icteriidae	*Icteria virens*	Buscabreña	No reporta	No reporta
Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique	No reporta	No reporta
	Icterus cucullatus	Bolsero dorso manchado	No reporta	No reporta
	Icterus pustulatus	Bolsero dorso rayado	No reporta	No reporta
	Quiscalus mexicanus	Zanate	No reporta	No reporta
	Geothlypis tolmiei	Chipe de Tolmie	No reporta	No reporta
	Setophaga nigrescens	Chipe negrogris	No reporta	No reporta
	Cardellina pusilla	Chipe corona negra	No reporta	No reporta
Cardinalidae	*Passerina leclancherii*	Colorin ventridorado	No reporta	No reporta
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillerito brincador	No reporta	No reporta

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus ante la NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
	Sporophila torqueola	Semillerito collarejo	No reporta	No reporta
	Saltator coerulescens	Pepitero gris	No reporta	No reporta
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	No reporta	No reporta
Dasypodidae	*Dasypus novemcintus*	Armadillo	No reporta	No reporta
Leporidae	*Sciurus collieai*	Ardilla gris del Pacífico	No reporta	No reporta
	Sylvilagus canicularis	Conejo de monte	No reporta	No reporta
Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago gris de saco	No reporta	No reporta
Phyllostomidae	*Sturnira lilium*	Murciélago de charreteras menor	No reporta	No reporta
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla gris	No reporta	No reporta
Cricetidae	*Reithrodontomys fulvescens*	Ratón de la cosecha	No reporta	No reporta
	Peromyscus melanophrys	Ratón de meseta	No reporta	No reporta
Canidae	*Urocyon cinereargenteus*	Zorra gris	No reporta	No reporta
	Canis latrans	Coyote	No reporta	No reporta
Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	No reporta	No reporta
Procyonidae	*Nasua narica*	Tejón	No reporta	No reporta
	Procyon lotor	Mapache	No reporta	No reporta
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	No reporta	No reporta
Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	No reporta	No reporta
			No reporta	No reporta

La mayoría de las especies no presentan estatus de riesgo en la NOM-059.

Sin embargo, se registran algunas especies con categoría de protección: Amenazadas (A): *Heloderma horridum* (escorpión), *Ctenosaura pectinata* (garrobo), *Aspidoscelis lineattissima* (huico cola azul), *Leptophis diplotropis* (culebra perico).

Sujetas a protección especial (Pr): *Hypsiglena torquata* (culebra nocturna), *Micrurus distans* (coralillo), *Agkistrodon bilineatus* (cantíl), *Mycteria americana* (cigüeña americana), *Buteogallus anthracinus* (aguililla cangrejera), *Buteo albonotatus* (aguililla aura), *Eupsittula canicularis* (perico frente naranja). En Peligro (P) *Ara militaris* (guacamaya verde).

Tabla IV.49. Resumen de estatus de conservación de la fauna registrada en el SAR.

Grupo	Familia	Especie (Nombre científico)	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Reptiles	Helodermatidae	*Heloderma horridum*	Escorpión	Amenazada (A)	No reporta
	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Garrobo	Amenazada (A)	No reporta
	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissima*	Huico cola azul	Amenazada (A)	No reporta
	Colubridae	*Leptophis diplotropis*	Culebra perico gargantilla	Amenazada (A)	No reporta
	Dipsadidae	*Hypsiglena torquata*	Culebra nocturna	Protección especial (Pr)	No reporta
	Elapidae	*Micrurus distans*	Coralillo del oeste mexicano	Protección especial (Pr)	No reporta
	Viperidae	*Agkistrodon bilineatus*	Cantíl	Protección especial (Pr)	No reporta
Aves	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Protección especial (Pr)	No reporta
	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla cangrejera	Protección especial (Pr)	Apéndice II
	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Protección especial (Pr)	Apéndice II
	Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	Protección especial (Pr)	Apéndice II
	Psittacidae	*Ara militaris*	Guacamaya verde	En Peligro de Extinción (P)	Apéndice I

En el SAR se registraron 12 especies con algún grado de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la mayoría bajo Protección especial (Pr). Además, 4 especies están reguladas internacionalmente por CITES, de las cuales la guacamaya verde (*Ara militaris*) es la más crítica, al encontrarse en Peligro (NOM-059) y en CITES Apéndice I.

Riqueza y Abundancia

Los índices de Riqueza y Abundancia de especies en el SAR se muestran a continuación (Anexo Base Fauna SAR):

Tabla IV.50. Riqueza y Abundancia en el Sitio del SAR.

Índice de Riqueza y Abundancia en Sistema Ambiental Regional		
Grupo taxonómico	**Abundancia**	**Riqueza**
Anfibios	12	3
Reptiles	75	16
Aves	584	76
Mamíferos	102	16
Total	773	111

La abundancia total de los grupos taxonómicos en el SAR fue de 773 individuos mientras que la riqueza de 111 especies totales

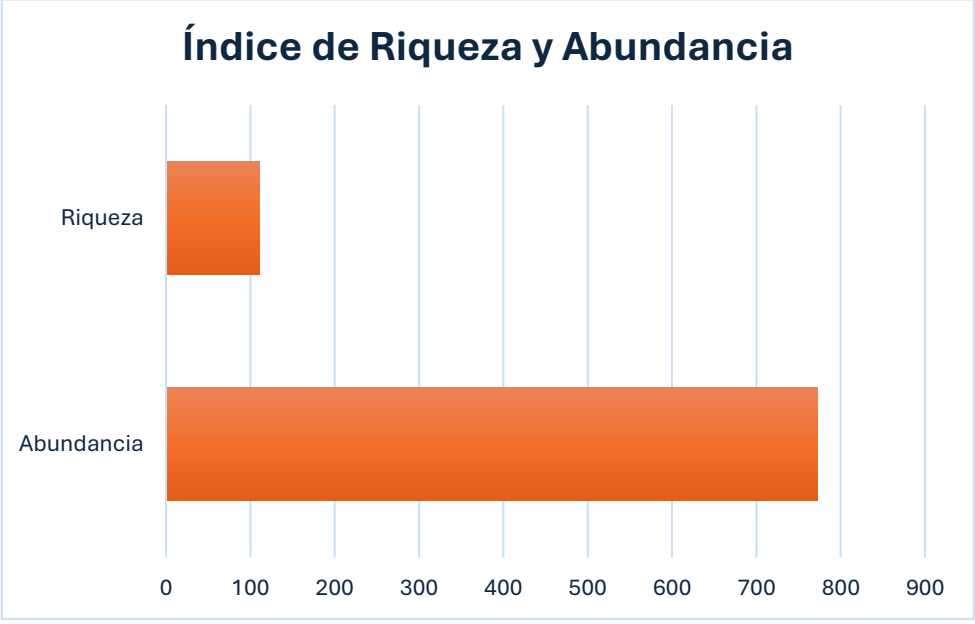


Ilustración IV.86. Riqueza y abundancia faunística en el Sistema Ambiental Regional.

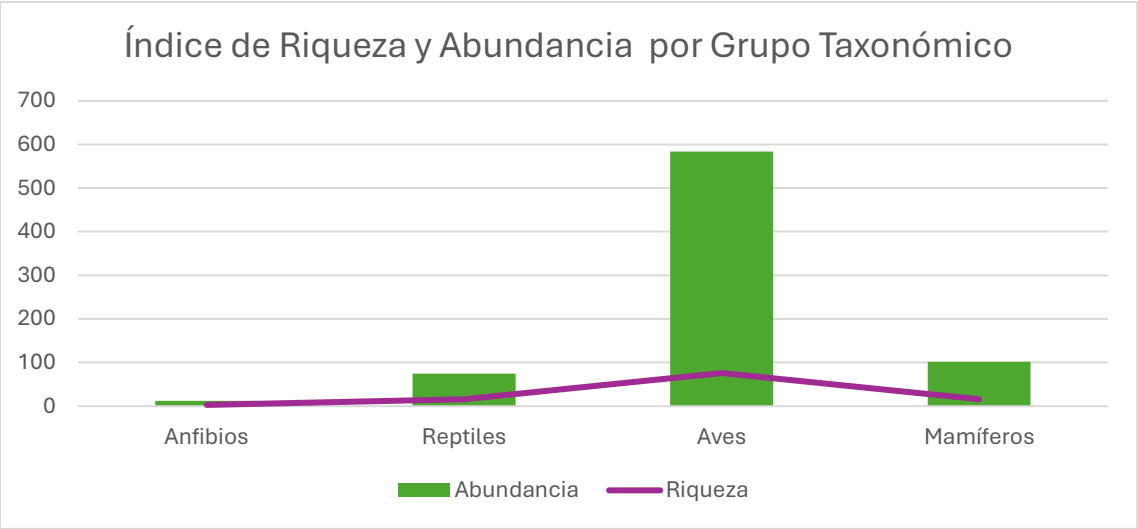


Ilustración IV.87. Comparativa de riqueza y abundancia faunística por grupo taxonómico, en el Sistema Ambiental Regional.

Abundancia de especies por clase taxonómica.

El grupo taxonómico más abundante es el de aves con 11 especies con una abundancia mayor igual o mayor a 15.

Tabla IV.51. Especies de avifauna de mayor abundancia.

Especies de mayor abundancia			
Grupo taxonómico	**Especie**	**Nombre común**	**Abundancia**
Aves	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	35
	Peucaea ruficauda	Zacatonero corora rufa	24
	Coragyps atratus	Zopilote	24
	Icterus cucullatus	Bolsero dorso manchado	22
	Cathartes aura	Aura	21
	Columbina inca	Tortolita escamosa	20
	Quiscalus mexicanus	Zanate	18
	Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	18
	Ortalis wagleri	Chachalaca	15
	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	15
	Melanerpes chrysogenys	Capintero enmascarado	15

Las especies más abundantes fueron:

En el SAR, el grupo taxonómico con mayor representatividad corresponde a las aves, destacando como especie más abundante el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) con 35 individuos registrados. Le siguen el zacatonero corona rufa (*Peucaea ruficauda*) y el zopilote (*Coragyps atratus*), con 24 registros cada uno, así como el bolsero dorso manchado (*Icterus cucullatus*) con 22 y el aura (*Cathartes aura*) con 21. Otras especies con presencia importante son la tortolita escamosa (*Columbina inca*) con 20 individuos, el zanate (*Quiscalus mexicanus*) y la paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*) con 18 cada uno. En menor número, aunque con abundancias relativamente constantes, se registraron la chachalaca (*Ortalis wagleri*), el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) y el carpintero enmascarado (*Melanerpes chrysogenys*) con 15 individuos cada uno.

Estas especies, junto con otras como *Columbina inca*, *Cathartes aura* y *Melanerpes chrysogenys*, conforman un ensamble característico de ambientes perturbados, bordes de hábitat y zonas rurales o periurbanas.

Índice de Dominancia (D') en el sitio del Sistema Ambiental Regional (SAR).

El índice de dominancia (D) mide qué tanto predomina una o pocas especies sobre las demás en una comunidad. Los valores van de 0 (baja dominancia = mayor equidad) a 1 (una sola especie domina completamente).

En el Sistema Ambiental Regional el indice de dominancia de especies entre las estaciones muestreadas presentaron los siguientes resultados (Anexo Base Fauna SAR):

Tabla IV.52. índice de dominancia en el SAR.

Índice de Dominancia							
Estación de muestreo en el SAR							
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8
0.06	0.07	0.08	0.07	0.10	0.08	0.07	0.09

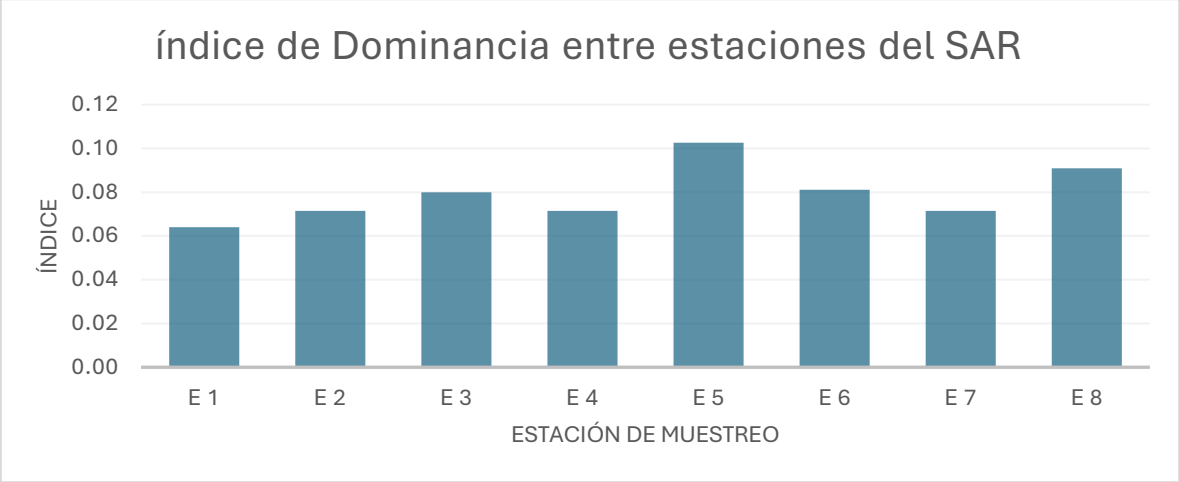


Ilustración IV.88.. índice de dominancia en el SAR.

Los valores del índice de dominancia en las ocho estaciones del SAR se mantienen bajos (0.06–0.10), lo que indica que ninguna especie domina claramente sobre las demás. Este patrón refleja una composición equilibrada de la comunidad, con una distribución relativamente homogénea de abundancias entre especies.

Tabla IV.53. Riqueza acumulada de fauna en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Sitio/estación de muestreo (EM)	Riqueza acumulada
1	57
2	76
3	89
4	97
5	105
6	108
7	110
8	111
Total	753

La curva de acumulación de especies en el SAR muestra un incremento progresivo desde 57 especies en la primera estación hasta alcanzar 111 especies al finalizar el esfuerzo de muestreo, con un total de 753 registros. El patrón observado evidencia que, a partir de la estación 7, la riqueza tiende a estabilizarse, ya que el número de especies nuevas se incorpora es cada vez menor. Esto indica que el esfuerzo de

muestreo fue suficiente y representativo, logrando caracterizar la diversidad biológica del área. La riqueza registrada refleja la importancia ecológica del SAR, al albergar una diversidad considerable de especies que sustentan su papel como espacio de conectividad y equilibrio ecológico en la región.

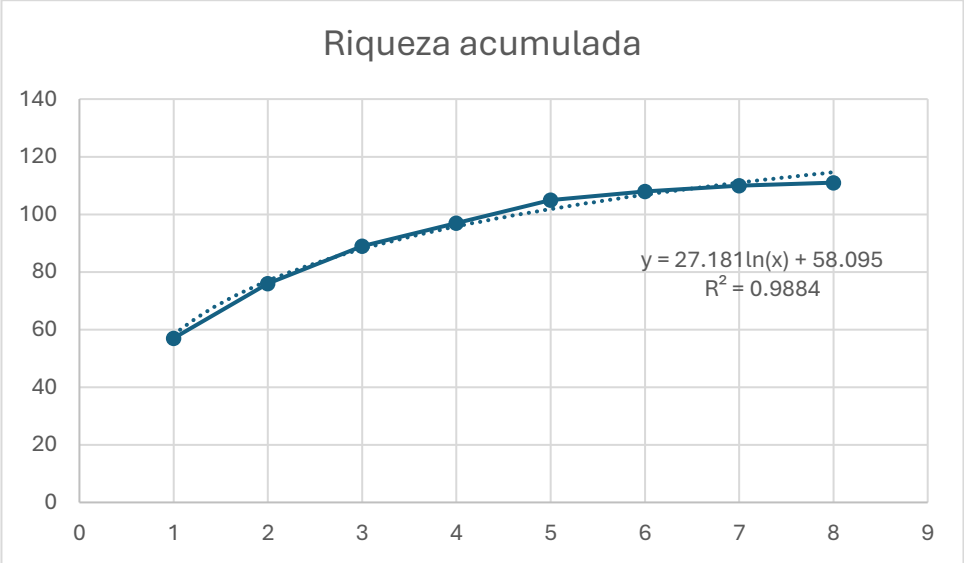


Ilustración IV.89. Riqueza acumulada de fauna en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

La curva de acumulación de especies obtenida para la fauna del Sistema Ambiental Regional (SAR) presenta un ajuste logarítmico con la ecuación $y=27.181\ln(x)+58.095$ y un coeficiente de determinación $R^2=0.9884$, lo que evidencia una excelente correspondencia entre el modelo y los datos observados. La tendencia muestra que, conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, la incorporación de nuevas especies disminuye progresivamente, acercándose a un punto de saturación. Este comportamiento indica que el inventario generado es representativo de la riqueza faunística del SAR, y que la probabilidad de registrar especies adicionales con un esfuerzo mayor es baja. En consecuencia, el muestreo realizado se considera suficiente para caracterizar la diversidad del área regional y respaldar el análisis de impactos ambientales en el marco de la presente MIA-R.

Índice de Shannon Wiener en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

El índice de Shannon Wiener para las estaciones muestreadas en el sitio del SAR (Anexo Base Fauna SAR) se muestra a continuación.

Tabla IV.54. Índice de Shannon Wiener en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

índice de Shannon - Wienner (H´)							
Estación de muestreo SAR "Vallarta Sur"							
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8
3.82	3.70	3.54	3.76	3.53	3.67	3.46	3.55

Los valores obtenidos para el índice de Shannon-Wiener (H') en las 8 estaciones de muestreo oscilan entre 3.46 y 3.82, lo que indica una alta diversidad específica en la comunidad faunística del SAR "Vallarta Sur". Este rango sugiere:

Diversidad alta y estable en la mayoría de las estaciones, reflejando comunidades bien estructuradas y heterogéneas.

Estaciones E1 (3.82) y E4 (3.76) presentan los valores más altos, lo que podría estar relacionado con hábitats mejor conservados, mayor cobertura vegetal o mayor heterogeneidad estructural.

Estaciones E7 (3.46) y E5 (3.53) muestran los valores más bajos dentro del conjunto, aunque siguen indicando una diversidad significativa; estos valores podrían reflejar áreas con mayor presión antrópica o fragmentación del hábitat.

La variación entre estaciones es moderada, lo cual es consistente con un paisaje que combina zonas con diferente grado de conservación.

Equidad de Shannon

La equidad de Shannon-Wiener (H') para las ocho estaciones de muestreo en la CHF presentó valores que oscilan entre 0.74 y 0.81, lo cual indica una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre las especies presentes en cada estación.

Tabla IV.55. Equidad de Shannon - Wienner (H´).

Equidad de Shannon - Wienner (H´)							
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8
0.81	0.79	0.75	0.80	0.75	0.78	0.74	0.75

El valor más alto se observó en la Estación 1 (0.81), lo que sugiere una mayor equidad en la representación de las especies, mientras que los valores más bajos

(0.74 y 0.75) en las Estaciones 7, 3, 5 y 8 reflejan una ligera dominancia de ciertas especies.

Índice de Simpson en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

El Índice de Simpson calculado para las ocho estaciones de muestreo del SAR arrojó valores que fluctúan entre 0.03 y 0.04, lo cual indica una alta diversidad específica en todas las estaciones. Este índice representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, por lo que valores cercanos a cero reflejan menor dominancia y mayor heterogeneidad dentro de la comunidad faunística (Anexo Base Fauna SAR) (Tabla IV.56).

Tabla IV.56. índice de Simpson en el Sistema Ambiental Regional.

Índice de Simpson							
Estación de muestreo SAR “Vallarta Sur"							
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8
0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04

En este caso, los bajos valores sugieren que ninguna especie domina significativamente sobre las demás, y que las comunidades evaluadas son diversas y equilibradas en cuanto a la representación de especies.

Inverso de Simpson

En complemento, los valores del inverso del índice de Simpson (1/D), que representan la diversidad efectiva, reforzaron esta interpretación. El rango obtenido fue de 0.23 (E5) a 0.33 (E1), confirmando que E1 presenta la comunidad faunística más diversa y equitativa, mientras que E5 y E8 reflejan una mayor dominancia específica, posiblemente asociada a condiciones ambientales particulares, fragmentación de hábitat o presiones antrópicas (Anexo Base Fauna SAR) (Tabla IV.57).

Tabla IV.57. Índice inverso de Simpson en el Sistema Ambiental Regional.

Inverso de índice de Simpson							
Estación de muestreo SAR “Vallarta Sur"							
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8
0.33	0.29	0.24	0.31	0.23	0.29	0.26	0.24

Sitio del Proyecto (SP)

A partir de las metodologías de muestreo descritas, para el sitio del proyecto en sus 6 estaciones se registraron 64 especies.

Tabla IV.58, Fauna en el Sitio del Proyecto (SP).

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Reptilia		Dactyloidae	Anolis nebulosus	Raño de paño
	Squatama	Gekkonidae	Hemidactylus frenatus	Besucona
		Iguanidae	Ctenosaura pectinata	Garrobo
		Phrynosomatidae	Sceloporus melanorhinus	Roño de árbol
			Sceloporus utiformis	Roño de sueño
			Urosaurus bicarinatus	Roñito
		Teiidae	Aspidoscelis communis	Huico cola roja
			Aspidoscelis lineattissima	Huico cola azul
		Colubridae	Drymarchon melanurus	Tilcuate
			Oxybelis aeneus	Bejuquillo
Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis wagleri	Chachalaca
		Odontophoridae	Callipepla douglasii	Codorniz crestidorada
			Columbina inca	Tortolita escamosa
			Columbina passerina	Tortolita común
			Columbia talpacoti	Tortolita rojiza
			Zenaida asiatica	Paloma ala blanca
	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy
	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Nyctidromus albicollis	Tapacaminos pucuyo
	Apodiformes	Trochilidae	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho
			Amazilia rutila	Colibrí canelo
	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote
			Cathartes aura	Aura
	Accipritiformes	Accipritidae	Buteogallus anthracinus	Aguililla cangrejera
			Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja
		Strigidae	Glaucidium brasilianum	Tecolotito selvático
	Trogoniformes	Trogonidae	Trogon citreolus	Trogón citrino
	Piciformes	Picidae	Melanerpes chrysogenys	Capintero enmascarado
			Dryobates scalaris	Carpitero mexicano
	Falconiformes	Falconidae	Herpetotheres cachinnans	Halcón huaco
	Psittaciformes	Psittacidae	Eupsittula canicularis	Perico frente naranja
		Tyrannidae	Myiarchus tirannulus	Papamoscas copetón tiranillo

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
			Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo
			Myiozetetes similis	Luis gregario
			Tyrannus melancholicus	Tirano melancólico
			Tyrannus crassirostris	Tirano picogrueso
			Contopus virens	Pibi oriental
			Empidonax flaviventris	Empidonax vientre amarillo
			Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenalito
		Corvidae	Calocitta colliei	Hurraca hermosa carinegra
		Hirundinidae	Tachycineta bicolor	Golondrina bicolor
			Hirundo rustica	Golondrina tijereta
			Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera
		Troglodytidae	Thryophilus sinaloa	Troglodita sinaloense
		Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita piis
		Passerellidae	Peucaea ruficauda	Zacatonero corora rufa
			Chondestes grammacus	Gorrión arlequín
			Icterus cucullatus	Bolsero dorso manchado
			Icterus pustulatus	Bolsero dorso rayado
		Parulidae	Leiothlypis celata	Chipe corona naranja
			Geothlypis tolmiei	Chipe de Tolmie
			Setophaga nigrescens	Chipe negrogris
			Cardellina pusilla	Chipe corona negra
		Thraupidae	Volatinia jacarina	Semillerito brincador
			Sporophila torqueola	Semillerito collarejo
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache
	Soricomorpha	Soricidae	Notiosorex evotis	Musaraña del Pacífico
	Lagomorpha	Leporidae	Sciurus collieai	Ardilla gris del Pacífico
	Rodentia	Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla gris
		Cricetidae	Reithrodontomys fulvescens	Ratón de la cosecha
			Peromyscus melanophrys	Ratón de meseta
	Carnivora	Canidae	Urocyon cinereargenteus	Zorra gris
			Conepatus leuconotus	Zorrillo cadeno
		Procyonidae	Nasua narica	Tejón
			Procyon lotor	Mapache

En el Sitio del proyecto se registró la presencia de fauna silvestre considerada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificación del Anexo Normativo III, en categorías de Protección Especial (Pr), Amenazada (A) y En Peligro de Extinción (P). CITES): I. En peligro, II. Que se requiere control, III. Sujetas a regulación.

Este hallazgo resalta la importancia de aplicar medidas de mitigación y conservación que permitan compatibilizar el desarrollo del proyecto con la preservación de la biodiversidad local.

Tabla IV.59. Estatus ante la NOM059- SEMARNAT-2010, de la fauna en el Sitio del Proyecto (SP)

Nombre científico	Nombre común	Estatus ante la NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Anolis nebulosus	Raño de paño	No reporta	No reporta
Hemidactylus frenatus	Besucona	No reporta	No reporta
Ctenosaura pectinata	Garrobo/ iguana espinosa mexicana	A	II
Sceloporus melanorhinus	Roño de árbol	No reporta	No reporta
Sceloporus utiformis	Roño de sueño	No reporta	No reporta
Urosaurus bicarinatus	Roñito	No reporta	No reporta
Aspidoscelis communis	Huico cola roja/huico moteado gigante	Pr	No reporta
Aspidoscelis lineattissimus	Huico cola azul/ huico muchas líneas	Pr	No reporta
Drymarchon melanurus	Tilcuate	No reporta	No reporta
Oxybelis aeneus	Bejuquillo	No reporta	No reporta
Ortalis wagleri	Chachalaca	No reporta	No reporta
Callipepla douglasii	Codorniz crestidorada	No reporta	No reporta
Columbina inca	Tortolita escamosa	No reporta	No reporta
Columbina passerina	Tortolita común	No reporta	No reporta
Columbia talpacoti	Tortolita rojiza	No reporta	No reporta
Zenaida asiatica	Paloma ala blanca	No reporta	No reporta
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	No reporta	No reporta
Nyctidromus albicollis	Tapacaminos pucuyo	No reporta	No reporta
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	No reporta	II
Amazilia rutila	Colibrí canelo	No reporta	No reporta
Coragyps atratus	Zopilote	No reporta	No reporta
Cathartes aura	Aura	No reporta	No reporta
Buteogallus anthracinus	Aguililla cangrejera/ aguililla negra menor	Pr	II
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	No reporta	No reporta
Glaucidium brasilianum	Tecolotito selvático/Tecolotito común	No reporta	II
Trogon citreolus	Trogón citrino	No reporta	No reporta

Nombre científico	Nombre común	Estatus ante la NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Melanerpes chrysogenys	Capintero enmascarado	No reporta	No reporta
Dryobates scalaris	Carpitero mexicano	No reporta	No reporta
Herpetotheres cachinnans	Halcón huaco	No reporta	II
Eupsittula canicularis	Perico frente naranja	Pr	II
Myiarchus tirannulus	Papamoscas copetón tiranillo	No reporta	No reporta
Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	No reporta	No reporta
Myiozetetes similis	Luis gregario	No reporta	No reporta
Tyrannus melancholicus	Tirano melancólico	No reporta	No reporta
Tyrannus crassirostris	Tirano picogrueso	No reporta	No reporta
Contopus virens	Pibi oriental	No reporta	No reporta
Empidonax flaviventris	Empidonax vientre amarillo	No reporta	No reporta
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenalito	No reporta	No reporta
Calocitta colliei	Hurraca hermosa carinegra/ Urraca Cara Negra	No reporta	No reporta
Tachycineta bicolor	Golondrina bicolor	No reporta	No reporta
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	No reporta	No reporta
Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina risquera	No reporta	No reporta
Thryophilus sinaloa	Troglodita sinaloense	No reporta	No reporta
Polioptila caerulea	Perlita piis	No reporta	No reporta
Peucaea ruficauda	Zacatonero corora rufa	No reporta	No reporta
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	No reporta	No reporta
Icterus cucullatus	Bolsero dorso manchado	No reporta	No reporta
Icterus pustulatus	Bolsero dorso rayado	No reporta	No reporta
Leiothlypis celata	Chipe corona naranja	No reporta	No reporta
Geothlypis tolmiei	Chipe de Tolmie	No reporta	No reporta
Setophaga nigrescens	Chipe negrogris	No reporta	No reporta
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	No reporta	No reporta
Volatinia jacarina	Semillerito brincador	No reporta	No reporta
Sporophila torqueola	Semillerito collarejo	No reporta	No reporta
Didelphis virginiana	Tlacuache	No reporta	No reporta
Notiosorex evotis	Musaraña del Pacífico/ musaraña desértica norteña	A	No reporta
Sciurus collieai	Ardilla gris del Pacífico	No reporta	No reporta
Sciurus aureogaster	Ardilla gris	No reporta	No reporta
Reithrodontomys fulvescens	Ratón de la cosecha	No reporta	No reporta
Peromyscus melanophrys	Ratón de meseta	No reporta	No reporta
Urocyon cinereargenteus	Zorra gris	No reporta	No reporta
Conepatus leuconotus	Zorrillo cadeno	No reporta	No reporta

Nombre científico	Nombre común	Estatus ante la NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Nasua narica	Tejón/Coatí	No reporta	III
Procyon lotor	Mapache	No reporta	No reporta

En el inventario de fauna registrado en el área del proyecto se identifican reptiles, aves y mamíferos, con diferentes grados de relevancia en términos de conservación. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, destacan especies bajo Protección Especial (Pr) como el huico cola roja (*Aspidoscelis communis*), el huico cola azul (*Aspidoscelis lineattissimus*), la aguililla cangrejera (*Buteogallus anthracinus*) y el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis).* Asimismo, se registraron especies Amenazadas (A) como la iguana espinosa mexicana (*Ctenosaura pectinata*) y la musaraña del Pacífico (*Notiosorex evotis*).

En lo que respecta a los convenios internacionales, varias especies aparecen listadas en CITES Apéndice II, lo que restringe su comercio internacional para evitar presiones adicionales sobre sus poblaciones; entre ellas se encuentran el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*), la aguililla cangrejera (*Buteogallus anthracinus),* el colibrí pico ancho (*Cynanthus latirostris*), el tecolotito selvático (*Glaucidium brasilianum*) y el halcón huaco (*Herpetotheres cachinnans*), y el tejón o coatí (*Nasua narica*) dentro de la CITES Apéndice III, lo que implica restricciones a su aprovechamiento y comercio internacional con el fin de fortalecer su protección.

El resto de las especies registradas corresponden en su mayoría a aves de amplia distribución y especies generalistas, junto con pequeños mamíferos y reptiles. La presencia de especies con estatus de conservación especial enfatiza la necesidad de aplicar medidas de mitigación y conservación, como el rescate y reubicación, con el fin de reducir impactos negativos y dar cumplimiento a la normatividad ambiental.

Riqueza y Abundancia

Los índices de Riqueza y Abundancia de especies en el Sitio del proyecto se muestran a continuación (Anexo Base Fauna SP):

Tabla IV.60. Riqueza y Abundancia en el Sitio del Sitio del Proyecto.

Índice de Riqueza y Abundancia en Sitio del proyecto		
Grupo taxonómico	**Abundancia**	**Riqueza**
Anfibios	0	0
Reptiles	24	10
Aves	167	44
Mamíferos	21	10
Total	212	64

La abundancia total de los grupos taxonómicos en el sitio del proyecto fue de 212 individuos mientras que la riqueza de 64 especies totales como se muestra en la ilustración siguiente.

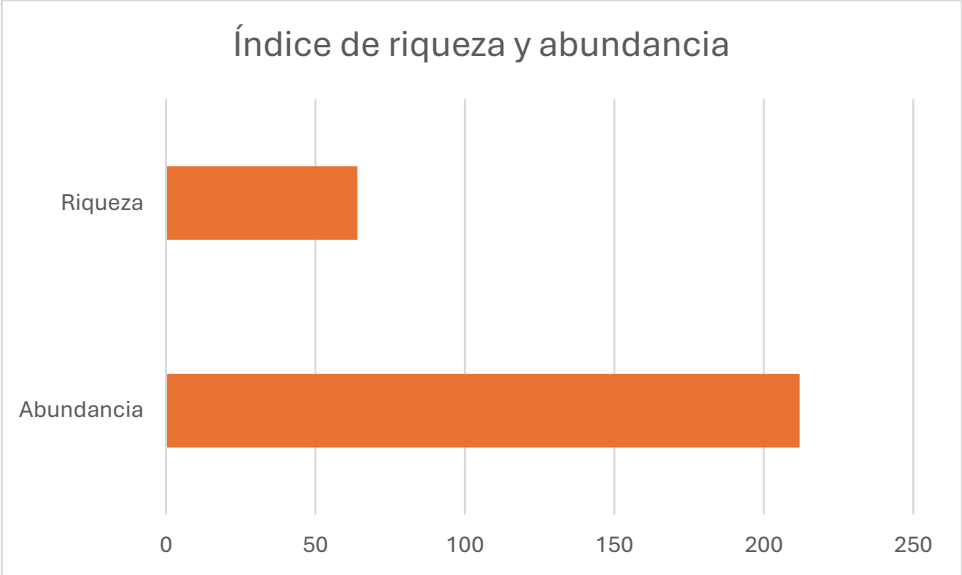


Ilustración IV.90. Riqueza y abundancia faunística en el Sitio del Proyecto.

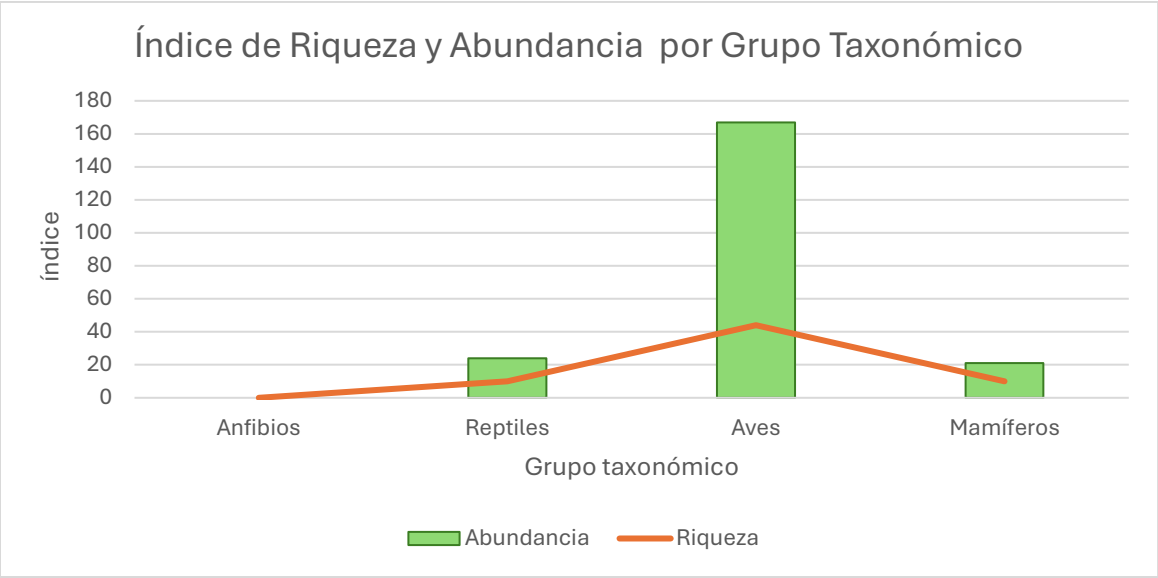


Ilustración IV.91. Comparativa de riqueza y abundancia faunística por grupo taxonómico, en el Sitio del Proyecto.

Abundancia de especies por clase taxonómica.

El grupo taxonómico más abundante es el de aves con 7 de sus especies con una abundancia mayor igual o mayor a 10.

Especies de mayor abundancia			
Grupo taxonómico	**Especie**	**Nombre común**	**Abundancia**
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	15
	Columbina inca	Tortolita escamosa	14
	Coragyps atratus	Zopilote	13
	Tachycineta bicolor	Golondrina bicolor	13
	Columbina passerina	Tortolita común	12
	Cathartes aura	Aura	11
	Eupsittula canicularis	Perico frente naranja	10

Las especies más abundantes fueron:

Hirundo rustica (Golondrina tijereta), con 15 individuos, la más abundante del sitio. Le siguen *Columbina inca* (Tortolita escamosa) con 14, y tanto *Coragyps atratus* (Zopilote) como *Tachycineta bicolor* (Golondrina bicolor) con 13 individuos cada una. También se identificaron especies frecuentes como *Columbina passerina* (Tortolita común, 12), *Cathartes aura* (Aura, 11) y *Eupsittula canicularis* (Perico frente naranja, 10).

Tabla IV.61. Riqueza acumulada en el Sitio del Proyecto.

Sitio/estación de muestreo (EM)	Riqueza acumulada
1	19
2	32
3	44
4	54
5	60
6	64
Total	273

La riqueza de especies registrada en las seis estaciones de muestreo muestra un incremento progresivo hasta alcanzar un total acumulado de 64 especies, derivado de 273 registros. La tendencia observada indica que la curva comienza a estabilizarse en las últimas estaciones, lo que refleja que el esfuerzo de muestreo fue suficiente y representativo para caracterizar la diversidad del sitio, permitiendo contar con una base sólida para la evaluación ambiental.

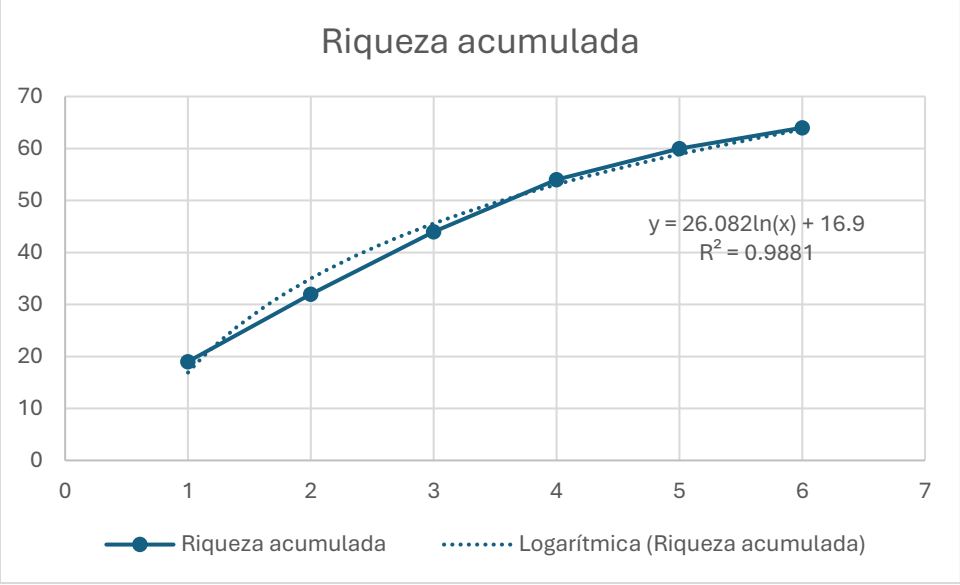


Ilustración IV.92. riqueza acumulada en el Sitio del Proyecto.

La curva de acumulación de especies obtenida para la fauna del sitio del proyecto presenta un ajuste logarítmico con la ecuación y=26.082ln(x)+16.9 y un coeficiente de determinación R^2=0.9881, lo que refleja un excelente nivel de ajuste entre el modelo y los datos observados. La tendencia muestra que, conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, la incorporación de nuevas especies se reduce de manera progresiva, evidenciando un acercamiento a la asíntota o punto de saturación. Este

comportamiento indica que el inventario generado es representativo de la riqueza de fauna presente en el área de estudio, y que la probabilidad de detectar nuevas especies con un esfuerzo adicional es baja. Por lo tanto, el muestreo realizado se considera suficiente para caracterizar la diversidad faunística y sustentar la evaluación de impactos en el marco de la presente MIA-R.

Índice de Dominancia (D') en el Sitio del Proyecto. (SP).

El índice de dominancia (D) mide qué tanto predomina una o pocas especies sobre las demás en una comunidad. Los valores van de 0 (baja dominancia = mayor equidad) a 1 (una sola especie domina completamente).

En el Sitio del Proyecto. (SP). el indice de dominancia de especies entre las estaciones muestreadas presentaron los siguientes resultados (Anexo Base Fauna SP) (Tabla IV.62):

Tabla IV.62. índice de dominancia en el Sitio del Proyecto.

Índice de Dominancia					
Estación de muestreo en el Proyecto "Vallarta Sur"					
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
0.17	0.23	0.19	0.10	0.29	0.21

En este caso:

La Estación E4 muestra el valor más bajo (0.10), lo que indica alta equidad y diversidad: no hay una especie que predomine claramente.

Por el contrario, la Estación E5 presenta el valor más alto (0.29), lo que sugiere que una o pocas especies dominan el ensamble, lo que puede estar asociado a perturbaciones o condiciones ambientales particulares.

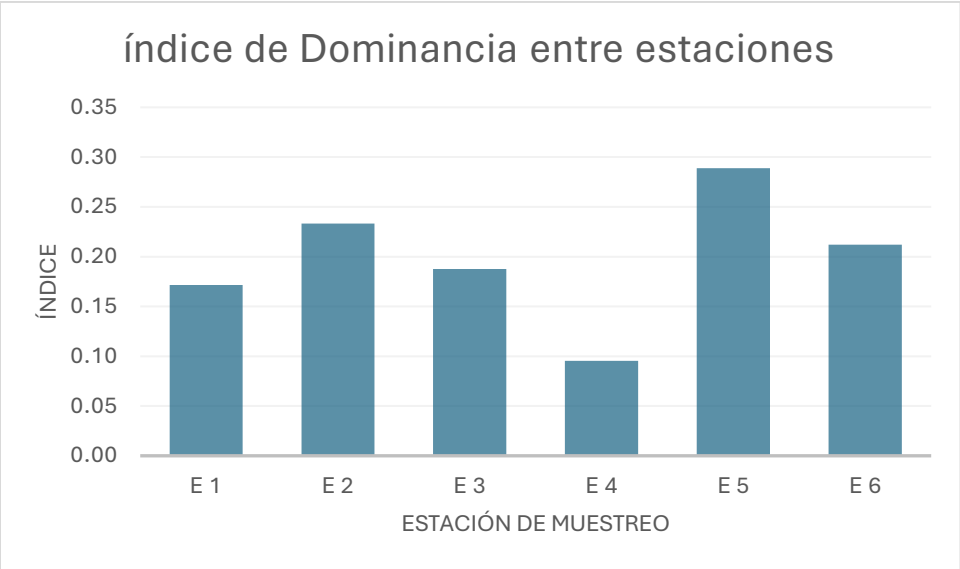


Ilustración IV.93.. índice de dominancia en el Sitio del Proyecto.

-

Índice de Shannon Wiener en el Sitio del Proyecto. (SP).

El índice de Shannon Wiener para las estaciones muestreadas en el sitio del SP se muestra a continuación

Tabla IV.63. Índice de Shannon Wiener en el Sitio del Proyecto.

índice de Shannon Wienner (H´)					
Estación de muestreo en el Proyecto "Vallarta Sur"					
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
2.67	2.67	2.79	2.85	2.55	2.72

El Índice de Shannon-Wiener (H') para las estaciones de muestreo en el Sitio del Proyecto “Vallarta Sur” presenta valores que oscilan entre 2.55 y 2.85, lo que indica un nivel de diversidad biológica moderadamente alto. La Estación E4 muestra el valor más alto (2.85), lo que sugiere una mayor heterogeneidad y distribución más equitativa de las especies. Por su parte, la Estación E5 registra el valor más bajo (2.55).

Equidad de Shannon

Equidad de Shannon (J’) es un valor que oscila entre 0 y 1:
1 indica máxima equidad → todas las especies tienen abundancias similares.

0 indica mínima equidad → pocas especies dominan y las demás tienen abundancias muy bajas.

Generalmente:
>0.70 → alta equidad (comunidad balanceada).
0.50–0.69 → equidad intermedia (cierto dominio de algunas especies).
<0.50 → baja equidad (pocas especies dominan).

La equidad de Shannon-Wiener (H') los valores obtenidos en las seis estaciones oscilan entre 0.61 y 0.68, lo que indica:

- Una equidad intermedia a relativamente alta en todas las estaciones.
- No existen diferencias marcadas entre estaciones, pues el rango de variación es estrecho (0.61–0.68).
- Esto sugiere que, aunque hay especies dominantes, la mayoría de las especies contribuyen de forma moderada a la abundancia total.

La comunidad de especies en el área del proyecto presenta una estructura relativamente balanceada, con distribución de abundancias que no favorece de manera extrema a una sola especie, como se aprecia en la

Tabla IV.64. Equidad de Shannon en el Sitio del Proyecto.

Equidad de Shannon					
Estación de muestreo en el Proyecto "Vallarta Sur"					
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
0.64	0.64	0.67	0.68	0.61	0.65

Índice de Simpson en el Sitio del Proyecto. (SP).

El Índice de Simpson calculado para las seis estaciones de muestreo en el proyecto “Vallarta Sur” varió entre 0.06 y 0.13, lo que indica niveles moderados de diversidad biológica. Este índice, que refleja la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, muestra que la Estación 4 presentó la mayor diversidad (índice más bajo, 0.06), mientras que la Estación 5 fue la menos diversa (índice más alto, 0.13) (Tabla IV.65).

Tabla IV.65. Índice de Simpson en el Sitio del Proyecto.

índice de Simpson					
Estación de muestreo en el Proyecto "Vallarta Sur"					
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
0.09	0.10	0.09	0.06	0.13	0.09

Inverso de Simpson

El análisis del Índice de Simpson (D) y su inverso revela diferencias en la dominancia de especies entre las estaciones de muestreo del Proyecto “Vallarta Sur”. Los valores del inverso del índice de Simpson oscilaron entre 0.12 (E5) y 0.26 (E4), siendo este último el que presenta la mayor diversidad específica, lo cual sugiere una distribución más uniforme de las abundancias entre las especies presentes. Por el contrario, el valor más bajo en la estación E5 sugiere una mayor concentración de individuos en pocas especies, lo que se traduce en menor diversidad y equidad (Anexo Base Fauna SP) (Tabla IV.66).

Tabla IV.66. Inverso índice de Simpson en el sitio del proyecto,

Inverso de índice de Simpson					
Estación de muestreo en el Proyecto "Vallarta Sur"					
E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
0.17	0.16	0.18	0.26	0.12	0.18

En conjunto, ambos indicadores muestran que la estación E4 destaca por su estructura comunitaria más equilibrada, mientras que E5 presenta un patrón de dominancia más evidente, posiblemente relacionado con factores ambientales o de perturbación local.

IV.3.1.3 Medio socioeconómico

A) Población total y estructura por edad y sexo

El Sistema Ambiental Regional se localiza en el extremo sur del municipio de Puerto Vallarta en el estado de Jalisco. Se ubica en la porción costera del municipio al norte de la localidad Boca de Tomatlán. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI, el municipio de Puerto Vallarta registra una población de 291 mil habitantes distribuidos en 100 localidades (Tabla IV.67). La población del municipio

representa solo el 3.5% de la población total del estado de Jalisco y solo el 0.97% de las localidades.

De las 100 localidades con las que cuenta el municipio de Puerto Vallarta, la ciudad que lleva el mismo nombre y además de ser su cabecera municipal agrupa al 76.81% de la población total con 224.1 mil habitantes, le siguen Ixtapa con el 13.4%, Las Juntas con el 3.5%, Las Palmas de Arriba con el 1.4% y Ecoterra Paraíso con el 0.7% del total municipal. De acuerdo con la Integración Territorial del INEGI, el Sistema Ambiental no registra en el año 2020 localidades.

Tabla IV.67. Población y localidades, 2020.

Entidad	Localidades	Población
Estado de Jalisco	10,348	8,348,151
Mpio. Puerto Vallarta	100	291,839
Cd. Puerto Vallarta		224,166

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020 e Inventario Nacional de Viviendas 2020.

Como se puede observar en la siguiente ilustración, el municipio presenta el fenómeno de concentración de la población y dispersión de poblamiento, donde dos localidades agrupan el 90% de la población y el 98% de las localidades agrupa al 10% de la población municipal. La distribución de las localidades en el municipio está definida en su mayor parte por el relieve, la parte centro norte del municipio existe un amplio valle inter montano donde se ubican gran parte de las localidades acompañadas de espacios agrícolas.

La parte sur del municipio se caracteriza por su relieve montañoso que determina la ubicación de las localidades en las cimas plana de las montañas, en las laderas con mayor amplitud y en el límite de costa.

Las localidades con menor población registran un habitante, se localizan principalmente en la porción centro y norte del municipio, entre las que destacan Las Guacas, El Remachón (Guadalupana), Tres Puertas, Barreras, Bocanegra, El Limón, Playa Esmeralda, Los Socorros y La Langosta Campestre.

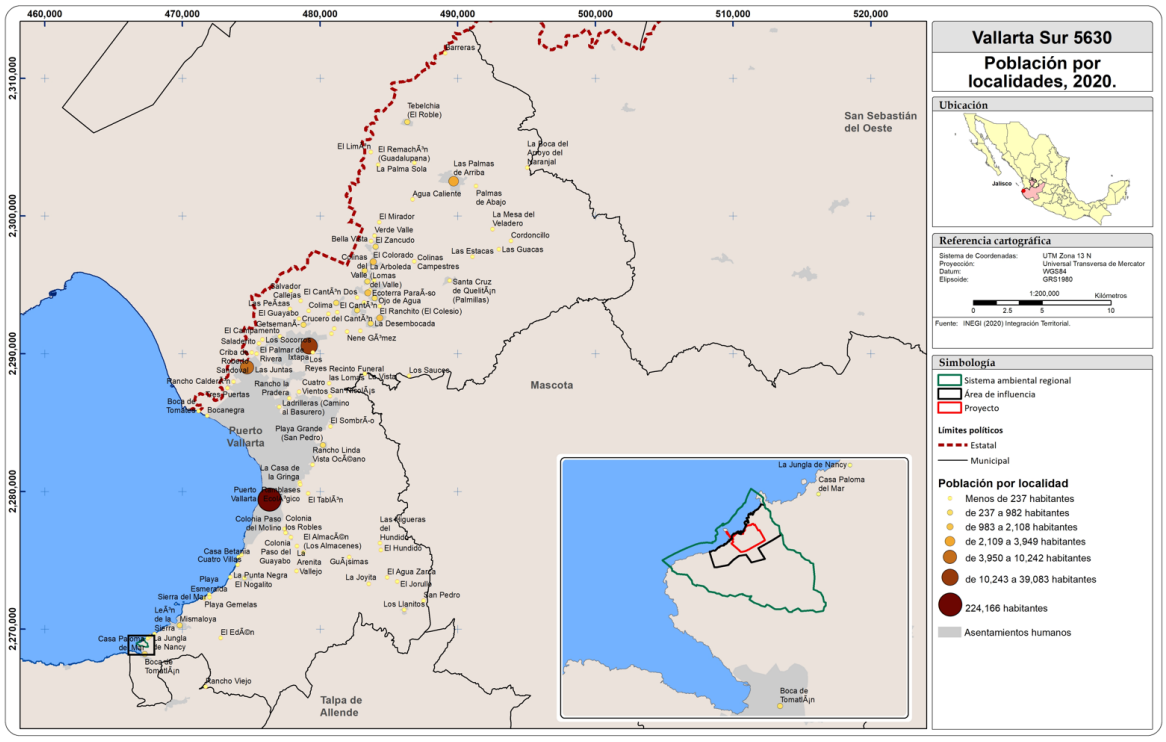


Ilustración IV.94. Población por localidad, 2020.

Fuente: INEGI (2020) Integración Territorial.

En cuanto a la población por edad y sexo, la gráfica siguiente nos muestra la situación para el municipio de Puerto Vallarta de esta variable en el año 2020, se observa una base de entre 0 y 15 años muy similar, lo que indica que el crecimiento natural de la población es lento. Los grupos de edades que agrupan mayor población son los de 20-24 y 25-29, está situación es lógica debido a las características del municipio y principalmente de la cabecera municipal, que es un puerto turístico de importancia nacional, entonces la población de estas edades es la que mayor ocupación tiene en los servicios relacionados con la actividad turística.

De los grupos quinquenales de los 30 en adelante, la estructura de la población es normal, es decir los valores van decreciendo. Con respecto a la distribución de la población por sexo, es muy parejo la proporción de mujeres y hombres, el índice de masculinidad es de 0.99, lo que significa que por cada 100 mujeres hay 99 hombres.

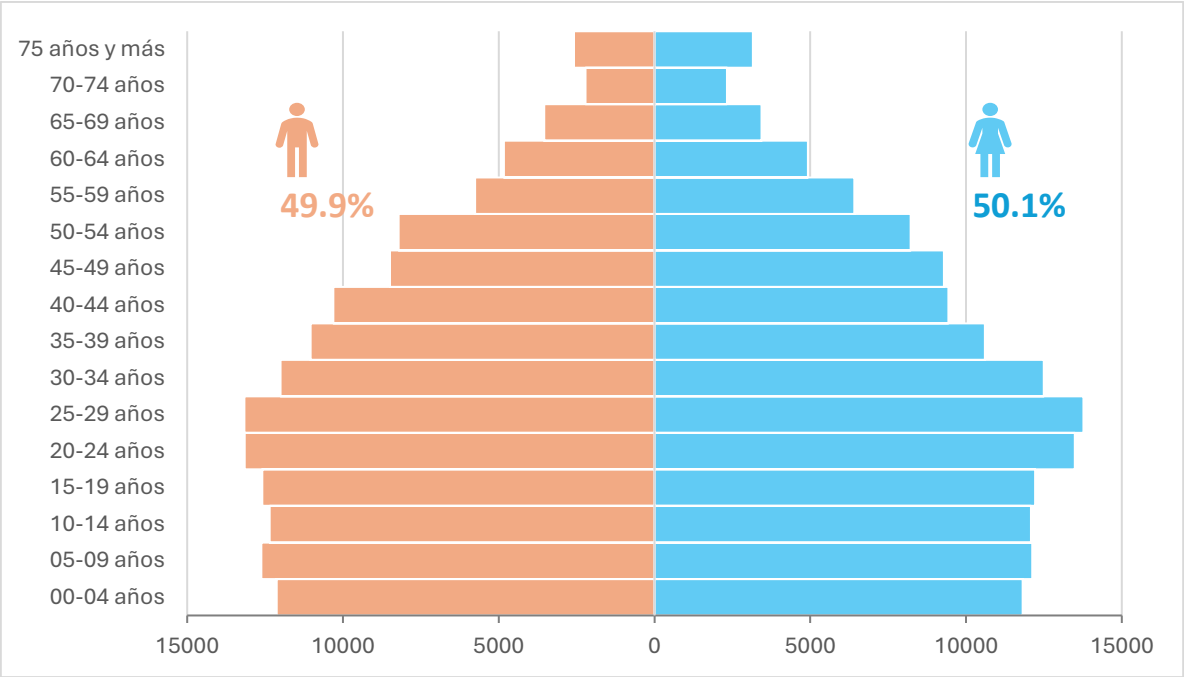


Ilustración IV.95. Pirámide de población municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, 2020.

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

B) Crecimiento de población

El estado de Jalisco registraba en el año 2000 una población de 5.3 millones de habitantes, en 20 años incremento su población en 3 millones de habitantes, es decir que para el año 2020 registro 8.3 millones de personas El periodo en que más aumento la población fue 1990-1995, cuando se incrementó en 688 mil habitantes, y el que menos aumentó fue el 1995-2000 con solo 330mil personas.

Respecto al municipio de Puerto Vallarta, en la tabla siguiente se observa que en 30 años incrementó su población 180 mil personas, pasó de 111 mil en 1990 a 291 mil en 2020. El periodo que registró mayor incremento en su población fue 1990-1995 con 38 mil personas, mientras que el menor fue en el periodo 2015-2020 con tan solo 16 mil personas (Tabla IV.68).

Tabla IV.68. Población total 1990-2020.

Entidad	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Estado de Jalisco	5,302,689	5,991,176	6,322,002	6,752,113	7,350,682	7,844,830	8,348,151

Entidad	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Mpio Puerto Vallarta	111,457	149,876	184,728	220,368	255,681	275,640	291,839

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020, Conteo 2005, 1995, Encuesta 2015.

La grafica siguiente muestra el ritmo de crecimiento de la población con base en la tasa media anual de crecimiento poblacional, tanto el estado de Jalisco como el municipio de Puerto Vallarta presentan una desaceleración en su crecimiento de población, en el periodo 1990-1995 el estado registra una tasa de 2.47%, para el periodo final de estudio 2015-2020 la tasa fue de 1.22%, es decir una disminución de 1.22 puntos porcentuales. En el caso del municipio de Puerto Vallarta la disminución fue más fuerte, paso de 6.10% en 1990-1995 a 1.75% en 2015-2020, es decir disminuyo 7.25 puntos porcentuales.

Tanto en el estado como en el municipio el periodo con mayor perdida en el ritmo de crecimiento fue el de 1990-1995, el estado bajo 1.9 y el municipio 1.83 puntos porcentuales; posteriormente, el esta inicia una recuperación en su crecimiento en los siguientes dos periodos periodo de recuperación en su ritmo de crecimiento con una tasa de 1.08 y 1.33% en 1995-2000 y 2000-2005, respectivamente; para el periodo 2010-2015 sufre nuevamente una desaceleración registrando una tasa de 1.31%, para el periodo final se puede hablar de una estabilización en el ritmo de crecimiento con una tasa de 1.25%.

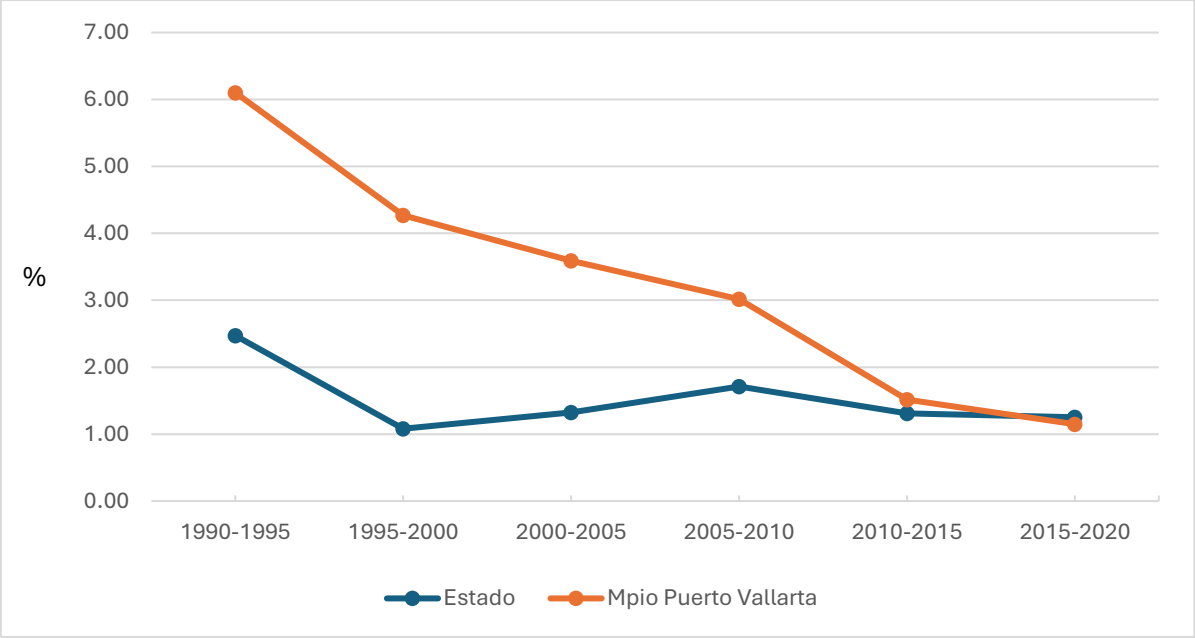


Ilustración IV.96. Tasa media anual de crecimiento poblacional 1990-2020.

Fuente. INEGI, Censos de Población y Vivienda 1990,2000, 2010 y 2020; Conteo de Población 1995 y 2005, Encuesta intercensal 2015. Se estimó mediante el modelo geométrico.

En el caso del municipio de Puerto Vallarta, en todos los periodos revisado presento desaceleración en su ritmo de crecimiento, como se mencionó en el párrafo anterior, el periodo 1990-1995, fue el que presentó la desaceleración más grande. Otro periodo con desaceleración fuerte fue el 2010-2015, con una diferencia de 1.5 puntos porcentuales, para el último periodo de revisión 2015-2020, solo disminuyo el ritmo de crecimiento 0.37 puntos porcentuales.

C) Población por etnicidad

En este apartado se abordará el análisis de la población indígena en dos vertientes: la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y, aquella población de 3 años y más que se auto adscriben como indígenas o afromexicanos o afrodescendientes.

Respecto a la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena, el estado registra 66.9 mil personas en esta condición, proporcionalmente representa solo el 0.85% del total de personas de 3 años y más en el estado. De estas personas, el 88.6% además de hablar alguna lengua indígena hablan español.

En el municipio los valores proporcionales son ligeramente más altos, el 1.10% de su población de 3 años y más habla alguna lengua indígena y de ellos, el 98.2% también habla español (Tabla IV.69). De acuerdo con el Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI), las lenguas representativas del estado de Jalisco son el Huichol y Nahua.

Tabla IV.69. Población de 3 años según condición de habla indígena y condición de habla española, 2020.

Entidad	Población de 3 años y más	Condición de habla indígena					
		Habla lengua indígena				No habla lengua indígena	No especificado
		Total	Condición de habla española				
			Habla español	No habla español	No especificado		
Estado de Jalisco	7,912,955	66,963	59,300	6,673	990	7,837,241	8 751
Puerto Vallarta	278,033	3,069	3,014	40	15	274,739	225

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

En las tablas la población de 3 años y más, INEGI utilizó una estimación para medir la variable y obtener los datos. En la siguiente tabla se puede observar que el 7.04% de la población del estado se auto adscribe como indígena, 6.19 puntos porcentual más que la población que habla alguna lengua indígena.

El caso del municipio de Puerto Vallarta es similar al del estado, con el 7.96% de su población de 3 años y más que se auto adscribe como indígena, 6.86 puntos porcentuales por arriba del porcentaje de personas que hablan alguna lengua indígena en el municipio.

Tabla IV.70.Población de 3 años y más y su distribución porcentual según condición de auto adscripción indígena, 2020.

Entidad	Población de 3 años y más*	Condición de auto adscripción indígena (porcentaje)		
		Se considera indígena	No se considera indígena	No especificado
Estado de Jalisco	7,919,382	7.04	92.63	0.33
Puerto Vallarta	276,379	7.96	91.51	0.53

Fuente. INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

* Estimaciones hechas por INEGI para medir esta variable, donde los límites de confianza se calculan al 90%.

Otro elemento que se ha integrado en los últimos años al análisis de la etnicidad es el de grupo descendientes de africanos, si bien esta condición se presenta con más frecuencia en estados de la costa sur de México, existe presencia de dichos grupos en todo el país. De acuerdo con la siguiente tabla, en el estado de Jalisco el 1.67% de su población se auto adscribe como afromexicana o afrodescendiente (139.6 mil personas). En el caso del municipio de Puerto Vallarta, el porcentaje de población que se auto adscribe como afromexicana o afrodescendiente es ligeramente mayor con el 2% (5.8 mil personas).

Tabla IV.71. Población según condición de auto adscripción afromexicana o afrodescendiente, 2020.

Municipio	Población total[1]	Condición de auto adscripción afromexicana o afrodescendiente		
		Se considera	No se considera	No especificado
Estado de Jalisco	8,348,151	139,676	8,148,814	59,661
Puerto Vallarta	291,839	5,846	285,654	339

Fuente. INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

[1] incluye una estimación de población a nivel estatal de 459 987 personas que corresponden a 114 402 viviendas sin información de ocupantes y menores omitidos.

De acuerdo con el catálogo de localidades indígenas del INPI, para el año 2020 solo dos localidades del municipio de Puerto Vallarta aparecen en el catálogo, que son Tres Puertas y El Plan, ambas clasificadas en la tipología “A” de localidades indígenas que significa que su población indígena es equivalente o superior al 70% de la población total.

D) Educación

La educación es una de las variables que ayudan a definir el grado de desarrollo de cualquier territorio, por ello, se hace un breve análisis de la situación de dicha variable en el estado de Jalisco y el Municipio de Puerto Vallarta. El analfabetismo es una de las condiciones que impiden el desarrollo de los territorios y que paulatinamente está desapareciendo, el analfabetismo se define como la población que una vez que superó la edad escolar (15 años y más) no adquirió la habilidad para leer o escribir un recado.

Esta condición de analfabetismo se presenta en el estado en el 2.89% de su población mayor de 15 años (179 mil personas). Mientras que en el municipio registra un valor menor casi de un punto porcentual que el estado, ya que registra el 1.99% de su población como analfabeta (4.3 mil personas).

Tabla IV.72.Población de 15 años y según condición de alfabetismo, 2020.

Municipio	Población de 15 años y más	Condición de alfabetismo		
		Alfabeta	Analfabeta	No especificado
Estado de Jalisco	6,193,111	6,003,124	179,014	10,973
Puerto Vallarta	219,691	214,963	4,361	367

Fuente. INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

En el estado de Jalisco el 94.7% de su población de 3 años y más registran algún grado de escolaridad, mientras que en el municipio de Puerto Vallarta esta proporción en más alta ya que el 95.5% de su población de 3 años y más registran algún grado de escolaridad. La educación básica es la que registra mayor población, en el estado agrupa 4.5 millones de personas (58.1% del total estatal), mientras que en el municipio agrupa 151 mil personas (54.5% del total municipal). Los niveles primaria y secundaria son los que mayor cantidad de personas registran, tanto en el estado como en el municipio (Tabla IV.73); en el estado representa el 28.6y 24.4%, respectivamente y en el municipio el 25.1 y el 24.5%.

Tabla IV.73. Población de 3 años y más según escolaridad, tipo educativo y nivel, 2020.

Entidad		Estado de Jalisco	Puerto Vallarta
Población de 3 años y más		7 912 955	278 033
Sin escolaridad		420 538	12 648
Educación básica	Preescolar	400 882	13 654
	Primaria	2 259 795	69 905
	Secundaria	1 934 449	68 079
Estudios técnicos o comerciales con primaria terminada		23 891	788
Educación media superior	Estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada	74 745	1 975
	Preparatoria o bachillerato[1]	1 387 831	58 641
	Normal básica	6 079	166
Educación superior	Estudios técnicos o comerciales con preparatoria terminada	85 013	2 095
	Licenciatura o equivalente[2]	1 158 613	45 396
	Posgrado[3]	139 869	3 998
No especificado		21 250	688

Fuente. INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

[1] incluye a la población que tiene al menos un grado aprobado en bachillerato tecnológico.

[2] incluye a la población que tiene al menos un grado aprobado en normal superior.

[3] incluye a la población que tiene al menos un grado aprobado en especialidad, maestría o doctorado.

Es importante destacar que el municipio de Puerto Vallarta, en los niveles educación media superior y superior, porcentualmente está por encima de la media estatal, por ejemplo, en el nivel medio superior el porcentaje de población que registra es de 21.9%, mientras que en el estado es de 18.6%, una diferencia de 3.3 puntos porcentuales.

La tabla anterior permite observar que la preparatoria o bachillerato en el nivel medio superior y la licenciatura en el superior son los preferidos en sus respectivos niveles. En el estado la preparatoria agrupa al 17.5% de la población, mientras que en el municipio al 21.1%, la licenciatura agrupa al 14.6% de la población estatal, mientras que en el municipio agrupa al 16.3%.

E) Población económicamente activa

La población económicamente activa (PEA) son las personas de 12 a 130 años de edad que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia de la encuesta; la PEA estatal alcanzó los 4.2 millones de personas, mientras que la municipal fue de 163 mil; porcentualmente el municipio está por arriba del estado ya que la PEA representa el 69.7%, mientras que en el estado representa el 64.1%.

La población económicamente activa ocupada (PEAO) son las personas de 12 a 130 años que trabajaron o que no trabajaron, pero sí tenían trabajo en la semana de referencia de la encuesta; esta población representa valores porcentuales arriba del 98% respecto a la PEA, en el estado registró 98.65% y en el municipio el 98.87%.

La población económicamente activa desocupada (PEAD) son las personas de 12 a 130 años que no tenían trabajo, pero buscaron trabajo en la semana de referencia; esta población tiene registros que porcentualmente son inferiores al 1.5%, respecto a la PEA total y a la población de 12 años y más.

La tasa específica de participación económica es el porcentaje que representa la población económicamente activa, respecto de la población de 12 años y más, el valor del municipio esta por arriba de la media estatal, esto quiere decir que existe una mayor participación económica de la población en el municipio que en el promedio estatal.

Tabla IV.74.Población de 12 años y más según condición de actividad económica y de ocupación y tasa específica de participación económica, 2020.

Municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica					Tasa específica de participación económica[1]
		Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado	
		Total	Ocupada	Desocupada			
Estado de Jalisco	6,620,690	4,244,054	4,186,717	57,337	2,344,552	32,084	64.10
Puerto Vallarta	234,277	163,237	161,399	1,838	70,219	821	69.68

Fuente. INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

[1] Es el porcentaje que representa la PEA, respecto de la población de 12 años y más.

F) Servicios de salud

La salud y el acceso a los servicios de este sector son un indicador del nivel de bienestar de la población, en el estado de Jalisco la población afiliada a algún servicio de salud fue de 5.8 millones de personas, que representa el 69.9% de su población. El municipio de Puerto Vallarta registra una población afiliada de 215 mil personas, que representa el 73.9% de su población, un valor superior en 4 puntos porcentuales a la media estatal. Además, de reflejar un estado aceptable del sector salud para la población del municipio, es un factor relacionado con el empleo formal, ya que en este tipo de trabajo se ofrecen las prestaciones de ley como lo es la seguridad social (Ilustración IV.97. Población según condición de afiliación a servicios de salud, 2020.Ilustración IV.97).

En el municipio de Puerto Vallarta el 78% de su población afiliada lo está en el IMSS; el Instituto de Salud para el Bienestar agrupa la segunda cantidad más importante de afiliados con el 14%, aproximadamente 30.2 mil personas; con 170.5 mil personas, el ISSSTE agrupa al 4% de los afiliados con 8.5 mil personas; instituciones privadas tienen afiliadas al 3% de este tipo de población con 6.6 mil personas (Ilustración IV.98).

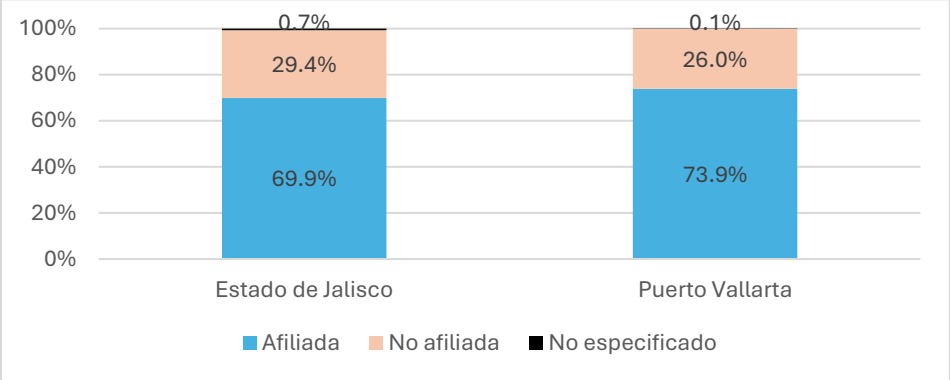


Ilustración IV.97. Población según condición de afiliación a servicios de salud, 2020.

Fuente. INEGI, Censos de Población y Vivienda, 2020.

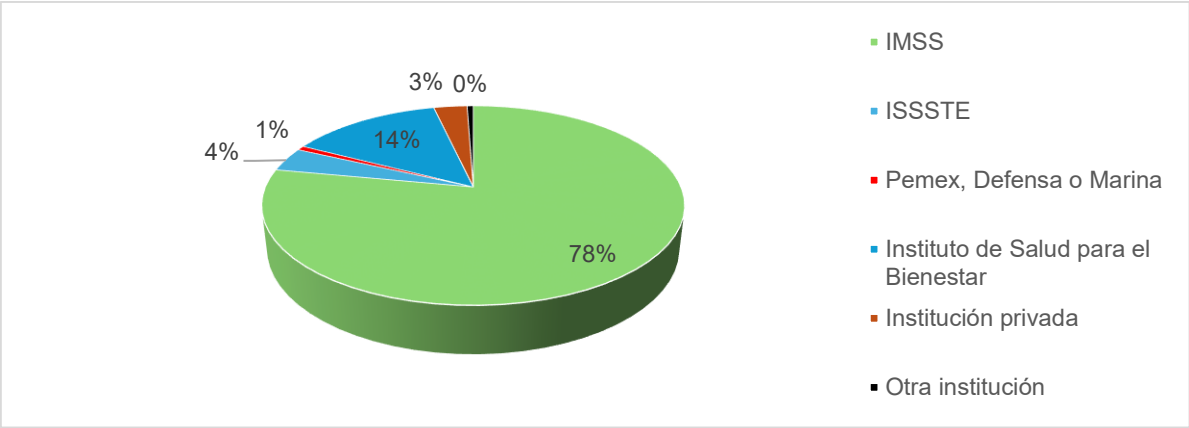


Ilustración IV.98. Población según tipo de institución de salud afiliada en el municipio de Puerto Vallarta, 2020.

Fuente. INEGI, Censos de Población y Vivienda, 2020.

G) Pobreza

De acuerdo con los "Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza" publicados en el Diario Oficial de la Federación el 16 de junio de 2010 y actualizados el 30 de octubre de 2018, "la población en situación de pobreza multidimensional será aquella cuyos ingresos sean insuficientes para adquirirlos bienes y los servicios que requiere para satisfacer sus necesidades y presente carencia en al menos uno de los siguientes seis indicadores: rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación nutritiva y de calidad".

En el documento "Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México" de 2019 el CONEVAL establece que "La pobreza, en su acepción más amplia, está asociada a condiciones de vida que vulneran la dignidad de las personas, limitan sus derechos y libertades fundamentales, impiden la satisfacción de sus necesidades básicas e imposibilitan su plena integración social. Aun cuando existe una gran variedad de aproximaciones teóricas para identificar qué hace pobre a un individuo, hay un consenso cada vez más amplio sobre la naturaleza multidimensional de este concepto, el cual reconoce que los elementos que toda persona necesita para decidir de manera libre, informada y con igualdad de oportunidades sobre sus opciones vitales, no pueden ser reducidos a una sola de las características o dimensiones de su existencia (Alkire y Foster, 2007; CDESC, 2001; Kakwani y Silber, 2008)".

La siguiente gráfica muestra como en los años 2010 y 2015, el porcentaje de población en pobreza es menor en el municipio de Puerto Vallarta con relación al estado de Jalisco, incluso en el 2015 la diferencia es de 8.35 puntos porcentuales, lo que se puede interpretar como en el municipio 26 de cada 100 persona presentan la condición de pobreza, mientras que en el estado son 34 de cada 100. En el año 2020, la situación cambia, los registros para el municipio se incrementan en 9 puntos porcentuales, mientras que en el estado disminuyen 2.1 puntos porcentuales.

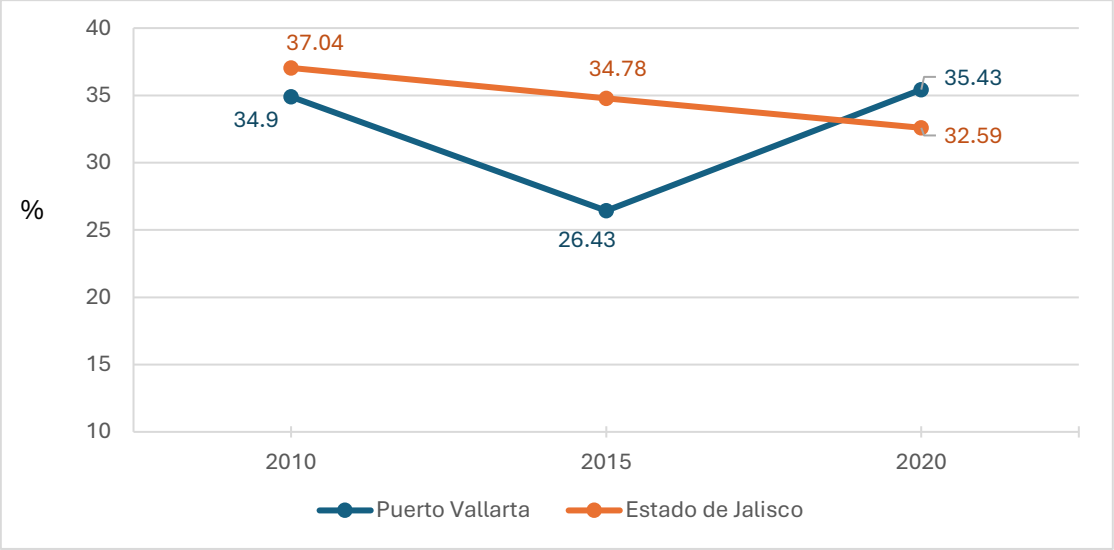


Ilustración IV.99. Porcentaje de población en pobreza, 2010 - 2020.

Fuente. ://www.coneval.org.mx/.

H) Marginación

El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas. La tabla siguiente muestra tanto el índice como el grado de marginación para los tres niveles de análisis, el estado de Jalisco registra para 2020, un grado de marginación bajo; mientras que el municipio y la ciudad de Puerto Vallarta presentan un grado de marginación muy bajo, lo que indica que las condiciones de la población son favorables para un buen desarrollo como persona.

Tabla IV.75.Índice de marginación, 2020.

Entidad	Índice de marginación	Grado de marginación
Estado de Jalisco	21.82	Bajo
Municipio de Puerto Vallarta	59.76	Muy bajo
Ciudad de Puerto Vallarta	24.39	Muy bajo

Fuente. https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372.

IV.3.1.4 Medio económico

A) Indicadores económicos

Las unidades económicas son las unidades estadísticas sobre las cuales se recopilan datos, se dedican principalmente a un tipo de actividad de manera permanente en construcciones e instalaciones fijas, combinando acciones y recursos bajo el control de una sola entidad propietaria o controladora, para llevar a cabo producción de bienes y servicios, sea con fines mercantiles o no. Se definen por sector de acuerdo con la disponibilidad de registros contables y la necesidad de obtener información con el mayor nivel de precisión analítica.

En un periodo de 15 años, las unidades económicas en el estado de Jalisco se han incrementado hasta un 56%, ya que pasaron de 214 mil en 2003 a 335 mil en 2018.El periodo con mayor crecimiento fue de 2003 a 2008 con un incremento de 49.5 mil unidades económicas, el periodo con menor crecimiento fue 2013 a 2018 con un incremento de 22.1 mil unidades (Tabla IV.76).

En el municipio de Puerto Vallarta las unidades económicas se incrementaron en 15 años el 82%, pasaron de 7.8 mil unidades en 2003 a 14.3 mil unidades en 2018. El periodo que registro mayor crecimiento de las unidades económicas fue en el 2003-2008 con un incremento de 2.5 mil unidades y el de menor crecimiento fue el de 2008-2013 con un incremento de solo 18 mil unidades.

El personal ocupado, que comprende a todas las personas que trabajaron durante el periodo de referencia dependiendo contractualmente o no de la unidad económica, sujetas a su dirección y control, en el estado en el año 2018 fue de 2 millones de personas, el municipio de Puerto Vallarta aporto solo el 4.6% con 92.2 mil personas.

Respecto a la producción bruta total, que es el valor de todos los bienes y servicios producidos o comercializados por la unidad económica como resultado del ejercicio de sus actividades, comprendiendo el valor de los productos elaborados; el margen

bruto de comercialización; las obras ejecutadas; los ingresos por la prestación de servicios, así como el alquiler de maquinaria y equipo, y otros bienes muebles e inmuebles; el valor de los activos fijos producidos para uso propio, entre otros. Incluye: la variación de existencias de productos en proceso. El estado de Jalisco registró un valor de 1,390,382.82 millones de pesos en el año 2018, el municipio de Puerto Vallarta aportó el 2.76% con 38,379.064 millones de pesos.

Finalmente, con relación al valor agregado censal bruto, que es el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica. Aritméticamente, el Valor Agregado Censal Bruto (VACB) resulta de restar a la Producción Bruta Total el Consumo Intermedio. Se le llama bruto porque no se le ha deducido el consumo de capital fijo; en el año 2018 el estado registró 595,161.866 millones de pesos de los cuales el municipio de Puerto Vallarta aportó el 3.46% con un valor agregado de 20,611.158 millones de pesos

Tabla IV.76.Indicadores del censo económico, 2003-2018.

Año Censal	Entidad	Unidades económicas	Personal ocupado total	Millones de pesos	
				Producción bruta total	Valor agregado censal bruto
2018	Estado de Jalisco	335,120	2,004,175	1,390,382.82	595,161.866
	Puerto Vallarta	14,302	92,240	38,379.064	20,611.158
2013	Estado de Jalisco	313,013	1,561,965	697,866.514	279,999.064
	Puerto Vallarta	12,247	68,703	17,812.665	8,901.873
2008	Estado de Jalisco	264,361	1,489,145	582,789.773	26,1895.01
	Puerto Vallarta	10,384	64,835	15,959.451	7,987.536
2003	Estado de Jalisco	214,768	1,219,494	389,925.281	177,124.192
	Puerto Vallarta	7,870	49,520	9,538.375	4,797.037

Fuente: INEGI, Censo Económico 2004, 2009, 2014 y 2019.

B) Sectores económicos en el municipio de Puerto Vallarta

En el municipio de Puerto Vallarta de acuerdo con el Censo Económico 2019, hay la presencia de 19 sectores económicos, los cuales se enlistan a continuación:

- Sector 11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
- Sector 21 Minería
- Sector 22 Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final
- Sector 23 Construcción
- Sector 31-33 Industrias manufactureras
- Sector 43 Comercio al por mayor
- Sector 46 Comercio al por menor
- Sector 48-49 Transportes, correos y almacenamiento
- Sector 51 Información en medios masivos
- Sector 52 Servicios financieros y de seguros
- Sector 53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
- Sector 54 Servicios profesionales, científicos y técnicos
- Sector 55 Corporativos
- Sector 56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación
- Sector 61 Servicios educativos
- Sector 62 Servicios de salud y de asistencia social
- Sector 71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
- Sector 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
- Sector 81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales

Para el año 2018, el 73.43% de las unidades económicas registradas en el municipio de Puerto Vallarta se concentraban en 3 sectores: el Sector 46 Comercio al por menor, con el 39.21%, el más alto del municipio; el Sector 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, con el 18.7% y el Sector 81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales con el 15.52% (Tabla IV.77). Esto confirma que la actividad dominante en el municipio es la terciaria.

Del sector 46 Comercio al por menor, la clase que agrupa más unidades es la “461110 Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas” con 1,136 unidades; del sector 72, la subrama que concentra más

unidades es la “72251 Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas” con 2,306; mientras que del sector 81, la clase “812110 Salones y clínicas de belleza y peluquerías” agrupa más unidades económicas con 838.

Con relación al personal ocupado, dos sectores concentran 55.1% de este tipo de población, el sector 72 con el 31.6% y el sector 46 con el 23.5%; del sector 72, la subrama “72111 Hoteles y moteles, excepto hoteles con casino” registró mayor cantidad de personal ocupado con 15,277 personas, mientras que del sector 46, nuevamente la clase 461110, agrupa más personal ocupado con 2,357 persona.

El sector 72 es el que registra la producción más grande del municipio con 11,395.108 millones de pesos que representa el 29.7% de total municipal; la subrama que reporta mayor producción es la “72111 Hoteles y moteles, excepto hoteles con casino” con 7,632.588 millones de pesos. Le sigue el sector 46 con 7,722.602 millones de pesos que representa el 20.1% del total municipal; de este sector, la subrama “46211 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio” es la que representa mayor producción 1,964.503 millones de pesos.

Respecto al valor agregado, el sector 46 ocupa el primer lugar con 5,270.213 millones de pesos que representa el 25.6% del total municipal; de este sector, la subrama “46211 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio” es la que representa mayor valor agregado con 1,399.512 millones de pesos. El sector 72 es el segundo con el registro más elevado de valor agregado en el municipio con 4,867.797 millones de peso que representa el 23.6% del total municipal; nuevamente la subrama “72111 Hoteles y moteles, excepto hoteles con casino” es la que reporta mayor valor agregado del sector con 3,393.532 millones de pesos.

Tabla IV.77. Sectores económicos en el municipio de Puerto Vallarta, 2018.

Actividad económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Millones de pesos	
			Producción bruta total	Valor agregado censal bruto
Total, municipal	14,302	92,240	38,379.064	20,611.158
Sector 11	14	228	28.925	11.185
Sector 21	1			
Sector 22	1			
Sector 23	57	1,292	779.45	222.723
Sector 31-33	996	3,823	1,665.798	613.943
Sector 43	411	4,490	2,736.518	1,640.247
Sector 46	5,608	21,660	7,722.602	5,270.213
Sector 48-49	149	2,082	1,081.304	517.649

Actividad económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Millones de pesos	
			Producción bruta total	Valor agregado censal bruto
Sector 51	37	640	416.826	204.015
Sector 52	84	561	1,768.904	851.369
Sector 53	408	2,987	1,403.592	661.073
Sector 54	344	2,629	811.359	563.64
Sector 55	1			
Sector 56	268	8,223	3,663.209	2,350.457
Sector 61	182	3,122	1,167.962	878.187
Sector 62	629	2,935	931.335	451.816
Sector 71	218	1,486	646.913	317.44
Sector 72	2,674	29,174	11,395.108	4,867.797
Sector 81	2,220	6,311	1,271.174	597.557

Fuente: INEGI, Censo Económico 2019.

IV.3.1.5 Paisaje

El paisaje es la expresión espacial y visual del medio. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. El paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador. Para evaluar un paisaje existen diferentes métodos y procedimientos.

El paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica, por lo que, en este contexto, el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella (Muñoz Pedreros, 2004).

En este sentido el paisaje debe valorarse como un componente más del ambiente y su valoración debe sustentarse en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento perceptual, aglutinador de toda una serie de características del medio físico y el efecto negativo o positivo que produce el desarrollo del proyecto en un contexto.

Debido a que el territorio donde se ubica el proyecto se encuentra parcialmente transformado, es necesario visualizar una escala más amplia para identificar el paisaje al cual pertenece el proyecto y el Sistema Ambiental Regional, por lo cual se utilizaron las ecorregiones terrestres.

Las ecorregiones o biorregiones son unidades geográficas con flora, fauna y ecosistemas característicos. Son una división de las grandes "ecozonas" o regiones biogeográficas. Las divisiones políticas de municipios, estados y países no respetan los procesos ecológicos, por lo que es importante el desarrollo de políticas públicas que incluyan escalas espaciales adecuadas y que consideren la dinámica ambiental. El enfoque ecorregional es importante desde varios puntos de vista.

Como es posible apreciar en el mapa siguiente, el Sistema Ambiental Regional se localiza en la ecorregión Lomeríos y Planicies Costeras de Nayarit y Jalisco con Selva Perennifolia, que pertenece a un territorio de mayor amplitud denominado Humedales de la Costa de Vallarta. La ecorregión de los Humedales de la Costa de Vallarta se caracteriza por la presencia de diversos ecosistemas, incluyendo estuarios, marismas y manglares, que son de gran importancia para la fauna local, especialmente las aves acuáticas. Estos humedales, que incluyen áreas protegidas como la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, sirven como sitios de descanso y alimentación para aves migratorias.

Al interior del Sistema Ambiental Regional, sobre todo en la línea de costa (donde se ubica el proyecto), el territorio se encuentra ampliamente transformado por infraestructura especializada para los servicios derivados de la actividad turística. La porción oriente del sistema, que corresponde a la ladera montañosa no presenta evidencias de haber sido transformado.

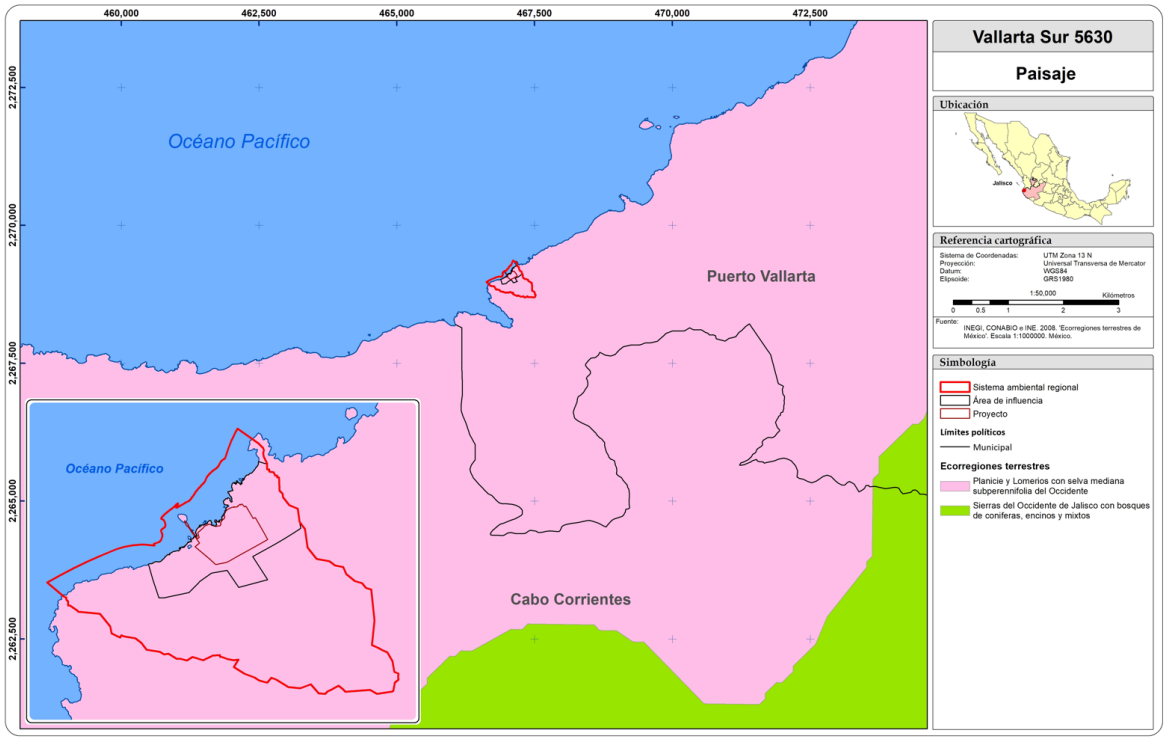


Ilustración IV.100. Paisaje.

Fuente: INEGI, CONABIO e INE. 2008. 'Ecorregiones terrestres de México'. Escala 1:1000000. México.

Visibilidad

“El paisaje, expresión sensible del entorno, puede ser analizado desglosando factores escénicos y elementos del paisaje… Considerar el paisaje como la apariencia escénica de la tierra, y por tanto un recurso natural en sí mismo, implica que sus características pueden ser descritas objetivamente aplicando conceptos extraídos de los campos de las artes, el diseño, la ecología y la gestión de recursos” (Fernández Enríquez, Arcila Garrido, & Garcia Sanabira, 2019).

“La percepción de la realidad circundante se efectúa en un 87 % a través del sentido de la vista. Los componentes físicos y bióticos del paisaje pueden desagregarse en cuatro; tierra, agua, vegetación y estructuras artificiales, diferenciados por sus características visuales básicas. La primera a considerar es su accesibilidad al observador casual, por lo que habrá que distinguir las vistas de gran incidencia de aquellas que requieren un desplazamiento específico para su apreciación. El trazado de cuencas visuales desde los puntos emisores de vistas de interés limita el análisis a las áreas efectivamente visibles desde los puntos seleccionados tras el trabajo de campo” (Fernández Enríquez, Arcila Garrido, & Garcia Sanabira, 2019).

Para el presente análisis la visibilidad se entiende como el área, espacio o territorio que puede observarse desde un punto o zona determinada. Por tanto, la visibilidad se determina con el cálculo de la cuenca visual, dicha cuenca se genera con datos topográficos a través de un Modelo Digital de Elevación (MDE), que permite determinar altitudes, orientaciones y pendientes.

Para el cálculo de la cuenca visual se utilizó un modelo digital de elevación (MDE) de alta resolución LiDAR, con resolución de 5m del INEGI. Las imágenes del MDE LiDAR, están organizadas conforme a las claves de las cartas topográficas escala 1:50,000; 24 imágenes MDE LiDAR integran una carta con su respectiva clave. Para este proceso se utilizó una imagen con la clave siguiente F13 C69 D3.

El cálculo de la cuenca visual se realizó con el software QGis, con el plugin Visibility Analysis. El punto de visualización se identificará como Observador, con una referencia de altura de 1.7 metros y una distancia de visualización de 2 kilómetros. Las coordenadas de ubicación del observador son X= 467,101.564 y Y= 2,269,090.083 bajo el sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 13 N.

Los resultados se pude apreciar en el mapa de visibilidad (Ilustración IV.101. Visibilidad.). La cuenca visual calculada registró una superficie de 619.79 hectáreas, de las cuales 12.03ha son visibles (1.9%) y el restante 607.76 hectáreas son no visibles (98.1%). Al interior del SAR la proporción de la cuenca visual es más equitativa, la superficie visible es de 11.12 hectáreas (39.4%), la superficie no visible es de 17.13 hectáreas (60.6%). Por otra parte, respecto a la vegetación, la selva mediana subcaducifolio con vegetación secundaria arbórea es la única visible, sobre la sierra alta compleja y roca ígnea intrusiva.

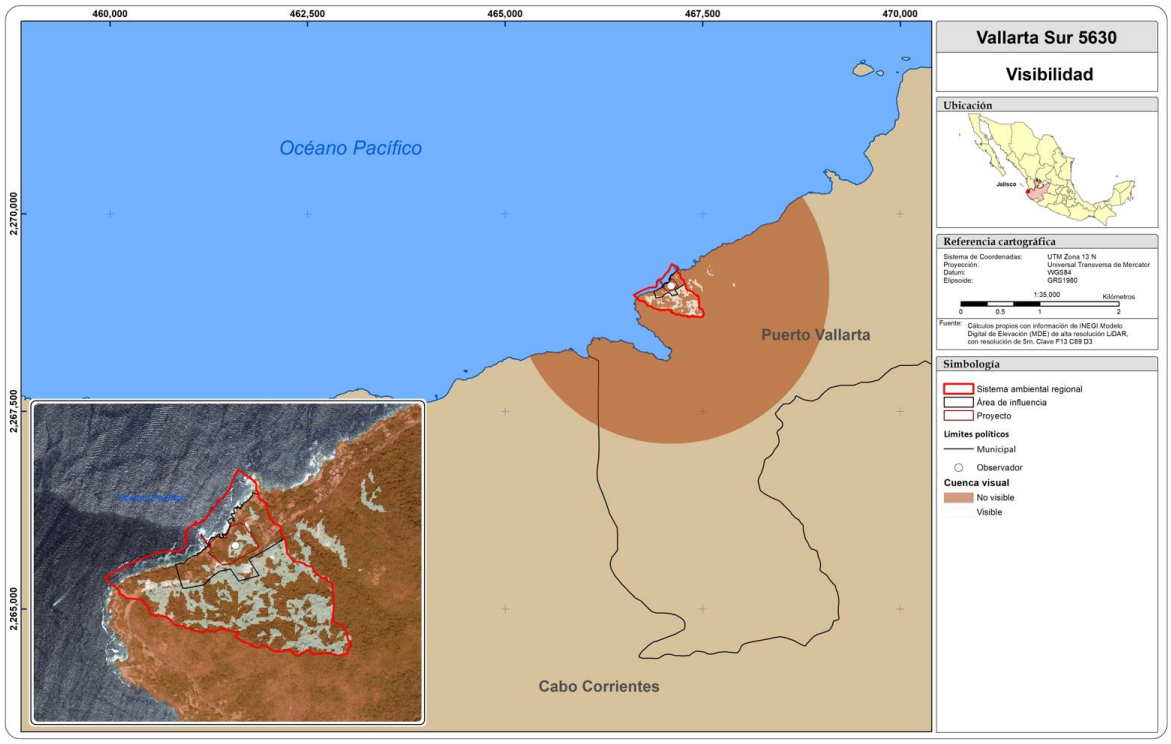


Ilustración IV.101. Visibilidad.

Fuente: Cálculos propios con información de INEGI Modelo Digital de Elevación (MDE) de alta resolución LiDAR, con resolución de 5m. Clave F13 C69 D3.

Calidad paisajística

La calidad paisajística se abordará desde el punto de vista de la percepción, enfocado en tres aspectos:

Las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.;

La calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia por ejemplo de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y,

La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos.

a. Características intrínsecas del sitio.

El sitio del proyecto tiene una superficie de 16,048.83ha, con características muy particulares y específicas. La primera tiene que ver con el continuo geográfico de la infraestructura y servicios turísticos que se desarrollan en la costa del municipio, por ende, el sitio presenta espacios ocupados por edificaciones que fueron utilizadas con este tipo de infraestructura, vegetación de ornato y relictos de selva.

El sitio se asienta sobre roca ígnea intrusiva de tipo granito de la era del mesozoico. Domina un clima cálido subhúmedo (Aw2) con temperatura media anual mayor de 22°C, con una precipitación entre los 1200 y 1500mm. La combinación de estos factores determinó que se desarrollara un suelo tipo Leptosol eútrico de textura gruesa con un suelo secundario Phaeozem Epiléptico.

En el sitio del proyecto la vegetación natural está mezclada con vegetación de ornato y ocupan aproximadamente el 53.3% del sitio, las edificaciones o solares urbanos ocupan el otro 46.7% de la superficie del sitio.

b. La calidad visual del entorno inmediato

Se considera al entorno inmediato un radio de 500 metros y estará relacionado completamente con el SAR, el cual registra una superficie de 282,301.41 hectáreas, las características de este SAR son las misma que la del sitio del proyecto, la geología es roca ígnea intrusiva de tipo granito del mesozoico, el clima es Aw2 cálido subhúmedo, con suelos de tipo Leptosol eútrico de textura gruesa.

El relieve del SAR es montañoso, pertenece al sistema de topoformas de sierra alta compleja de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima; solo hay un tipo de vegetación en el SAR que es selva mediana subcaducifolia, caracterizada porque buena parte de los elementos arbolados que la conforman (entre la mitad y tres cuartas partes), tiran las hojas durante la época seca del año, sin embargo, en el 80% del SAR hay presencia de vegetación secundaria arbórea.

La calidad visual del entorno inmediato se puede dividir en dos tipos y es la carretera federal MEX 200 Manzanillo - Puerto Vallarta el límite entre ambas; de la carretera hacia el norponiente la parte altitudinal más baja, se presenta una calidad visual media, donde las características naturales se encuentran parcialmente transformadas con edificaciones que atienden las necesidades de la actividad turística. De la carretera hacia el suroeste o parte más alta o elevada del SAR, la calidad visual es alta, donde las condiciones naturales solo presentan alteración por

la vegetación secundaria arbórea y una mínima presencia de infraestructura hidráulica.

c. La calidad del fondo escénico

La calidad del fondo escénico se refiere al fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Esto incluye parámetros como altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos en un radio de 2km. Con relación a la altitud se presenta una diferencia de aproximadamente 460 metros, siendo su cota más alta 464 metros de altitud sobre el nivel del mar, de acuerdo con el MDE de alta resolución LiDAR, con resolución de 5m del INEGI siguiente F13 C69 D3.

La forma del relieve dominante, de acuerdo con las topoformas, es la Sierra Alta Compleja de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima. La ecorregión de mayor presencia es lomeríos costeros de Nayarit y Jalisco con selva perennifolia con presencia de estuarios, marismas y manglares, que son de gran importancia para la fauna local, especialmente las aves acuáticas.

Las formaciones vegetales están representadas básicamente por selva mediana subcaducifolia, caracterizada porque buena parte de los elementos arbolados que la conforman (entre la mitad y tres cuartas partes), tiran las hojas durante la época seca del año y por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, está formación vegetal no presenta grandes alteraciones por presencia de asentamientos humano e infraestructura; la zona costera está dedicada casi en su totalidad a la infraestructura y servicios de tipo turístico. En su conjunto la calidad del fondo escénico es de alta a muy alta debido a que el relieve favorece las pocas alteraciones a las condiciones naturales de la zona.

Fragilidad

La fragilidad del paisaje es la capacidad de este para absorber los cambios que se produzcan en él; para desarrollar este tema se considera a la fragilidad visual, que se entenderá como el grado de deterioro que el paisaje muestra ante la ocurrencia de ciertas acciones. La fragilidad visual del paisaje se evaluará con base en cuatro conjuntos de variables: biofísicos; de visualización; de singularidad del paisaje; y, de accesibilidad visual del paisaje.

En la tabla siguiente se presentan los conjuntos de variables, las variables o elementos de influencias y los grados de fragilidad visual (alta, media y baja):

Tabla IV.78. Fragilidad visual del paisaje.

Conjunto	Variables	Fragilidad visual alta	Fragilidad visual media	Fragilidad visual baja
Biofísicos	Pendiente	Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización	Pendientes entre un 15% y un 30%, terrenos con modelados suaves y ondulados.	Pendientes entre 0% y 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
	Vegetación (densidad)	Grandes espacios son vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia de estrato herbáceo.	Cubierta discontinua vegetal. Dominancia de estrato arbustivo o arbóreo aislado.	Grandes masas de vegetación 100% de ocupación del suelo.
	Vegetación (altura)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 metros.	No hay gran altura de las masas (-10 metros) baja diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 metros.
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima de 0 a 1000 metros. Dominio de los primeros planos.	Visión media 1,000 a 4,000 metros. Dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano a zonas distantes > a 4,000 metros.
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas generalmente unidireccionales en el flujo de la visual.	Cuencas irregulares mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas generalmente redondeadas.
	Compactibilidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos obstruyendo los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menos incidencia visual, pero en un bajo porcentaje.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombras o de menor incidencia visual.
Singularidad	Unicidad del paisaje	Paisajes singulares, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares	Paisaje común sin riqueza visual o muy alterado.
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasa o breves.

Con estos parámetros el siguiente paso fue la asignación del valor de la fragilidad a cada variable de acuerdo con su situación dentro del Sistema Ambiental Regional, con ello se definió si la fragilidad paisajística era alta, media o baja. La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos y los argumentos que sustentan dicha calificación.

Tabla IV.79. Fragilidad del paisaje en el SAR.

Variables	Fragilidad visual	Argumento
Pendiente	Alta	Al interior del sitio del predio (en más de la mitad) domina la pendiente mayor al 30%; al interior del SAR, dominan las pendientes menores al 30% en más del 85% de su superficie.
Vegetación (densidad)	Baja	La vegetación natural cubre poco más del 90% de la superficie del SAR; solo las partes más bajas tienen presencia se edificaciones.
Vegetación (altura)	Baja	Debido a que domina la selva mediana subcaducifolia donde se presentan alturas (en su mejor desarrollo) entre los 20 a 25 metros de altura.
Tamaño de la cuenca visual	Alta	De acuerdo con la cuenca visual calculada se registró una superficie de 483.92ha. Resultado de los parámetros siguientes: un modelo de elevación LiDAR con 5 metros de resolución; el punto de referencia, considerado como el "Observador" con coordenadas UTM X= 467,101.564 y Y= 2,269,090.083 y una referencia de altura de 1.7 metros. La visión media alcanza los 830 metros, por lo que la fragilidad visual asignada es alta.
Forma de la cuenca visual	Media	La cuenca visual es achatada, de forma general es irregular, alargada por el centro y amplia en los costados.
Compactibilidad	Baja	Presenta vistas cerradas y obstaculizadas por la altura de la vegetación y el dominio de pendientes mayores al 30%. Por tanto, existe una constante presencia de sombras y de menor incidencia visual.
Unicidad del paisaje	Media	Se puede establecer como un paisaje homogéneo, con un tipo de vegetación que ocupa más del 85% del SAR, la selva mediana subcaducifolia está bien conservada con vegetación secundaria arbórea sin elementos singulares.
Visual	Baja	Se asigna una fragilidad baja, el tamaño de la cuenca visual no supera los 1,000 metros, y las zonas visibles solo representan el 1.9%, sin embargo, al interior del SAR su proporción es de 39.4%.

Con base en los resultados de la tabla anterior, se puede establecer que la fragilidad visual del paisaje del Sistema Ambiental Regional es Baja; de las ocho variables analizadas, cuatro registraron valor bajo, dos variables con resultados de media y dos de alta.

IV.4 Diagnóstico ambiental y tendencias de desarrollo

Con este apartado se da por concluido el Capítulo IV del presente estudio, en el cual se analizó la interacción potencial del proyecto con su entorno biofísico y social. A lo largo de las secciones previas, se caracterizó integralmente el Sistema Ambiental Regional, comprendiendo el Sitio del Proyecto y su entorno inmediato, con el objetivo de identificar los elementos más sensibles o relevantes desde el punto de vista ecológico y social.

A demás con el propósito de determinar la viabilidad del proyecto, este análisis permitirá identificar las condiciones, restricciones o medidas que deberán aplicarse para su adecuada ejecución, además se emitirá de manera sucinta cómo se encuentra actualmente, para poder determinar si el proyecto es viable desde el punto de vista ambiental y socialmente contemplando qué condiciones o restricciones deberán aplicarse para su ejecución.

Tabla IV.80. Diagnóstico ambiental.

Componente	Diagnóstico
Físico	La superficie que integra el SAR ha sido transformada por las actividades antrópicas, relacionadas principalmente con la consolidación y crecimiento urbana, principalmente asociadas a las actividades turísticas como lo son hoteles, restaurantes y servicios especializados para los turistas. Estas actividades han modificado las condiciones naturales actuales, dando lugar a la presencia de remanentes de distintos tipos de vegetación, en los que se han incorporado especies introducidas. El ecosistema resultante muestra un estado evidentemente alterado, con baja probabilidad de alcanzar una condición de madurez ecológica o estado clímax en el mediano plazo. El sitio de proyecto es un terreno enfocado al uso habitacional se ubica en un área urbanizada, con acceso inmediato a la infraestructura y servicios públicos. Sin embargo, el espacio se ha mantenido vacío como un área con vestigios de construcción en estado de abandono anteriormente y perturbada con potencial de desarrollo, el cual presenta un porcentaje de cobertura vegetal, principalmente de especies características de áreas cuya condición natural ha sido modificada por el desarrollo urbano y especies introducidas.
Biótico	El medio biótico natural, con base a INEGI, en el SAR, está compuesto su cobertura de Selva Mediana Subcaducifolia (SMS) y Vegetación Secundaria arbórea de Selva media caducifolia (VSa/SMS). El sistema ambiental regional integra zonas completamente transformada de sus características naturales originales, dominando la zona urbana, principalmente dedicada a las actividades terciarias asociadas a las actividades turísticas como lo son hoteles, restaurantes, servicios especializados para los turistas. La vegetación presente en estas zonas transformadas es predominantemente de ornato inmersa en la zona de asentamientos humanos, se pueden observar áreas ajardinadas sobre la vía pública y en los desarrollos aledaños. El sitio del proyecto presenta claros indicios de perturbación, se observa evidencia de intervención humana, y presencia de infraestructura urbana lo que ha favoreció procesos de pérdida de hábitat y fragmentación. se compone de área cubierta de vegetación con especies introducidas, y de asociación secundaria, caracterizada mayormente por especies inducidas, donde predominan el estrato arbustivo y herbáceo con algunos ejemplares arbóreos de distintas tallas.

Componente	Diagnóstico
	Estrato arbóreo conformado por 25 especies con individuos de *Attalea guacuyule* (Corozo), *Bursera simaruba* (Palo mulato), *Calyptrantes pallens* (Murta), *Cecropia obtusifolia* (Trompetilla), Cedrela odorata (Cedro rojo*), Ceiba aesculifolia* (Pochote), Cnidoscolus spinosus Ortiga, Cocos nucifera (Coco), *Dendropanax arboreu*s (Palo blanco), *Ficus máxima* (Higuera), *Guazuma ulmifolia* (Guásima), *Heliocarpus pallidus* (Majahua), *Leucaena lanceolata* (Guajillo), *Leucaena leucocephala* (Guache), *Luehea candida* (Algodoncillo), *Lysiloma acapulcensis* (Tepehuaje), *Lysiloma divaricatum,* (Tepemezquite), Quebracho, (Mauto), *Mangifera indica* (Mango), *Piptadenia obliqua* (Quebrahacha), *Piranhea mexicana* (Guayabillo), *Spondias mombin* (Ciruela), Tabebuia rosea (Rosa morada), Terminalia catappa (Almendro), *Vachellia cochliacantha* (Cubata), Vitex pyramidata (Ahuilote). De las cuales de acuerdo con la NOM-059_SEMARNAT-2010 dos de ellas están sujetas a protección especial *Cedrela odorata y Attalea guacuyule.* El estrato arbustivo está representado generalmente por 3 especies *Lasiacis nigra* (Carricillo), *Piper Michelianum* (Hoja santa), *Serjania triquetra* (Bejuco), de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de ellas presenta algún estatus de protección, y finalmente estrato herbáceo con una sola especie *Adiantum capillus-veneris* (Culantrillo de pozo)
Socioeconómico	La implementación del proyecto traerá consigo beneficios, tales como la generación de nuevos empleos, y derrama económica que se genera por la puesta en marcha por este tipo de proyectos. Como un nuevo destino habitacional y vacacional que ofrezca al mismo tiempo, la versatilidad, así como la tranquilidad y exclusividad de unidades de propiedad.
Normativo	A escala puntual y restringiendo hacia el Área de estudio propiamente y sitio de proyecto donde se pretende desarrollar la obra propuesta, permite asegurar que el deterioro ha sido aminorado por la implementación de restricciones de construcción y ordenamiento con planes estratégicos, además de la interacción de dependencias federales, estatales, del sector público y privado, entre otros. El sitio del proyecto está ubicado en uso de suelo correspondiente a Turístico, zonas donde se concentran actividades específicas, con base el PPDU se describe que este uso es el predominante debido a su cercanía con la franja costera, por lo que deberá considerarse impulsar las condiciones que permitan modificar la dinámica de usos de suelo para incentivar la diversificación de las actividades. Por lo que el área presenta características que permiten cierto desarrollo de urbanización y económico, pero que deben instrumentarse mecanismos para que no desequilibre el sistema ecológico, atendiendo la filosofía del desarrollo sustentable.

En síntesis, con base en los resultados obtenidos a lo largo del presente análisis, se concluye que el proyecto es ambientalmente viable, toda vez que no se identifican alteraciones significativas en las relaciones de interdependencia de los elementos naturales que conforman el ecosistema. Asimismo, no se compromete la permanencia, evolución ni funcionalidad de los sistemas ecológicos presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR), ni se obstaculiza el desarrollo de las comunidades humanas y demás formas de vida.

Desde una perspectiva técnica y jurídica, se acredita que los criterios de regulación ecológica orientados a la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la región son compatibles con la ejecución del proyecto. Los posibles impactos ambientales negativos asociados pueden ser prevenidos, mitigados, restaurados o, en su caso, compensados conforme a la legislación ambiental vigente, lo que garantiza la sustentabilidad y viabilidad ambiental del desarrollo propuesto.

Como complemento de lo antes señalado, el Eje 3. Puerto Sustentable, integrado en el Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza 2024-2027 de Puerto Vallarta establece la sostenibilidad ambiental como la columna vertebral del desarrollo urbano de Puerto Vallarta, que debe crecer de manera compacta, ordenada y con equidad territorial, pues se encuentra en proceso de transformación. Así, la tendencia de desarrollo de Puerto Vallarta, y por ende dentro del Sistema Ambiental Regional en las zonas designadas con uso Turístico, apunta hacia un desarrollo inmobiliario vertical, lo que conlleva al crecimiento compacto señalado en el Eje 3 citado, presentándose la oportunidad de aprovechar terrenos con infraestructura existente de 3 a 5 pisos para ser demolida, para dar paso a estos desarrollos verticales que permitan maximizar el valor del suelo.

Este fenómeno de crecimiento vertical puede alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU, en particular con el ODS 11, que busca crear “Ciudades y Comunidades Sostenibles”.

IV.5 Referencias

CENAPRED. (2007). Ciclones Tropicales. México.

CITES. (s.f.). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Obtenido de Apendides I, II y III*. Recuperado el Septiembre de 2025, de

https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2023/S-Appendices-2023-05-21.pdf

Fernández Enríquez, A., Arcila Garrido, M., & Garcia Sanabira, J. (2019). Metodología de valoración de impacto visual. Aplicación en la Playa de el Palmar de Vejer (Cádiz). *Revista Internacional de Ciencia y Tecnológía de la Información Geográfica: GeoFoc*.

Gobierno del Municipio de Puerto Vallarta 2024-2027. (20 de agosto de 2025). Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza de Puerto Vallarta 2024-2027. *Gaceta Municipal - Puerto Vallarta, Año 1, Número 12, Tomo 1*. Obtenido de https://transparencia.puertovallarta.gob.mx/transparenciaY/art15/gaceta/2025/08.AGO/Gaceta-A01-N012-T01.pdf

H Ayuntamiento de Puerto Vallarta. (2018-2021). Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito 10. Jalisco. Obtenido de https://transparencia.puertovallarta.gob.mx/transparenciaY/normatividad/planes/parciales/Plan%20Parcial%20de%20Desarrollo%20Urbano%20-%20Distrito%20Urbano%2010%20-%20Gaceta%2018%20T03%20WEB.pdf

INEGI. (s.f.). *Modelos Digitales de Elevación de Alta Resolución LiDar con resolución de 5m. Superficie ASCII. F13C69D3*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463152422.

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 11.

Muñoz Pedreros, A. (2004). La Evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*(77), 139-156.

SEMARNAT. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Ciudad de México: Cuadernos de divulgación ambiental. Secreteria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas.

Vallarta en Línea. (13 de agosto de 2025). Recuperado el 2025, de Se redefine el desarrollo urbano en Puerto Vallarta: van por más edificios: https://vallartaenlinea.net/se-redefine-el-desarrollo-urbano-en-puerto-vallarta-van-por-mas-edificios/ciudad/13/

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, CON ACTIVIDAD QUE NO INCLUYE RIESGO

CAPÍTULO V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL



VALLARTA SUR 5630

Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

Tabla de contenido

V.IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 1

V.1.1. Interacciones de SAR - Proyecto. 5

V.1.2. Interacciones a escala de Evaluación Proyecto – Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto. 6

V.2. Técnicas para evaluar los impactos ambientales. 10

V.2.1. Listado de indicadores de los factores ambientales: 15

V.2.2. Descripción de las interacciones. 21

V.2.3. Evaluación cuantitativa de impactos ambientales. 24

V.3. Impactos ambientales generados 24

V.3.1. Caracterización de los Impactos 24

V.3.2. Valorización de los impactos ambientales 31

V.4. Análisis de los impactos ambientales por componente ambiental 35

V.4.1. Impactos Ambientales identificados en la escala SAR -Proyecto 35

V.4.2. Impactos Ambientales identificados en la Instalaciones del Proyecto – Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto. 37

V.5. Referencias 40

Tablas

Tabla V.1. - Actividades del Proyecto que pueden generar impacto durante desarrollo de este 12

Tabla V.2: Ejemplo del proceso de identificación de impactos ambientales. 15

Tabla V.3. Clasificación de componentes ambientales para la identificación de los impactos ambientales que podría ocasionar el desarrollo del proyecto: 16

Tabla V.4.Configuración básica de una matriz de interacciones. 17

Tabla V.5. Matriz de interacciones escala SAR-Proyecto 18

Tabla V.6.Configuración Matriz de interacciones escala Proyecto – Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto 19

Tabla V.7. Descripción de interacciones y señalamiento de Impactos Potenciales Identificados a escala SAR-Proyecto 21

Tabla V.8. Atributos de los impactos ambientales. 25

Tabla V.9. Matriz de caracterización de impactos ambientales. 26

Tabla V.10. Índice de incidencia para los impactos ambientales definidos a escala Sistema Ambiental Regional -Proyecto 28

Tabla V.11. Índice de incidencia para los impactos ambientales definidos a escala Proyecto - Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto 29

Tabla V.12. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados. 31

Tabla V.13. Jerarquización y categoría de los impactos identificados escala SAR - Proyecto 32

Tabla V.14. Jerarquización y categoría de los impactos identificados escala Proyecto – Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto 33

Figuras

Figura V.1. Proceso utilizado para la diferencia de escalas de lo cual es posible observar las diferencias cualitativas de cada escala. 3

Figura V.2. Proceso utilizado en la Identificación de impactos ambientales para el proyecto. 14

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

El presente capítulo tiene como objetivo identificar, caracterizar considerar y evaluar los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo inmobiliario Vallarta Sur 5630. La valoración de los impactos ambientales del proyecto depende de la adecuada identificación de los cambios potenciales al entorno, estableciendo las posibles consecuencias de las actividades inherentes al proyecto sobre el medio natural.

Para alcanzar los objetivos planteados se ha utilizado un enfoque en dos escalas:

- ✓ Interacciones e Impactos del Proyecto a la Escala del SAR, entendido el SAR como un espacio "marítimo-terrestre" con una Tendencia de desarrollo y problemática ambiental compartida (Escala SAR-Proyecto).
- ✓ Interacciones e Impactos del Proyecto con los Componentes Ambientales presentes dentro del SAR (Escala Proyecto – Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto).

Cada una de estas escalas está enfocada a valorar en un contexto acorde a los diferentes niveles de complejidad recordando que el Proyecto se desarrollará en una región que se caracteriza por ser uno de los destinos turísticos más visitado a nivel nacional e internacional, y donde se pueden encontrar diversos proyectos turísticos, desde grandes complejos hoteleros hasta pequeños proyectos ecoturísticos locales. No obstante, toda la costa ha presentado un acelerado crecimiento tanto en la infraestructura turística como de la población de las localidades cercanas a esta, por ello la vulnerabilidad del territorio y de sus ecosistemas ha sufrido cambios severos influenciado tanto por actividades antrópicas como naturales.

El proyecto ha sido planteado como resultado del diseño basado en un análisis previo de las condiciones ambientales que se presentan y legales que rigen a las políticas de desarrollo de la Región, con lo cual se ha buscado desde el diseño:

- La Preservación de la Funcionalidad ambiental de los ecosistemas.
- La Conservación de Corredores biológicos.
- La Conservación de la cobertura vegetal.
- La Conservación de los procesos litorales.
- La Conservación de hábitat de flora y fauna.

- La Conservación de la continuidad y conectividad de los ecosistemas.
- La Conservación de la dinámica hidrológica natural de los arroyos.
- La Prevención de escenarios de vulnerabilidad natural.
- La Conservación del relieve.
- La Conservación de suelo.
- La Generación de empleo.
- La Contribución al Dinamismo económico-social.
- Desarrollo ordenado autorizado.

Estas políticas de diseño se reflejan directamente en la prevención de la ocurrencia de Impactos Significativos por parte del Proyecto o de los elementos que lo componen, al ambiente y los ecosistemas.

La información que se emplea en este capítulo incluye aquella contenida en el Capítulo II, referente a las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. Las características naturales se obtienen del Capítulo IV de este documento, donde se determinaron los rasgos distintivos de dicho SAR y del Sitio del Proyecto. Con toda esta información se realiza un primer análisis de las posibles interacciones entre los distintos elementos en cada escala en forma de matrices. Este tipo de análisis proporciona una primera visión de la relación Proyecto–Entorno en las que se incluyen las actividades y obras a realizar de acuerdo con las características del proyecto preliminar para el desarrollo inmobiliario y los factores ambientales que en general pueden ser afectados.

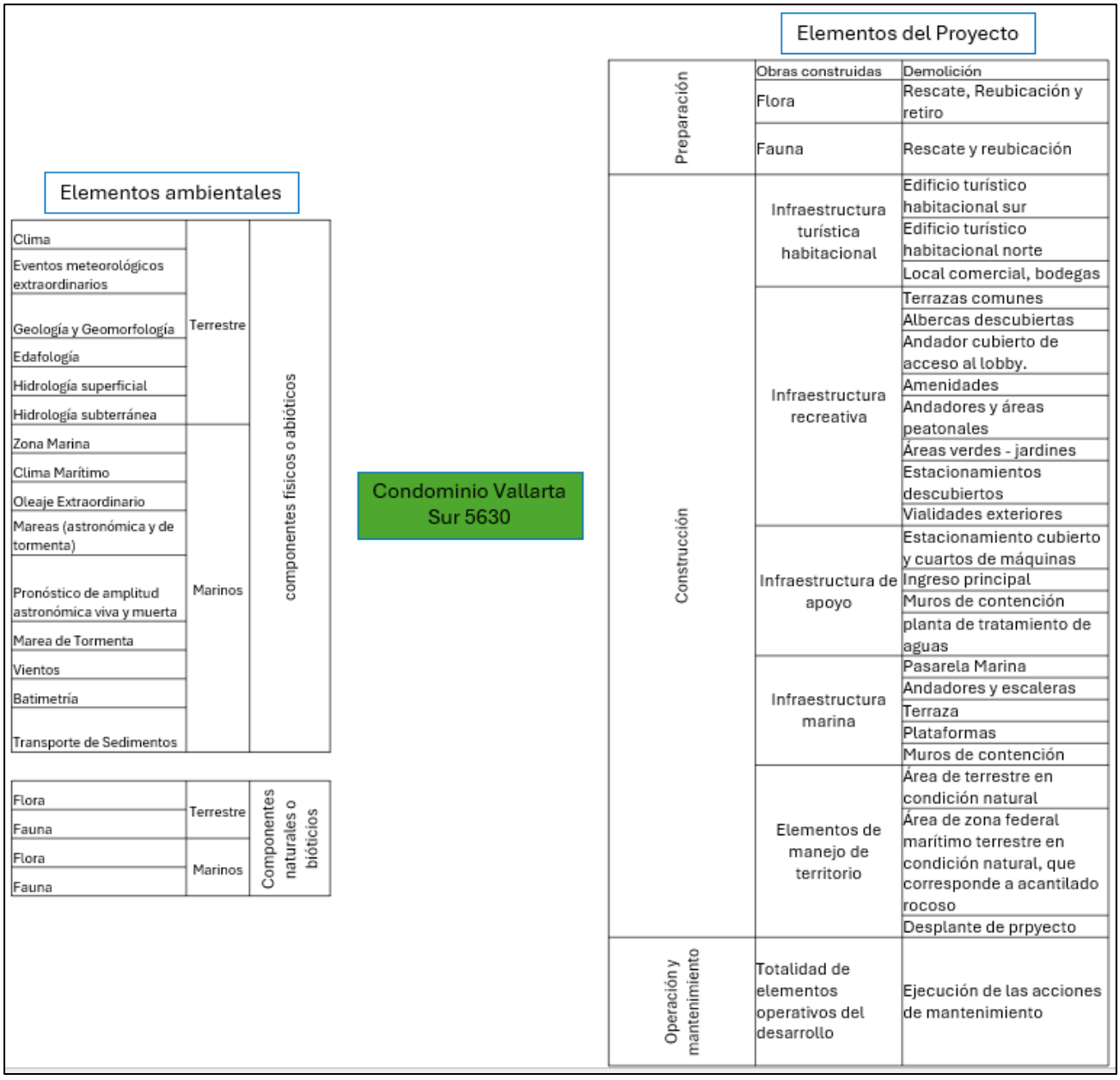


***Figura V.1**. Proceso utilizado para la diferencia de escalas de lo cual es posible observar las diferencias cualitativas de cada escala.*

Fuente: Elaboración propia.

En cada una de las escalas evaluadas se analizó cada interacción a efecto de identificar si compone un Impacto Ambiental y en consecuencia aportar los elementos de descripción que permitan clasificarlo principalmente de acuerdo con los criterios de definición de la LGEEPA y del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto ambiental de acuerdo con:

- Impacto Significativo. Se refiere a aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales. Para efectos del análisis realizado se indicará si los impactos identificados son considerado significativos (SI)o no significativos (NO).
- Impacto Acumulativo. Se refiere al efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Para efectos del análisis realizado se indicará si los impactos identificados son acumulativos (SI) o no acumulativos (NO).
- Impacto Sinérgico: Se refiere a aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Para efectos del análisis realizado se indicará si los impactos identificados son sinérgicos (Si), no son sinérgicos (No).
- Impacto Residual (R). Se refiere al impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación, indicándose si es considerado residual o no residual. Para efectos del análisis realizado, dado que la residualidad solamente puede determinarse una vez que se hayan aplicado las medidas de mitigación, se aborda el potencial de residualidad de impactos como alta probabilidad (A) o baja probabilidad (B).

Adicionalmente de manera complementaria a los criterios de clasificación de la LGEEPA y del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto ambiental se consideran los siguientes atributos:

- Carácter (C). Hace referencia a los efectos al ambiente, reflejando la respuesta de los componentes ambientales ante los impactos identificados, de donde se tienen dos criterios para este rubro: adverso o benéfico.
- Escala (E). Es la dimensión físico-espacial de los efectos en el sistema a partir de las fuentes de impacto relacionada con el desarrollo inmobiliario, las cuales comprenden tres niveles:
- Local (impactos que inciden sólo en el área de ubicación de los elementos individuales que componen el proyecto), Proyecto (impactos que inciden sólo en el área de ocupación del conjunto de elementos que componen al proyecto) y Regional, (impactos que superan el área de ocupación del proyecto).

- Duración (D). Denota la permanencia del impacto en el ambiente con relación a la etapa en que se producen. Los impactos en la etapa de preparación del sitio y la construcción son temporales, mientras que los que se presentan por la operación suelen ser continuos durante la vida útil del proyecto. La clasificación aplicada es la siguiente: Preparación (en la etapa de preparación del sitio), Construcción (en la etapa de construcción), Operación (en la etapa de operación).

V.1.1. Interacciones de SAR - Proyecto.

La primera escala por analizar se refiere al Sistema Ambiental Regional (SAR). En este caso, la delimitación del SAR se desarrolló en el Capítulo IV de la presente MA-R SAR mismo que se ubica entre dos localidades: Boca de Tomatlán y Mismaloya, en el Municipio de Puerto Vallarta, en el estado de Jalisco y abarca un área 282,301.41 m^2, considerando las características bióticas y abióticas marinas y terrestres, así como las especificaciones del Proyecto en evaluación. El proyecto no hará ningún aprovechamiento de recursos naturales forestales o pesca ni no renovables, tales como la extracción del petróleo o de carbón.

Es importante señalar que se realizó este ejercicio en esta escala en el entendido que la SEMARNAT evaluará el proyecto considerando para ello que los artículos 28 y 35 de la LGEEPA a la letra dicen:

> *ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. (…)*
>
> *ARTÍCULO 35.- (…)*
>
> *La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.*

Así mismo el artículo 49 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto ambiental

> *"Artículo 49.- Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate (…)"*

De lo que se desprende que la evaluación del impacto ambiental sólo debe contemplar los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate, siendo que a la escala de análisis objeto de la presente sección del capítulo V (Interacciones del Proyecto – SAR) los aspectos ambientales relacionados con aprovechar el potencial del crecimiento urbano y uso sustentable y conservación del predio en el contexto ambiental del que forma parte, son los siguientes:

- Los aspectos ambientales relacionados con la ocupación por parte del proyecto de una fracción del territorio del SAR.
- Los aspectos ambientales de contribuir a las Tendencias de Desarrollo del SAR

Para iniciar el análisis de los posibles impactos ambientales se buscó establecer cuál es el efecto sobre el SAR ante el interés de desarrollar el área que ocupará el proyecto. Como primer paso se utilizó la información mencionada en el Capítulo IV de la presente MIA-R en la que se comparan los elementos naturales escala SAR-Proyecto y posteriormente se utilizó una matriz de interacciones que se presenta más adelante en tablas incluidas en este capítulo.

Como parte integral de la evaluación ambiental sobre la factibilidad de la construcción de los componentes propuestos en el presente Proyecto, se considerarán los posibles impactos que pudieran ocasionar dichas obras al ambiente en las distintas etapas de desarrollo.

V.1.2. Interacciones a escala de Evaluación Proyecto – Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto.

En complemento al análisis de impactos ambientales del proyecto respecto del SAR, se procedió a identificar las interacciones a una escala de mayor detalle, este ejercicio se basó en elementos cartográficos de mayor detalle, que permiten valorar las interacciones derivadas de ocupar con un Uso Turístico en una superficie de 1.60 hectáreas para el desarrollo de obras y actividades.

De lo que se desprende que la evaluación del impacto ambiental sólo debe contemplar los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate, siendo que a la escala de análisis objeto de la presente sección del capítulo V (*Interacciones del Proyecto – Medio Natural)* los aspectos ambientales relacionados con la construcción, preparación y operación del conjunto global de elementos individuales que componen las 1.60 hectáreas requeridas por el proyecto para la consolidación de un uso de suelo Turismo que conlleva el desarrollo de obras y actividades, son los siguientes:

- Los aspectos ambientales relacionados con destinar para uso Turismo 16,048.82 m^2.
- Los aspectos ambientales de la construcción de la infraestructura necesaria para poder operar el uso de suelo Turismo propuesto en la superficie referida.
- Los aspectos ambientales de la consiguiente generación de residuos líquidos y sólidos derivados de la operación de la infraestructura y servicios necesarios para poder operar el uso de suelo Turismo en la superficie referida.
- Los aspectos ambientales el potencial de reúso de recursos para la operación de la infraestructura y servicios necesarios para poder operar el uso de suelo Turismo en la superficie referida.
- Cabe destacar que en el sitio donde se pretende realizar el proyecto existen obras en desuso, las cuales han afectado la calidad ambiental del sitio por años.

En las escalas de análisis definidas, se aporta información específica de los aspectos ambientales de la determinación del promovente de destinar 1.6 hectáreas equivalentes al 5.6% de la superficie total del SAR con las obras y actividades necesarias descritas en el Capítulo II de la presente MIA-R para lograr dicho objetivo, en el entendido que a la SEMARNAT le compete exclusivamente dictaminar respecto de los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate, salvaguardando lo que en el ámbito de su competencia pudieran regular otras autoridades respecto de las obras y actividades del proyecto, ya fuere en su totalidad o en la particularidad de cada uno de los elementos que lo componen.

Se abordan las interacciones a las dos escalas señaladas respecto de diferentes componentes ambientales:

Atributos naturales	**Sistema Ambiental Regional**	**Sitio del Proyecto**
	Tipo/Clasificación	**Tipo/Clasificación**
Área	28.23 ha	1.6 ha
Clima	clima Aw2 cálido subhúmedo	clima Aw2 cálido subhúmedo
Precipitación	800 y 1,200 mm anuales	800 y 1,200 mm anuales
Temperatura	media anual superior a los 22 °C	media anual superior a los 22 °C
Fisiografía	provincia fisiográfica XII: Sierra Madre del Sur, específicamente en la subprovincia denominada Sierras de la Costa de Jalisco y Colima	provincia fisiográfica XII: Sierra Madre del Sur, específicamente en la subprovincia denominada Sierras de la Costa de Jalisco y Colima
Geomorfología	Sierra alta compleja (100-0/01),	Sierra alta compleja (100-0/01),

Atributos naturales	Sistema Ambiental Regional	Sitio del Proyecto
	Tipo/Clasificación	Tipo/Clasificación
Geología	Rocas ígneas intrusivas (plutónicas) de grano (grueso granito y la granodiorita)	Rocas ígneas intrusivas (plutónicas) de grano (grueso granito y la granodiorita)
Edafología	Leptosol	Leptosol
Hidrología superficial	Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico, Región, Hidrológica 13 Río Huicicila en la cuenca Hidrológica Tecomala. Microcuenca Boca de Tomatlán	Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico, Región, Hidrológica 13 Río Huicicila en la cuenca Hidrológica Tecomala. Microcuenca Boca de Tomatlán
Hidrología subterránea	unidad de material consolidado con posibilidades bajas (MC B)	unidad de material consolidado con posibilidades bajas (MC B)
Zona Marina (área)	41,120.98 m^2	122.25 m^2
Oleaje	ola identificada fue de 6.59 metros, mientras que el mínimo fue de 0.5, dirección predominante del oleaje corresponde al SSW, con una frecuencia del 58.89 %, seguida por las direcciones SW (16.11 %) y WNW (11.98 %)	ola identificada fue de 6.59 metros, mientras que el mínimo fue de 0.5, dirección predominante del oleaje corresponde al SSW, con una frecuencia del 58.89 %, seguida por las direcciones SW (16.11 %) y WNW (11.98 %)
Marea astronómica	Tipo semidiurno	Tipo semidiurno
Cota Marina	-15 metros	-5.5 metros
Uso de Suelo y Vegetación Plan parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano	Área urbanizada, Área urbanizable y Área no urbanizable	Área urbanizada, Área urbanizable
Zonificación secundaria en el Plan Parcial de desarrollo urbano	Habitacional básico, habitacional medio, espacios verdes abiertos y patrimonio natural	Habitacional medio
Uso de suelo y vegetación con base a INEGI SVII	Selva mediana subcaducifolia, selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea	selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea

A partir del análisis cartográfico ha sido posible identificar las interacciones simples del proyecto, y que posteriormente permiten soportar un análisis de su condición como posibles impactos ambientales, mismos que se clasifican conforme a sus atributos dependiendo cada uno de los procesos naturales o demandas al ambiente que impliquen.

Con base en el artículo 13 fracción V del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA):

Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

[…]

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

A continuación, se presenta la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales (adversos y benéficos) generados por la interacción de las actividades que conllevará el desarrollo del Proyecto con los componentes bióticos y abióticos presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR), y Sitio del Proyecto (SP), lo cual permitirá determinar la viabilidad ambiental de la instalación de este.

La evaluación de impacto ambiental permite determinar la significancia o relevancia[1] del impacto a través de metodologías que relacionan la naturaleza y magnitud de las actividades del Proyecto con el estado actual del medio ambiente donde se va a llevar a cabo.

La evaluación de los impactos ambientales del Proyecto está profundamente condicionada por el hecho que se trata de los aspectos ambientales relacionados con la ocupación por parte del proyecto de un territorio, aspectos ambientales relacionados con dar un Uso de Suelo Turismo al predio del proyecto, aspectos ambientales por la demolición de la infraestructura existente en el predio del proyecto, aspectos ambientales de las obras temporales necesarias para poder consolidar el proyecto propuesto, aspectos ambientales de la construcción y operación de los elementos que conforman el proyecto, aspectos ambientales relacionados al reciclaje inmobiliario, al darle una segunda oportunidad de desarrollo o aprovechamiento al sitio del proyecto, aspectos ambientales de la demanda de recursos para la operación y mantenimiento de las obras y actividades requeridas por el proyecto, aspectos ambientales por el reúso de recursos para la operación de la infraestructura y servicios del proyecto y aspectos ambientales de la consecuente generación de residuos derivados de la demolición, construcción y operación de las obras y actividades necesarias para el proyecto.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores corresponde a un sitio que en su momento se desarrollaron obras y actividades que previamente modificaron su condición ambiental

[1] **Impacto ambiental significativo o relevante.-** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales (Artículo 3 Párrafo IX del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental).

natural, toda vez que en el mismo se cuenta con infraestructura en estado de abandono que fue construida por el propietario anterior. En ese sentido, se estaría llevando a cabo el reciclaje inmobiliario al aprovechar un terreno que ya ha sido modificado disminuyendo la afectación de los recursos naturales del sitio.

De acuerdo a la definición de Impacto Ambiental presentada en la Ley General Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es "*Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*"; de acuerdo al autor Domingo Gómez-Orea (2002) [2], el termino Impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en "su entorno", interpretada en términos de "salud y bienestar humano" o, más genéricamente, de calidad de vida a la población; por entorno se entiende la parte del medio ambiente (en términos de espacio y factores) afectada por la actividad o, más ampliamente, que interacciona con ella.

V.2. Técnicas para evaluar los impactos ambientales.

Para la identificación de los impactos ambientales se utilizó el método de matrices (matriz de cribado), el cual se basa en identificar y otorgar una calificación a cada una de las acciones del Proyecto comparándolas con las condiciones del ambiente natural y social contemplando las dos escalas antes descritas. Esto se hace alimentando una matriz de doble entrada en columnas y filas con información sobre las actividades del proyecto que pueden alterar el medio ambiente y atributos del medio susceptibles de alteración. Esto relaciona acciones antropogénicas con impactos al medio ambiente.

Lo anterior se llevó a cabo mediante la utilización de una matriz de relación causa-efecto. Se seleccionó una modificación a la Matriz de Leopold, para adaptar las columnas y renglones de la matriz original a las características del proyecto. Esta matriz relaciona mediante un cuadro de doble entrada los componentes ambientales y socioeconómicos con las actividades por etapa del proyecto todos ellos seleccionados de la lista de indicadores de impactos ambientales.

Atendiendo estas definiciones, el impacto ambiental resulta por el desarrollo de las obras o actividades, siempre y cuando éstas modifiquen las características de los elementos naturales y por lo tanto, algunos de los elementos de las actividades que se realizan durante la preparación del sitio; construcción; operación, mantenimiento y abandono, pueden ser las precursoras de los agentes de cambio por cuyo desarrollo se presentará el impacto (ej. eliminación de vegetación, remoción o compactación del suelo, emisiones a la atmósfera, derrames o mala disposición de residuos, etc.); por lo tanto cada etapa de la obra y/o

[2] Gómez-Orea, D. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa, 2002.

actividades que pueden interactuar con los elementos naturales, constituyen los aspectos ambientales y las modificaciones de las características de los elementos naturales que genera el desarrollo del aspecto ambiental o agente de cambio siendo los receptores del cambio los propios elementos naturales y la medición en la magnitud del cambio hacia el elemento natural convirtiéndose en un indicador del impacto.

Domingo Gómez-Orea (2002) [3], expone*: "La identificación de impactos ambientales se desarrolla en la metodología según dos líneas paralelas, una que analiza el proyecto y que desemboca en la identificación de las acciones de éste susceptibles de producir impactos significativos y otra que analiza el entorno para identificar los factores del medio que presumiblemente serán alterados por aquellas acciones; ambas líneas confluyen en una tarea destinada específicamente a la identificación de efectos potenciales mediante la búsqueda de relaciones causa efecto entre las acciones y los factores, utilizando para ello técnicas adecuadas"*.

Así, se procede a la identificación de las interacciones posibles, a través de una matriz de interacciones, tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada, además de la prospección ambiental del predio y los elementos ambientales presentes en el SAR.

La metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales en el área de estudio es una matriz de interacciones. De este modo se presenta la descripción de las principales actividades a realizar de la obra proyectada en cada una de las etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, las cuales en conjunto causan diversas alteraciones o beneficios a los componentes ambientales. Para el desarrollo de la matriz de interacciones se consideraron las actividades previstas para el proyecto, concretadas en las tablas señaladas en el Capítulo II para cada uno de los componentes del proyecto, y los factores ambientales relevantes por componente ambiental que potencialmente pueda verse afectado en el Sistema Ambiental Regional. Este análisis permite identificar los impactos Acumulativos, Sinérgicos y Residuales que generará el proyecto, evidenciando qué componente se verá más afectado por el desarrollo del proyecto y la etapa del desarrollo de este que generará los mayores efectos positivos o negativos.

A continuación, se describen las actividades a desarrollar durante las etapas del proyecto que puedan generar desequilibrio en el ambiente causando algún impacto ambiental.

[3] Gómez-Orea, D. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa, 2002.

Tabla V.1. - Actividades del Proyecto que pueden generar impacto durante desarrollo de este.

Etapa	Actividad	Descripción
PREPARACIÓN DEL SITIO	Rescate y reubicación de fauna	Verificación de la presencia de fauna, trampeos y ahuyentamiento dirigido, previo a la remoción de la vegetación
	Rescate y reubicación de vegetación	Rescate y reubicación de ejemplares susceptibles ya sea por sus características biológicas u ornamentales en áreas ajardinadas y recuperadas
	Remoción de vegetación	Retiro de la vegetación por medios mecánicos, y la capa de tierra vegetal será acumulada para su utilización posterior en las áreas verdes del proyecto
	Demolición de construcciones existentes	Retiro de las construcciones existentes y/o algún elemento que pudiera estar presente en la superficie para las obras y que interfiera con los trabajos.
	Movimiento de tierras y drenes pluviales	Formación de las plataformas y nivelación del terreno para cada una de las estructuras
	Obras provisionales	Instalaciones de apoyo, como instalación de baños portátiles, bodega, oficinas
	Manejo y disposición de residuos.	Como el conjunto de acciones resultado de: los trabajos de demolición de construcciones existentes y por la generación de los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores de la obra.
CONSTRUCCIÓN	Nivelación del terreno	Después de retirar la capa que contiene materia vegetal y/o al excavar hasta la profundidad que permita alojar la estructura de la capa subrasante, se conformará de acuerdo con la sección transversal correspondiente y a los niveles de proyecto para servir como suelo de cimentación.
	Cimentación	Con base en los estudios de mecánica de suelos, se harán plataformas de nivelación con material de banco, así como las perforaciones para el colado de los pilotes en la ubicación exacta de la concentración de carga de los edificios
	Obras de drenaje pluvial	Continuación del drenaje que atraviesa desde la carretera Barra de Navidad hacia la parte baja del terreno
	ETAPA 1 | Edificio Sur	Torre de 20 niveles habitacionales, de servicios y amenidades más nivel azotea que tendrá una altura máxima de 88.60 m desde la cota n.m.m. +0.00, con 56 departamentos de dos y tres y un departamento de cuatro habitaciones, 118 cajones de estacionamiento cubiertos y 31 espacios de estacionamiento descubiertos

Etapa	Actividad	Descripción
	Pasarela Marina	Esta obra ha sido pensada para evitar accidentes potenciales causados por el oleaje contra las rocas del frente marino, La estructura de la pasarela consiste en armaduras ligeras de acero que estarán soportadas sobre las salientes de roca sólida presentes en el sitio. los elementos que conforman dicha pasarela son: Pasarela marina, terraza, andadores, escaleras y plataformas frente al mar.
	ETAPA 2 | Edificio Norte	Esta etapa estará conformada por el Edificio Turístico Norte por una torre de 17 niveles habitacionales, de servicios y amenidades más nivel de azotea que tendrá una altura máxima de 96.00 m desde la cota n.m.m. +0.00, 65 departamentos de dos y tres habitaciones y un departamento de cuatro habitaciones y 23 espacio de estacionamiento descubiertos. En adición, contará con albercas, terrazas, áreas verdes, cuartos de máquinas, zona para mascotas, cisternas de agua potable y contra incendios, área de tanques de gas, local comercial, caseta de vigilancia. Este edificio inicia en el nivel equivalente al piso 6 del Edificio Sur.
	Equipamiento de instalaciones	Son los servicios con los que contarán los edificios como: instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalación hidráulica y sanitaria, instalación de gas, Internet, cuarto de máquinas de albercas y jacuzzis, aire acondicionado paneles y calentadores solares.
	Acabados	Tienen por función o su objetivo principal la de proteger todos los materiales bases o de obra negra, así como de proporcionar belleza, estética y confort, estos son al interior y exterior de las torres dentro del mismo proyecto.
	Jardinería y áreas verdes	Se aplicará la técnica de “siembra directa”, por ser la más adecuada para llevar a cabo la conformación de las áreas verdes y zonas ajardinadas
	Desmantelamiento de infraestructura provisional	Una vez culminada la etapa de construcción, se retirarán los sanitarios portátiles, lo que permitirá restituir la condición original del área donde serán ubicados, se retirará la bodega y la oficina temporal.
	Manejo y disposición de residuos.	Se generarán diversos residuos de obra y residuos urbanos, los cuales serán almacenados de manera temporal al interior del predio para su posterior retiro y disposición por empresas autorizadas.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Edificio Sur, Edificio Norte y Pasarela Marina	La administración estará a cargo de mantener limpias y en funcionamiento las instalaciones del proyecto. En las actividades de mantenimiento se incluyen las revisiones periódicas de equipos, máquinas e instalaciones hidráulicas, eléctricas, sanitarias, insumos, combustible, personal en general, mantenimiento del edificio en general y de áreas comunes.

Etapa	Actividad	Descripción
	Manejo y disposición de residuos.	Recolección de basura para depositarse en los camiones del municipio, la -Jardinería se prevé, sean proporcionados por compañías particulares.
	Vigilancia	Se establecerá una vigilancia y mantenimiento constante para el ingreso al Proyecto.

Bajo ese precepto, las actividades del proyecto serán explicadas de acuerdo a las fases que lo conforman, mientras que las características y estado de los elementos ambientales se describen teniendo como resumen el inventario ambiental, entonces la confluencia para el desarrollo de una tarea destinada específicamente a la identificación de efectos potenciales mediante la búsqueda de relaciones causa efecto entre las acciones y los factores, puede explicarse con el diagrama que se presenta en la figura siguiente donde se ilustran los pasos para el proceso para la identificación de los impactos ambientales:



Figura V.2. Proceso utilizado en la Identificación de impactos ambientales para el proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó para la identificación de los impactos ambientales retomaremos la descripción de las principales actividades a realizar de la obra proyectada en cada una de las etapas del proyecto: Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento lo cual en conjunto causan diversas alteraciones o beneficios a los componentes ambientales.

Bajo ese esquema para lograr la identificación de los impactos ambientales mediante la búsqueda de interacciones por actividades del proyecto (aspectos ambientales), se llevó a cabo el análisis de la relación causa efecto y para el fin, se desarrollaron los pasos siguientes:

1. Se definió y comprendió el alcance de las obras y actividades que conformarán el proyecto; considerando la superficie; el tiempo; modo de ejecución; los parámetros y condiciones de operación, etc.;

2. Se identificaron los aspectos ambientales, considerando los elementos de las actividades, obras o servicios del proyecto, que por su realización pueden interactuar con los elementos naturales y con cuales es posible la interacción.

3. Se identificaron los impactos ambientales atendiendo la definición “cualquier cambio en el ambiente, ya sea adverso o benéfico, resultante total o parcialmente de los elementos de las actividades, obras o servicios que se pretendan desarrollar y que pueden interactuar con los elementos naturales”.

4. Se realizó la descripción de los impactos, buscando que el enunciado exprese claramente el cambio, que, por su desarrollo, se presentará en uno o varios elementos del Sistema Ambiental Regional.

5. Se determinó la expresión para representar el cambio en el elemento del sistema afectado, es decir los indicadores de impacto ambiental asociados. En este momento no se consideraron las características de los elementos del sistema ambiental y los indicadores de impacto se señalan, a fin de utilizarlos en el proceso de evaluación, debido a que las características, tienen que ver con la magnitud del impacto que se establece mediante el indicador.

Tabla V.2: Ejemplo del proceso de identificación de impactos ambientales.

Fase	Actividad	Factor ambiental	Elemento medio natural y socioeconómico	Impacto ambiental
Preparación del sitio	Desmonte y despalme	Cubierta vegetal	Pérdida de biomasa	Pérdida de cobertura de SMS

V.2.1. Listado de indicadores de los factores ambientales:

A continuación, se describen los factores ambientales que van a ser representativos de los efectos del proyecto (por obra a realizar) y sobre los cuales se enfocará la caracterización:

Tabla V.3. Clasificación de componentes ambientales para la identificación de los impactos ambientales que podría ocasionar el desarrollo del proyecto:

Sistema	Componente o dimensión	Factor ambiental
Físico o abiótico	Atmósfera	Calidad del aire
		Calidad del entorno acústico
		Microclima
	Suelo	Relieve
		Erosión
		Compactación
		Contaminación por residuos
	Hidrología	Patrón de drenaje
		Contaminación de recursos hídricos
		Rasgos batimétricos marinos
		Dinámica de la columna de agua marina
Biótico	Flora	Cubierta vegetal
		Diversidad
		Biomasa
		Especies protegidas
	Fauna	Diversidad
		Especies protegidas
		Hábitat
	Paisaje	Modificación del paisaje
Antrópico	Uso del territorio	Cambio de uso de suelo
		Conservación del medio
	Población	Fuente de empleo

Una vez identificadas tanto las actividades del proyecto que pueden generar impacto por la etapa en la que se encuentre y se tiene claro el listado de indicadores de los factores ambientales, tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información

cuantitativa generada, además de la prospección ambiental del predio y los elementos ambientales presentes en el SAR se genera una matriz de interacciones.

Se implementó dicha matriz considerando las actividades previstas para el proyecto, concretadas en la tabla anterior, y los factores ambientales relevantes por componente ambiental que potencialmente pueda verse afectado en el Sistema Ambiental Regional. Este análisis permite identificar los impactos Acumulativos, Sinérgicos y Residuales que generará el proyecto, evidenciando qué componente se verá más afectado por el desarrollo del proyecto y la etapa del desarrollo de este que generará los mayores efectos positivos o negativos.

Tabla V.4.Configuración básica de una matriz de interacciones.

Tabla. Configuración básica de una matriz de interacciones.		
	CONCEPTOS DEL PROYECTO	
	Actividades por realizar en cada una de las etapas del Proyecto	
	↓ ↓ ↓ ↓	
ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO	← ← ← ←	**INTERACCIONES DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR SOBRE LOS COMPONENTES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO**

Dado que los impactos pueden ser de carácter adverso o benéfico para el medio ambiente, lo cual constituye el sentido del impacto, a continuación, se desarrolla la matriz de impactos en la que se identifica el tipo de impacto en la zona del proyecto.

Tabla V.5. Matriz de interacciones escala SAR-Proyecto

ETAPAS Y ACTIVIDADES		Preparación del terreno							Construcción										Operación y mantenimiento			Interacciones positivas	Interacciones negativas
ELEMENTOS AMBIENTALES DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL		Rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de vegetación	Remoción de vegetación	Demolición de construcciones	Movimiento de tierras y drenes pluviales	Obras provisionales	Manejo y disposición de residuos (etapa previa)	Nivelación del terreno	Cimentación	Obras de drenaje pluvial	Edificios Sur y Norte	Pasarela marina	Equipamiento de instalaciones	Acabados	Jardinería y áreas verdes	Desmantelamiento infraestructura provisional	Manejo y disposición de residuos (obra)	Mantenimiento general de las instalaciones	Manejo y disposición de residuos	Vigilancia		
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	Atmósfera			x-	x-	x-	x-	x+	x-	x-	x-	x-	x-	x+	x-		x-	x+	x-	x+		4	12
	Suelo			x-	x-	x-	x-	x+	x-	x-	x-	x-	x-	x-	x-	x-	x-	x+	x-	x+		3	14
	Hidrología				x-	x-		x+	x-	x-	x-	x-	x-			x+	x+	x+		x+		5	7
	Flora			x-	x-	x-				x-		x-				x+	x+			x+		3	5
	Fauna				x-	x-	x-		x-	x-	x-	x-	x-	x-			x+	x+		x+		3	9
	Paisaje			x-	x+	x-	x-	x+		x-	x-	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	12	5
	Población	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	20	0
INTERACCIONES POSITIVAS		1	1	1	2	1	1	5	1	1	1	2	2	3	2	4	5	6	2	7	2	50	
INTERACCIONES NEGATIVAS		0	0	4	5	6	4	0	4	6	5	5	4	2	2	1	2	0	2	0	0		52

Tabla V.6.Configuración Matriz de interacciones escala Proyecto – Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto

ETAPAS Y ACTIVIDADES / ELEMENTOS AMBIENTALES DONDE SE INSERTARÁ EL PROYECTO			Preparación del terreno							Construcción										Operación y mantenimiento			Interacciones positivas	Interacciones negativas
			Rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de vegetación	Remoción de vegetación	Demolición de construcciones	Movimiento de tierras y drenes pluviales	Obras provisionales	Manejo y disposición de	Nivelación del terreno	Cimentación	Obras de drenaje pluvial	Edificios Sur y Norte	Pasarela marina	Equipamiento de instalaciones	Acabados	Jardinería y áreas verdes	Desmantelamiento infraestructura provisional	Manejo y disposición de	Mantenimiento general de las instalaciones	Manejo y disposición de residuos	Vigilancia		
SITIO DEL PROYECTO	Atmósfera	Calidad del aire			x-	x-	x-	x-	x+	x-	x-	x-	x-	x-	x-	x-	x+	x-	x-	x-	x+		3	14
		Calidad del entorno acústico			x-	x-	x-	x-		x-	x-	x-	x-	x-	x-	x-		x-	x-	x-			0	14
		Microclima			x-												x+						1	1
	Suelo	Relieve					x-			x-	x-	x-	x-	x-	x-			x+					1	7
		Erosión			x-	x-	x-										x+				x+		2	3
		Compactación					x-			x-	x-	x-	x-	x-	x-			x+					1	7
		Contaminación por residuos				x-			x+		x-	x-	x-	x-	x-	x-			x+		x+		3	7
	Hidrología	Patrón de drenaje			x-		x-			x-		x+					x+						2	3
		Contaminación de recursos hídricos			x-				x+					x-					x+		x+		3	2
		Rasgos batimétricos marinos												x-									0	1

ETAPAS Y ACTIVIDADES / ELEMENTOS AMBIENTALES DONDE SE INSERTARÁ EL PROYECTO			Preparación del terreno							Construcción										Operación y mantenimiento			Interacciones positivas	Interacciones negativas
			Rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de vegetación	Remoción de vegetación	Demolición de construcciones	Movimiento de tierras y drenes pluviales	Obras provisionales	Manejo y disposición de	Nivelación del terreno	Cimentación	Obras de drenaje pluvial	Edificios Sur y Norte	Pasarela marina	Equipamiento de instalaciones	Acabados	Jardinería y áreas verdes	Desmantelamiento infraestructura provisional	Manejo y disposición de	Mantenimiento general de las instalaciones	Manejo y disposición de residuos	Vigilancia		
		Dinámica de la columna de agua marina												x-									0	1
	Flora	Cubierta vegetal			x-					x-							x+			x+		x+	3	2
		Diversidad			x-												x+					x+	2	1
		Biomasa			x-												x+					x+	2	1
		Especies protegidas			x-												x+			x+		x+	3	1
	Fauna	Diversidad			x-												x+			x+		x+	3	1
		Especies protegidas			x-												x+			x+		x+	3	1
		Hábitat terrestre			x-												x+			x+		x+		
		Hábitat marino												x-								x+	1	1
	Paisaje	Modificación del paisaje			x-		x-										x+			x-			1	3
	Uso del territorio	Cambio de uso de suelo			x-																		0	1
		Conservación del medio			x-												x+			x+		x+	3	1
	Población	Fuente de empleo	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	x+	20	0
INTERACCIONES POSITIVAS			1	1	1	1		1	4				1	1	1	1	14	3	3	7	5	10	57	
INTERACCIONES NEGATIVAS			0	0	16	4		2	0				5	9	5	3	0	2	2	3	0	0		73

V.2.2. Descripción de las interacciones.

En las matrices anteriores, se analizaron las interacciones “SAR-Proyecto” y “Proyecto-Medio Natural del área donde se insertará el proyecto” desglosando el proyecto en etapas y éstas a su vez en acciones concretas que pudieran afectar al entorno, que se expresó como componentes y factores que pudieran verse afectados.

De lo anterior, se identificaron para la escala SAR-Proyecto un total de 102 interacciones de las cuales 50 son interacciones positivas y 52 son interacciones negativas, para la escala Proyecto-Medio Natural del área donde se insertará el proyecto se identificaron 130 interacciones, de las cuales 57 son interacciones positivas y 73 son negativas. De lo anterior, cabe señalar que la conjunción valorada de las interacciones identificadas, respecto de cada factor, conllevan a un impacto ambiental potencial.

Así, en las siguientes tablas se desarrolla la explicación de las interacciones identificadas en las matrices previas a la escala correspondiente y se señala el impacto potencial que dichas interacciones pueden generar en el factor correspondiente.

Tabla V.7. Descripción de interacciones y señalamiento de Impactos Potenciales Identificados a escala SAR-Proyecto

	No.	Elementos Ambientales	Descripción de interacciones	Etapa en que se presenta	Impacto Potencial Identificado
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	1	Atmósfera	Emisiones de polvo y gases en obra, ruido, alteración del microclima.	Preparación, Construcción, Operación y mantenimiento	Generación de Polvo por maquinaria y transporte, ruidos que afectan el disfrute turístico
	2	Suelo	Excavación, nivelación, compactación, riesgo de erosión y deslaves.	Preparación, Construcción	Remoción de suelo en laderas puede generar inestabilidad y escurrimientos hacia el mar.
	3	Hidrología	Alteración del escurrimiento superficial, contaminación por aguas residuales.	Preparación, Construcción	Cambios en escorrentías hacia arroyos o playas cercanas.
	4	Flora	Remoción de vegetación, fragmentación de ecosistemas.	Preparación, Construcción	Pérdida de selva mediana subcaducifolia
	5	Fauna	Pérdida de hábitat, desplazamiento de especies, atropellamientos.	Preparación, Construcción	Afectación a fauna silvestre local
	6	Paisaje	Cambios visuales, urbanización de zonas naturales.	Preparación, Construcción	Modificación del paisaje causando un impacto visual debido a las nuevas obras en el SAR
	7	Población	Empleo, desarrollo económico, presión sobre servicios e infraestructura.	Preparación, Construcción, Operación y mantenimiento	Generación de empleos y turismo; riesgo de saturación de vialidades, agua potable y recolección de basura.

Tabla V.. Descripción de interacciones y señalamiento de Impactos Potenciales Identificados a escala Proyecto-Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto

	Componente	No.	Factor	Descripción de interacciones	Etapa en que se presenta	Impacto Potencial Identificado
SITIO DEL PROYECTO	Atmósfera	1	Calidad del aire	Emisión de polvo y gases por maquinaria y camiones.	Preparación y construcción	Aumento de partículas y contaminantes atmosféricos.
		2	Entorno acústico	Ruido de maquinaria y obras.	Construcción	Afectación a fauna y a pobladores por niveles altos de ruido.
		3	Microclima	Reducción de sombra y humedad local por remoción de vegetación.	Preparación	Alteración térmica local.
	Suelo	4	Relieve	Modificación topográfica por cortes y rellenos.	Preparación	Alteración del relieve natural.
		5	Erosión	Remoción de cobertura vegetal y exposición de suelo.	Preparación y construcción	Riesgo de pérdida de suelo por agua o viento.
		6	Compactación	Paso de maquinaria pesada y cimentación.	Construcción	Disminución de infiltración y afectación al crecimiento vegetal.
		7	Contaminación por residuos	Manejo inadecuado de residuos sólidos o peligrosos.	Construcción	Contaminación puntual del subsuelo.
	Hidrología	8	Patrón de drenaje	Obstrucción o modificación de cauces naturales.	Preparación	Alteración del escurrimiento superficial.
		9	Contaminación hídrica	Arrastre de residuos o aguas residuales mal manejadas.	Construcción y operación	Deterioro de cuerpos de agua cercanos.
		10	Rasgos batimétricos marinos	Arrastre de sedimentos	Preparación y construcción	Cambios en la morfología del fondo marino
		11	Dinámica de la columna de agua marina	Construcción de elementos que puedan modificar la dinámica natural	Construcción y operación	Alteración de la dinámica de la columna de agua
	Flora	12	Cobertura vegetal	Desmonte para obras, vialidades y edificios.	Preparación	Pérdida de vegetación primaria o secundaria.
		13	Diversidad	Retiro de vegetación del sitio.	Preparación	Disminución de biodiversidad local.

	Componente	No.	Factor	Descripción de interacciones	Etapa en que se presenta	Impacto Potencial Identificado
		14	Biomasa	Reducción de volumen vegetal.	Preparación	Pérdida de fijación de carbono y sombra.
		15	Especies protegidas	Posible remoción de especies listadas en NOM-059.	Preparación	Impacto legal y ecológico si no hay rescate.
	Fauna	16	Diversidad	Alteración de hábitat y ruido excesivo.	Preparación y construcción	Disminución de poblaciones de fauna.
		17	Especies protegidas	Presencia de fauna con estatus de protección.	Preparación	Riesgo si no hay captura y reubicación.
		18	Hábitat terrestre	Fragmentación del ecosistema natural.	Construcción y operación	Aislamiento de especies, reducción de conectividad.
		19	Hábitat marino	Fragmentación del ecosistema natural.	Construcción y operación	Modificación del hábitat marino
	Paisaje	20	Modificación del paisaje	Cambios visuales por infraestructura.	Construcción y operación	Modificación de la calidad paisajística
	Uso del territorio	21	Cambio de uso de suelo	Transformación de terreno forestal o rústico a urbano.	Preparación	Pérdida de función ecológica del terreno.
		22	Conservación del medio	Posibilidad de integración de áreas verdes.	Operación	Aprovechamiento de los espacios para el diseño y conservación de áreas verdes
	Población	23	Fuente de empleo	Contratación de mano de obra local.	Construcción y operación	Generación de empleo directo e indirecto

Una vez identificados los impactos potenciales derivados de las interacciones, se procede a su evaluación.

V.2.3. Evaluación cuantitativa de impactos ambientales.

La valoración de los impactos depende de la identificación de las posibles consecuencias de las actividades inherentes al proyecto sobre el Sistema Ambiental Regional en donde se inserta. En el Capítulo IV de este documento se determinaron los rasgos distintivos de la Sistema Ambiental Regional y los componentes del ambiente que pueden ser afectados, esta sección se refiere a la magnitud del impacto ambiental relevante o significativo con base en las condiciones actuales de cada componente.

De acuerdo con Gómez-Orea (2002)[4], el valor de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. Para el presente caso se hizo la evaluación a través de la incidencia de la alteración.

a) La **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado[5].

b) La **incidencia** se refiere a la severidad, grado y forma, de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad.

V.3. Impactos ambientales generados

V.3.1. Caracterización de los Impactos

Tal como se ha mencionado, la incidencia hace referencia a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, por lo que tomando como base el juicio de expertos y la Matriz de Interacciones del proyecto, se generó una tabla de impactos ambientales por componente y factor ambiental, a dichos impactos se atribuye un índice de incidencia de variará de 0 a 1 mediante la aplicación del modelo que se describe a continuación:

[4] Gómez-Orea, D. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa, 2002.

[5] Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de esta MIA, se refiere al SAR definido.

1. Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo, es decir, el carácter del atributo

2. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

3. El índice de incidencia de cada impacto, se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, por medio de la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

Expresión 1 : I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc

4. Se estandarizó cada valor de impacto entre 0 y 1 mediante la expresión 2:

Expresión 2: Incidencia = (I – Imin) / (Imax – Imin)

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

Imax = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Tabla V.8. Atributos de los impactos ambientales.

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)
Consecuencia (C)	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o tiempo (T)	Corto plazo	1

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3
	Temporal	1
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	Irrecuperable	3

Ya identificados los atributos de los impactos ambientales se puede generar una Matriz de caracterización de impactos ambientales, misma que permite:

a) Evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia.

b) Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto, en la escala proyecto – SAR.

c) Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto, en la escala proyecto – predio.

Tabla V.9. Matriz de caracterización de impactos ambientales.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica.	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica.	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Sinergia (S)	No sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica.	Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 año.	Mediano: la acción dura más de 1 año y menos de 5 años.	Largo: la actividad dura más de 5 años.
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no ser reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica.	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica.	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características, por medio de la aplicación de medidas correctoras.	No aplica.	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características originales, aún después de la aplicación de las medidas correctoras (**efecto residual**).

De la tabla anterior, los atributos de **Reversibilidad** y **Recuperabilidad** determinan la **Residualidad del impacto**. Así, si el impacto puede ser reversible y el componente afectado puede volver a contar con sus características originales, entonces es inexistente la presencia de **impactos residuales.**

Considerando lo anterior y habiendo realizado el análisis de evaluación de los impactos se obtuvo la siguiente matriz con el Índice de Incidencia de cada impacto identificado para el Sistema Ambiental Regional, así como para el Predio del Proyecto:

Tabla V.10. Índice de incidencia para los impactos ambientales definidos a escala Sistema Ambiental Regional -Proyecto

ELEMENTOS AMBIENTALES DONDE SE INSERTARÁ EL PROYECTO	COMPONENTE	No.	IMPACTO AMBIENTAL	ATRIBUTOS										
				Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
PREDIO DEL PROYECTO	Atmósfera	1	Emisiones de polvo y gases en obra, ruido, alteración del microclima.	-	3	1	3	1	1	1	1	1	12	0.250
	Suelo	2	Excavación, nivelación, compactación, riesgo de erosión y deslaves.	-	3	1	1	1	3	1	1	1	12	0.250
	Hidrología	3	Alteración del escurrimiento superficial, contaminación por aguas residuales.	-	1	1	1	3	2	1	3	1	13	0.313
	Flora	4	Remoción de vegetación, fragmentación de ecosistemas.	-	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.500
	Fauna	5	Pérdida de hábitat, desplazamiento de especies, atropellamientos.	-	3	1	3	3	2	1	3	1	17	0.563
	Paisaje	6	Cambios visuales, urbanización de zonas naturales.	-	1	1	1	3	2	1	3	1	13	0.313
	Población	7	Empleo, desarrollo económico, presión sobre servicios e infraestructura.	+	3	1	3	3	3	1	3	1	18	0.625

Tabla V.11. Índice de incidencia para los impactos ambientales definidos a escala Proyecto - Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto

ELEMENTOS AMBIENTALES DONDE SE INSERTARÁ EL PROYECTO	COMPONENTE	No.	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	ATRIBUTOS										
					Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
PREDIO DEL PROYECTO	Atmósfera	1	Calidad del aire	Aumento de partículas y contaminantes atmosféricos.	-	3	1	1	1	1	3	1	1	12	0.250
		2	Calidad del entorno acústico	Afectación a fauna y a pobladores por niveles altos de ruido.	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.125
		3	Microclima	Alteración térmica local.	-	3	1	1	3	2	1	1	1	13	0.313
	Suelo	4	Relieve	Alteración del relieve natural.	-	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.625
		5	Erosión	Riesgo de pérdida de suelo por agua o viento.	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.125
		6	Compactación	Disminución de infiltración y afectación al crecimiento vegetal.	-	3	1	1	1	1	1	1	3	12	0.250
		7	Contaminación por residuos	Contaminación puntual del subsuelo.	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.125
	Hidrología	8	Patrón de drenaje	Alteración del escurrimiento superficial.	-	3	1	1	3	1	1	1	1	12	0.250
		9	Contaminación de recursos hídricos	Deterioro de cuerpos de agua cercanos.	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.125
		10	Rasgos batimétricos marinos	Cambios en la morfología del fondo marino	-	1	1	1	3	1	1	1	1	10	0.125
		11	Dinámica de la columna de agua marina	Alteración de la dinámica de la columna de agua	-	1	1	1	3	1	1	1	1	10	0.125

ELEMENTOS AMBIENTALES DONDE SE INSERTARÁ EL PROYECTO	COMPONENTE	No.	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	ATRIBUTOS										
					Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
	Flora	12	Cubierta vegetal	Pérdida de vegetación primaria o secundaria.	-	3	3	1	3	3	1	1	1	16	0.500
		13	Diversidad	Disminución de biodiversidad local.	-	3	1	1	3	1	1	3	1	14	0.375
		14	Biomasa	Pérdida de fijación de carbono y sombra.	-	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.500
		15	Especies protegidas	Impacto legal y ecológico si no hay rescate.	-	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.500
	Fauna	16	Diversidad	Disminución de poblaciones de fauna.	-	3	1	1	3	1	1	3	1	14	0.375
		17	Especies protegidas	Riesgo si no hay captura y reubicación.	-	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.500
		18	Hábitat terrestre	Aislamiento de especies, reducción de conectividad.	-	3	1	1	3	1	1	3	1	14	0.375
		19	Hábitat marino	Modificación del hábitat marino	-	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.125
	Paisaje	20	Modificación del paisaje	Modificación de la calidad paisajística	-	3	3	1	3	1	1	1	1	14	0.375
	Uso del territorio	21	Cambio de uso de suelo	Pérdida de función ecológica del terreno.	-	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.500
		22	Conservación del medio	Aprovechamiento de los espacios para el diseño y conservación de áreas verdes	+	3	1	1	3	3	1	3	3	18	0.625
	Población	23	Fuente de empleo	Generación de empleo directo e indirecto	+	3	1	1	3	1	3	2	2	16	0.500

V.3.2. Valorización de los impactos ambientales

Posteriormente, con base en los valores obtenidos para la incidencia de cada impacto, se asignaron las categorías de significancia correspondientes con base en la siguiente tabla:

Tabla V.12. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados.

Categoría	Interpretación	Intervalo de Valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la **integridad de estos.**	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.65
Significativo	Se pueden generar alteraciones que, sin **medidas, afectarán el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del Sistema Ambiental**	Mayor a 0.66

Considerando el Índice de Incidencia y la categoría de significancia de los impactos, se realizó la jerarquización de estos para identificar los impactos ambientales significativos, considerando la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 establece a la letra:

> *"IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como continuidad de los procesos naturales;…"*

Tomando como base la definición anterior y su razonamiento, enseñan que no todos los impactos deben ser considerados y atendidos con la misma intensidad, sino que concierne considerar únicamente aquellos impactos que son potenciales para generar desequilibrios ecológicos que pueden sobrepasar límites establecidos en las normas jurídicas específicas.

Tabla V.13. Jerarquización y categoría de los impactos identificados escala SAR - Proyecto

COMPONENTE	No.	IMPACTO AMBIENTAL	Signo del efecto	Índice de incidencia	Categoría
Atmósfera	7	Empleo, desarrollo económico, presión sobre servicios e infraestructura.	+	0.625	No Significativo
Suelo	5	Pérdida de hábitat, desplazamiento de especies, atropellamientos.	-	0.563	
Hidrología	4	Remoción de vegetación, fragmentación de ecosistemas.	-	0.500	
Flora	3	Alteración del escurrimiento superficial, contaminación por aguas residuales.	-	0.313	Despreciable
Fauna	6	Cambios visuales, urbanización de zonas naturales.	-	0.313	
Paisaje	1	Emisiones de polvo y gases en obra, ruido, alteración del microclima.	-	0.250	
Población	2	Excavación, nivelación, compactación, riesgo de erosión y deslaves.	-	0.250	

Del anterior análisis, se determina que de los 7 impactos ambientales identificados 3 son considerados como no significativos, donde uno es impacto positivo y dos negativos; los 4 impactos restantes son considerados como despreciables y adversos.

Los impactos adversos no significativos no se consideran impactos residuales, ya que, con la aplicación de las medidas correspondientes, estos impactos se preverán y/o mitigarán. Asimismo, los restantes impactos adversos considerados despreciables en términos de su índice de incidencia y serán atendidos a través de acciones diversas que permitan prevenir y atenuar los mismos. Estos impactos son:

1. Empleo, desarrollo económico, presión sobre servicios e infraestructura.
2. Pérdida de hábitat, desplazamiento de especies, atropellamientos.
3. Remoción de vegetación, fragmentación de ecosistemas.

Tabla V.14. Jerarquización y categoría de los impactos identificados escala Proyecto – Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto

COMPONENTE	No.	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	Signo del efecto	Índice de incidencia	Categoría
Suelo	4	Relieve	Alteración del relieve natural.	-	0.625	No Significativo
Uso del territorio	22	Conservación del medio	Aprovechamiento de los espacios para el diseño y conservación de áreas verdes	+	0.625	
Flora	12	Cubierta vegetal	Pérdida de vegetación primaria o secundaria.	-	0.500	
Flora	14	Biomasa	Pérdida de fijación de carbono y sombra.	-	0.500	
Flora	15	Especies protegidas	Impacto legal y ecológico si no hay rescate.	-	0.500	
Fauna	17	Especies protegidas	Riesgo si no hay captura y reubicación.	-	0.500	
Uso del territorio	21	Cambio de uso de suelo	Pérdida de función ecológica del terreno.	-	0.500	
Población	23	Fuente de empleo	Generación de empleo directo e indirecto	+	0.500	
Flora	13	Diversidad	Disminución de biodiversidad local.	-	0.375	
Fauna	16	Diversidad	Disminución de poblaciones de fauna.	-	0.375	
Fauna	18	Hábitat terrestre	Aislamiento de especies, reducción de conectividad.	-	0.375	
Paisaje	20	Modificación del paisaje	Modificación de la calidad paisajística	-	0.375	
Atmósfera	3	Microclima	Alteración térmica local.	-	0.313	Despreciable
Atmósfera	1	Calidad del aire	Aumento de partículas y contaminantes atmosféricos.	-	0.250	
Suelo	6	Compactación	Disminución de infiltración y afectación al crecimiento vegetal.	-	0.250	

COMPONENTE	No.	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	Signo del efecto	Índice de incidencia	Categoría
Hidrología	8	Patrón de drenaje	Alteración del escurrimiento superficial.	-	0.250	
Atmósfera	2	Calidad del entorno acústico	Afectación a fauna y a pobladores por niveles altos de ruido.	-	0.125	
Suelo	5	Erosión	Riesgo de pérdida de suelo por agua o viento.	-	0.125	
Suelo	7	Contaminación por residuos	Contaminación puntual del subsuelo.	-	0.125	
Hidrología	9	Contaminación de recursos hídricos	Deterioro de cuerpos de agua cercanos.	-	0.125	
Hidrología	10	Rasgos batimétricos marinos	Cambios en la morfología del fondo marino	-	0.125	
Hidrología	11	Dinámica de la columna de agua marina	Alteración de la dinámica de la columna de agua marina	-	0.125	
Fauna	19	Hábitat marino	Modificación del hábitat marino	-	0.125	

Del anterior análisis, se determina que de los 23 impactos ambientales identificados 12 son considerados como no significativos, donde 2 son impactos positivos y los restantes 10 son negativos; de los impactos considerados como despreciables los 11 impactos restantes son considerados como despreciables y negativos.

Los impactos adversos no significativos no se consideran impactos residuales, ya que, con la aplicación de las medidas correspondientes, estos impactos se preverán y/o mitigarán. Asimismo, los restantes impactos adversos considerados despreciables en términos de su índice de incidencia y serán atendidos a través de acciones diversas que permitan prevenir y atenuar los mismos. Estos impactos son:

1. Alteración del relieve natural.
2. Aprovechamiento de los espacios para el diseño y conservación de áreas verdes
3. Pérdida de vegetación primaria o secundaria.
4. Pérdida de fijación de carbono y sombra.
5. Impacto legal y ecológico si no hay rescate.

6. Riesgo si no hay captura y reubicación.
7. Pérdida de función ecológica del terreno.
8. Generación de empleo directo e indirecto
9. Disminución de biodiversidad local.
10. Disminución de poblaciones de fauna.
11. Aislamiento de especies, reducción de conectividad.
12. Modificación de la calidad paisajística

V.4. Análisis de los impactos ambientales por componente ambiental

V.4.1. Impactos Ambientales identificados en la escala SAR -Proyecto

El orden de la descripción de los impactos se hará conforme a la Tabla de evaluación de significancia para la escala Proyecto – Factores Ambientales y de Transformación del SAR.

1. Empleo, desarrollo económico, presión sobre servicios e infraestructura.

Este impacto se genera como consecuencia de la implementación de un proyecto turístico, lo que implicará la generación de empleo directo e indirecto, así como un impulso a la economía local a través de la atracción de visitantes, demanda de servicios y dinamismo comercial. De forma paralela, el incremento en la densidad poblacional flotante puede presionar los servicios públicos disponibles como agua potable, recolección de residuos y vialidades.

Se trata de un impacto **benéfico, no significativo y acumulativo**, ya que fortalece el desarrollo económico regional mediante el aprovechamiento de la infraestructura existente sin requerir la apertura de nuevas áreas no urbanizadas. Al mismo tiempo, genera una oportunidad de mejora en la cobertura de servicios si se maneja con planeación adecuada.

Es un impacto de largo plazo, ya que se mantendrá durante toda la vida útil del proyecto. Si bien los efectos sobre los servicios e infraestructura urbana podrían mantenerse en el tiempo, el componente afectado es considerado **recuperable y reversible**, en tanto que, mediante la implementación de medidas correctoras, de planeación y fortalecimiento de la infraestructura urbana, es posible restablecer sus condiciones funcionales y de capacidad al término de la vida útil de proyecto. La gestión coordinada con autoridades locales y prestadores de servicios permitirá garantizar la sostenibilidad de la prestación, sin comprometer la calidad del entorno urbano.

2. Pérdida de hábitat, desplazamiento de especies, atropellamientos.

Este impacto se origina por la modificación del entorno urbano durante las fases de preparación y construcción, cuando se incrementa el tránsito de maquinaria, equipos y personal en el sitio. Aunque el área del proyecto no contiene vegetación natural ni ecosistemas conservados, es posible que fauna silvestre adaptada al entorno urbano sea desplazada o perturbada, con riesgo de atropellamiento o exclusión de microhábitats.

Se considera un impacto **adverso, no significativo y de acumulación simple**, dada la pérdida de hábitats urbanos o secundarios en un entorno ya intervenido, limitándose al ámbito específico y temporal del proyecto. No obstante, su magnitud es baja y se limita al tiempo de obra y operación del proyecto.

Es un impacto de mediano a largo plazo, aunque **reversible y recuperable** ya que se implementan medidas como la revegetación de jardines, control de accesos, señalización y manejo de residuos que evite atraer fauna.

3. Remoción de vegetación, fragmentación de ecosistemas.

Este impacto se genera durante las etapas de preparación del sitio y construcción, como resultado de las actividades de limpieza, desmonte, trazo y excavación, que implican la remoción de cobertura vegetal existente, aunque en su mayoría corresponde a vegetación secundaria y aislada. Sin embargo, desde una perspectiva regional (SAR), estas acciones pueden contribuir a la fragmentación progresiva del entorno ecológico, al eliminar parches vegetales que podrían funcionar como conectores entre áreas naturales, especialmente en zonas donde aún existen remanentes de selva mediana subcaducifolia.

El impacto es adverso, de consecuencia directa, con acumulación simple y sinergia baja, es decir, sus efectos no se suman de manera significativa a los de otras actividades pasadas o presentes, ni interactúan con otros impactos para amplificar el daño. Se manifiesta en el largo plazo, ya que la pérdida de cobertura vegetal afecta procesos ecológicos como la infiltración de agua, regulación microclimática y hábitat de especies.

Se presenta de manera irregular y su permanencia es prolongada, debido a la modificación estructural del paisaje vegetal. No obstante, el impacto es recuperable mediante acciones de revegetación con especies nativas e integración de áreas verdes funcionales.

V.4.2. Impactos Ambientales identificados en la Instalaciones del Proyecto – Medio Natural del Área donde se insertará el Proyecto.

1. **Alteración del relieve natural.**

Este impacto se presenta como resultado de las actividades de excavación, nivelación y compactación requeridas para la construcción del desarrollo. La modificación del relieve es de carácter negativo, directo y permanente, ya que implica la transformación física irreversible de la topografía original del sitio. Si bien es un impacto de acumulación simple y sin sinergia, afecta la morfología del terreno y los procesos naturales de escurrimiento. Puede considerarse irreversible y de aparición puntual, dado que ocurre en la etapa inicial del proyecto.

2. **Aprovechamiento de los espacios para el diseño y conservación de áreas verdes**

El diseño del proyecto contempla la integración de áreas ajardinadas y vegetación ornamental en el diseño del proyecto, lo cual genera espacios verdes en un entorno modificado, lo cual representa un impacto positivo, directo, de acumulación simple y permanente. Este efecto contribuye a mejorar el microclima y favorecer la recarga del suelo, lo cual es recuperable y de aparición periódica durante la operación del proyecto. A largo plazo, este aprovechamiento puede funcionar como un espacio de hábitat secundario para algunas especies adaptadas al medio urbano.

3. **Pérdida de vegetación primaria o secundaria.**

Modificación del ambiente por remoción de la cubierta vegetal en las áreas donde se desarrollarán las instalaciones del proyecto, como consecuencia de las labores de preparación del sitio, excavaciones, cimentaciones y urbanización del terreno.

Este impacto es de carácter adverso, directo y no significativo en términos ecológicos, ya que, si bien implica la pérdida de fragmentos de vegetación secundaria de matorral y elementos arbustivos dispersos, la cobertura vegetal se encuentra fuertemente modificada, y presenta áreas con pastizal inducido y zonas carentes de vegetación. El efecto es simple y no acumulativo, pues no se vincula con actividades pasadas o futuras que puedan intensificar su afectación en el área.

Es un impacto de corto a mediano plazo y parcialmente reversible, ya que se establecerán áreas ajardinadas con especies nativas. Su efecto no es residual en tanto se instrumenten programas de rescate y manejo de vegetación, así como su integración en el diseño paisajístico del proyecto.

4. **Pérdida de fijación de carbono y sombra.**

Modificación del ambiente derivada de la eliminación de cobertura vegetal, que conlleva una disminución en la capacidad del sitio para capturar carbono atmosférico y generar servicios ambientales como la regulación térmica mediante sombra.

Este impacto es negativo, directo y no significativo, ya que la vegetación a remover está conformada principalmente por especies secundarias y aisladas con baja biomasa aérea, lo cual limita su capacidad de fijación de carbono. Además, el sitio presenta amplias áreas sin vegetación y con pastizal inducido, lo que reduce su relevancia en términos de servicios ecosistémicos.

No se considera un impacto acumulativo ni sinérgico, ya que el terreno no forma parte de un ecosistema continuo ni se encuentra vinculado con vegetación forestal o zonas prioritarias para la captura de carbono. Es un impacto de tipo simple y reversible en el mediano plazo, en tanto se implementen estrategias que incorporen áreas verdes, que permitan restaurar parte de las funciones perdidas.

5. **Impacto legal y ecológico si no hay rescate.**

La falta de rescate de especies protegidas o sujetas a regulación puede causar desequilibrios en el ecosistema. No se considera un impacto acumulativo, puesto que existe vegetación en la en la región, en las áreas del proyecto se observaron dos especies bajo protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 lo que podría tener repercusiones si se omiten medidas de mitigación durante la fase de preparación del sitio. Es un impacto potencialmente evitable, de aparición puntual, reversible con la implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora.

6. **Riesgo si no hay captura y reubicación.**

La omisión del rescate y reubicación de fauna silvestre representa un riesgo ecológico con impacto negativo, directo y de aparición puntual. Aunque no se acumula con otros impactos, su omisión puede traducirse en mortandad de especies. Es reversible si se aplican medidas adecuadas de manejo y recuperable mediante acciones correctivas oportunas, mediante la aplicación de un programa de Rescate y manejo de fauna. No se considera un impacto acumulativo, puesto que la abundancia de fauna en la región depende de otros factores y políticas de uso de suelo que superan la escala del proyecto.

7. **Pérdida de función ecológica del terreno.**

Con el cambio de uso de suelo, el terreno pierde funciones como hábitat, filtración, fijación de nutrientes o ciclo del agua, lo que constituye un impacto negativo, directo, permanente y a largo plazo. No presenta sinergia ni acumulación compuesta, pero es difícilmente recuperable una vez concluida la construcción.

8. Generación de empleo directo e indirecto

La construcción y operación del proyecto generarán empleos locales tanto en el corto como en el largo plazo, lo que representa un impacto positivo, directo, acumulativo y de aparición periódica. Es un efecto permanente mientras dure la operación del desarrollo, y se considera reversible y recuperable, dado que depende de la continuidad del proyecto y su demanda.

9. Disminución de biodiversidad local.

Este impacto es negativo, directo, de acumulación simple y de largo plazo, consecuencia de la fragmentación y pérdida de hábitat. Aunque no es sinérgico, afecta la riqueza de especies, particularmente aquellas con baja tolerancia a la perturbación. Se considera permanente y parcialmente recuperable si se aplican medidas de conservación in situ y áreas ajardinadas con vegetación nativa.

10. Disminución de poblaciones de fauna.

La pérdida de vegetación y el ruido durante las obras generan condiciones adversas para la fauna, provocando su desplazamiento o disminución poblacional. Es un impacto negativo, directo, de aparición puntual, permanente y recuperable en caso de establecer corredores biológicos o espacios verdes funcionales. No presenta acumulación ni sinergia relevantes.

11. Aislamiento de especies, reducción de conectividad.

La fragmentación del entorno ocasionada por la urbanización puede aislar poblaciones animales, dificultando su movilidad y reproducción. Este impacto es negativo, indirecto, de acumulación simple y de largo plazo. Es reversible si se prevé infraestructura verde conectiva o pasos de fauna, aunque en general se considera difícilmente recuperable.

12. Modificación de la calidad paisajística

La introducción de infraestructura vertical y urbana modifica la percepción visual del sitio, generando un impacto negativo, directo, de larga duración. Aunque es reversible en caso de demolición o rediseño, durante la operación del proyecto se mantiene como un impacto permanente, de acumulación simple y sin sinergia, mitigable con elementos de diseño arquitectónico armónico y vegetación.

V.5. Referencias

Córdova-Avalos, A., Alcántara-Carbajal, J., Guzmán-Plazola, R., Mendoza-Martínez, G., & González-Romero, V. (2009). Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera pantanos de Centla, Tabasco. *Universidad y ciencia [online], 25*(1), 1-22. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000100001&lng=es&tlng=es.

Franco López, J., Rodríguez Varela, A., Cruz Gómez, A., Chávez López, R., Bedia Sánchez, C., & Morán Silva, Á. (2002). *Antología de lecturas ecológicas. Ecología y conservación.* Tlalnepantla, Estado de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Gómez Orea, D. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental.* Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, CON ACTIVIDAD QUE NO INCLUYE RIESGO

CAPÍTULO VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL



VALLARTA SUR 5630

Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

Tabla de contenido

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

VI.1. Descripción de las medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 1

VI.2. Programa de Control de Vigilancia Ambiental 6

VI.3. Referencias 21

Tablas

Tabla VI.1. Medidas de mitigación, prevención o compensación para aplicar en el proyecto. 3

Tabla VI.2. Acciones para el Programa de Control de Vigilancia Ambiental 12

Tabla VI.3. Acciones para el Manejo de Residuos 14

Tabla VI.4. Acciones Rescate y Reubicación de Flora. 16

Tabla VI.5. Acciones Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación Fauna 17

Tabla VI.6. Acciones de Buenas Prácticas Marinas 18

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El presente Capítulo VI atiende al Artículo 13, Inciso VI del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en cuanto a la presentación en la manifestación de Impacto Ambiental, en su modalidad Regional, conteniendo las medidas de mitigación y prevención que se aplicarán a los impactos ambientales identificados, acumulativos y residuales, del sistema regional.

De acuerdo con la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. Asimismo, incluye la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y mantenimiento y abandono del sitio).

Las medidas pueden incluir una o varias acciones alternativas como lo son:

- Evitar el impacto total al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
- Minimizar los impactos al limitar la magnitud del proyecto.
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- Compensar el impacto producido por el remplazo o sustitución de los recursos afectados.

VI.1. Descripción de las medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Este capítulo refiere las medidas propuestas para atender los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y/o residuales que conlleva el proyecto mediante la aplicación de:

a) Medidas de control que deberá ejecutar la promovente para la inspección y vigilancia de la aplicación de las disposiciones establecidas en el **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**;

b) Medidas de preservación, definidas como un conjunto de políticas y medidas que deberá ejecutar la promovente para mantener las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;

c) Medidas de protección, que integran un conjunto de políticas y medidas que deberá ejecutar la promovente para mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro;

d) Medidas de prevención, establecidas como un conjunto de acciones que deberá ejecutar la promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;

e) Medidas de mitigación, son conjunto de acciones que deberá ejecutar la promovente para atenuar los impactos existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

En este marco de referencia, el **Capítulo VI** considera tanto las medidas de control, preservación, protección, prevención, mitigación, propuestas por la promovente, de manera voluntaria, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Considerando las características del proyecto y del medio ambiente es posible identificar aquellos elementos del ambiente donde los impactos adversos pueden ser prevenidos o mitigados.

Es importante señalar que el promovente tiene conocimiento del contexto legal en el que propone el proyecto. Se trata de un argumento que, a través de criterios, normas y reglamentos, se obliga a adoptar conductas a integrar en el desarrollo del proyecto. Estas conductas forman parte del marco estratégico desarrollado en el presente Capítulo VI. Estas consideraciones son fundamentales para controlar y administrar los efectos valorados como benéficos del proyecto en el sistema ambiental regional.

Para lograr lo anterior, a continuación, se presentan las medidas para la prevención y mitigación de impactos ambientales de aplicación en el presente Proyecto, para cada uno de los impactos relevantes señalados en el Capítulo anterior, de la siguiente manera:

Tabla VI.1. Medidas de mitigación, prevención o compensación para aplicar en el proyecto.

Componente	No.	Factor	Descripción de interacciones	Etapa en que se presenta	Impacto Potencial Identificado	Medida preventiva	Medida de mitigación	Medida de compensación
Atmósfera	1	Calidad del aire	Emisión de polvo y gases por maquinaria y camiones.	Preparación y construcción	Aumento de partículas y contaminantes atmosféricos.	Riego periódico de caminos, cubrir materiales a granel	Uso de maquinaria con catalizadores y filtros	Reforestación en zonas aledañas
	2	Entorno acústico	Ruido de maquinaria y obras.	Construcción	Afectación a fauna y a pobladores por niveles altos de ruido.	Horarios diurnos de obra, mantenimiento de equipo	Barreras acústicas y señalización	Mantenimiento permanente a maquinaria para evitar ruidos fuera de norma
	3	Microclima	Reducción de sombra y humedad local por remoción de vegetación.	Preparación	Alteración térmica local.	Minimizar remoción de vegetación	Plantación de especies nativas	Uso de tecnologías verdes
Suelo	4	Relieve	Modificación topográfica por cortes y rellenos.	Preparación	Alteración del relieve natural	Evitar cortes innecesarios, diseño en función de topografía	Estabilización de taludes	Reconfiguración del terreno posterior a la obra que ayude a evitar la erosión y alteración del relieve
	5	Erosión	Remoción de cobertura vegetal y exposición de suelo.	Preparación y construcción	Riesgo de pérdida de suelo por agua o viento.	Cobertura vegetal temporal, control de escurrimientos	Colocación de geotextiles y zanjas de infiltración en caso necesario	Revegetación con especies resistentes a erosión
	6	Compactación	Paso de maquinaria pesada y cimentación.	Construcción	Disminución de infiltración y afectación al crecimiento vegetal.	Delimitación de zonas de tránsito	Aireación del suelo y aplicación de composta	Recuperación de suelo con especies nativas y de ornato permitidas para la región
	7	Contaminación por residuos	Manejo inadecuado de residuos sólidos o peligrosos.	Construcción	Contaminación puntual del subsuelo.	Separación y almacenamiento seguro	Contratación de empresa certificada para disposición	Remediación de suelos, si hay contaminación
Hidrología	8	Patrón de drenaje	Obstrucción o modificación de cauces naturales.	Preparación	Alteración del escurrimiento superficial.	Conservación de cauces y áreas de amortiguamiento	Diseño de sistemas de control de escorrentía	Uso de tecnologías verdes
	9	Contaminación hídrica	Arrastre de residuos o aguas residuales mal manejadas.	Construcción y operación	Deterioro de cuerpos de agua cercanos.	Barreras de contención, uso de baños ecológicos	Separación de aguas grises y negras	Tratamiento y reutilización de aguas residuales

Componente	No.	Factor	Descripción de interacciones	Etapa en que se presenta	Impacto Potencial Identificado	Medida preventiva	Medida de mitigación	Medida de compensación
	10	Rasgos batimétricos marinos	Arrastre de sedimentos	Preparación y construcción	Cambios en la morfología del fondo marino	Evitar dragados innecesarios	Control de sedimentos con barreras o muros de contención.	Colocación de bloques y módulos de concreto en caso de requerirse para evitar erosión
	11	Dinámica de la columna de agua marina	Construcción de elementos que puedan modificar la dinámica natural	Construcción y operación	Alteración de la dinámica de la columna de agua	Colocación de barreras de contención de material de obra	Diseño que mantenga el flujo natural	Colocación de bloques y módulos de concreto en caso de requerirse
Flora	12	Cobertura vegetal	Desmonte para obras, vialidades y edificios.	Preparación	Pérdida de vegetación primaria o secundaria.	Delimitación de áreas a desmontar, rescate previo	Revegetación progresiva	Reforestación en proporción según lo solicite la autoridad
	13	Diversidad	Retiro de vegetación del sitio.	Preparación	Disminución de biodiversidad local.	Inventario de especies y salvamento	Uso de vegetación nativa en diseño	Compensación ambiental en otras áreas del predio y sitios donde la autoridad lo solicite
	14	Biomasa	Reducción de volumen vegetal.	Preparación	Pérdida de fijación de carbono y sombra.	Conservación de parches con funciones ecosistémicas	Plantación de árboles de alto valor ecológico	Reforestación urbana o en cuencas donde la autoridad lo solicite
	15	Especies protegidas	Posible remoción de especies listadas en NOM-059.	Preparación	Impacto legal y ecológico si no hay rescate.	Inventario e identificación de especies conforme a NOM-059	Captura y reubicación por especialistas	Monitoreo post traslado y compensación por individuo
Fauna	16	Diversidad	Alteración de hábitat y ruido excesivo.	Preparación y construcción	Disminución de poblaciones de fauna.	Rescate y ahuyentamiento de fauna antes de obras, ruidos controlados	Reubicación y monitoreo	Construcción de pasos de fauna o refugios
	17	Especies protegidas	Presencia de fauna con estatus de protección.	Preparación	Riesgo si no hay captura y reubicación.	Monitoreo por biólogos certificados	Captura y liberación de individuos rescatados	Aplicación del programa de rescate y reubicación de fauna
	18	Hábitat terrestre	Fragmentación del ecosistema natural.	Construcción y operación	Aislamiento de especies, reducción de conectividad.	Delimitación y conservación de áreas verdes	Instalación de setos vivos y pasos de fauna	Restauración de hábitat fuera del polígono según lo solicite la autoridad
	19	Hábitat marino	Fragmentación del ecosistema natural.	Construcción y operación	Modificación del hábitat marino	Evitar obras en época reproductiva	Diseño con materiales inertes y naturales	Restauración de áreas según lo solicite la autoridad

Componente	No.	Factor	Descripción de interacciones	Etapa en que se presenta	Impacto Potencial Identificado	Medida preventiva	Medida de mitigación	Medida de compensación
Paisaje	20	Modificación del paisaje	Cambios visuales por infraestructura.	Construcción y operación	Modificación de la calidad paisajística	Diseño arquitectónico compatible con el entorno	Pantallas vegetales y jardinería paisajística	Mejoramiento del entorno visual en accesos públicos
Uso del territorio	21	Cambio de uso de suelo	Transformación de terreno forestal o rústico a urbano.	Preparación	Pérdida de función ecológica del terreno.	Evaluación del valor ambiental previo	Restauración de servicios ecosistémicos	Conservación en terrenos con vocación forestal
	22	Conservación del medio	Posibilidad de integración de áreas verdes.	Operación	Aprovechamiento de los espacios para el diseño y conservación de áreas verdes	Zonas verdes como parte del diseño urbano	Mantenimiento y señalización	Programas de educación ambiental comunitaria
Población	23	Fuente de empleo	Contratación de mano de obra local.	Construcción y operación	Generación de empleo directo e indirecto	Promoción del empleo local	Capacitación técnica y de seguridad	Inversión social (infraestructura comunitaria)

El éxito de dichas medidas requiere de una gestión sistematizada de tiempos, presupuestos y recursos.

Cada una de ellas contempla que de no administrarse integralmente pierden eficiencia y eficacia respecto del objetivo de mitigar, prevenir, controlar y corregir los impactos ambientales que ocasionará el proyecto.

Por medio de una lógica sistematizada se puede atender diferentes necesidades de operación:

- **Planificar y definir las acciones que** se llevarán a cabo para la prevención y mitigación de los impactos ambientales generados del desarrollo del proyecto.
- **Contar con mecanismos de medición** e informes del cumplimiento ambiental.

Igualmente resulta factible establecer una relación de tiempo y responsables acorde con la estructura operativa del proyecto y conforme a la dinámica de desarrollo con que opera.

El espacio propuesto para plasmar el planteamiento sistematizado es el **Programa de Vigilancia Ambiental** para el proyecto, mismo que se presenta a continuación.

VI.2. Programa de Control de Vigilancia Ambiental

El Proyecto, consistente en un Desarrollo Inmobiliario, en la Localidad Boca de Tomatlán y Mismaloya. El proyecto Vallarta Sur 5630 está previsto para ser un desarrollo turístico habitacional vertical de 121 departamento que contará con toda la infraestructura urbana necesaria para su viabilidad. En adición, contará con infraestructura que permitirá a los usuarios el goce y disfrute del mar; dicha infraestructura estará conformada por una pasarela marina, así como plataformas y andadores frente al mar que conectarán con el desarrollo turístico habitacional vertical y que bordean el frente norponiente del predio en un escarpado acantilado rocoso.

Adicionalmente a la infraestructura de departamentos, el proyecto integra la construcción de estacionamientos, área comercial, planta potabilizadora y planta de tratamiento de aguas residuales, electricidad, internet y telefonía. El proyecto se desarrollará en dos etapas, la primera integra el Edificio Sur, estacionamiento, pasarela marina, plataformas y andadores frente al mar y la segunda con el Edificio Norte y el área comercial.

Como parte del proyecto, se dejarán áreas en su estado natural, que no serán intervenidas, tanto en la zona terrestre como en la zona federal marítimo terrestre.

En este sentido el proyecto, no está exento de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes para prevenir efectos negativos sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre tal y como refiere el Artículo 29 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que a la letra dice:

> *ARTÍCULO 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.*

El sitio donde se llevará a cabo las obras del proyecto, no presenta condiciones ambientales relevantes que conlleven acciones de protección específica a la flora o la fauna debido a que dentro del predio existen construcciones antiguas que fueron utilizadas por los dueños anteriores, no obstante, se han identificado las principales interacciones ambientales de las actividades a desarrollar y el presente Programa de Control de Vigilancia Ambiental, en el cual se proponen medidas de control para prevenir y en su caso mitigar los efectos negativos que se puedan dar al ambiente.

Alcances

El presente programa ha sido diseñado en cumplimiento de las disposiciones de las leyes ambientales vigentes, teniendo su sustento legal, en las leyes y normas mexicanas que a continuación se enlistan:

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos.
- Programas de Ordenamiento Ecológico
- Plan Parcial de Desarrollo Urbano
- Normas aplicables

Como **PROMOVENTE** de las obras de construcción, instalación y operación del desarrollo inmobiliario Vallarta Sur 5630, se reconoce como responsable de ejecutar todos los compromisos ambientales propuestos para el control, prevención y mitigación para evitar los posibles efectos negativos por la ejecución del Proyecto en sus diferentes etapas.

Dentro del marco de la administración y dirección del proyecto, se tendrá como corresponsables de las obligaciones ambientales derivadas del **Programa de Control de Vigilancia Ambiental** a todos los CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS que participen en las obras de intervención y en las diferentes etapas del proyecto, los cuales, a su vez, serán los responsables de trasmitir y hacer cumplir las acciones que se derivan, a sus trabajadores, empleados y proveedores que participen en su desarrollo.

Introducción

El presente **Programa de Control de Vigilancia Ambiental** está orientado a garantizar una adecuada y correcta aplicación de las medidas de mitigación, prevención y compensación.

El programa permite la evaluación periódica e integrada de la calidad del sistema ambiental regional de las obras y actividades desarrolladas durante las diferentes etapas del proyecto. Las variables sujetas a seguimiento dependerán tanto de la naturaleza de las obras y de los indicadores ambientales a controlar.

La supervisión y monitoreo evalúa de manera periódica y permanente el estado de los recursos ambientales, con el fin de obtener información para la toma de decisiones dirigidas a la preservación del medio ambiente y a la sustentabilidad de las obras. Por lo que debe incluir mediciones del estado que guardan los diferentes componentes ambientales y sus tendencias, un análisis de las amenazas que representan para el ambiente, acciones necesarias para el control del impacto y definición del esquema para monitorear el progreso de las medidas y la toma de decisiones.

Las medidas de vigilancia deben entenderse como el conjunto de criterios de carácter técnico que permite a la promovente realizar un seguimiento eficaz y sistemático del cumplimiento ambiental, así como de aquellas otras alteraciones de difícil previsión que pudieran aparecer en las distintas fases de desarrollo las obras y actividades del proyecto.

Objetivo

Establecer un mecanismo de supervisión para implementar las acciones específicas de control, prevención y mitigación para el cumplimiento ambiental e integración metodológica

de los informes de cumplimiento para las actividades de construcción, instalación y operación de un desarrollo inmobiliario, en sus diferentes etapas y en sus diferentes obras.

Objetivos particulares

- Efectuar el seguimiento y monitoreo de los trabajos para comprobar que la realización de las obras se enmarque en los requisitos ambientales y que los resultados correspondan con los esperados.
- Verificar el avance de las actividades de las obras de intervención, consistentes en construcción, instalación y operación de un desarrollo inmobiliario y de las medidas propuestas.

Responsabilidades y participación

Para asegurar la viabilidad ambiental de las obras de intervención, consistentes en la construcción, instalación y operación de un desarrollo inmobiliario, la promovente dará seguimiento al **Programa de Control Vigilancia ambiental**, el cual tiene como objetivo el análisis y evaluación integral estratégica respecto de los componentes ambientales y el desarrollo de las obras, el cual se alcanzará a través de:

- La administración de las acciones específicas de cumplimiento,
- La búsqueda y acopio sistematizado de todas las evidencias que den cuenta de la observancia de las obligaciones ambientales,
- La integración metodológica del informe de cumplimiento para las obras en sus diferentes etapas y fases.

Este programa debe entenderse como la base del mecanismo de cumplimiento que implementará la promovente respecto de la oportuna ejecución de las acciones ambientales de las obras de construcción, instalación y operación del desarrollo inmobiliario.

La aplicación de este programa se hará durante las diferentes etapas que comprenden el desarrollo de la ejecución del proyecto:

Etapas de aplicación del Programa de Control de Vigilancia Ambiental	
A	Etapa de Preparación
B	Etapa de Construcción
C	Etapa de Operación y Mantenimiento

Para llevar a cabo el Control de Vigilancia Ambiental, resulta necesario establecer una metodología de organización del trabajo que incluya la definición y unificación de criterios, la estandarización de procesos, la objetividad y racionalidad de las acciones de cumplimiento, la sistematización y simplificación de la información, la comunicación oportuna y la gestión necesaria entre otros.

El seguimiento al cumplimiento ambiental requiere a su vez de Gestiones Ambientales en dos principales acepciones:

- Las **Preventivas**: que son las necesarias para poder solventar los requerimientos de las obras, pero que por su naturaleza deben de ser anticipadas a la ejecución de los conceptos de que se trate;
- Y las de **Proceso**: que son las que se derivan de las acciones de cumplimiento y de la obligación de informar de éstas a la autoridad competente.

Como parte fundamental del esfuerzo de seguimiento al cumplimiento ambiental de las obras, se recaba evidencia útil respecto de la condición de desempeño ambiental de cada uno de los frentes del desarrollo.

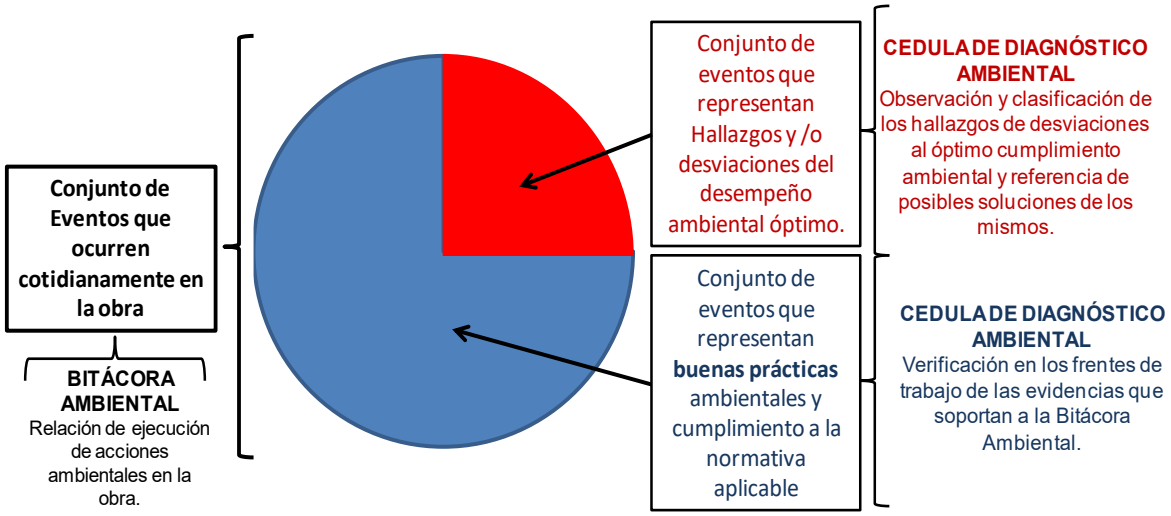
El Diagnóstico de Desempeño Ambiental en los frentes de trabajo de las obras se concentra en dos temas prioritarios:

- Verificación en los frentes de trabajo de las evidencias que soportan a la Bitácora Ambiental.
- Observación y clasificación de los hallazgos de desviaciones al óptimo cumplimiento ambiental y las soluciones de estos.

Consecuencia de dichos recorridos se integra un **Informe de Cumplimiento Ambiental**, mismo que contendrá los resultados de las observaciones efectuadas en un contenido ordenado de la siguiente manera:

- Relación de hallazgos de omisiones o desviaciones de las mejores prácticas para la protección al ambiente observadas durante el recorrido de Supervisión Ambiental.
- Evidencia fotográfica y descriptiva de cumplimiento y ejecución de las buenas prácticas a favor de la protección al ambiente y respeto al marco legal aplicable.
- Relación de hallazgos de urgente atención, entendidas como las condiciones que mayormente influyen en la ocurrencia de desviaciones respecto de las mejores prácticas de protección al ambiente.

INTEGRACIÓN DEL SEGUIMIENTO AL CUMPLIMIENTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS.



Bitácora del Programa de Control de Vigilancia Ambiental.

Para el Seguimiento al Cumplimiento Ambiental de las obras de intervención, consistentes en ampliación, modificación, sustitución, reubicación y/o rehabilitación, la Bitácora Ambiental cumplirá el objetivo de documentar las acciones cotidianas que se ejecutan en las obras, con respecto los compromisos ambientales para el mismo.

La bitácora ambiental abarca la relación de Buenas Prácticas y Hallazgos de desviaciones y las correcciones para el óptimo desempeño ambiental de las obras.

Diagnóstico de Desempeño del Programa de Control de Vigilancia Ambiental

El Diagnóstico de Desempeño del Programa de Vigilancia Ambiental se entiende como la asignación de una calificación a partir de las evidencias que se observan y advierten de cada frente de trabajo de las obras de intervención, consistentes en ampliación, modificación, sustitución, reubicación y/o rehabilitación.

Medidas/Acciones Ambientales.

Este apartado del programa engloba la totalidad de acciones de cumplimiento ambiental de las obras, previstas a priori del inicio de obras y bajo el marco legal aplicable. Es importante

señalar que bajo el principio de Mejora Continua que demanda las obras, será fundamental revalorar y actualizar las acciones del presente subsistema a la luz de los resultados obtenidos.

Etapas de aplicación del Programa de Control de Vigilancia Ambiental	
A	Etapa de Preparación
B	Etapa de Construcción
C	Etapa de Operación y Mantenimiento

Tabla VI.2. Acciones para el Programa de Control de Vigilancia Ambiental

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	C
PCVA-1	El promovente es el único responsable ante las Autoridades Ambientales de los aspectos ambientales de las obras.	*	*	*
PCVA-2	Los contratistas, subcontratistas y operadores dentro de las obras de intervención serán corresponsables ambientales en la implementación de medidas de mitigación, prevención y corrección en el ámbito de su responsabilidad les corresponde.	*	*	*
PCVA-3	Se deberá designar un responsable de la Supervisión Ambiental, corresponsable junto con el Promovente ante la Autoridad Ambiental.	*	*	*
PCVA-4	Establecer una bitácora ambiental que permita tener conocimiento del desempeño ambiental de las obras	*	*	*
PCVA-5	Seguimiento al cumplimiento ambiental de las obras y la información a ser reportada a la Autoridad Ambiental, por medio del establecimiento de una supervisión ambiental.	*	*	*

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	C
PCVA-6	Verificación en los frentes de trabajo para obtención de las evidencias que soportarán la Bitácora Ambiental y el Informe de Cumplimiento Ambiental	*	*	*
PCVA-7	Identificación y clasificación de las desviaciones al óptimo cumplimiento ambiental y las soluciones de estos.		*	*
PCVA-8	Vehículos y maquinaria de las obras de intervención se les dará un mantenimiento preventivo y correctivo	*	*	
PCVA-9	Se dará cumplimiento a los límites establecidos en la Normatividad Ampliable para la calidad del aire y entorno por generación de polvos, ruido, vibraciones y emisiones.	*	*	
PCVA-10	Se llevarán a cabo las acciones necesarias para adecuar la red de agua pluvial a las nuevas condiciones de captación y drenaje.	*	*	*
PCVA-11	Corroborar documentos de verificación vehicular y cumplimiento con las NOM's referidas, así como de reportes de servicio y mantenimiento mecánico de unidades.	*	*	*
PCVA-12	Informe a la autoridad			*

Tabla VI.3. Acciones para el Manejo de Residuos

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	C
MR-01	Designar áreas específicas para comedores temporales para trabajadores dentro de las obras de intervención, a fin de disminuir las fuentes de generación de RSU en las áreas de trabajo.	*	*	*
MR-02	Se deberá contar con infraestructura y contenedores suficientes para atender la generación de residuos.	*	*	*
MR-03	Se llevará a cabo la separación de residuos que potencialmente puedan ser reutilizados o vendidos a empresas recicladoras, a fin de maximizar su valoración.	*	*	*
MR-04	Realizar la separación y clasificación de los residuos sólidos urbanos (orgánico e inorgánico)	*	*	*
MR-05	Los contendores deberán estar rotulados con el tipo de residuo que contengan y preferentemente usar un código de colores para la identificación.	*	*	*
MR-06	Si durante las acciones de limpieza o restauración de sitios afectados por residuos se obtiene material contaminado, este se deberá tratar de acuerdo con su naturaleza y a la normatividad aplicable.	*	*	*
MR-07	Los contenedores de residuos orgánicos deberán mantenerse tapados para evitar la proliferación de fauna nociva (insectos, ratones, cucarachas etc.), así como el mal olor.	*	*	*
MR-08	Capacitación al personal, para la identificación y adecuado manejo de los residuos, así como de las consecuencias legales, económicas y ambientales de un inadecuado manejo de residuos.	*	*	*

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	C
MR-09	Se dispondrán de áreas de acopio temporal para el almacenamiento de RSU y RME, conforme normatividad ambiental vigente.	*	*	*
MR-10	Se dará cumplimiento al marco legal aplicable para el manejo de los Residuos Peligrosos	*	*	*
MR-11	Los residuos deberán almacenarse el menor tiempo posible y de tal forma que se respete su separación y se reduzca la dispersión de finos. Los RP no podrán ser almacenados por más de 6 meses.	*	*	*
MR-12	Contar con una bitácora de generación y manejo de residuos urbanos, peligrosos y de manejo especial.	*	*	*
MR-13	El manejo del material vegetal, derivado del retiro de la vegetación y actividades de jardinería se utilizará para composta.	*		*
MR-14	Se deberá recolectar de manera diaria los RSU generados durante la jornada laboral, para disponerlos en las áreas dispuestas para su acopio y evitar la sobresaturación de los contenedores.	*	*	*
MR-15	La frecuencia de traslado de residuos urbanos al sitio de disposición final deberá asegurar la capacidad de manejo de residuos.	*	*	*
MR-16	La recolección, transporte y disposición final de los RME y RP generados deberá ser por parte de una empresa prestadora del servicio que cuente con autorizaciones vigentes.	*	*	*

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	C
MR-17	Contar con sanitarios Portátiles en cantidad suficiente para el personal, durante las actividades de preparación y construcción de las obras de intervención.	*	*	
MR-18	Prevenir la descarga de aguas residuales al suelo o cuerpos de agua.		*	*

Tabla VI.4. Acciones Rescate y Reubicación de Flora.

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	C
RFL.1	Rescate previo al inicio de obras. Protección de áreas sensibles. (el rescate de los ejemplares depende de varias variables, entre ellas la condición topográfica del terreno, la ubicación de los ejemplares sobre rocas y la dificultad y el riesgo que implica sacar las raíces de las rocas, lo que reduce la viabilidad de sobrevivencia)	*		
RFL.2	Trasplante inmediato a sitios designados con condiciones adecuadas (Vivero temporal).	*	*	*
RFL.3	Listado validado de especies rescatadas		*	*
RFL.4	Propagación de especies mediante esquejes o semilla para restaurar áreas degradadas.		*	*

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	C
RFL.5	El material vegetal producto del desmonte y despalme debe ser acumulado, y destinado como insumo para la generación de composta.	*	*	
RFL.6	Conformación de áreas verdes y el reforzamiento de la vegetación utilizando exclusivamente plantas de la región.		*	*
RFL.7	Monitoreo de la vegetación que conforman las áreas verdes y naturales en el Proyecto.	*	*	*

Tabla VI.5. Acciones Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación Fauna

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	c
PRFA.1	Ahuyentamiento de fauna previo al desmonte y retiro de vegetación.	*	*	*
PRFA.2	Reubicación de fauna en áreas de conservación. (En caso de requerirse)	*	*	*
PRFA.3	Manejo de fauna (en caso de requerirse).	*	*	*
PRFA.4	Monitoreo permanente de fauna	*	*	*

***Tabla VI.6. Acciones** de **Buenas Prácticas** Marinas*

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	C
PBPM-1	El promovente es el único responsable ante las Autoridades Ambientales de los aspectos ambientales de las obras dentro de la zona federal marítimo terrestre y en el ambiente marino.	*	*	*
PBPM -2	Los contratistas, subcontratistas y operadores dentro de las obras de intervención serán corresponsables ambientales en la implementación de medidas de mitigación, prevención y corrección en el ámbito de su responsabilidad les corresponde.	*	*	*
PBPM -3	Se deberá designar un responsable de la Supervisión Ambiental, corresponsable junto con el Promovente ante la Autoridad Ambiental.	*	*	*
PBPM -4	Establecer una bitácora ambiental que permita tener conocimiento del desempeño ambiental de las obras	*	*	*
PBPM -5	Seguimiento al cumplimiento ambiental de las obras y la información a ser reportada a la Autoridad Ambiental, por medio del establecimiento de una supervisión ambiental.	*	*	*
PBPM -6	Verificación en los frentes de trabajo para obtención de las evidencias que soportarán la Bitácora Ambiental y el Informe de Cumplimiento Ambiental	*	*	*
PBPM -7	Identificación y clasificación de las desviaciones al óptimo cumplimiento ambiental y las soluciones de estos como la limpieza inmediata de residuos accidentales.	*	*	*
PBPM -8	Instruir al personal que participará en el desarrollo del proyecto para prevenir la contaminación de aguas marinas y para minimizar la perturbación de hábitats arrecifales, rocosos y zona marina.	*	*	
PBPM -9	Señalización y zonificación de obras y actividades.	*	*	*

ID	ACCIONES DE CUMPLIMIENTO	ETAPA		
		A	B	C
PBPM -10	Quedará expresamente prohibido cazar, molestar, transportar, capturar o lastimar a la fauna marina que se encuentre en el sitio.	*	*	*
PBPM -11	Monitorear semestralmente la calidad del agua y biodiversidad en 3 estaciones de control.			*
PBPM -12	Informe a la autoridad			*

Interpretación de Resultados

La interpretación de resultados para el presente programa se compondrá de la recopilación de datos, analizando los resultados obtenidos para él porcentaje (%) de cumplimiento ambiental que será un reflejo de la certeza sobre las acciones ejecutadas a través de evidencia fotográfica, tablas y gráficas.

El cumplimiento ambiental será calculado considerando los porcentajes de cumplimiento para cada elemento, en base a lo siguiente:

El Indicador de Desempeño Ambiental (IDA): es la relación entre la suma del éxito alcanzado por cada índice ambiental examinado (Ei), y el total de índices considerados por el programa (Ti);

$$IDA = \frac{100 * (Ei\ a + Ei\ b + Ei\ c + Ei\ d)}{Ti}$$

Es decir, que se analizará el porcentaje de cumplimiento para el programa o medidas propuestas entre la suma de todas las acciones propuestas en el programa y cada una de las medidas de mitigación y prevención.

Para determinar la aptitud del Desempeño Ambiental, se establecieron valores porcentuales que determinarán si se cumple o no con el objetivo del Programa, estos valores se muestran en la tabla siguiente:

Valor porcentual o éxito alcanzado	Cumplimiento de los compromisos del programa
0-89%	NO CUMPLE
90-100%	SI CUMPLE

Los resultados obtenidos serán parte del informe de cumplimiento que será presentado ante la autoridad correspondiente.

ANEXO

Ejemplo de Formato de las fichas técnicas y/o bitácora ambiental para el registro del seguimiento de las medidas.

Registros de Actividades para el Cumplimiento Ambiental

PROYECTO REGISTRO DE ACTIVIDADES PARA EL CUMPLIMIENTO AMBIENTAL			
Fecha:		**Hoja No:**	001
Etapa:	Preparación de Sitio		
Lugar:	Ubicación del Evento, coordenadas		
Referencia:	Evidencia del cumplimiento ambiental para el componente ruido		
Actividades realizadas:	• Descripción de actividades		
Normatividad:	• Enlistado de normas que aplica		
Fotografia		Fotografia	

Verificación de la realización de Estudio de ruido dentro del predio	
Fotografia	Fotografia
Verificación documental del mantenimiento de maquinaria	
Responsable por la promovente	Responsable Supervisión Ambiental y Cumplimiento ambiental

VI.3. Referencias

Córdova-Avalos, A., Alcántara-Carbajal, J., Guzmán-Plazola, R., Mendoza-Martínez, G., & González-Romero, V. (2009). Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera pantanos de Centla, Tabasco. *Universidad y ciencia [online], 25*(1), 1-22. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000100001&lng=es&tlng=es.

Franco López, J., Rodríguez Varela, A., Cruz Gómez, A., Chávez López, R., Bedia Sánchez, C., & Morán Silva, Á. (2002). *Antología de lecturas ecológicas. Ecología y conservación.* Tlalnepantla, Estado de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Gómez Orea, D. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental.* Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, CON ACTIVIDAD QUE NO INCLUYE RIESGO

CAPÍTULO VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS



Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

Tabla de contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1
VII.1. Pronóstico del escenario 2
VII.2. Pronóstico ambiental 17
VII.3. Evaluación de alternativas 19
VII.4. Conclusiones 22
VII.5. Referencias 24

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El presente capítulo tiene como finalidad desarrollar los pronósticos ambientales del proyecto “Vallarta Sur 5630”, así como, en su caso, la evaluación de alternativas de desarrollo, conforme a lo establecido en el artículo 15 fracción VII del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Lo anterior con el fin de prever, valorar y contrastar los posibles cambios en las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto, bajo distintos escenarios, y fundamentar la selección de la mejor alternativa técnica, ambiental y territorialmente viable.

Conforme a la Guía para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental en su modalidad regional, este capítulo se estructura en torno a los siguientes componentes:

- El pronóstico ambiental bajo el escenario con proyecto.

- El pronóstico bajo el escenario sin proyecto.

- La evaluación de alternativas de diseño, ubicación y tecnología.

- El análisis comparativo entre las alternativas evaluadas.

Para el caso del proyecto “Vallarta Sur 5630”, esta sección resulta particularmente relevante, dado el sitio donde se desarrollará el proyecto tiene un buen potencial para el desarrollo turístico de la zona sur de Puerto Vallarta ubicado en la región costera regida por instrumentos de planeación encargados de direccionar y regular el ordenamiento urbano y sostenible en el territorio municipal, apoyándose en un conjunto de lineamientos estructurados, además ha sido objeto de procesos previos de transformación del uso del suelo, con presencia de infraestructura en desuso. Por lo tanto, resulta esencial prever con rigor técnico los impactos potenciales que podrían derivarse de la demolición, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de los componentes del proyecto.

Con la información contenida en este capítulo, se proporciona a la autoridad ambiental una base sólida para el análisis del proyecto en términos de su viabilidad ambiental, así como para la eventual emisión de una resolución que establezca las condiciones bajo las cuales podría autorizarse la ejecución de este.

Dado lo anterior, sobre la base del escenario ambiental obtenido en la sección del capítulo IV, y con el objeto de conformar el escenario resultante del desarrollo del proyecto, se

desarrollaron las estrategias de prevención y mitigación (detalladas en el capítulo VI) para la descripción del escenario final.

Para tal efecto se consideró el análisis del escenario final y la dinámica ambiental regional en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales, y de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

El escenario modificado ha sido analizado, planeado y avalado por los instrumentos de planeación ambiental, de manera que el proyecto se insertará en un área con tendencias de desarrollo en la zona, de acuerdo con lo establecido y vislumbrado por los programas de ordenamiento ecológicos y urbanos.

Así mismo, se estimó la modificación de la calidad ambiental del sitio durante la vida útil del proyecto, con respecto a las tendencias de desarrollo y/o deterioro de los ecosistemas.

A partir de los resultados obtenidos, se desarrollaron los pronósticos de los escenarios y valoración del comportamiento ambiental del sitio sin la ejecución del proyecto, con la ejecución del proyecto sin estrategias de prevención, mitigación o compensación y la ejecución del proyecto con las estrategias de prevención, mitigación y/o compensación.

VII.1. Pronóstico del escenario

A continuación, se presenta un cuadro que resume los pronósticos del escenario en ausencia de proyecto y con el proyecto en operación por componente ambiental.

COMPONENTE: ATMÓSFERA		
Descripción de interacciones	Emisión de polvo y gases por maquinaria y camiones; Ruido de maquinaria y obras; Reducción de sombra y humedad local por remoción de vegetación.	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin estrategias de mitigación**	**Escenario con proyecto y con estrategias de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
Dentro del SAR del proyecto, existe una planta de tratamiento de aguas residuales, que si no tiene el mantenimiento adecuado podría emitir liberación de metano (CH_4) y sulfuro de hidrógeno (H_2S) por descomposición anaeróbica de la materia orgánica, contribuyendo al cambio climático y olores nocivos. Por otra parte, el SAR es atravesado por la carretera Puerto Vallarta - Barra de Navidad, por lo que el tránsito de vehículos contribuye a la emisión de contaminantes a la atmósfera. A los costados del Sitio del Proyecto se existen hoteles dotados de infraestructura urbana y turística, por lo que de manera cotidiana y permanente se desarrollan diferentes actividades antropogénicas, por lo que dichas actividades generan ruido, polvos y gases de combustión. Respecto al predio en cual se pretende la realización del proyecto, conforme al Plan Parcial de Desarrollo urbano Distrito Urbano 10, corresponde a un uso de reserva de área urbanizable, por lo que existen actividades de carácter urbano de una manera constante, y mismas que generan ruido, polvos y gases de combustión. La calidad del aire es buena,	En términos de emisiones a la atmósfera y ruido, el proyecto tendrá impactos diferenciados según la etapa y a la zona de Proyecto y SAR: Área SAR durante las Etapas de preparación y construcción: Las emisiones atmosféricas (gases, polvo) y ruido serán significativas debido al uso de maquinaria pesada y vehículos, pero estarán limitadas al corto plazo (duración de estas etapas). Estas emisiones se compartirán con otros proyectos similares en la zona, pero no se extenderán más allá del área forestal del SAR, donde las emisiones serán nulas imperceptibles. Durante la Etapa de operación y mantenimiento: Las emisiones de ruido provendrán de actividades turísticas, pero se consideran compatibles con el entorno al ser actividades ya existentes en la zona. No se prevén riesgos ecológicos para el SAR, ya que estas emisiones son parte de la dinámica integral del área. Para el área del proyecto Las emisiones y ruido persistirán por el tránsito vehicular y actividades antrópicas, incluso después de la construcción.	Se prevé que en el SAR con las medidas de prevención y mitigación se esperaría que este componente conserve sus condiciones actuales, con afectaciones fugaces por las emisiones de la maquinaria, polvos y ruido.

COMPONENTE: ATMÓSFERA		
Descripción de interacciones	Emisión de polvo y gases por maquinaria y camiones; Ruido de maquinaria y obras; Reducción de sombra y humedad local por remoción de vegetación.	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin estrategias de mitigación**	**Escenario con proyecto y con estrategias de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
debido principalmente a la ventilación natural y ausencia de fuentes significativas de contaminación atmosférica en los alrededores del proyecto. La actividad de asentamientos urbanos podría sin embargo ir en aumento, como se anticipa por el uso de suelo considerado para esta zona por los ordenamientos relativos.		

Escenario ambiental esperado.	**Escenario ambiental esperado.**	**Escenario ambiental esperado.**
La calidad del aire podría sufrir una relativa degradación acumulativa, en un periodo largo de tiempo debido a un posible aumento en la circulación de vehículos y el aumento de la población en la zona.	Ejecución de las actividades con emisiones temporales a la atmósfera, provenientes de la maquinaria utilizada para la construcción del proyecto, con la consecuente afectación al aire.	A nivel regional, no se prevé una afectación significativa sobre este componente. El aire del área de estudio seguirá con la calidad actual, pero el proyecto no contribuirá a un progresivo deterioro, presentándose únicamente afectaciones fugaces y de corta extensión durante la preparación y construcción.
Modificación de la calidad ambiental del sitio.	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**
Podría ser sujeta a una gradual, aunque mínima degradación de la calidad del aire en el sistema ambiental	La calidad del aire en el sistema ambiental regional disminuiría de manera temporal.	Se prevé que, con la implementación de las medidas de prevención, mitigación, contempladas en el capítulo VI del presente estudio, los efectos adversos que podría generar el desarrollo del Proyecto sobre el factor atmósfera no serán significativos.

COMPONENTE: SUELO		
Descripción de interacciones	Modificación topográfica por cortes y rellenos; Remoción de cobertura vegetal y exposición de suelo; Paso de maquinaria pesada y cimentación; Manejo inadecuado de residuos sólidos o peligrosos.	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin estrategias de mitigación**	**Escenario con proyecto y con estrategias de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
La Tendencia del área contempla el equipamiento urbano, de acuerdo con lo establecido y programado en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano - Distrito Urbano 10. Las condiciones actuales en el predio con infraestructura abandonada y compactación previa se mantendrán en el sitio.	Sin la aplicación de medidas de mitigación aumentaría el impacto al suelo ya que la remoción de cobertura vegetal dejaría este componente expuesto a los efectos del intemperismo, degradación y erosión. De igual manera el mal manejo de los residuos sólidos, especialmente durante demolición de las estructuras existentes, así como en la etapa de construcción del proyecto afectarían a este componente. Por la condición natural en la que se encuentra la superficie destinada al proyecto, ya es un área con presencia de erosión, se pueden observar arrastre de sedimentación y movimiento de la capa superficial del suelo debido a la actividad previa en el sitio, factor que dificulta el crecimiento de la vegetación, lo que se refleja en la pérdida de cobertura vegetal que ha presentado por alta perturbación a la que se ha estado expuesto el sitio.	Por la ubicación del proyecto, el SAR tendrá afectación puntual de este componente en las áreas de desplante del proyecto, la implementación de medidas de prevención y mitigación disminuirán la magnitud de esta afectación, evitando una larga exposición del suelo, reintegrando el producto de despalme además de prevenir en todo momento la contaminación por el mal manejo de residuos sólidos o líquidos. Asimismo, la implementación de los programas ambientales permitirá mejorar las condiciones actuales.

Escenario ambiental esperado.	Escenario ambiental esperado.	Escenario ambiental esperado.
Dado que el área donde se inserta el sistema ambiental regional está regida por un Plan de Desarrollo Urbano el cual contempla el área de reserva para el crecimiento urbano, el suelo estará sujeto a un proceso gradual de desarrollo.	Alta remoción y compactación de suelos, pérdida de capa vegetal, incremento en erosión y contaminación por residuos sólidos.	En el sistema ambiental regional seguirían presentándose tendencias de desarrollo de la misma naturaleza que el presente proyecto, mientras que, en el Área del Proyecto, con la ejecución del sistema de medidas de mitigación y los programas ambientales sugeridos contribuirá al mantenimiento del sitio evitando la erosión de suelos.
Modificación de la calidad ambiental del sitio.	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**
Por el momento no existirán cambios, sin embargo, en el sistema ambiental proseguirá el deterioro de las condiciones del suelo por erosión, contaminación con residuos sólidos urbanos si no se atienden, así como el crecimiento del desarrollo turístico y habitacional previsto. En el predio se mantendrán las condiciones actuales con infraestructura abandonada y compactación previa.	El sitio de proyecto vería afectada la calidad de este componente de manera moderada, por la erosión del suelo puntual en el sitio de desplante de las obras y de manera más extensa la afectación por residuos sólidos, ya que estos son de fácil dispersión.	A nivel del SAR no se prevén cambios, pues no se afectará la vegetación que existe más allá del sitio además que el proyecto se localiza en la parte final de la microcuenca en un área que cuenta con elementos urbanos. A nivel del AP, como parte de las medidas de prevención y mitigación que se implementaran para proteger este componente durante el desarrollo del proyecto en particular durante la etapa de preparación del sitio y construcción Durante las diferentes etapas del proyecto se pretende además la capacitación para concientizar al personal que labore en la obra sobre el cumplimiento y aplicación de las medidas de prevención, mitigación propuestas en la MIA-R, lo que contribuirá a aminorar los impactos negativos que el proyecto pudiera ocasionar.

COMPONENTE: HIDROLOGÍA		
Descripción de interacciones	Obstrucción o modificación de cauces naturales; Arrastre de residuos o aguas residuales mal manejadas; Arrastre de sedimentos hacia la zona marina; Construcción de elementos que puedan modificar la dinámica natural de la columna de agua marina	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin estrategias de mitigación**	**Escenario con proyecto y con estrategias de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
El SAR, se localiza en la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico, Región Hidrológica 13 Río Huicicila en la Cuenca Hidrológica Tecomala. En cuanto a la hidrología subterránea, El SAR, AP se ubican dentro del Acuífero de Puerto Vallarta 1427 en el que se tienen registrados 153 aprovechamientos de Aguas Subterráneas en el municipio de Puerto Vallarta. Sin el desarrollo del proyecto el tema hidrológico se mantiene en uso constante debido al aprovechamiento de la zona con el factor latente del crecimiento urbano y las actividades turísticas que se realizan actualmente en el SAR. Como se mencionó existe una planta de tratamiento de aguas residuales que si no tiene mantenimiento adecuado el vertido de aguas residuales sin tratar o mal tratadas a los escurrimientos cercanos que van directo al mar pondrían en riesgo al contaminarlos con materia orgánica, nutrientes (nitrógeno, fósforo), patógenos y sustancias tóxicas (metales pesados, químicos industriales).	Sin la aplicación de medidas de mitigación aumentaría el impacto al suelo ya que la remoción de cobertura vegetal dejaría este componente expuesto a los efectos del intemperismo, degradación y erosión. De igual manera el mal manejo de los residuos sólidos, especialmente durante demolición de las estructuras existentes, así como en la etapa de construcción del proyecto afectarían a este componente. Por la condición natural en la que se encuentra la superficie destinada al proyecto, ya es un área con presencia de erosión, se pueden observar arrastre de sedimentación y movimiento de la capa superficial del suelo debido a la actividad previa en el sitio, factor que dificulta el crecimiento de la vegetación, lo que se refleja en la pérdida de cobertura vegetal que ha presentado por alta perturbación a la que se ha estado expuesto el sitio.	Aun cuando existirá afectación puntual de este componente en las áreas de desplante del proyecto, la implementación de medidas de prevención y mitigación disminuirán la magnitud de esta afectación, evitando una larga exposición del suelo, reintegrando el producto de despalme además de prevenir en todo momento la contaminación por el mal manejo de residuos sólidos o líquidos. Asimismo, la implementación de los programas ambientales permitirá mejorar las condiciones actuales.

COMPONENTE: HIDROLOGÍA		
Descripción de interacciones	Obstrucción o modificación de cauces naturales; Arrastre de residuos o aguas residuales mal manejadas; Arrastre de sedimentos hacia la zona marina; Construcción de elementos que puedan modificar la dinámica natural de la columna de agua marina	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin estrategias de mitigación**	**Escenario con proyecto y con estrategias de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
La Tendencia del área contempla el equipamiento urbano, de acuerdo con lo establecido y programado en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano - Distrito Urbano 10. Las condiciones actuales en el predio con infraestructura abandonada se mantendrán en el sitio lo cual podría contribuir a la erosión del sitio y al arrastre de sedimentos hacia la parte marina.		

Escenario ambiental esperado.	**Escenario ambiental esperado.**	**Escenario ambiental esperado.**
La calidad del componente hidrología podría sufrir una reducción en cuanto a disponibilidad, aunque en un periodo a largo plazo, se mantendrá la tendencia del crecimiento urbano de la zona y se debe tener atención en la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada cerca del proyecto.	Alta remoción y compactación de suelos, pérdida de capa vegetal, incremento en erosión y contaminación por residuos sólidos.	En el sistema ambiental seguirían presentándose tendencias de desarrollo de la misma naturaleza que el presente proyecto, mientras que, en el Área del Proyecto, con la ejecución del sistema de medidas de mitigación y los programas ambientales sugeridos contribuirá al mantenimiento del sitio evitando la erosión de suelos.
Modificación de la calidad ambiental del sitio.	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**

Sufriría cambios menores al igual que el sistema ambiental.	El sitio de proyecto vería afectada la calidad de este componente de manera moderada, por la erosión del suelo puntual en el sitio de desplante de las obras y de manera más extensa la afectación por residuos sólidos, ya que estos son de fácil dispersión.	A nivel del SAR no se prevén cambios, pues no se afectará la vegetación que existe más allá del sitio además que el proyecto se localiza en la parte final de la microcuenca en un área que cuenta con elementos urbanos. A nivel del AP, como parte de las medidas de prevención y mitigación que se implementaran para proteger este componente durante el desarrollo del proyecto en particular durante la etapa de preparación del sitio y construcción durante las diferentes etapas del proyecto se dar la capacitación al personal que labore en la obra sobre el cumplimiento y aplicación de las medidas de prevención, mitigación propuestas en la MIA-R, lo que contribuirá a aminorar los impactos negativos que el proyecto pudiera ocasionar.

COMPONENTE: FLORA		
Descripción de interacciones	Desmonte para obras, vialidades y edificios; Retiro de vegetación del sitio; Reducción de volumen vegetal; Posible remoción de especies listadas en NOM-059.	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin estrategias de mitigación**	**Escenario con proyecto y con estrategias de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
La Tendencia del área contempla el equipamiento y desarrollo urbano de acuerdo con lo establecido en los planes de ordenamiento ecológico y urbano. La cobertura de vegetación se mantiene bajo la presión continúa permitida para la zona, el escenario es el de un decremento ya que la tendencia de desarrollo continuará dentro del sistema ambiental, sin embargo, se contemplan superficies designadas específicamente a conservación lo cual compensa en cierto grado la afectación al componente.	Se esperaría una tendencia que propicie el deterioro de la vegetación nativa dentro del sistema ambiental regional, así como un aumento no controlado en la abundancia de la vegetación exótica. En el sitio de proyecto sin las medidas de prevención y mitigación, se perdería la vegetación que se debe remover en un área de 8553,019 m^2.	El desarrollo del proyecto no afectará vegetación forestal a nivel del SAR sin embargo, a nivel del AP, es necesario llevar a cabo la remoción de vegetación y para ser compensado este impacto se propone la creación de áreas verdes con especies propias de la nativas y permitidas.
Escenario ambiental esperado.	**Escenario ambiental esperado.**	**Escenario ambiental esperado.**
Se esperaría un escenario con deterioro de la vegetación por la acción antropogénica y en cierto grado por fenómenos meteorológicos.	Eliminación de cobertura vegetal secundaria, pérdida de hábitats en el área del proyecto	Rescate de flora, revegetación con especies nativas y conservación parcial de áreas naturales.
Modificación de la calidad ambiental del sitio.	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**
La vegetación está en constante presión por el cambio de uso de suelo, en este caso por el desarrollo de actividades turísticas.	Se perdería la cobertura vegetal, no habría rescate ni medidas de mitigación, así como posible afectación al medio marino a causa del mal manejo de los residuos vegetales y arrastre de sedimentos.	En el área del proyecto existen remanentes de construcciones en desuso, por lo que la vegetación no crece en todo el sitio, así que el proyecto utilizará estas áreas confinando áreas verdes y de conservación el algunos sitios conservando vegetación rescatada de importancia ecológica.

COMPONENTE: FAUNA		
Descripción de interacciones	Alteración de hábitat y ruido excesivo; Presencia de fauna con estatus de protección; Fragmentación del ecosistema natural.	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin estrategias de mitigación**	**Escenario con proyecto y con estrategias de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
La tendencia del área contempla el equipamiento y desarrollo urbano de acuerdo con lo establecido en los planes de ordenamiento ecológico y urbano. La fauna continuará viendo reducido su hábitat natural debido a la tendencia de desarrollo del sistema ambiental regional, obligándola a migrar a sitios con vegetación más densa, poniéndola en riesgo por interacción con caminos y carreteras, particularmente reptiles y mamíferos. En cuanto a fauna marina, en la zona existen embarcaciones pesqueras y de esparcimiento, por lo que se encuentran en constante interacción con actividades humanas.	A nivel del SAR la fauna que se ubica en esta área no se verá afectada por el proyecto, debido a que no se requiere la remoción de vegetación, en cuanto al AP la fauna que puede verse afectada por el desarrollo del proyecto las menos afectadas serían las aves las cuales se desplazarán a zonas que les proporciones refugio y alimentación. Sin medidas de prevención y mitigación las especies de lento desplazamiento y pequeños mamíferos pueden quedar expuestos y ser atropellados en la carretera aledaña.	Durante las actividades preparación y etapa de construcción, se realizarán acciones de rescate y ahuyentamiento de la poca fauna que se observa, para evitar riesgo y propiciar su desplazamiento hacia áreas silvestres cercanas, con lo que se evitaría una afectación directa a los ejemplares de fauna del sitio de proyecto.
Escenario ambiental esperado.	**Escenario ambiental esperado.**	**Escenario ambiental esperado.**
En áreas con ordenamientos bien aplicados como es el caso, la fauna podría coexistir con el desarrollo, mientras que, en zonas con laxitud regulatoria, sufriría desplazamientos o extinciones locales. La planificación urbana sostenible y la conservación activa (como los programas de protección de especies terrestres y marinas) son clave para mantener la biodiversidad característica de Puerto Vallarta.	Alta remoción y compactación de suelos, pérdida de capa vegetal, incremento en erosión y contaminación por residuos sólidos.	El proyecto tomará las medidas necesarias para evitar la perturbación de la fauna silvestre que pudiese observarse, durante todas las etapas del proyecto. De igual manera se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre. Además, se tendrán zonas libres de construcción las cuales servirán de espacios que pueden utilizar como hábitat, áreas de descanso o de paso en el caso de las aves.
Modificación de la calidad ambiental del sitio.	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**

El sitio al mantener condiciones de abandono podría generar sitios donde la gente que circula en el área tire basura lo cual puede ocasionar el desarrollo de fauna nociva.	Disminuirá la calidad ambiental, perturbación por ruido del sitio, contaminación del medio marino por sedimentos en suspensión afectarían la transparencia del agua, perjudicando a la ictiofauna. derrames de químicos (pinturas, aceites) y aguas residuales sin tratar intoxicarían a especies filtradoras (ostras, almejas). además de que sin medidas de prevención y mitigación por la urbanización atraería fauna no nativa (ratas, palomas, gatos ferales), que competirían o depredarían a especies locales.	A nivel del SAR no se prevén cambios, pues no se afectará fauna que existe más allá del sitio del proyecto. A nivel del AP, se espera que no tenga una afectación significativa a la calidad faunística es poco diversa. Habrá presión sobre especies pequeñas, pero con monitoreo y ajuste de medidas, los impactos pueden mantenerse en niveles bajos.

COMPONENTE: PAISAJE		
Descripción de interacciones	Modificación del paisaje	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin estrategias de mitigación**	**Escenario con proyecto y con estrategias de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
La tendencia del área contempla el equipamiento y desarrollo urbano de acuerdo con lo establecido en los planes de ordenamiento ecológico y urbano, el paisaje seguirá modificándose por el desarrollo turístico y económico de la región.	Modificación del paisaje en el SAR por diseños que no estén en armonía con el ambiente. A nivel del AP la calidad visual del paisaje se vería alterada de manera significativa, por la inserción del proyecto aún y cuando que en áreas adyacentes al predio se ubican proyectos de naturaleza similar sin embargo sin las medidas de prevención y mitigación adecuadas el manejo de residuos y un mal diseño de paisaje causarían efectos visual diferente a como ahora se percibe.	El paisaje del SAR se modificará únicamente en el área del proyecto, pero como se comentó la tendencia del sitio es de desarrollo por lo que con las medidas adecuadas se prevé una mínima afectación al paisaje, creando un espacio acorde a las características naturales del área.
Escenario ambiental esperado.	**Escenario ambiental esperado.**	**Escenario ambiental esperado.**

Modificación del paisaje de manera gradual, bajo los esquemas permitidos por los programas de desarrollo de la zona.	El escenario esperado sería mala planificación del desarrollo causando un desequilibrio no solo ambiental si no de paisaje que llevaría al fracaso todo el proyecto.	El paisaje se verá afectado, pero con las medidas de prevención y mitigación contempladas, es posible minimizar el impacto de este componente. La planificación, el uso de tecnologías eco amigables y el cumplimiento de normativas y los programas ambientales considerados el proyecto no solo será viable, sino que también contribuirá a preservar la belleza natural que caracteriza la región.
Modificación de la calidad ambiental del sitio.	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**
Modificación del sitio, ya que se pretende el desarrollo turístico.	Pérdida de vegetación, retiro sin control eliminando especies y reduciendo la biodiversidad. Alteración del relieve: Excavaciones y movimientos de tierra no regulados generan erosión, deslizamientos y sedimentación. Impacto visual: Edificaciones mal integradas romperían la armonía del entorno, además de que un paisaje deteriorado reduce el interés de los visitantes, afectando la inversión y empleos locales.	El área del proyecto corresponde a la zona de asentamientos humanos, la implementación del proyecto con las medidas de prevención y mitigación bien aplicadas no generará un cambio perceptible ni en el medio terrestre ni en el marino, debido a que se ubica en una zona con un desarrollo turístico costero, donde existe proyectos de naturaleza similar, además la calidad paisajística aumentará pues ya no se observará un predio abandonado.

COMPONENTE: USO DEL TERRITORIO		
Descripción de interacciones	Cambio de uso de suelo; Conservación del medio	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin estrategias de mitigación**	**Escenario con proyecto y con estrategias de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
La Tendencia del área contempla el equipamiento urbano, de acuerdo con lo establecido y programado en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano - Distrito Urbano 10. Las condiciones actuales en el predio con infraestructura abandonada se mantendrán hasta que se decida la planeación de nuevos proyectos en los que se aproveche el sitio y la posibilidad de desarrollo establecida en los ordenamientos del territorio.	Sin la aplicación de medidas de mitigación aumentaría el impacto al suelo ya que la remoción de cobertura vegetal dejaría este componente expuesto a los efectos del intemperismo, degradación y erosión. De igual manera el mal manejo de los residuos sólidos, especialmente durante demolición de las estructuras existentes, así como en la etapa de construcción del proyecto afectarían a este componente. Por la condición natural en la que se encuentra la superficie destinada al proyecto, ya es un área que ha sufrido cambios en la estructura y composición de la vegetación por la perturbación a la que ha estado expuesto el sitio.	Aun cuando existirá afectación puntual de este componente en las áreas de retiro de vegetación, la implementación de medidas de prevención y mitigación disminuirán la magnitud de esta afectación, se proponen medidas de prevención y mitigación como el rescate de individuos susceptibles al rescate, así como a la restauración de sitios que la autoridad considere.
Escenario ambiental esperado.	**Escenario ambiental esperado.**	**Escenario ambiental esperado.**
El sitio ha sufrido transformaciones en cuanto a este componente, debido a que la cubierta vegetal ha sido removida en gran parte del AP así mismo la transformación del área donde se ubica el SAR está en constante presión por el desarrollo del área, tanto turística como agropecuaria.	Pérdida de capa vegetal, en el área del proyecto con posible afectación de erosión y arrastre de material hacia la zona marina.	En el SAR seguirían presentándose tendencias de desarrollo de la misma naturaleza que el presente proyecto, mientras que, en el Área del Proyecto, con la ejecución de medidas prevención y de mitigación así los programas ambientales sugeridos contribuirán al mantenimiento del sitio minimizando los efectos negativos al ambiente.

Modificación de la calidad ambiental del sitio.	Modificación de la calidad ambiental del sitio.	Modificación de la calidad ambiental del sitio.
Sufrirá cambios y tendrá presión constante por la capacidad de aprovechamiento y desarrollo de la zona.	El sitio de proyecto vería afectada la calidad de este componente de manera moderada, por la erosión del suelo puntual en el área donde se vaya retirando la vegetación y de manera más extensa hacia la zona marina.	A nivel del SAR no se prevén cambios, pues no se afectará la vegetación que existe más allá del sitio del proyecto además de ubicarse en la parte final de la microcuenca en un área que cuenta con elementos urbanos. A nivel del AP, como parte de las medidas de prevención y mitigación se implementarán para proteger este componente durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas se dará capacitación al personal que labore en la obra sobre el cumplimiento y aplicación de las medidas de prevención, mitigación propuestas en la MIA-R, lo que contribuirá a aminorar los impactos negativos que el proyecto pudiera ocasionar.

COMPONENTE: POBLACION		
Descripción de interacciones	Fuente de empleo	
Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**	**Escenario con proyecto y con medidas de prevención y mitigación**
Tendencias.	**Tendencias.**	**Tendencias.**
La Tendencia del área contempla el equipamiento y desarrollo urbano de acuerdo con lo establecido en los planes de ordenamiento ecológico y urbano. La fauna continuará viendo reducido su hábitat natural debido a la tendencia de desarrollo del sistema ambiental regional. En ausencia del proyecto se mantendrán las tendencias actuales de empleo. Con la no ejecución del proyecto, se perdería una	Las tendencias en la zona se mantendrán, aunque el proyecto sin medidas de mitigación propiciaría que se dejen de aplicar medidas que favorecerían una tendencia de crecimiento económico sostenido.	Dentro del monto de inversión estimada se tienen contemplados los costos de operación y mantenimiento, así como los costos para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas, sin considerar los beneficios subsecuentes e inherentes a esta inversión, tales como la generación de empleos, beneficio de servicios ambientales. El proyecto se insertará en un área destinada

inversión por el desarrollo del proyecto, además de la generación de empleos directos e indirectos en las diferentes etapas del Proyecto.		al crecimiento urbano, en un escenario de vocación evidentemente turística dados sus componentes ambientales.
Escenario ambiental esperado.	**Escenario ambiental esperado.**	**Escenario ambiental esperado.**
En términos de la economía local como un componente del sistema ambiental regional, no ocurrirán afectaciones directas.	El escenario ambiental esperado sin la ejecución de las medidas de mitigación sería, en todo caso, el escenario más desfavorable es para la calidad ambiental, ya que no habría mitigación de impactos a los diferentes componentes ambientales y de operatividad directa, por lo que sería inviable la ejecución del proyecto.	Con la aplicación del sistema de medidas de prevención y mitigación se garantiza la permanencia del proyecto y por ello, en todas las etapas del desarrollo se dará prioridad de empleo a personas residentes de la región.
Modificación de la calidad ambiental del sitio.	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**	**Modificación de la calidad ambiental del sitio.**
La calidad ambiental en términos de la economía local, sin un proyecto en el predio, las obras que ya existen se mantendrán hasta que por acciones del intemperismo al que están expuestas seguirán desgastándose, teniendo un sitio mal aprovechado pudiendo ser utilizado para actos de vandalismo, o de un mal uso por la gente que llega a introducirse sin permiso.	En ausencia de medidas de mitigación, el AP se verá afectado, ya que no se permitirá que las medidas cumplan con su objetivo de reducir y minimizar los impactos ambientales en presencia del proyecto, de tal manera que no se podrá conservar ni mejorar la calidad ambiental de acuerdo con lo planeado con las medidas de prevención y mitigación, perdiendo así gran parte del atractivo que motivo la inversión en primer lugar.	La ejecución del sistema de medidas de prevención y mitigación garantizará la viabilidad ambiental, financiera y permanencia del proyecto, por lo que el mejor escenario esperado en términos del apoyo a la economía local es precisamente este, en el que el proyecto operará en el marco del desarrollo sustentable, ejecutando todas y cada una de las medidas y acciones de prevención y mitigación establecidas en la MIA-R y además las que determine la autoridad, de tal suerte que, mientras esto se cumpla, el proyecto podrá seguir operando, generando empleos, favoreciendo el crecimiento económico y una opción más de inversión y desarrollo y turismo.

VII.2. Pronóstico ambiental

El pronóstico ambiental del proyecto “Vallarta Sur 5630” se elaboró con base en el análisis del sistema ambiental regional (SAR) y del área del proyecto (AP), considerando los escenarios sin proyecto, con proyecto sin medidas de mitigación y con proyecto aplicando el sistema de medidas ambientales. Este análisis permite anticipar las modificaciones en la calidad ambiental, identificar tendencias y valorar la viabilidad ambiental de la propuesta.

Atmósfera

En ausencia del proyecto, la atmósfera del sitio mantendría condiciones de buena calidad, con presiones derivadas de las actividades urbanas y turísticas ya existentes en la zona. Sin embargo, el crecimiento poblacional y vehicular previsto por los instrumentos de ordenamiento territorial implicará un deterioro gradual.

Con el proyecto sin medidas de mitigación, se generarían emisiones temporales de polvo, gases y ruido significativos en las etapas de demolición y construcción, afectando localmente la calidad del aire y el entorno acústico. En operación, el tránsito vehicular incrementaría los niveles de contaminación atmosférica y ruido, con riesgos acumulativos en la zona.

Aplicando las medidas de mitigación (riegos de control de polvo, mantenimiento de maquinaria, horarios de obra, barreras acústicas), los impactos se limitarán a eventos puntuales y de corta duración, manteniendo la calidad atmosférica del SAR sin alteraciones significativas.

Suelo

En el escenario sin proyecto, el predio conservaría sus condiciones actuales de abandono y compactación, con procesos erosivos y arrastre de sedimentos derivados de la falta de cobertura vegetal.

En el escenario con proyecto sin medidas, la remoción de vegetación, cortes y rellenos, así como la exposición del suelo, intensificarían la erosión y degradación, además de aumentar el riesgo de contaminación por manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos.

Con la implementación de las medidas propuestas (reintegración de material producto del despalme, confinamiento de residuos, revegetación y capacitación al personal), se reducirá la exposición y pérdida de suelo, manteniendo condiciones estables en el sitio e incluso mejorando la calidad del componente respecto al estado actual.

Hidrología

En ausencia del proyecto, la hidrología superficial y subterránea continuaría sujeta a presiones urbanas y turísticas. La cercanía de la planta de tratamiento de aguas residuales representa un riesgo latente de contaminación si no recibe mantenimiento adecuado.

Con el proyecto sin medidas, se prevé el arrastre de sedimentos a la zona marina, riesgos de contaminación de escurrimientos por residuos y posibles afectaciones a la infiltración natural.

Con la aplicación de las medidas (control de sedimentos, manejo adecuado de residuos líquidos y sólidos, programas de supervisión de obras costeras), los impactos se minimizan, manteniendo la funcionalidad hídrica del sitio y evitando descargas contaminantes al medio marino.

Flora

El escenario sin proyecto mantendría la cobertura vegetal secundaria del sitio, aunque bajo presión constante de urbanización. La tendencia sería hacia un decremento progresivo de la vegetación natural.

Sin medidas de mitigación, el proyecto implicaría la pérdida total de la cobertura vegetal en el área de desplante, con eliminación de hábitats y riesgo para especies enlistadas en la NOM-059.

Con las medidas aplicadas (rescate de flora, revegetación con especies nativas y establecimiento de áreas verdes), se reduce la pérdida neta de vegetación, generando espacios de conservación que compensen parcialmente la afectación.

Fauna

En ausencia del proyecto, la fauna del área continuaría viéndose presionada por el desarrollo urbano y turístico, con reducción progresiva de hábitats y desplazamiento hacia zonas silvestres.

Sin medidas, el proyecto provocaría alteración directa del hábitat, desplazamiento de aves y riesgo de atropellamiento de fauna de lento desplazamiento. Además, podrían generarse impactos indirectos en la fauna marina por derrames o sedimentos en suspensión.

Con la aplicación de programas de rescate y reubicación de fauna, así como la delimitación de zonas libres de construcción, los impactos se reducen significativamente, permitiendo la coexistencia del proyecto con la biodiversidad regional.

Paisaje

El escenario sin proyecto mantendría un paisaje deteriorado por la presencia de infraestructura abandonada y vegetación secundaria.

Sin medidas de mitigación, la construcción generaría alteraciones significativas al paisaje, con riesgo de desarmonía visual y pérdida de atractivo turístico.

Con el diseño paisajístico previsto y la integración de áreas verdes, el proyecto contribuirá a mejorar la calidad visual del sitio, eliminando la percepción de abandono y armonizando con el entorno costero.

Uso del territorio

En ausencia del proyecto, el predio continuaría en estado de abandono hasta que se defina otro aprovechamiento conforme a los instrumentos de planeación.

Sin medidas, el cambio de uso de suelo implicaría pérdida de cobertura vegetal y aumento de la presión sobre la zona marina por arrastre de sedimentos.

Con medidas de mitigación (rescate de especies, restauración de áreas impactadas, capacitación), el proyecto se integra al modelo de desarrollo urbano previsto, minimizando los efectos sobre el sistema ambiental regional.

Población

En ausencia del proyecto, no se generarían empleos ni derrama económica, manteniéndose la condición actual de un predio subutilizado.

Sin medidas, el proyecto perdería viabilidad al no garantizar un desarrollo ambientalmente responsable, comprometiendo los beneficios económicos y sociales.

Con la aplicación del sistema de medidas ambientales, el proyecto asegura generación de empleos directos e indirectos, inversión económica y un modelo de desarrollo turístico compatible con la vocación de Puerto Vallarta.

VII.3. Evaluación de alternativas

La evaluación de alternativas constituye un elemento fundamental para determinar la viabilidad ambiental del proyecto “Vallarta Sur 5630”. Este análisis permite valorar comparativamente los escenarios de no ejecución, de cambio de ubicación, de variación en el diseño/tecnología y la alternativa finalmente seleccionada, conforme a lo establecido en

el artículo 15 fracción VII del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Alternativa "Sin proyecto"

La no ejecución del proyecto implicaría mantener el predio en su estado actual de abandono, con presencia de infraestructura en desuso, compactación del suelo, erosión y cobertura vegetal secundaria de baja calidad. Si bien esta alternativa evitaría impactos adicionales derivados de la construcción y operación, también perpetuaría un estado de degradación ambiental y social, con riesgos de vandalismo, fauna nociva y pérdida de valor paisajístico. Además, se desaprovecharía la oportunidad de generar empleos y dinamizar la economía local mediante un desarrollo planificado y regulado.

Alternativa de ubicación

El traslado del proyecto a otro sitio fue analizado; sin embargo, la región costera sur de Puerto Vallarta presenta limitaciones en cuanto a disponibilidad de terrenos urbanizables con aptitud turística. El predio actual cuenta con designación en el **Plan Parcial de Desarrollo Urbano – Distrito Urbano 10** como área de reserva urbanizable, lo que respalda su idoneidad. Cambiar la ubicación implicaría presionar áreas naturales no transformadas, generando un mayor impacto ambiental que el aprovechamiento de un predio previamente modificado y con infraestructura en desuso.

Alternativa de diseño y tecnología

Se valoraron diferentes esquemas de diseño arquitectónico y constructivo:

- **Diseño tradicional**: con mayor densidad y ocupación del terreno, lo que incrementaría la remoción de vegetación y pérdida de paisaje.
- **Diseño ecoeficiente** (alternativa seleccionada): con integración de áreas verdes, rescate de flora, pasarela marina con tecnologías de bajo impacto, planta de tratamiento y sistema de potabilización de agua. Este diseño permite minimizar impactos, garantizar la compatibilidad con el entorno costero y cumplir con los criterios de sustentabilidad establecidos por SEMARNAT y el municipio.

Alternativa seleccionada

La alternativa seleccionada corresponde al desarrollo en el sitio actual, bajo el diseño ecoeficiente con aplicación del **sistema de medidas de prevención, mitigación y compensación, así como los programas ambientales incorporados**. Esta opción:

- Aprovecha un terreno previamente utilizado que presenta obras en abandono, evitando presión sobre ecosistemas primarios.
- Minimiza la pérdida de vegetación mediante rescate y reforestación con especies nativas.
- Garantiza el tratamiento adecuado de aguas residuales y el manejo responsable de residuos.
- Integra elementos de diseño que reducen la huella ambiental y mantienen la armonía paisajística.
- Genera beneficios sociales y económicos, como empleo y derrama turística, en un marco de desarrollo sustentable.

Se está consciente de las afectaciones que se ocasionarán a la flora sin embargo se tiene claro que los esfuerzos que se asumirán por parte de la promovente vendrán a recuperar esas afectaciones y generarán mayores dividendos para incrementar las áreas a recuperar en el corto y mediano plazo a través de las medidas de prevención y mitigación propuestas.

El proyecto seleccionó el sitio debido a que el mismo se ubica en áreas dentro del aeropuerto, en que las actividades humanas en el entorno están ya presentes con el desarrollo y servicios aeroportuarios, de turismo, y actividades humanas que han disminuido significativamente la calidad natural necesaria para el desarrollo y continuidad de procesos y actividades de los recursos biológicos existentes.

En resumen, a continuación, se describe una serie de razones por las cuales el proyecto se considera viable a desarrollar en el área seleccionada:

- El sitio está destinado para el uso “Crecimiento Urbano Reserva” y se localiza dentro de un predio que se encuentra con obras en abandono muy deterioradas.
- El proyecto no afectará hábitat único presente en el SAR ni se ubica en algún área natural protegida, además respetarán las especies silvestre registrada bajo algún estatus de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010 y en su caso todos los ejemplares de flora que sea necesario rescatar, serán reubicados a áreas contiguas al proyecto donde se asegure la conservación de sus procesos biológicos sin deterioro a este capital natural.
- El proyecto respetará en todo momento la normatividad vigente.

VII.4. Conclusiones

El análisis efectuado en este capítulo permite comprender con claridad los posibles escenarios ambientales asociados al desarrollo del proyecto “Vallarta Sur 5630” en el área costera sur de Puerto Vallarta, Jalisco, así como la viabilidad técnica, ambiental y social de las alternativas evaluadas.

En primer lugar, el pronóstico ambiental evidencia que, en un escenario de no ejecución (Alternativas), el predio continuaría en condiciones de abandono, con infraestructura en desuso, compactación del suelo, erosión y vegetación secundaria poco desarrollada. Aunque este escenario evitaría impactos adicionales derivados de la construcción, perpetuaría una condición de deterioro ambiental, escaso aprovechamiento del suelo y ausencia de beneficios sociales y económicos. El sitio seguiría siendo un foco potencial de riesgos, como proliferación de fauna nociva, vandalismo y pérdida progresiva del valor paisajístico, lo cual no contribuye a los objetivos de desarrollo urbano y turístico previstos en los instrumentos de planeación territorial vigentes.

En contraste, el escenario de ejecución del proyecto sin medidas de prevención, mitigación y compensación resultaría ambientalmente inviable, dado que las afectaciones serían de mayor magnitud sobre todos los componentes analizados: emisiones significativas de polvo, gases y ruido en la atmósfera; erosión y pérdida de suelos; arrastre de sedimentos y riesgos de contaminación hídrica; eliminación de cobertura vegetal y pérdida de hábitats; desplazamiento y atropellamiento de fauna; alteración significativa del paisaje costero; presión sobre la capacidad de uso del territorio; y deterioro de la calidad de vida de la población por falta de mecanismos de control. Bajo esta condición, la calidad ambiental del sitio disminuiría de manera notable, generando impactos acumulativos e irreversibles.

Por otra parte, el escenario de ejecución con aplicación del sistema de medidas de prevención, mitigación y compensación representa una opción técnica y ambientalmente viable, ya que los impactos identificados se reducen de manera considerable y se mantienen dentro de límites aceptables. En este escenario, los efectos negativos sobre el aire, suelo, hidrología, flora y fauna se circunscriben a eventos puntuales y temporales durante las fases de preparación y construcción, siendo mitigados mediante acciones como control de polvo, revegetación con especies nativas, rescate de flora y fauna, programas de manejo de residuos y medidas de control de sedimentos. En la etapa de operación, los impactos probables a generarse son compatibles con la dinámica urbana y turística de la zona, manteniendo la calidad ambiental regional.

La evaluación de alternativas respalda la pertinencia de la ubicación seleccionada, dado que el predio ya presenta procesos de transformación y se encuentra considerado como reserva urbanizable en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano – Distrito Urbano 10. Una relocalización implicaría presionar ecosistemas naturales mejor conservados, generando impactos de mayor severidad. De igual forma, el análisis de diseño y tecnología evidencia que la alternativa ecoeficiente adoptada —que incluye integración paisajística, planta de tratamiento de aguas residuales, potabilizadora, pasarela marina de bajo impacto y aprovechamiento de áreas ya transformadas— es la más adecuada para compatibilizar el desarrollo con la conservación ambiental.

De esta manera, la alternativa seleccionada representa un equilibrio entre la necesidad de desarrollo turístico-habitacional y la obligación de garantizar la integridad ambiental del área de influencia. La aplicación rigurosa de las medidas establecidas en el Capítulo VI de esta MIA Regional, así como el cumplimiento de las disposiciones establecidas por SEMARNAT y las autoridades municipales y estatales competentes, aseguran que los impactos adversos sean prevenidos, mitigados o compensados adecuadamente.

En conclusión, el proyecto “Vallarta Sur 5630” puede considerarse ambientalmente viable siempre que se ejecute bajo un esquema de desarrollo sustentable, con estricto apego a las medidas ambientales propuestas y con mecanismos de monitoreo y seguimiento que permitan ajustar y fortalecer las acciones de manejo conforme avance la vida útil del proyecto. Además de minimizar impactos, el proyecto contribuirá con beneficios sociales y económicos tangibles, tales como la generación de empleo, la atracción de inversión turística y la mejora del paisaje urbano en un sitio actualmente degradado.

El pronóstico general demuestra que, bajo la aplicación del sistema de medidas de mitigación, el área de proyecto y su entorno inmediato conservarán su funcionalidad ecológica, al mismo tiempo que se impulsa un modelo de desarrollo acorde con la vocación turística y de conservación de la región de Puerto Vallarta. En este sentido, el proyecto no solo responde a una demanda de crecimiento urbano ordenado, sino que también se alinea con los principios de la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, y los instrumentos de planeación territorial, fortaleciendo la transición hacia un desarrollo equilibrado, responsable y sustentable en la zona costera del Pacífico mexicano.

VII.5. Referencias

Córdova-Avalos, A., Alcántara-Carbajal, J., Guzmán-Plazola, R., Mendoza-Martínez, G., & González-Romero, V. (2009). Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera pantanos de Centla, Tabasco. *Universidad y ciencia [online], 25*(1), 1-22. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000100001&lng=es&tlng=es.

Franco López, J., Rodríguez Varela, A., Cruz Gómez, A., Chávez López, R., Bedia Sánchez, C., & Morán Silva, Á. (2002). *Antología de lecturas ecológicas. Ecología y conservación.* Tlalnepantla, Estado de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Gómez Orea, D. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental.* Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, CON ACTIVIDAD QUE NO INCLUYE RIESGO

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



VALLARTA SUR 5630

Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. DE C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

Tabla de contenido

VIII.IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMeNTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 1
VIII.1. Presentación de la información 1
VIII.1.1. Cartografía 1
VIII.1.2. Fuentes consultadas para la cartografía 2
VIII.1.3. Fotografías 6
VIII.2. Otros anexos 7
VIII.2.1. Memorias, estudios, bases de datos, documental gubernamental. 7
VIII.3. Referencias 7

VIII. IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Presentación de la información

La presente Manifestación de Impacto Ambiental ha sido integrada con la información técnica científica disponible y trabajo de campo. A continuación, se señala la información con la cual se trabajó.

VIII.1.1. Cartografía

La información cartográfica fue obtenida de las más recientes fuentes disponibles de instituciones oficiales de acuerdo con cada tema que se trató. Ejemplo de estas instituciones “Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática” (INEGI); “Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad” (CONABIO); “Comisión Nacional de Áreas Naturales” (CONANP) Protegidas entre otras.

La información cartográfica obtenida de las instituciones consultadas tiene un formato shapefile (*.shp), las cuales se procesaron con el software de Sistemas de Información Geográfica QGis, ajustando la proyección cartográfica conforme a lo establecido en la Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional.

Los mapas generados para la presente MIA-R se integran en el Anexo Cartográfico, tanto físico como digital, del presente Capítulo.

Se integra como Anexo, tanto físico como digital, los siguientes planos en formato PDF:

- 01 Plano de la Planta de Conjunto.
- 02 Perfil arquitectónico, Alzado Poniente.
- 03 Etapa 1 N4 PTAR-AguaPotable.
- 04 Etapa 1 N8_VariosServicios.
- 05 Etapa 2 N7_AguaPotable

Se integra un anexo con archivos .CSV que contienen las coordenadas en proyección UTM sistema WGS84 zona 13N de los siguientes conceptos:

- Sitio del proyecto.

- Cambio de uso de suelo de áreas forestales en selva.

VIII.1.2. Fuentes consultadas para la cartografía

Se integra el listado de las fuentes consultadas para la cartografía.

Ubicación regional y local.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía - INEGI. **Marco Geoestadístico, Censo de Población y Vivienda 2020**.

Curvas de nivel y modelos de elevación.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía - INEGI. Modelo digital de elevación tipo superficie con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados. F13C69D3

Clima.

Climas. García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). “Climas” (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1´000,000. México

Estaciones climatológicas (ERIC). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). (1996). “Estaciones climatológicas”. Extraído de ERIC (Extractor rápido de información climatológica). México.

Hidrología.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía – INEGI. 2010. **Red Hidrográfica**. Edición 2.0. Escala 1:50,000.

Secretaria de agricultura, ganadería desarrollo rural, pesca y alimentos (SAGARPA). Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). 2005. **Delimitación y clasificación Nacional de microcuencas Hidrográficas de la República Mexicana.**

Acuíferos. Comisión Nacional del Agua Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), 2020. Delimitación de acuíferos de la República Mexicana.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1993). **Conjunto de Datos Vectoriales del Continuo Nacional de Aguas Subterráneas** escala 1:250,000 Serie I

Batimetría

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. **Continuo nacional de información batimétrica del relieve submarino de México**. Edición 2024

Datos edafológicos y geológicos.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. (ed.). Conjunto de Datos Vectoriales **Fisiográficos**. Continuo Nacional. Escala 1:1’000,000. Serie I.

Edafología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI (ed.). **Conjunto de Datos Vectorial Edafológico**, Escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional)

Geología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. **Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos**. Continuo Nacional. Escala 1:250,000. Serie I.

Áreas Naturales Protegidas y sitios prioritarios.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP. “Áreas Naturales Protegidas Federales de México", 22 febrero 2024”, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de México

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP, 2016. “**Sitios RAMSAR de México 2016**”, edición: 1a. Publicado el 29 de febrero de 2016. Ciudad de México, México.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, (1999). “Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves”. Escala 1:250000. México. Financiado por CONABIO-FMCN-CCA. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Regiones Hidrológicas Prioritarias. Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). “Aguas Continentales y diversidad biológica de México”. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4´000,000. México.

Regiones Terrestres Prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2004). 'Regiones Terrestres Prioritarias'. Escala 1:1´000,000. México.

Regiones Marinas Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, (1998). “Regiones Marinas Prioritarias de México”. Escala 1:4´000,000. México. Financiado por -USAID-Packard Foundation-CONABIO-WWF-FMCN.

Uso de suelo y vegetación.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. **Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación**, 2021. Escala 1:250,000 – Serie VII. SNIEG. Información de Interés Nacional.

Bibliografía consultada.

Ordenamiento General del territorio

Diario Oficial de la Federación 2012. **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales**. Publicado en el 7 de septiembre de 2012

Ordenamiento Estatal

Periódico Oficial del estado de Jalisco. **Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco**. Publicado el 28 de julio de 2001, Numero 3, Sección IV.

Periódico Oficial del estado de Jalisco. **Reforma al Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco**. Publicado el 27 de julio de 2006, Numero 36, Sección IV.

Ordenamiento Costa Alegre

Periódico Oficial del estado de Jalisco. **Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Costa Alegre**. Publicado el 27 de febrero de 1999. Sección II.

Periódico Oficial del estado de Jalisco. **Fe de Erratas al Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Costa Alegre**. Publicado el 29 de abril de 1999. Sección II.

Periódico Oficial del estado de Jalisco. **Modificación de la Unidad de Gestión Ambiental FF22 del Modelo de Ordenamiento Ecológico de la Región "Costa Alegre" ventana Puerto Vallarta- El Tuito**. Publicado el 6 de noviembre de 1999. Número 33.

Periódico Oficial del estado de Jalisco. **Adición de un artículo cuatro al Ordenamiento Ecológico de la Región "Costa Alegre"**. Publicado el 20 de julio de 2010. Número 13, sección II.

Periódico Oficial del estado de Jalisco. **Desde gestión ambiental (UGAS9 Ag2 14ª y Ff3 16C del modelo de Ordenamiento Ecológico de la Región "Costa Alegre"**. Publicado el 1 de octubre de 2011. Número 1, sección II.

Periódico Oficial del estado de Jalisco. **Modificación de las Unidades de Gestión Ambiental (UGAS) del modelo de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada "Costa Alegre" del Estado de Jalisco**. Publicado el 1 de noviembre de 2011. Número 14. Sección III.

Censo de población y vivienda

INEGI. **Censo de Población y Vivienda 2020**. SNIEG. Información de Interés Nacional. Conjunto de indicadores de población y vivienda a nivel localidad de la entidad federativa de Jalisco, provenientes del Censo de Población y Vivienda 2020.

Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Datos climáticos

Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Base de datos Climatológica Nacional. Registro diario histórico. Estación 14339, El Cuale.

Datos hidrológicos

Diario Oficial de la Federación. **ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos,** mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. Publicado el 9 de noviembre de 2023.

Datos sismológicos

México. Universidad Nacional Autónoma de México, I. d. G., Servicio Sismológico Nacional. (2024). Catálogo de sismos. Extraído de http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/ (10.21766/SSNMX/EC/MX)

Datos ciclones tropicales.

Centro Nacional de Prevención de Desastres**. Busca Ciclones Versión 3.0. 2017**.

Comisión Nacional del Agua. **Servicio meteorológico Nacional**. página Web. https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/

VIII.1.3. Fotografías

Se integra la Memoria Fotográfica de la presente MIA-R, en formato digital.

VIII.2. Otros anexos

VIII.2.1. Memorias, estudios, bases de datos, documental gubernamental

A continuación, se menciona los estudios, bases de datos, documentación gubernamental que sustentan la viabilidad del proyecto

En los Anexos digitales del Capítulo II se integra la siguiente información:

1. Estudio Hidrológico.
2. Factibilidad emitida por la CFE.
3. Prefactibilidad emitida por el SEAPAL.
4. Mecánica de suelos para la Pasarela Marina.
5. Memoria descriptiva y de cálculo estructural.
6. Estudio Geológico del área del proyecto.

En los Anexos digitales del Capítulo III se integra la siguiente documentación emitida por la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Puerto Vallarta:

1. Dictamen Definitivo Favorable para la Etapa 1.
2. Dictamen Definitivo Favorable para la Etapa 2.

En los Anexos digitales del Capítulo IV se integra la siguiente información:

1. Cuadro de coordenadas del SAR en formato Word
2. Base de datos de fauna.
3. Bases de datos de vegetación.

VIII.3. Referencias

Este listado integra las referencias bibliográficas, consultadas y citadas para el análisis técnico y legal, que soportan el análisis realizado para el proyecto.

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (s/f). Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición. México. Obtenido de https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf

CENAPRED. (2007). Ciclones Tropicales. México.

CITES. (s.f.). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Obtenido de Apendides I, II y III*. Recuperado el Septiembre de 2025, de https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2023/S-Appendices-2023-05-21.pdf

CONABIO. (2015). *Avesmx / CONABIO*. Obtenido de Web site CONABIO: http://avesmx.conabio.gob.mx/

CONABIO. (2021). *Planeación para la conservación y restauración de la biodiversidad de México*. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México) Obtenido de Biodiversidad Mexicana: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion

CONABIO. (17 de 10 de 2023). *Regiones marina prioritarias de México*. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) Obtenido de Biodiversidad mexicana: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-marinas-prioritarias-de-mexico

CONAFOR. (2020). *Estimaciones de biomasa aérea en vegetación secundaria arbustiva.*

CONANP. (¿?). *Humedales de México / Legislación: CONANP*. Obtenido de Sitio web de la CONANP: https://conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/legislacion.php

Córdova-Avalos, A., Alcántara-Carbajal, J., Guzmán-Plazola, R., Mendoza-Martínez, G., & González-Romero, V. (2009). Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera pantanos de Centla, Tabasco. *Universidad y ciencia [online], 25*(1), 1-22. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000100001&lng=es&tlng=es.

EPA. (28 de Mayo de 2025). AP-42: Compilation of Air EmissionsFactors from Stationary Sources. *Compilation of Air Pollutant Emissions Factors from Stationary Sources (AP-42)*. Obtenido de https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors-stationary-sources

Euformación Consultores, S. (2023). *Gestión de residuos inertes. SEAG0108.* España: IC Editorial.

Fernández Enríquez, A., Arcila Garrido, M., & Garcia Sanabira, J. (2019). Metodología de valoración de impacto visual. Aplicación en la Playa de el

Palmar de Vejer (Cádiz). *Revista Internacional de Ciencia y Tecnológía de la Información Geográfica: GeoFoc*.

Franco López, J., Rodríguez Varela, A., Cruz Gómez, A., Chávez López, R., Bedia Sánchez, C., & Morán Silva, Á. (2002). *Antología de lecturas ecológicas. Ecología y conservación.* Tlalnepantla, Estado de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

García Laureno, R. (2019). *Gestión de residuos inertes. UFO286* (2019 ed.). Editorial Tutor Formación. Obtenido de https://www.google.com.mx/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_residuos_inertes_SEAG0108/bxLLEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&pg=PT22&printsec=frontcover

García, A. E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen* (Quinta educución ed.). México: Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.

GDA Gestión del Amianto. (s/f). *RCD: Qué son, Clasificación, Normativa y Obligaciones*. España. Recuperado el Agosto de 2025, de La Plataforma del Amianto: https://gestiondelamianto.com/rcd/

Gobierno de México. (25 de agosto de 2014). Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Última reforma publicada. *D.O.F.*

Gobierno de México. (31 de octubre de 2014). Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada. *D.O-F.*

Gobierno de México. (9 de diciembre de 2020). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Nuevo Reglamento. *D.O.F.*

Gobierno de México. (2024). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Última reforma publicada 31 de octubre de 2024. *D.O.F.*

Gobierno de México. (2025). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada 9 de octubre de 2025. *D.O.F*.

Gobierno de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2022). *México: Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019.* Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/InventarioGEI_Mexico_1990_2019.pdf?utm_source=chatgpt.com

Gobierno del Estado de Jalisco. (2006). *Publicado en el Periódico Oficial El Estado de Jalisco el 28 de julio de 2001 y reformado el 27 de julio de 2006*.

Gobierno del Estado de Jalisco. (2011). Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada “Costa Alegre” del Estado de Jalisco. *Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco el 27 de febrero de 1999, con una Fe de erratas del 29 de abril de 1999 y sus respectivas actualizaciones de 6 de noviembre de 1999, 20 de julio de 2010, 1 de octubre de 2011 y 1 de noviembre de 2011*.

Gobierno del Estado de Jalisco. (2018 de octubre de 2016). Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADET-01-2016 Criterios y Especificaciones Técnicas bajo las cuales se debera realizar la separación, clasificación, valorización y destino de los residuos de la construcción y demolición del Estado de Jalisco. *Periódico Oficial "El Estado de Jalisco*.

Gobierno del Estado de Jalisco. (16 de octubre de 2018). Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008. Establece criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y valorización de los residuos en el Estado de Jalisco. *Periódico Oficial "El Estado de Jalisco"*.

Gobierno del Estado de Jalisco. (24 de diciembre de 2020). Plan Parcial de Desarrollo Urbano denominado "Distrito Urbano10". *Gaceta Municipal Puerto Vallarta. Año 3 / Número 18 / Extraordinaria. Tomo 03*. Recuperado el 2025, de https://transparencia.puertovallarta.gob.mx/gacetas/2018-2021/Gaceta%2018%20T03%20WEB.pdf

Gobierno del Municipio de Puerto Vallarta 2020 - 2024. (01 de junio de 2022). Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza 2021-2024, del Municipi de Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Gaceta Municipal Puerto Vallarta, Jalisco*(3). Recuperado el junio de 2025, de https://transparencia.puertovallarta.gob.mx/transparenciaY/normatividad/programas/regionales/2021/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo%20y%20Gobernanza%202021-2024.pdf

Gobierno del Municipio de Puerto Vallarta 2024-2027. (20 de agosto de 2025). Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza de Puerto Vallarta 2024-2027. *Gaceta Municipal - Puerto Vallarta, Año 1, Número 12, Tomo 1*. Obtenido de https://transparencia.puertovallarta.gob.mx/transparenciaY/art15/gaceta/2025/08.AGO/Gaceta-A01-N012-T01.pdf

Gómez Orea, D. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental.* Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A.

H Ayuntamiento de Puerto Vallarta. (2018-2021). Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito 10. Jalisco. Obtenido de https://transparencia.puertovallarta.gob.mx/transparenciaY/normatividad/planes/parciales/Plan%20Parcial%20de%20Desarrollo%20Urbano%20-%20Distrito%20Urbano%2010%20-%20Gaceta%2018%20T03%20WEB.pdf

Impelmex. Impulsando el agua. (s.f.). *Tratamiento de agguas residuales*. Recuperado el julio de 2025, de https://impel.mx/tratamiento-de-agua/

INE. (1995 de enero de 1995). Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. *D.O.F.*

INECC. (2022). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.*

INEGI. (2021). Censo de Población y Vivienda (2020). Panorama sociodemográfico de Jalisco. (2021). México. Recuperado el julio de 2025, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197872.pdf

INEGI. (28 de 02 de 2024). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2023. México. Recuperado el julio de 2025, de https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2023/#tabulados

INEGI. (s.f.). *Modelos Digitales de Elevación de Alta Resolución LiDar con resolución de 5m. Superficie ASCII. F13C69D3*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463152422.

Instituto Mexicano para la Competitividad. (26 de 11 de 2024). Índice de Competitividad Urbana 2024. Ciudad de México, México. Recuperado el julio de 2025, de https://imco.org.mx/indice-de-competitividad-urbana-2024/

IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National. (H. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: Publicado por: IGES. Obtenido de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html

IPCC. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranje, J. Baasansuren, M. Fukuda, S. Ngarize, . . . S. Federici, Edits.) Suiza: Publicado por:IPCC. Obtenido de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 11.

Ley de Aguas Nacionales. Última reforma publicada. (8 de mayo de 2023). *Diario Oficial de la Federación (D.O.F.)*.

Ley General de Cambio Climático. Última reforma publicada. (1 de abril de 2024). *D.O.F.*

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada . (1 de abril de 2024). *D.O.F.*

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada. (8 de mayo de 2023). *D.O.F.*

Mejía, E., Giraldo, J., & Martínez, L. (2013). Residuos de construcción y demolición. Revisión sobre su composición, impactos y gestión. *Revista CINTEX*(18), 105-130. Obtenido de https://revistas.pascualbravo.edu.co/index.php/cintex/article/view/52

Muños Pedreros, A. (2004). La Evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*(77), 139-156.

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. (2024). Catálogo de Residuos 2024. Jalisco, México. Recuperado el julio de 2025, de https://portalesmuli.s3.amazonaws.com/semadet/documents/CATALOGO_DE_RESIDUOS_2024.pdf

SEDESOL. (13 de enero de 1995). Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

SEGOB - SEDESOL. (22 de octubre de 1993). Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. *D.O.F.*

SEMADET. (s/f). Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción. (G. d. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Ed.) Recuperado el Agosto de 2025, de https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/manual_construccion_semadet_web_1.pdf

SEMARNAT. (2022 de marzo de 11). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de containantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. *D.O.F.*

SEMARNAT. (15 de agosto de 2003). NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. *D.O.F.*

SEMARNAT. (23 de junio de 2006). NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. *D.O.F.*

SEMARNAT. (2008). *Informe de la situación del medio ambiente en México. Edición 2008.Compendio de Estadísticas Ambientales. Capítulo 3. Suelos.* México. Recuperado el Agosto de 2025, de Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales.: https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/pdf/indice_portada.pdf

SEMARNAT. (30 de diciembre de 2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *D.O.F.*

SEMARNAT. (7 de septiembre de 2012). Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. *D.O.F.*

SEMARNAT. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Ciudad de México: Cuadernos de divulgación ambiental. Secreteria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas. .

SEMARNAT. (01 de febrero de 2013). NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dich. *D.O.F.*

SEMARNAT. (10 de junio de 2015). Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. *D.O.F.*

SEMARNAT. (08 de marzo de 2018). Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. *D.O.F.*

SEMARNAT. (12 de octubre de 2018). Norma Oficial Mexicana NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combust. *D.O.F.*

SEMARNAT-INECC. (2021). *"Factores de emisión para el cálculo de inventarios nacionales de gases y compuestos de efecto invernadero".* Obtenido de https://transparenciaclima.gob.mx

Vallarta en Línea. (13 de agosto de 2025). Recuperado el 2025, de Se redefine el desarrollo urbano en Puerto Vallarta: van por más edificios: https://vallartaenlinea.net/se-redefine-el-desarrollo-urbano-en-puerto-vallarta-van-por-mas-edificios/ciudad/13/

Villoria Sáez, P. (2014). *Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en el ejercicio de obra.* Tesis Doctora. Edificiación. Recuperado el septiembre de 2025, de https://oa.upm.es/32681/1/PAOLA_VILLORIA_SAEZ.pdf

ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LAS MICROCUENCAS DE LOS ESCURRIMIENTOS PLUVIALES "SIN NOMBRE 1, 2 Y 3", QUE CRUZAN EL PREDIO DONDE SE CONSTRUIRA EL CONDOMINIO VALLARTA SUR, LOCALIZADO CARRETERA PUERTO VALLARTA-BARRA DE NAVIDAD # 5630, ASI COMO LAS AREAS TRIBUTARIAS QUE INCIDEN LOS ESCURRIMIENTOS PLUVIALES AL MISMO PREDIO, DENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA, JALISCO; PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS GASTOS MÁXIMOS EXTRAORINARIOS DE LOS PERIODOS DE RETORNO Tr= 10, 25, 50 Y 100 AÑOS PARA PROYECTO DE 2 COLECTORES DE ALEJAMIENTO DE LAS AGUAS PLUVIALES.



HIDROLOGIA, DISEÑO Y CONSTRUCCION
DE OBRAS HIDRAULICAS Y EDIFICACION.

CONTENIDO

1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

2. LOCALIZACIÓN.

3. MICROCUENCAS, AREAS TRIBUTARIAS, DRENAJE PLUVIAL Y PENDIENTES.

3.1 Pendientes de los escurrimientos pluviales 1, 2 y 3.

4. CLIMATOLOGÍA

4.1 Análisis estadístico y probabilística de lluvias máximas.
4.2. Curvas Intensidad-duración-periodos de retorno.

5. HIDROLOGÍA.

5.1 Hidrografía.
5.2 Coeficiente de escurrimiento.
5.3 Cálculo del tiempo de concentración.
5.4 Cálculo de los escurrimientos.
5.5 Determinación de caudales para Tr= 10, 25, 50 y 100 años por los métodos hidrológico empíricos.

6. REVISION DE LOS CRUCES DE LA CARRETERA.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8. ANEXOS

1. OBJETIVO.

Estudio Hidrológico de las microcuencas de los escurrimientos pluviales 1, 2 y 3, provenientes del cerro, los cuales cruzan el predio, donde se construirá el Condominio Vallarta Sur, así como las áreas tributarias colindantes al predio que inciden las aguas pluviales al mismo predio, localizado en la carretera Puerto Vallarta-Barra de Navidad # 5630, donde se determinará los gastos extraordinarios de los períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, para el diseño del dos colectores de alejamiento pluviales para las agua provenientes del cruce de la carretera y la que se genera en el área de carretera y dentro del desarrollo que se realizara dentro del predio en estudio. Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.

2. LOCALIZACIÓN Y ACCESO.

El sitio de estudio se localiza geográficamente en la parte poniente del estado de Jalisco, hidrológicamente pertenece a la Región Rio Huicicila, las microcuencas forman parte de la subcuenca Tecomala, dichas corrientes tienen sus descargas al Océano Pacífico, VER FIGURA Nº 1.



Figura No. 1

El predio de referencia se localiza al Sur de la cabecera municipal de Puerto Vallarta, Jalisco, en las coordenadas geográficas 20º 31´ 13.13” de Latitud Norte y 105º 18’ 56.19” de Longitud Oeste, VER FIGURA Nº 1.

El acceso a la zona de estudio es por la carretera Puerto Vallarta-Barra de Navidad km 14+812, donde se encuentra el predio, siendo aquí el área del presente estudio . ver Figura No. 2



Figura No. 2

3. MICROCUENCA, AREA TRIBUTARIAS, DRENAJE PLUVIAL Y PENDIENTES.

Partiendo de la información cartográfica de **INEGI F13C69 PUERTO VALLARTA**, escala 1:50,000, Altimetría del instituto Territorial del Estado de Jalisco, topografía otorgada por el contratante y apoyados en el Autocad se configuró el desarrollo de los escurrimientos, el área de las microcuencas y áreas tributarias de las áreas externas e las internas del proyecto de las villa residencial, así como la configuración de las pendientes y los niveles de elevación en tramos de longitud variables de las microcuencas.

La **microcuenca del escurrimiento 1** tiene un área de **1.07 has** con un perímetro de **571.55 m**, una longitud del escurrimiento de **240.35 m**. y el desnivel de la misma es de **108.5 m**. VER FIGURA Nº 3.

La **microcuenca del escurrimiento 2** tiene un área de **8.77 has** con un perímetro de **1,308.98 m**, una longitud del escurrimiento de **535.52 m**. y el desnivel de la misma es de **208.01 m**. VER FIGURA Nº 3.

La **microcuenca del escurrimiento 3** tiene un área de **2.60 has** con un perímetro de **745.12 m**, una longitud del escurrimiento de **259.77 m**. y el desnivel de la misma es de **126.97 m**. VER FIGURA Nº 3.

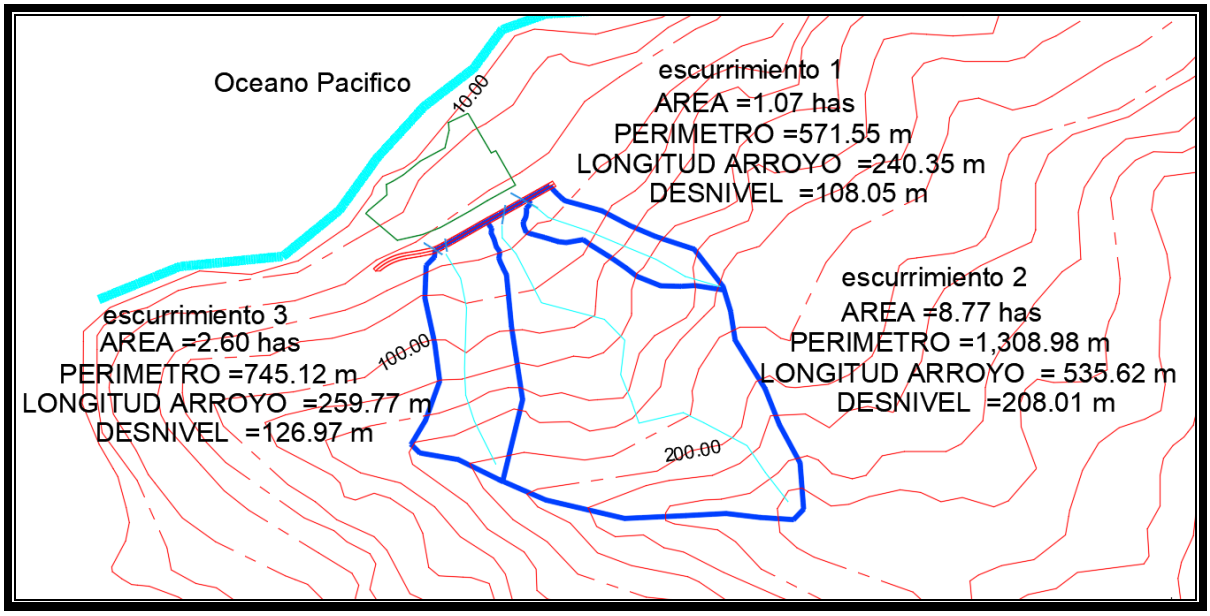


Figura No. 3

Al predio le llegan las aguas pluviales los 3 escurrimientos, que vierten por 4 alcantarillas tubería de acero corrugado de diámetro de 90 cm ver figura no. 4

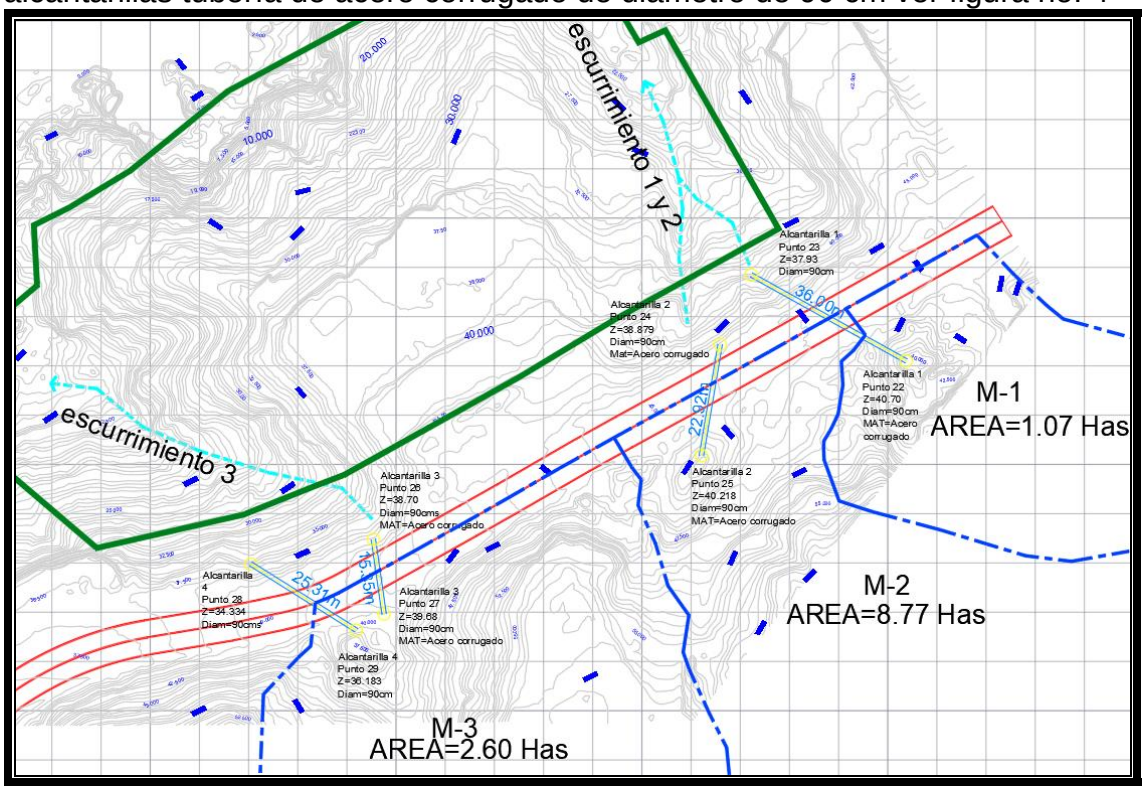


Figura No. 4

Además de los escurrimientos que cruzan la carretera, se dividió en 4 áreas tributarias las superficies que aportan los escurrimientos pluviales provenientes de la carretera y zona de servidumbre, así como los predios colindantes por la parte noreste que también aportan agua pluvial a la continuación de los escurrimientos 1 y 2, dentro del predio en estudio se realizó la división de 2 áreas tributarias más que aportan sus aguas a ambos escurrimientos. por lo que se analizara como se representa en la siguiente figura No. 5 con el proyecto de la villa residencial. Por lo que respecta al área tributaria 7 esta descargara directamente hacia el mar.

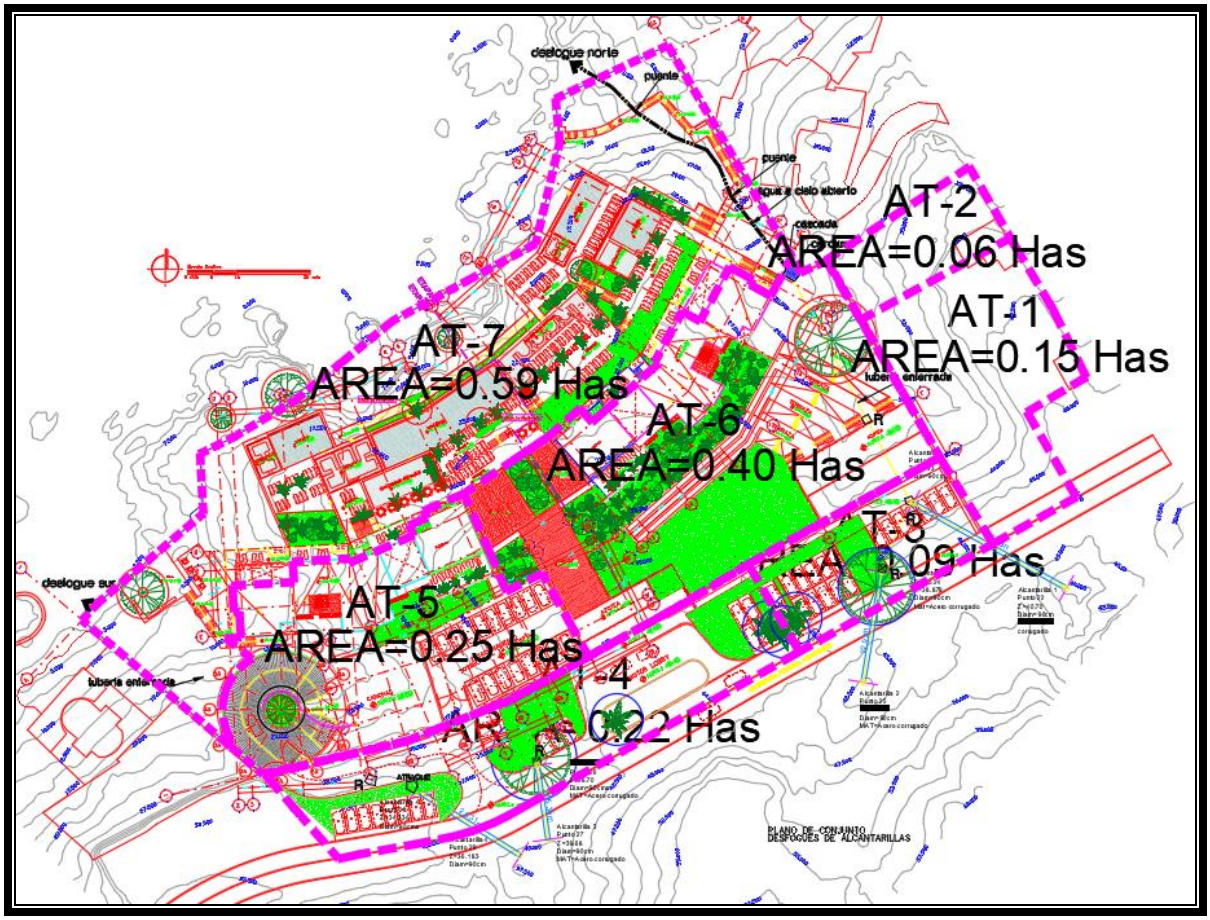


Figura No. 5

3.1 Pendientes de los escurrimientos pluviales 1, 2 y 3.

Las pendientes de las microcuencas tiene una importante correlación con la infiltración, del escurrimiento superficial, la humedad del suelo. Es uno de los factores físicos que controla el flujo sobre el terreno y tiene una influencia directa en la magnitud de las avenidas y crecidas.
Con los perfiles de los cauces y con el apoyo de las cartas de **INEGI, PUERTO VALLARTA, F13C69 DE ESCALA 1:50,000**, se calculo las pendientes por tres métodos.

1. Método de **Taylor y Schwarz** en la que la ecuación propuesta es:

$$S = \left(\frac{m}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \cdots + \frac{1}{\sqrt{S_m}}} \right)^2$$

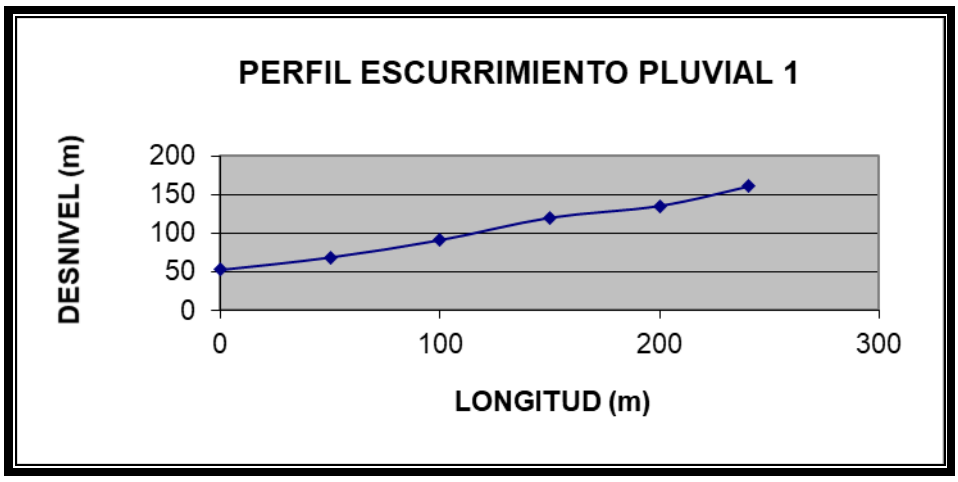
S= Pendiente media del tramo en estudio.
m= Numero de segmentos iguales en que se divide el tramo en estudio.
S1, S2, Sm= Pendiente de cada segmento de acuerdo a la ecuación.

$$S = H / L.$$

2. **Método por áreas semejantes**. Con base en el perfil del fondo del cauce, se acepta la pendiente del mismo, como la pendiente línea que se apoya en el extremo final del tramo en estudio y que mantiene áreas iguales tanto abajo como arriba del perfil.

3. **Método por diferencia de elevaciones**. Restando aritméticamente la diferencia de la parte más alta a la parte más baja de la cuenca, y la diferencia dividiéndola entre la longitud.

Con el programa de cómputo “pendientes” paquete de hidrológia “HIDROLOG” se efectuó el cálculo de pendiente, se calculo por los tres métodos siendo los resultados los siguientes:



<<< CALCULO DE LA PENDIENTE DE ESCURRIMIENTO >>>
***** PERFIL CONCAVO *****

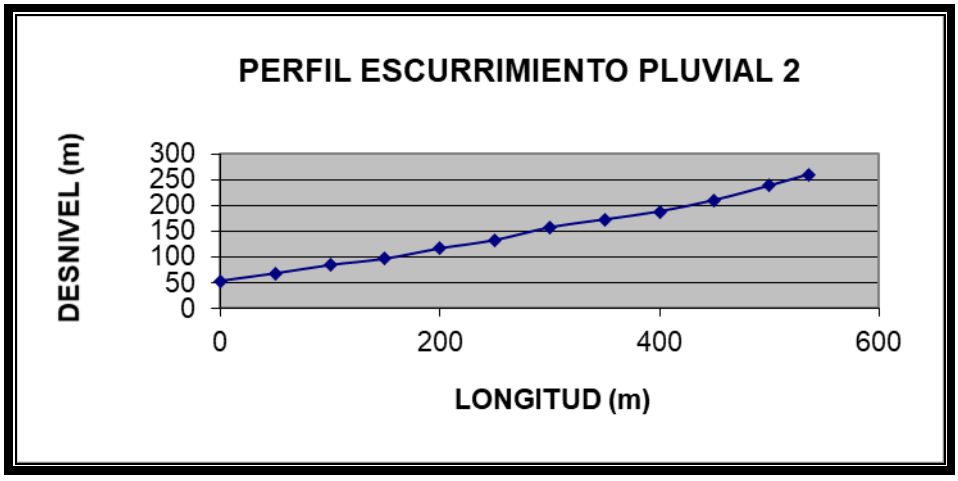
PROYECTO : MICROCUENCA ESCURRIMIENTO 1
MUNICIPIO : PUERTO VALLARTA
ESTADO : JALISCO
CORRIENTE : ESCURRIMIENTO PLUVIAL

ELEVACION	KILOMETRAJE	DESNIVEL	DISTANCIA	PENDIENTE PARCIAL
52.45	0.000			
		16.16	0.050	0.3232
68.61	0.050			
		22.40	0.050	0.4480
91.01	0.100			
		28.99	0.050	0.5798
120.00	0.150			
		15.37	0.050	0.3074
135.37	0.200			
		25.13	0.040	0.6283
160.50	0.240			

PENDIENTE SEGUN TAYLOR-SCHWARZ = 42.31133 %

PENDIENTE POR AREAS SEMEJANTES = 41.68926 %

PENDIENTE POR DIFERENCIA DE ELEVACIONES = 45.02084 %



<<< CALCULO DE LA PENDIENTE DE ESCURRIMIENTO >>>
***** PERFIL CONCAVO *****

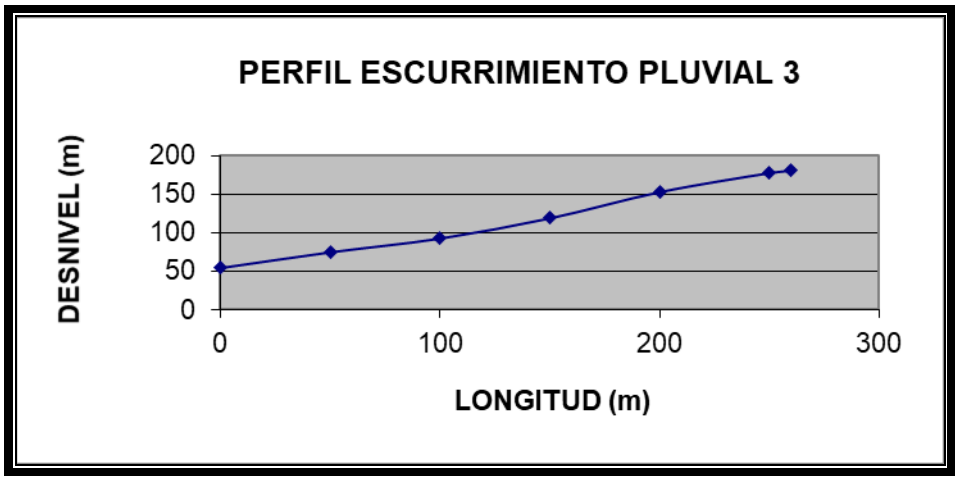
PROYECTO : MICROCUENCA ESCURRIMIENTO 2
MUNICIPIO : PUERTO VALLARTA
ESTADO : JALISCO
CORRIENTE : ESCURRIMIENTO PLUVIAL 2

ELEVACION	KILOMETRAJE	DESNIVEL	DISTANCIA	PENDIENTE PARCIAL
52.49	0.000			
		14.65	0.050	0.2930
67.14	0.050			
		16.30	0.050	0.3260
83.44	0.100			
		12.40	0.050	0.2480
95.84	0.150			
		20.11	0.050	0.4022
115.95	0.200			
		16.14	0.050	0.3228
132.09	0.250			
		24.78	0.050	0.4956
156.87	0.300			
		15.72	0.050	0.3144
172.59	0.350			
		15.55	0.050	0.3110
188.14	0.400			
		22.24	0.050	0.4448
210.38	0.450			
		28.31	0.050	0.5662
238.69	0.500			
		21.81	0.035	0.6231
260.50	0.535			

PENDIENTE SEGUN TAYLOR-SCHWARZ = 36.72681 %

PENDIENTE POR AREAS SEMEJANTES = 34.28471 %

PENDIENTE POR DIFERENCIA DE ELEVACIONES = 38.88037 %



<<< CALCULO DE LA PENDIENTE DE ESCURRIMIENTO >>>
***** PERFIL CONCAVO *****

PROYECTO : MICROCUENCA ESCURRIMIENTO 3
MUNICIPIO : PUERTO VALLARTA
ESTADO : JALISCO
CORRIENTE : ESCURRIMIENTO PLUVIAL 3

ELEVACION	KILOMETRAJE	DESNIVEL	DISTANCIA	PENDIENTE PARCIAL
54.03	0.000			
		20.63	0.050	0.4126
74.66	0.050			
		17.98	0.050	0.3596
92.64	0.100			
		26.43	0.050	0.5286
119.07	0.150			
		34.25	0.050	0.6850
153.32	0.200			
		24.81	0.050	0.4962
178.13	0.250			
		2.87	0.009	0.3189
181.00	0.259			

PENDIENTE SEGUN TAYLOR-SCHWARZ = 47.11674 %

PENDIENTE POR AREAS SEMEJANTES = 45.93472 %

PENDIENTE POR DIFERENCIA DE ELEVACIONES = 49.02317 %

4.CLIMATOLOGÍA.

En el diseño de diversos tipos de obras Hidráulicas la determinación de la avenida de diseño depende del periodo de retorno para la cual sea diseñada dicha obra. Para la determinación de la magnitud de la avenida de diseño es necesario hacer extrapolaciones a partir de la precipitaciones máximas anuales registradas en el lugar donde se construirá la obra, ya que casi siempre el periodo de retorno de diseño es mayor al número de registros de las precipitaciones máximas anuales, por lo que la magnitud de la obra dependerá del valor del gasto de diseño.

El análisis será a través de las lluvias máximas registradas en alguna estación climatológica de apoyo, mediante la aplicación de criterios de lluvia-escurrimiento, por lo tanto para tener una buena estimación de la avenida de diseño es necesario ajustar la precipitaciones máximas anuales a una adecuada distribución de probabilidad, para ello se recurrió a la Estación Climatológica denominada **El Cuale (14339),** la cual se encuentran cerca de la microcuenca donde se esta el área de estudio en un radio de 25 km y es controlada por la Comisión Nacional del Agua. Se tienen registros de precipitaciones máximas de 24 horas en el periodo de 1980 a 2018, lo cual es un periodo bastante confiable para la obtención de los gastos máximos correspondientes a los Tr= 10, 25, 50 y 100 años.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA DE EL CUALE (14339).

AÑO	PRECIPITACIÓN	AÑO	PRECIPITACION
1980	150.2	2001	74
1981	135.5	2002	105.5
1982	115.5	2003	105.5
1983	181	2004	171
1984	157.5	2005	125
1985	130.8	2006	208
1986	108.5	2007	205
1987	108	2008	143
1988	95	2009	122.2
1989	188	2010	160.5
1990	86.5	2011	188.4
1991	118.5	2012	251
1992	124	2013	126.7
1993	200.5	2014	115.9
1994	96.4	2015	116.2
1995	180.5	2016	154.3
1996	114	2017	203
1997	189	2018	104.30
1998	243.5		
1999	97.5		
2000	167		

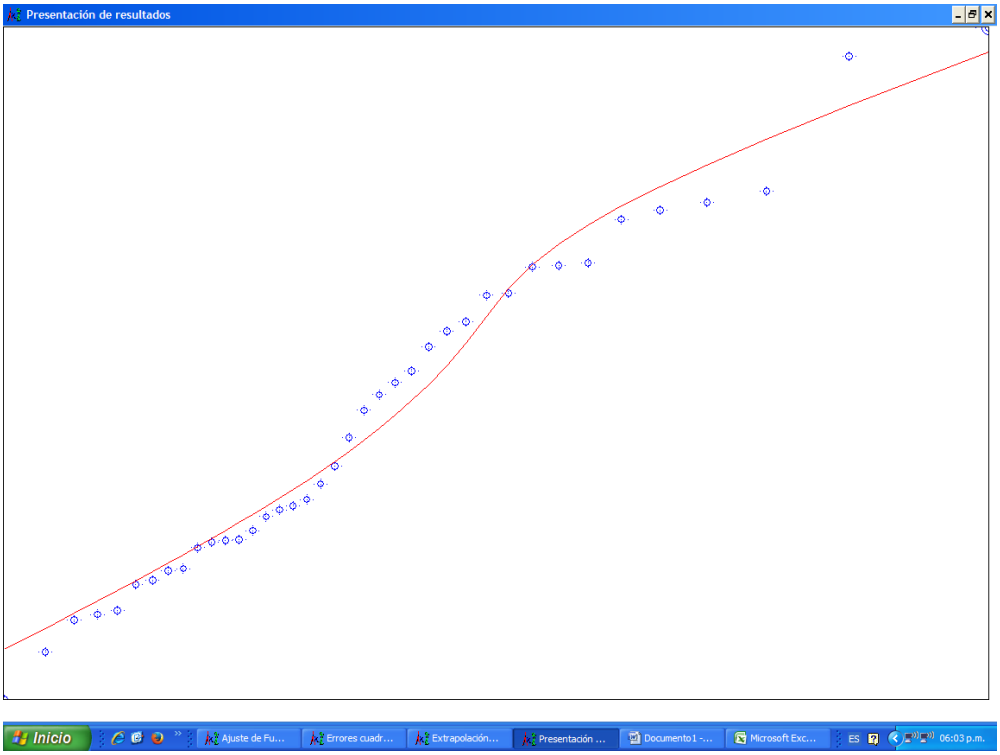
4.1 Análisis estadístico y probabilística de lluvias máximas en 24 horas.

El cálculo de la intensidad de lluvia se realizó a través del procedimiento estadístico de lluvias máximas en 24 horas, ajustándose a diferentes funciones de distribución de probabilidad (6 funciones) Normal, Lognormal, Gumbel, Exponencial, Gamma y Doble Gumbel por los métodos de máxima verosimilitud y de momentos para 2 y 3 parámetros, obteniéndose los valores de precipitación máxima probable para los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años. Se aplicó el programa del Centro Nacional de prevención de desastres (CENAPRED), el criterio para escoger la función de distribución de probabilidad que se ajuste mejor a los datos es aquella que obtuvo el mínimo error cuadrático.
En esta tabla se han calificado las funciones según el orden de preferencia, indicando por cada prueba, en la estación El Cuale (14339) la mejor función de distribución resultó **Doble Gumbel** con un error cuadrático de **6.870**. Ver tabla siguiente.

Función	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámeros	2 parámetros	3 parámeros
Normal	9.197	-----	9.127	-----
Lognormal	7.137	7.119	7.002	158.559
Gumbel	7.695	-----	7.097	-----
Exponencial	12.343	-----	87.899	-----
Gamma	159.557	159.557	11111.000	11111.00
Doble Gumbel	6.870			

Mínimo error estándar: 6.870
Calculado por la función: Doble Gumbel

TR	DATOS	CALCULADOS	MÍNIMO ERROR CUADRÁTICO
40	251	244.64	40.39
20	243.5	230.4	171.71
13.33	208	221.56	183.84
10	205	214.83	96.63
8	203	209.15	37.79
6.67	200.5	204	12.28
5.71	189	199.07	101.36
5	188.4	194.05	31.89
4.44	188	188.6	0.36
4	181	182.27	1.61
3.64	180.5	174.97	30.58
3.33	173.5	167.91	31.26
3.08	171	161.98	81.41
2.86	167	157.01	99.89
2.67	160.5	152.72	60.59
2.5	157.5	148.92	73.59
2.35	154.3	145.5	77.42
2.22	150.2	142.37	61.31
2.11	143	139.47	12.47
2	135.5	136.75	1.57
1.9	130.8	134.18	11.44
1.82	126.7	131.74	25.36
1.74	125	129.39	19.26
1.67	124	127.12	9.73
1.6	122.2	124.91	7.35
1.54	118.5	122.75	18.07
1.48	116.2	120.62	19.56
1.43	115.9	118.51	6.82
1.38	115.5	116.4	0.82
1.33	114	114.28	0.08
1.29	108.5	112.13	13.21
1.25	108	109.93	3.74
1.21	105.5	107.65	4.64
1.18	104.3	105.26	0.92
1.14	97.5	102.69	26.99
1.11	96.4	99.88	12.11
1.08	95	96.67	2.78
1.05	86.5	92.75	39.04
1.03	74	87.22	174.65



PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	EVENTO DE DISEÑO (mm)
2	136.75
10	214.83
25	235.07
50	249.12
100	262.86

4.2 CURVAS DE INTESIDADES DE LLUVIA-DURACION-PERIODO DE RETORNO

MODELO DE CHENG LUNG CHEN

Campos (1998) surgió un procedimiento que combina la gráfica 1 para obtener los factores R y F, necesarios para aplicar la fórmula de Cheng Lung se basa de los siguientes pasos:

1- Se comienza a recabar en los Mapas de isoyetas de la secretaria de Comunicaciones y Transporte (S.C.T.), las intensidades con duración de 60 minutos y periodos de retorno de 10, 25 y 50 años, que son los disponibles, ya que por tener una duración de una hora corresponde a precipitaciones o láminas de lluvia.

2- Las predicciones calculadas por el capítulo 13 de probabilidad y estadísticas de las lluvias máximas de 24 horas de los periodos de retorno de la estación climatológica se obtienen los cocientes R de lluvia-duración de los periodos de retorno de 10, 25 y 50 años, utilizando la fórmula 1, con los tres resultados de los periodos de retorno se saca el R promedio. Así como también la F formula 2.

$$R = \frac{p_1^{10}}{p_{24}^{10}} \quad \text{cociente lluvia-duración} \qquad (1)$$

$$F = \frac{p_{24}^{100}}{p_{24}^{10}} \quad \text{cociente lluvia-período de retorno} \qquad (2)$$

p_1^{10} lluvia de una hora de duración y período de retorno de 10 años, en mm

p_{24}^{10} lluvia de 24 horas de duración y período de retorno de 10 años, en mm

p_{24}^{100} lluvia de 24 horas de duración y período de retorno de 100 años, en mm

Para este tipo de información climatológica de que se dispone, el modelo más adecuado para obtener la tormenta de diseño es el de Cheng-Lung Chen (Chen 1983), que relaciona la intensidad, la duración y el período de retorno mediante la siguiente expresión:

$$I_{Tr}^{d} = \frac{aP_{10}^{1}\log(10^{2-F}\,Tr^{F-1})d}{60(d+b)^{c}} \qquad (3)$$

donde:

I_t^T Intensidad de lluvia de duración t (minutos) y período de retorno T (años).

a, b y c parámetros en función del cociente R que se determinan usando la gráfica No. 1

o por las siguientes ecuaciones de regresión polinomial

$a = -2.297536 + 100.0389R - 432.5438R^2 + 1256.228R^3 - 1028.902R^4$

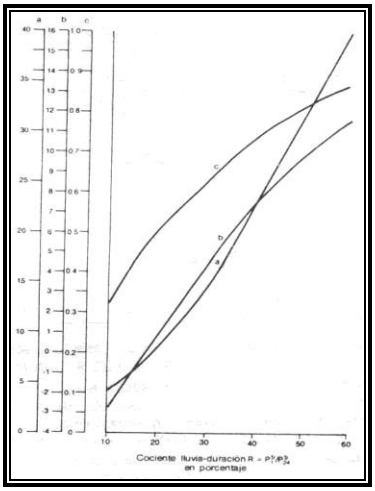
$b = -9.845761 + 96.94864R - 341.4349R^2 + 757.9172R^3 - 598.7461R^4$

$c = -0.06498345 + 5.069294R - 16.08111R^2 + 29.09596R^3 - 20.06288R^4$

estas ecuaciones son válidas solo con intervalos $0.10 \leq R \leq 0.60$

La aplicación de la ecuación 3 es solamente es válida dentro del intervalo 5 minutos ≤ t ≤ 24 horas y períodos de retorno mayores a un año.

Tr es el periodo de retorno en años (5 ≤ Tr ≤100 años)



Grafica no. 1

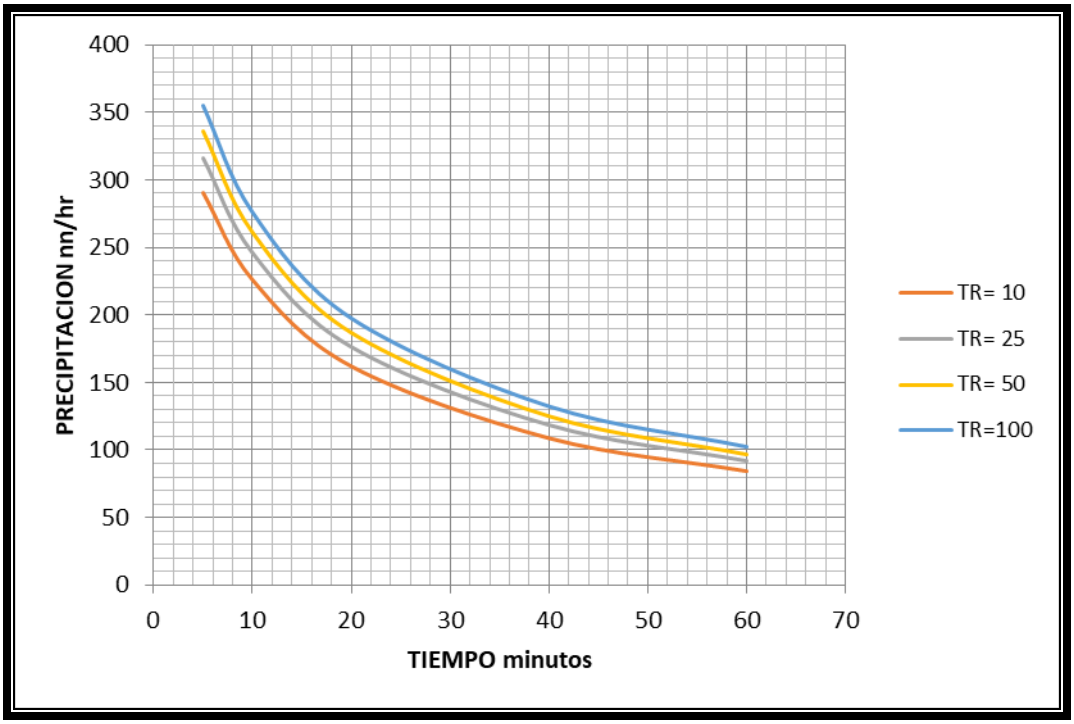
a= 21.22 b=6.95 c=0.72

R= 0.380 F=1.223

TABLA DE INTENSIDAD- DURACION-PERIODO DE RETORNO

CURVAS INTENSIDAD-DURACION-PERIODO DE RETORNO INTENSIDADES EN mm/hr DURACIONES EN MINUTOS					
	5	10	20	40	60
TR= 10	290.350	225.750	161.670	108.400	83.960
TR= 25	316.180	245.830	176.050	118.050	91.430
TR= 50	335.720	261.020	186.930	125.340	97.080
TR=100	355.260	276.220	197.810	132.640	102.730

GRAFICA DE CURVAS INTENSIDAD- DURACION-PERIODO DE RETORNO



5. HIDROLOGÍA.
5.1. Hidrografía.

Del análisis de la cartografía editada por INEGI carta topográfica **INEGI F13C69 PUERTO VALLARTA**, escala 1:50,000, altimetría de Instituto Territorial del Estado de Jalisco, curvas de nivel otorgadas por el contratante y con apoyo del AutoCad se definen sus principales características morfológicas; pudiéndose observar que los escurrimientos provenientes de la montaña se puede clasificar como “cauces efímeros” ya que conducen solamente agua durante la tormenta, con escurrimientos pluviales estaciónales desde la parte alta de las faldas del cerro el nadadero.

Escurrimiento pluvial 1 de una elevación de **160.50 m.s.n.m**, de la parte alta, hasta la zona del ingreso de la alcantarilla en una elevación de **52.45 m.s.n.m.**

Escurrimiento pluvial 2 de una elevación de **260.50 m.s.n.m**, de la parte alta, hasta la zona del ingreso de la de alcantarilla 2 en una elevación de **52.49 m.s.n.m.**

Escurrimiento pluvial 3 de una elevación de **181.00 m.s.n.m**, de la parte alta, hasta la zona del ingreso de la de alcantarilla 3 y 4 en una elevación de **54.03 m.s.n.m.**

En la microcuenca no existe infraestructura hidráulica (presas, bordos) que regulen avenidas o almacenen los escurrimientos.

5.2. Coeficiente de Escurrimiento.

El agua que constituye el caudal de predio puede recorrer diferentes caminos, desde el momento en que se precipita y alcanza la superficie terrestre, hasta el momento que llega a la calle. Cualquiera que sea su trayecto hasta la salida del área tributaria, esta agua constituye el escurrimiento. Es importante conocer cuáles son los componentes del escurrimiento para elaborar cualquier estudio hidrológico que involucre el caudal de predio. Asimismo, se requiere identificar los elementos que forman un hidrograma, antes de analizar la relación existente entre la precipitación y el escurrimiento ocurridos en el lugar objeto de estudio. La importancia de la relación entre estos fenómenos radica en que es normal que se carezca de suficientes datos de escurrimiento del sitio de interés, es decir, suelen abundar más los registros de precipitación. Dado que el flujo de un río es afectado principalmente por las variaciones de la precipitación, las relaciones lluvia-escurrimiento son una herramienta valiosa para suplir esta carencia de información, pues permiten determinar el escurrimiento utilizando las características del predio en estudio y los datos de precipitación. Es por ello que existen numerosos métodos para relacionar la precipitación en una urbanización.

Se obtiene el valor del coeficiente de escurrimiento (C) para lugares sin edificación y urbanizadas, de la tabla 1 de acuerdo con los tipos de suelos, uso del suelo y pendiente. Cuando el área de drenaje presenta diferentes tipos de suelos, vegetación y pendiente media. El coeficiente de escurrimiento (C), se obtendrá para cada área parcial y posteriormente se calculará el promedio ponderado para aplicarlo en la ecuación del método racional.

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA

Tipo de area drenada	Coeficiente de escurrimiento	
	Minimo	Maximo
Zona Comercial:		
Zona Comercial	0.75	0.95
Zonas Mercantiles	0.70	0.90
Vecindarios	0.50	0.70
Zonas Recidenciales:		
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares espaciados	0.40	0.60
Multifamiliares compactados	0.60	0.75
Semiurbanas	0.25	0.40
Casas habitacion	0.50	0.70
Zonas Industriales:		
Espaciado	0.50	0.80
Compacto	0.60	0.90
Cementerios y Parques	0.10	0.25
Campos de Juego	0.20	0.35
Patios de ferrocaril y terrenos sin construir	0.20	0.40
Zonas Suburbanas	0.10	0.30
Calles:		
Asfaltadas	0.70	0.85
De concreto Hidraulico	0.80	0.95
Adoquinadas o empedradas, junteadas con cemento	0.70	0.85
Adoquin sin juntear	0.50	0.70
Terracerias	0.25	0.60
Estacionamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
Praderas		
Suelos arenosos planos (pendientes < 0.02)	0.05	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.10	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 o mas)	0.25	0.35
Suelos arcilloso planos (pendientes < 0.02)	0.13	0.17
Suelos arcilloso con pendientes medias (0.02-0.07)	0.25	0.35
Suelos arcilloso escarpados (0.07 o mas)	0.18	0.22
Llanuras de Inundacion:	0.35	0.45
Bosques o selva		
Bosque o selva densa vegetacion con pendiente pronunciada mayor del 50%	0.50	0.55
Bosque o selvadensa con pendiente pronunciada a mayor del 20% y menor 50%	0.45	0.48

En el área de estudio en estado actual se clasifico como Selva Caducifolia en pendiente fuertes entre 20 a 50% con un coeficiente de escurrimiento de **C= 0.45**. Para las áreas ocupadas con concreto (azoteas, andadores, vialidad y terrazas) se tomó un coeficiente de **C= 0.95,** para las áreas verdes en inclinación mayor del 7% se tomó **C=0.40** en contorno constante.

5.3. Cálculo del tiempo de concentración.

Con el objeto de calcular la rapidez de llegada del escurrimiento generado en la cuenca hasta el sitio más bajo de la misma o tiempo que tarda en llegar el escurrimiento es necesario utilizar las pendientes medias, los coeficientes de rugosidad del cauce, el complejo hidrológico de la cuenca y las características fisiográficas de la misma.
Así mismo se puede definir como el tiempo transcurrido entre el final del histograma de exceso y el final del escurrimiento directo, sin embargo algunos autores reportan el Tc como el tiempo comprendido entre el centroide del histograma del exceso y el punto de inflexión sobre la curva de secesión del hidrograma de escurrimiento directo.
Naturalmente el tiempo de concentración (Tc) depende de la longitud máxima que debe transitar el agua hasta la salida de una cuenca y de la velocidad que adquiere del promedio dentro de la misma.
Estén varias formulas para calcular el tiempo de concentración y entre otras se mencionan algunas de la que se aplicaron para el estudio, son las siguientes:

1.- FORMULA DE KIRPICH

$$Tc = 0.000325 \left[\left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.5} \right]^{0.77}$$

2.- FORMULA DE ROWWE

$$Tc = \left(\frac{0.86\ L^3}{H} \right)^{0.385}$$

3.- FORMULA DE RESOURCES DIVISION FAO

$$Tc = \frac{L^{1.15}}{15\ H^{0.38}}$$

4.- FORMULA DE BASSO

$$Tc = 0.067 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Siendo:
L= longitud del cauce principal (Km)
S= Pendiente del cauce principal (m/m)
A= Área de la cuenca (Km2)

ESTUDIO: MICROCUENCA ESCURRIMIENTO 1		
TIEMPO DE CONCENTRACION		
DATOS:		
LONG. DE CAUCE PRINCIPAL (m)=		240.35
DESNIVEL TOPOGRAFICO (m)=		108.05
PENDIENTE =		0.4231133
1- FORMULA DE KIRPICH		
$Tc= ,00325*((L^3/H)^{,77}$	=	0.03011707
2- FORMULA DE ROWE		
$Tc= ((0,86*L^3)/H)^{0,0385}$	=	0.0299717
3- FORMULA DE RESOURCES DIVISION FAO		
$Tc= L^{1,15}/(15*H^{0,38})$	=	0.03013714
4- FORMULA DE BASSO		
$Tc=0,67*(L/S^{0,5})^{0,77}$	=	0.03112712
Tc ADOPTADO:		**0.03033826**

Para el cálculo del tiempo de concentración se aplicaron los métodos de Kripich, Forest Resources, R. Rowe, División FAO y Basso 2, que son los más representativos para la microcuenca en estudio, quedando ponderado el valor **Tc= 0.030 (1.80 Minutos)**

ESTUDIO: MICROCUENCA ESCURRIMIENTO 2		
TIEMPO DE CONCENTRACION		
DATOS:		
LONG. DE CAUCE PRINCIPAL (m)=		535.62
DESNIVEL TOPOGRAFICO (m)=		208.09
PENDIENTE =		0.3672681
1- FORMULA DE KIRPICH		
$Tc= ,00325*((L^3/H)^{,77}$	=	0.05904542
2- FORMULA DE ROWE		
$Tc= ((0,86*L^3)/H)^{0,0385}$	=	0.0587604
3- FORMULA DE RESOURCES DIVISION FAO		
$Tc= L^{1,15}/(15*H^{0,38})$	=	0.05904166
4- FORMULA DE BASSO		
$Tc=0,67*(L/S^{0,5})^{0,77}$	=	0.06092226
Tc ADOPTADO:		**0.05944244**

Para el cálculo del tiempo de concentración se aplicaron los métodos de Kripich, Forest Resources, R. Rowe, División FAO y Basso 2, que son los más representativos para la microcuenca en estudio, quedando ponderado el valor **Tc= 0.059 (3.54 Minutos)**

ESTUDIO: MICROCUENCA ESCURRIMIENTO 3		
TIEMPO DE CONCENTRACION		
DATOS:		
LONG. DE CAUCE PRINCIPAL (m)=		259.77
DESNIVEL TOPOGRAFICO (m)=		126.97
PENDIENTE =		0.4711674
1- FORMULA DE KIRPICH		
$Tc= ,00325*((L^3/H)^{,77}$	=	0.03096055
2- FORMULA DE ROWE		
$Tc= ((0,86*L^3)/H)^{0,0385}$	=	0.0308111
3- FORMULA DE RESOURCES DIVISION FAO		
$Tc= L^{1,15}/(15*H^{0,38})$	=	0.03099414
4- FORMULA DE BASSO		
$Tc=0,67*(L/S^{0,5})^{0,77}$	=	0.03170559
Tc ADOPTADO:		**0.03111785**

Para el cálculo del tiempo de concentración se aplicaron los métodos de Kripich, Forest Resources, R. Rowe, División FAO y Basso 2, que son los más representativos para la microcuenca en estudio, quedando ponderado el valor **Tc= 0.031 (1.86 Minutos)**

Para los escurrimientos de montaña los tiempos de concentración son menores de los 5 minutos , por lo que se optó 5 minutos para cada microcuenca como tiempo de concentración.

Así como también para cada área tributaria 1, 2, 3, 4, 5, 6 se optó el tiempo de concentración de 5 minutos.

5.4. Cálculo de los escurrimientos.

Para el cálculo de los escurrimientos en cualquier microcuenca, directamente intervienen el tipo y uso del suelo; los cuales quedaron referidos en el inciso 5.2 de coeficiente de escurrimiento hidrológicos suelo-cobertura, las pendientes dominantes, las intensidades de lluvia igual a los tiempos de concentración de

cada área o microcuenca para cada periodo de retorno utilizado y las características morfológicas de las microcuencas o área tributaria.

5.5. Determinación de los gastos para Tr= 10, 25, 50 y 100 años por método Hidrológico Empírico.

Los métodos hidrológicos tienen como objetivo la reconstrucción matemática del proceso o fenómeno de la formación de la avenida o gasto, es decir, se supone una lluvia de duración y periodo de retorno determinado, dentro de los probables y se calculan el escurrimiento que genera en un punto de la corriente estudiada, hasta llegar a dibujar el probable hidrograma de la avenida que se calcula.

Para cuencas hasta de 25 km^2, aunque también se pueden aplicar en cuencas hasta de 100 km^2, considerando que el grado de confiabilidad disminuye al incrementarse el área.

Procedimiento:

1.- Se delimita y se obtiene el área de microcuenca o área tributaria.
2.- Se determina la Longitud del escurrimiento Principal.
3.- Se calcula la Pendiente Media mediante el método de Taylor-Schwarz.
4.- Con base en la longitud y la pendiente media del cauce principal, se calcula el tiempo de concentración que es el tiempo (en horas) requerido para que el agua escurra desde el punto más lejano de la microcuenca hasta el sitio donde se proyecta la punto de proyecto mediante la fórmulas de tiempo de concentración ponderándose el tiempo.
5.- Conocido el tiempo de concentración se determina la intensidad y se obtiene el gasto por medio de la siguiente expresión:

$$Q_{Tr} = 2.788\ CIA$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno Tr establecido, (lts/s)
C= Coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional
I= intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concentración t_c, para el periodo de retorno Tr establecido, (mm/h)
A= Área de la cuenca, (has)

Se realizo el análisis de las 3 microcuencas en estado actual natural y 6 áreas tributarias en estado ya urbanizado (villa residencial) por los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años por el método Racional ver siguientes análisis:

MÉTODO RACIONAL		
Nombre de la Cuenca =	**MICROCUENCA 1**	
Área de la Cuenca =	1.0700	Has
Tiempo de Concentración (Tc)=	5.00	min
Coeficiente de Escurrimiento=	0.45	

Periodo de Retorno Tr (años)	Intensidd (mm/h)	Gasto(lts/s)	Volumen (m3)
10	290.35	388.654	116.60
25	316.18	423.229	126.97
50	335.72	449.385	134.82
100	355.26	475.540	142.66

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)				
Tipo de superficie por drenar	**Área (ha)**	**Pendiente (%)**	**Coeficiente de Escurrimiento**	**Coef. Esc. Ponderado**
SELVA CADUCIFOLIA EN TERRENO DE PENDIENTE MENOR DEL 50%	1.0700	42	0.45	0.45
SUMA	1.0700			0.45

Gasto Máximo Correspondiente a un periodo de retorno

$$Q_{Tr} = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno (Tr) establecido, (lts/s)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional)

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concetración (Tc), para el periodo de retorno (Tr) establecido (mm/h)

A= Área de la cuenca (HAS)

MÉTODO RACIONAL		
Nombre de la Cuenca =	**MICROCUENCA 2**	
Área de la Cuenca =	8.7700	Has
Tiempo de Concentración (Tc)=	5.00	min
Coeficiente de Escurrimiento=	0.45	

Periodo de Retorno Tr (años)	Intensidd (mm/h)	Gasto(lts/s)	Volumen (m3)
10	290.35	3185.508	955.65
25	316.18	3468.896	1040.67
50	335.72	3683.275	1104.98
100	355.26	3897.653	1169.30

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)				
Tipo de superficie por drenar	**Área (ha)**	**Pendiente (%)**	**Coeficiente de Escurrimiento**	**Coef. Esc. Ponderado**
SELVA CADUCIFOLIA EN TERRENO DE PENDIENTE MENOR DEL 50%	8.7700	36	0.45	0.45
SUMA	8.7700			0.45

Gasto Máximo Correspondiente a un periodo de retorno

$$Q_{Tr} = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno (Tr) establecido, (lts/s)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional)

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concetración (Tc), para el periodo de retorno (Tr) establecido (mm/h)

A= Área de la cuenca (HAS)

MÉTODO RACIONAL		
Nombre de la Cuenca =	**MICROCUENCA 3**	
Área de la Cuenca =	2.6000	Has
Tiempo de Concentración (Tc)=	5.00	min
Coeficiente de Escurrimiento=	0.45	

Periodo de Retorno Tr (años)	Intensidd (mm/h)	Gasto(lts/s)	Volumen (m3)
10	290.35	944.392	283.32
25	316.18	1028.407	308.52
50	335.72	1091.963	327.59
100	355.26	1155.519	346.66

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)				
Tipo de superficie por drenar	**Área (ha)**	**Pendiente (%)**	**Coeficiente de Escurrimiento**	**Coef. Esc. Ponderado**
SELVA CADUCIFOLIA EN TERRENO DE PENDIENTE MENOR DEL 50%	2.6000	47	0.45	0.45
SUMA	2.6000			0.45

Gasto Máximo Correspondiente a un periodo de retorno

$$Q_{Tr} = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno (Tr) establecido, (lts/s)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional)

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concetración (Tc), para el periodo de retorno (Tr) establecido (mm/h)

A= Área de la cuenca (HAS)

MÉTODO RACIONAL		
Nombre de la Cuenca =	**AREA TRIBUTARIA 1**	
Área de la Cuenca =	0.1500	Has
Tiempo de Concentración (Tc)=	5.00	min
Coeficiente de Escurrimiento=	0.81	

Periodo de Retorno Tr (años)	Intensidd (mm/h)	Gasto(lts/s)	Volumen (m3)
10	290.35	98.374	29.51
25	316.18	107.126	32.14
50	335.72	113.746	34.12
100	355.26	120.367	36.11

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)				
Tipo de superficie por drenar	**Área (ha)**	**Pendiente (%)**	**Coeficiente de Escurrimiento**	**Coef. Esc. Ponderado**
AREA VERDE EN PASTO DE CORTE CONSTANTE	0.0375	15	0.4	0.10
CONSTRUCCION (AZOTEAS, ANDADORES, TERRAZAS Y VIALIDADES)	0.1125	15	0.95	0.71
SUMA	0.1500			0.81

Gasto Máximo Correspondiente a un periodo de retorno

$$Q_{Tr} = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno (Tr) establecido, (lts/s)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional)

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concetración (Tc), para el periodo de retorno (Tr) establecido (mm/h)

A= Área de la cuenca (HAS)

MÉTODO RACIONAL		
Nombre de la Cuenca =	**AREA TRIBUTARIA 2**	
Área de la Cuenca =	0.0600	Has
Tiempo de Concentración (Tc)=	5.00	min
Coeficiente de Escurrimiento=	0.81	

Periodo de Retorno Tr (años)	Intensidd (mm/h)	Gasto(lts/s)	Volumen (m3)
10	290.35	39.350	11.80
25	316.18	42.850	12.86
50	335.72	45.498	13.65
100	355.26	48.147	14.44

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)				
Tipo de superficie por drenar	**Área (ha)**	**Pendiente (%)**	**Coeficiente de Escurrimiento**	**Coef. Esc. Ponderado**
AREA VERDE EN PASTO DE CORTE CONSTANTE	0.0150	15	0.4	0.10
CONSTRUCCION (AZOTEAS, ANDADORES, TERRAZAS Y VIALIDADES)	0.0450	15	0.95	0.71
SUMA	0.0600			0.81

Gasto Máximo Correspondiente a un periodo de retorno

$$Q_{Tr} = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno (Tr) establecido, (lts/s)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional)

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concetración (Tc), para el periodo de retorno (Tr) establecido (mm/h)

A= Área de la cuenca (HAS)

MÉTODO RACIONAL		
Nombre de la Cuenca =	**AREA TRIBUTARIA 3**	
Área de la Cuenca =	0.0900	Has
Tiempo de Concentración (Tc)=	5.00	min
Coeficiente de Escurrimiento=	0.83	

Periodo de Retorno Tr (años)	Intensidd (mm/h)	Gasto(lts/s)	Volumen (m3)
10	290.35	60.134	18.04
25	316.18	65.484	19.65
50	335.72	69.531	20.86
100	355.26	73.578	22.07

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)				
Tipo de superficie por drenar	**Área (ha)**	**Pendiente (%)**	**Coeficiente de Escurrimiento**	**Coef. Esc. Ponderado**
AREA VERDE EN PASTO DE CORTE CONSTANTE	0.0200	2	0.4	0.09
CONSTRUCCION (AZOTEAS, ANDADORES, TERRAZAS Y VIALIDADES)	0.0700	2	0.95	0.74
SUMA	0.0900			0.83

Gasto Máximo Correspondiente a un periodo de retorno

$$Q_{Tr} = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno (Tr) establecido, (lts/s)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional)

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concetración (Tc), para el periodo de retorno (Tr) establecido (mm/h)

A= Área de la cuenca (HAS)

MÉTODO RACIONAL		
Nombre de la Cuenca =	**AREA TRIBUTARIA 4**	
Área de la Cuenca =	0.2200	Has
Tiempo de Concentración (Tc)=	5.00	min
Coeficiente de Escurrimiento=	0.80	

Periodo de Retorno Tr (años)	Intensidd (mm/h)	Gasto(lts/s)	Volumen (m3)
10	290.35	142.062	42.62
25	316.18	154.701	46.41
50	335.72	164.261	49.28
100	355.26	173.822	52.15

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)				
Tipo de superficie por drenar	**Área (ha)**	**Pendiente (%)**	**Coeficiente de Escurrimiento**	**Coef. Esc. Ponderado**
AREA VERDE EN PASTO DE CORTE CONSTANTE	0.0600	2	0.4	0.11
CONSTRUCCION (AZOTEAS, ANDADORES, TERRAZAS Y VIALIDADES)	0.1600	2	0.95	0.69
SUMA	0.2200			0.80

Gasto Máximo Correspondiente a un periodo de retorno

$$Q_{Tr} = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno (Tr) establecido, (lts/s)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional)

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concetración (Tc), para el periodo de retorno (Tr) establecido (mm/h)

A= Área de la cuenca (HAS)

MÉTODO RACIONAL		
Nombre de la Cuenca =	**AREA TRIBUTARIA 5**	
Área de la Cuenca =	0.2500	Has
Tiempo de Concentración (Tc)=	5.00	min
Coeficiente de Escurrimiento=	0.91	

Periodo de Retorno Tr (años)	Intensidd (mm/h)	Gasto(lts/s)	Volumen (m3)
10	290.35	183.228	54.97
25	316.18	199.529	59.86
50	335.72	211.859	63.56
100	355.26	224.190	67.26

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)				
Tipo de superficie por drenar	**Área (ha)**	**Pendiente (%)**	**Coeficiente de Escurrimiento**	**Coef. Esc. Ponderado**
AREA VERDE EN PASTO DE CORTE CONSTANTE	0.0200	15	0.4	0.03
CONSTRUCCION (AZOTEAS, ANDADORES, TERRAZAS Y VIALIDADES)	0.2200	2	0.95	0.84
ALBERCA	0.0100	0	1	0.04
SUMA	0.2500			0.91

Gasto Máximo Correspondiente a un periodo de retorno

$$Q_{Tr} = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno (Tr) establecido, (lts/s)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional)

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concetración (Tc), para el periodo de retorno (Tr) establecido (mm/h)

A= Área de la cuenca (HAS)

MÉTODO RACIONAL		
Nombre de la Cuenca =	**AREA TRIBUTARIA 6**	
Área de la Cuenca =	0.4000	Has
Tiempo de Concentración (Tc)=	5.00	min
Coeficiente de Escurrimiento=	0.75	

Periodo de Retorno Tr (años)	Intensidd (mm/h)	Gasto(lts/s)	Volumen (m3)
10	290.35	240.538	72.16
25	316.18	261.936	78.58
50	335.72	278.124	83.44
100	355.26	294.312	88.29

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)				
Tipo de superficie por drenar	**Área (ha)**	**Pendiente (%)**	**Coeficiente de Escurrimiento**	**Coef. Esc. Ponderado**
AREA VERDE EN PASTO DE CORTE CONSTANTE	0.1500	15	0.4	0.15
CONSTRUCCION (AZOTEAS, ANDADORES, TERRAZAS Y VIALIDADES)	0.2400	2	0.95	0.57
ALBERCA	0.0100	0	1	0.03
SUMA	0.4000			0.75

Gasto Máximo Correspondiente a un periodo de retorno

$$Q_{Tr} = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

Q_{Tr}= Gasto máximo para el periodo de retorno (Tr) establecido, (lts/s)

C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca (adimensional)

I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concetración (Tc), para el periodo de retorno (Tr) establecido (mm/h)

A= Área de la cuenca (HAS)

MICROCUENCAS DE LOS CRUCES DE ALCANTARILLAS

TABLA RESUMEN DE GASTOS Y VOLUMEN (ESTADO NATURAL)			
Microcuenca	Periodo de retorno Tr (años)	METODO RACIONAL	
		GASTO (lts/s)	VOLUMEN (m3)
1	10	388.654	116.596
	25	423.229	126.969
	50	449.385	134.815
	100	475.540	142.662
2	10	3,185.508	955.652
	25	3,468.896	1,040.669
	50	3,683.275	1,104.982
	100	3,897.653	1,169.296
3	10	944.392	283.318
	25	1,028.407	308.522
	50	1,091.963	327.589
	100	1,155.519	346.656

AREA TRIBUTARIAS COLINDANTES E INTERNAS DE PREDIO A DESARROLLAR

TABLA RESUMEN DE GASTOS Y VOLUMEN (URBANIZADO)			
Area Tributaria	Periodo de retorno Tr (años)	METODO RACIONAL	
		GASTO (lts/s)	VOLUMEN (m3)
1	10	98.374	29.512
	25	107.126	32.138
	50	113.746	34.124
	100	120.367	36.110
2	10	39.350	11.805
	25	42.850	12.855
	50	45.498	13.650
	100	48.147	14.444
3	10	60.134	18.040
	25	65.484	19.645
	50	69.531	20.859
	100	73.578	22.073
4	10	142.062	42.619
	25	154.701	46.410
	50	164.261	49.278
	100	173.822	52.146
5	10	183.228	54.968
	25	199.529	59.859
	50	211.859	63.558
	100	224.190	67.257
6	10	240.538	72.161
	25	261.936	78.581
	50	278.124	83.437
	100	294.312	88.293

6. REVISION DE LOS CRUCES DE LA CARRETERA.

Actualmente existen 4 alcantarillas que captan las aguas generadas de las microcuencas del área de la montaña, las cuales la aguas son vertidas al predio en estudio , donde se generan dos escurrimientos pluviales que recorre el predio hasta su descarga hacia el mar.

La alcantarilla 1 capta los gastos pluviales provenientes de la microcuenca 1 del escurrimiento 1, la cual cuenta con diámetro de 90 cm de tubería de acero corrugado con pendiente de 7.7% con un coeficiente de Manning de 0.020 el cual tiene la capacidad hidráulica a tubo lleno de conducir un gasto de 3.31 m3/seg con una velocidad de 5.20 m/seg. por lo que se tiene suficiente área hidráulica para el tránsito de los gastos de los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años ver siguiente análisis figura No. 6

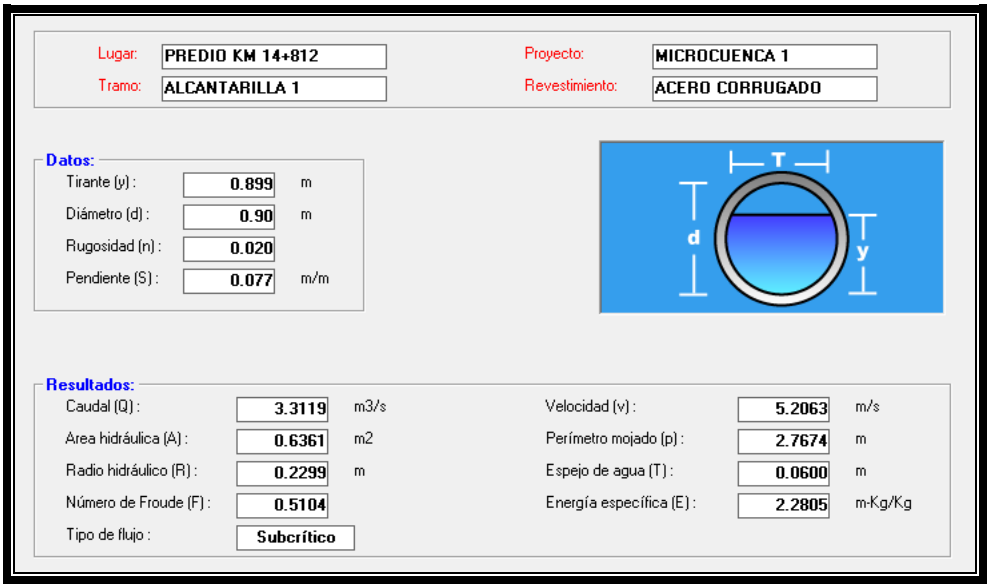


Figura No. 6

La alcantarilla 2 capta los gastos pluviales provenientes de la microcuenca 2 del escurrimiento 2, la cual cuenta con diámetro de 90 cm de tubería de acero corrugado con pendiente de 6.0 % con un coeficiente de Manning de 0.020 el cual tiene la capacidad hidráulica a tubo lleno de conducir un gasto de 2.92 m3/seg con una velocidad de 4.59 m/seg. por lo que no tiene suficiente área hidráulica para el tránsito de los gastos de los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años ver siguiente análisis figura No. 7

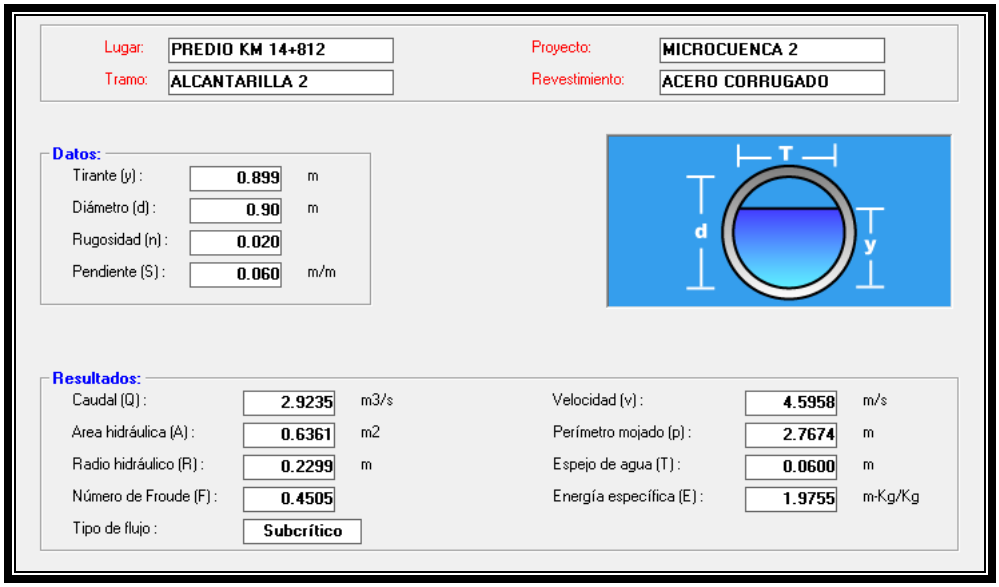


Figura No. 7

La alcantarilla 3 capta los gastos pluviales provenientes de la microcuenca 3 del escurrimiento 3, la cual cuenta con diámetro de 90 cm de tubería de acero corrugado con pendiente de 6.4 % con un coeficiente de Manning de 0.020 el cual tiene la capacidad hidráulica a tubo lleno de conducir un gasto de 3.01 m3/seg con una velocidad de 4.74 m/seg. por lo que tiene suficiente área hidráulica para el tránsito de los gastos de los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años ver siguiente análisis figura No. 8

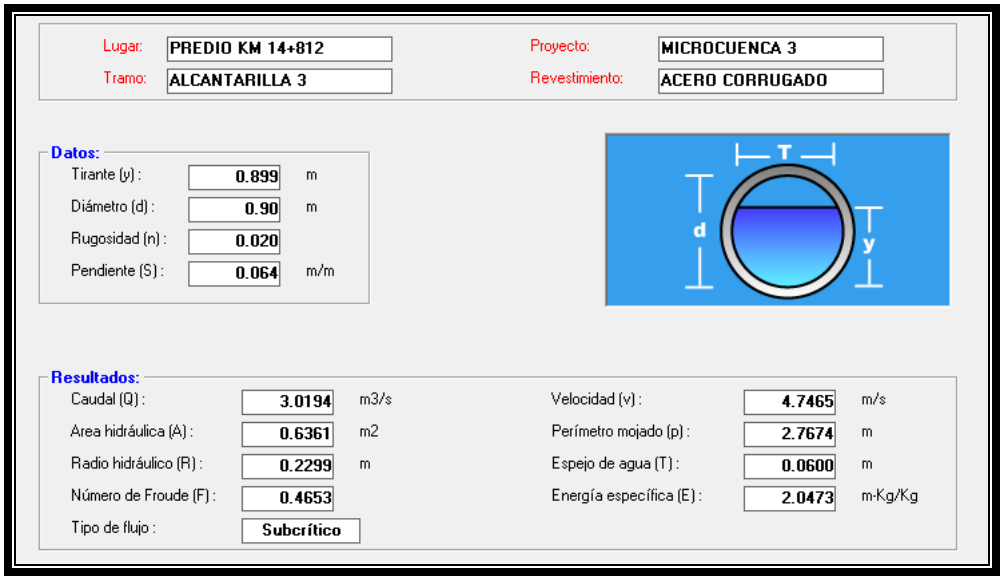


Figura No. 8

La alcantarilla 4 capta los gastos pluviales provenientes de la microcuenca 3 del escurrimiento 3, la cual cuenta con diámetro de 90 cm de tubería de acero corrugado con pendiente de 7.3 % con un coeficiente de Manning de 0.020 el cual tiene la capacidad hidráulica a tubo lleno de conducir un gasto de 3.22 m3/seg con una velocidad de 5.06 m/seg. por lo que tiene suficiente área hidráulica para el tránsito de los gastos de los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años ver siguiente análisis figura No. 9

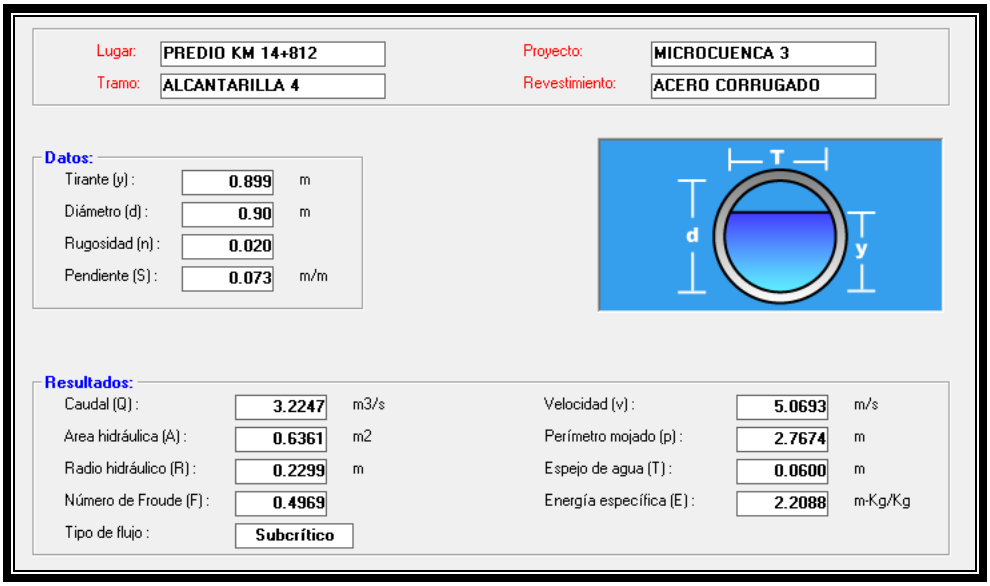


Figura No. 9

En este último caso existe dos alcantarillas, para el cruce del escurrimiento 3, por lo que hay suficiente área hidráulica para para el transito pluvial.

Para continuar con los escurrimientos en caso de entubar seria con las especificaciones de la SCT para proyecto de obras menores de drenaje donde se indica que para el tipo de carretera A y B localizadas en la zona costera de la Republica Mexicana el periodo de retorno seria por 100 años.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las microcuencas de los escurrimientos pluviales provenientes de la montaña, lo conforma Selva caducifolia, que se encuentran en suelos rocosos, siendo terrenos accidentados, clasificados como suelo tipo C en pendientes fuerte entre 20 y 50% con un coeficiente de escurrimiento de **C= 0.45.** Para el predio donde se urbanizara para el área de terrazas, andadores, azoteas incluyendo la carretera se tomo como **C=0.95,** por ultimo las áreas verdes en pasto con corte constante que se encuentran en inclinaciones mayores de 7% se tomó **C=0.40.**

CHENG LUNG CHEN

- Para el análisis de las precipitaciones se utilizó los datos de las estación de El Cuale, donde se utilizaron 39 años de registro de las precipitaciones máximas de 24 horas, la cual se dividió entre los resultados de la interpolación de la información de las isoyetas de las precipitaciones de 60 minutos de los periodo de retorno de 10, 25 y 50 años entre las precipitaciones máxima de 24 horas obtenidas donde se obtuvo el **R=0.38** , así obtener las intensidades de lluvia menores de una hora, con el método de Cheng Lung Chen, correspondientes a los periodos de retorno de Tr= 10, 25, 50 y 100 años.

- **La microcuenca del escurrimiento 1** tiene una superficie de **1.07 has**, con un perímetro de **571.55 m**, una longitud de escurrimiento de **240.35 m**. y el desnivel de la misma es de **108.05 m**., teniéndose un escurrimiento principal muy corto y una pendiente accidentada, por lo que el tiempo de concentración se considera rápido el cual es de **Tc= 0.0303 hrs** (1.8 minutos); considerando una intensidad de lluvia igual a los 5 minutos, aplicando el método Racional obteniéndose los gastos máximos extraordinarios de **Tr= 10 años= 0.388 m3/seg, Tr= 25 años= 0.423 m3/seg, Tr= 50 años= 0.449 m3/seg y Tr= 100 años= 0.476 m3/seg.**

- **La microcuenca del escurrimiento 2** tiene una superficie de **8.77 has**, con un perímetro de **1,308.98 m**, una longitud de escurrimiento de **535.62 m**. y el desnivel de la misma es de **208.01 m**., teniéndose un escurrimiento principal muy corto y una pendiente accidentada, por lo que el tiempo de concentración se considera rápido el cual es de **Tc= 0.059 hrs** (3.54 minutos); considerando una intensidad de lluvia igual a los 5 minutos, aplicando el método Racional obteniéndose los gastos máximos extraordinarios de **Tr= 10 años= 3.185 m3/seg, Tr= 25 años= 3.469 m3/seg, Tr= 50 años= 3.683 m3/seg y Tr= 100 años= 3.897 m3/seg.**

- **La microcuenca del escurrimiento 3** tiene una superficie de **2.60 has**, con un perímetro de **745.12 m**, una longitud de escurrimiento de **259.77 m**. y el desnivel de la misma es de **126.97 m**., teniéndose un escurrimiento principal muy corto y una pendiente accidentada, por lo que el tiempo de concentración se considera rápido el cual es de **Tc= 0.0311 hrs** (1.87

minutos); considerando una intensidad de lluvia igual a los 5 minutos, aplicando el método Racional obteniéndose los gastos máximos extraordinarios de **Tr= 10 años= 0.944 m3/seg, Tr= 25 años= 1.028 m3/seg, Tr= 50 años= 1.092 m3/seg y Tr= 100 años= 1.156 m3/seg.**

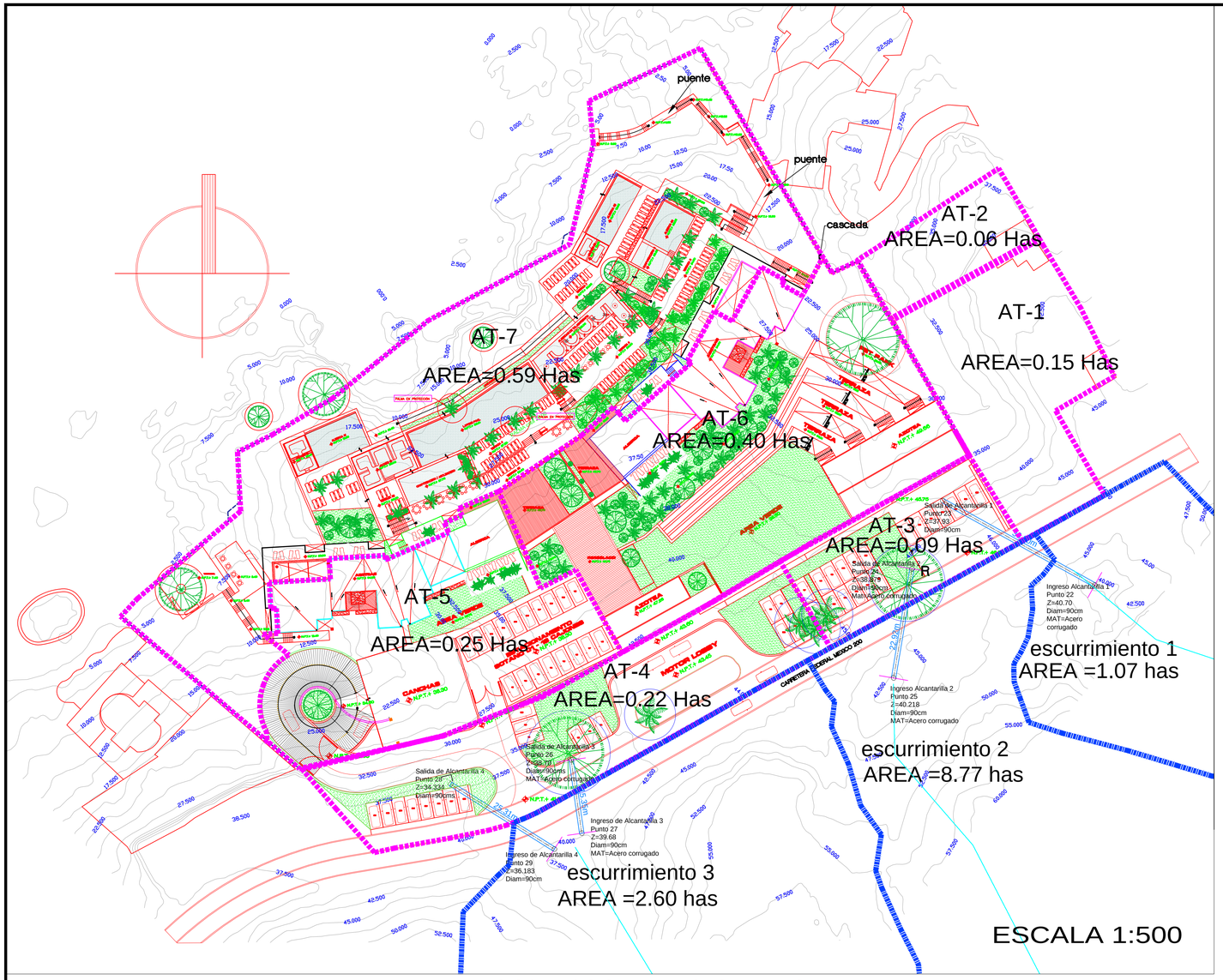
- Para las áreas tributarias externas (**AT-1, 2, 3, 4**) que las aguas superficiales inciden la predio incluyendo las de la carretera las cuales se considero para el cálculo del gasto también para la intensidad de lluvia de 5 minutos con el método Racional con los diferentes periodo de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, donde los escurrimientos serán captados por bocas de tormenta para su ingreso a los colectores de alejamiento de las aguas de las alcantarillas del cruce de carretera. Así como también para el desalojo pluvial de las áreas tributarias de la Villa Residencial (**AT-5, 6**) las cuales serán también desalojadas hacia el colector de alejamiento de las aguas de las alcantarillas de la carretera, las cuales se verterán hacia el mar. La **área tributaria 7** esta se recomienda por su condición topográfica verter hacia el mar directamente.

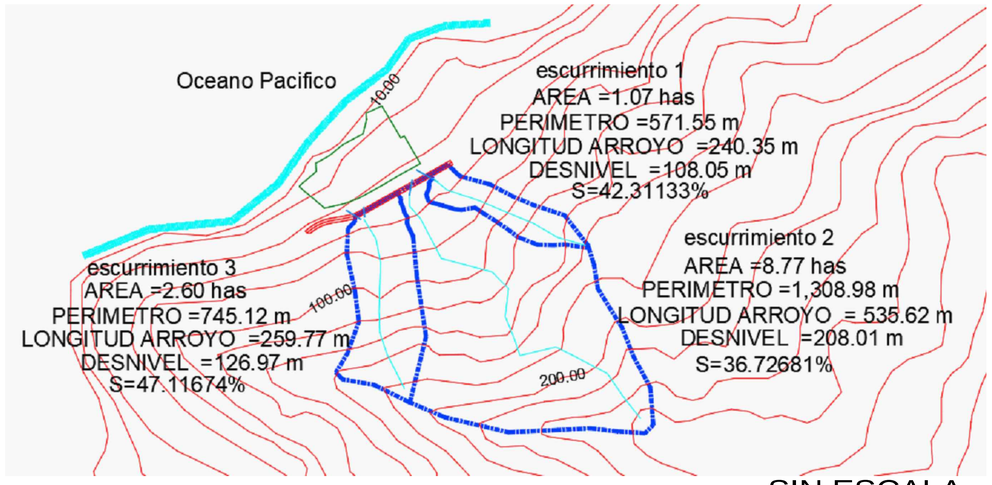
- Actualmente de las 4 alcantarillas existentes de diámetro de 90 cm con tubería de acero corrugado con la topografía realizada por el contratante, la 1, 3 y 4 tienen capacidad hidráulica para conducir los gastos de 100 años. Lo que respecta a la alcantarilla 2 que es la que más recibe, por el escurrimiento pluvial de las aguas de la microcuenca 2 con mayor superficie que las otras, esta no soporta ni el gasto de los 10 años.

ATENTAMENTE



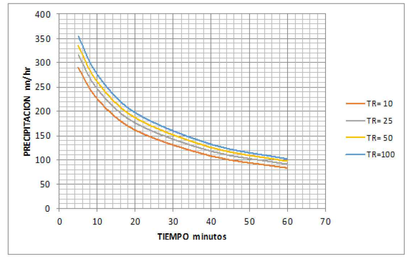
ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624





CURVAS INTENSIDAD-DURACION-PERIODO DE RETORNO INTENSIDADES EN mm/hr DURACIONES EN MINUTOS					
	5	10	20	40	60
TR= 10	290.350	225.750	161.670	108.400	83.960
TR= 25	316.180	245.830	176.050	118.050	91.430
TR= 50	335.720	261.020	186.930	125.340	97.080
TR=100	355.260	276.220	197.810	132.640	102.730

CURVAS DE INTENSIDADES-DURACION-PERIODO DE RETORNO



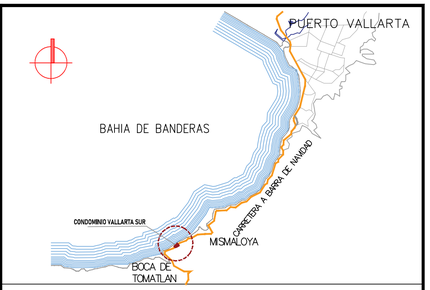
ANALISIS HIDROLOGICO EN VILLA RESIDENCIAL Y CARRETERA

TABLA RESUMEN DE GASTOS Y VOLUMEN (URBANIZADO)						
Area Tributaria	Periodo de retorno Tr (años)	AREA (Has)	PRECIPITACION (mm/hr)	C	METODO RACIONAL GASTO (lts/s)	METODO RACIONAL VOLUMEN (m3)
1	10	0.15	290.35	0.81	98.374	29.512
	25	0.15	316.18	0.81	107.126	32.138
	50	0.15	335.72	0.81	113.746	34.124
	100	0.15	355.26	0.81	120.367	36.110
2	10	0.06	290.35	0.81	39.350	11.805
	25	0.06	316.18	0.81	42.850	12.855
	50	0.06	335.72	0.81	45.498	13.650
	100	0.06	355.26	0.81	48.147	14.444
3	10	0.09	290.35	0.83	60.134	18.040
	25	0.09	316.18	0.83	65.484	19.645
	50	0.09	335.72	0.83	69.531	20.859
	100	0.09	355.26	0.83	73.578	22.073
4	10	0.22	290.35	0.80	142.062	42.619
	25	0.22	316.18	0.80	154.701	46.410
	50	0.22	335.72	0.80	164.261	49.278
	100	0.22	355.26	0.80	173.822	52.146
5	10	0.25	290.35	0.91	183.228	54.968
	25	0.25	316.18	0.91	199.529	59.859
	50	0.25	335.72	0.91	211.859	63.558
	100	0.25	355.26	0.91	224.190	67.257
6	10	0.40	290.35	0.75	240.538	72.161
	25	0.40	316.18	0.75	261.936	78.581
	50	0.40	335.72	0.75	278.124	83.437
	100	0.40	355.26	0.75	294.312	88.293

ANALISIS HIDROLOGICO ESCURRIMIENTO PLUVIALES DE MONTA A

TABLA RESUMEN DE GASTOS Y VOLUMEN (ESCURRIMIENTO PLUVIALES)						
Microcuenca	Periodo de retorno Tr (años)	AREA (Has)	PRECIPITACION (mm/hr)	C	METODO RACIONAL GASTO (lts/s)	METODO RACIONAL VOLUMEN (m3)
1	10	1.07	290.35	0.45	388.654	116.596
	25	1.07	316.18	0.45	423.229	126.969
	50	1.07	335.72	0.45	449.385	134.815
	100	1.07	355.26	0.45	475.540	142.662
2	10	8.77	290.35	0.45	3,185.508	955.652
	25	8.77	316.18	0.45	3,468.896	1,040.669
	50	8.77	335.72	0.45	3,683.275	1,104.982
	100	8.77	355.26	0.45	3,897.653	1,169.296
3	10	2.60	290.35	0.45	944.392	283.318
	25	2.60	316.18	0.45	1,028.407	308.522
	50	2.60	335.72	0.45	1,091.963	327.589
	100	2.60	355.26	0.45	1,155.519	346.656

PLANTA GENERAL
HIDROLOGIA



LOCALIZACION SIN ESCALA

DATOS DE PROYECTO

Sistema	pluvial
Metodo	Racional Americano
Formula	2.78 x C x I x A
Tiempo de retorno adoptado	100 años
Tiempo de concentracion	5 Minutos
pendiente promedio en montaña	47–36%
pendiente promedio en villa	5–2%
coeficiente de escorrentia	
Montaña–Selva Caducifolia	c= 0.45
Areas verdes	c= 0.40
Techos, terrazas, andadores	c= 0.95
Gasto de escurrimiento 1 Alcantarilla 1	475.54 lps
Gasto de escurrimiento 2 Alcantarilla 2	3,897.653 lps
Gasto de escurrimiento 3 Alcantarilla 3 y 4	1,155.519 lps
Gasto colector Norte	4.909 m3/seg
Gasto colector Sur	1.554 m3/seg

MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
INGENIERO CIVIL
MANUEL RIVERA CAMBAS 2704
JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA ,JAL.
TEL. – 3313192995

ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624

SIMBOLOGIA

AREA TRIBUTARIA EN VILLA

MICROCUENCA DE ESCURRIMIENTO

ALCANTARILLA DE CARRETERA

CURVA DE NIVEL

SELLOS

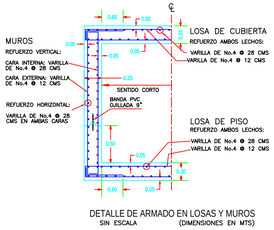
FIRMAS

nombre del proyecto:
CONDOMINIO VALLARTA SUR
HIDROLOGIA SUPERFICIAL

domicilio:
CARRETERA A BARRA DE NAVIDAD #5630

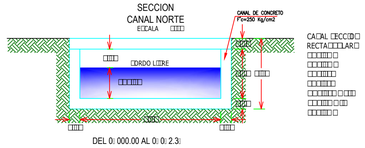
propietario:
PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

GUADALAJARA JALISCO	ESCALA	CLAVE DE PLANO	CLAVE DE ARCHIVO	LAMINA
NOVIEMBRE 2023	1:500	DRENAJE PLUVIAL	CAJA 02.DWG	1/1

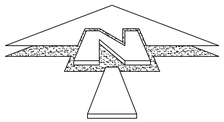


DETALLE DE ARMADO EN LOSAS Y MUROS
SIN ESCALA (DIMENSIONES EN MTS)





DEL 0+000.00 AL 0+2+3

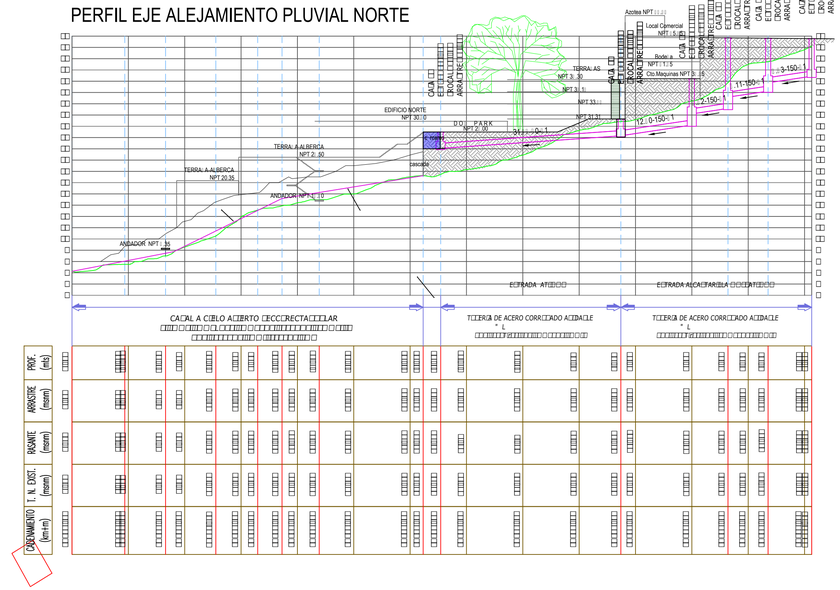


PLANO DE CONJUNTO
DESFOGUES DE ALCANTARILLAS

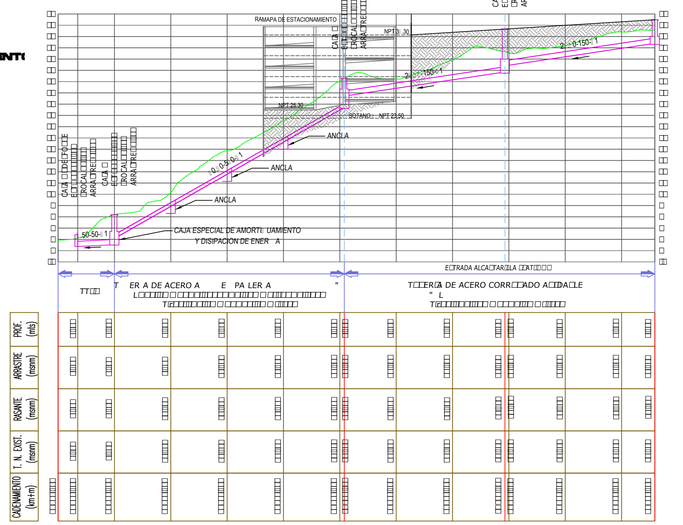
PLANTA GENERAL VALLARTA SUR CONDUCCION PLUVIAL

ESCALA 1 : 500

PERFIL EJE ALEJAMIENTO PLUVIAL NORTE

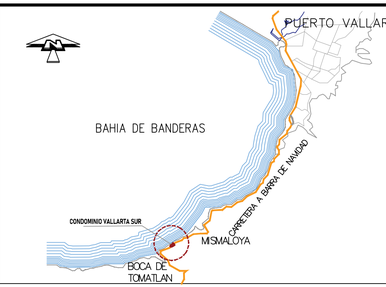


PERFIL EJE ALEJAMIENTO PLUVIAL SUR



PERFILES

ESCALA HOR. : 1 : 500
ESCALA VER. : 1 : 500



LOCALIZACION

SIN ESCALA

DATOS DE PROYECTO

Sistema	pluvial
Metodo	Racional Americano
Formula	2.78 x C x I x A
Tiempo de retorno adoptado	100 años
Tiempo de concentracion	5 Minutos
pendiente promedio en montaña	47–36%
pendiente promedio en villa	5–2%
coeficiente de escorrentia	
Montaña–Selva Caducifolia	c= 0.45
Areas verdes	c= 0.40
Techos, terrazas, andadores	c= 0.95
Gasto de escurrimiento 1 Alcantarilla 1	475.54 lps
Gasto de escurrimiento 2 Alcantarilla 2	3,897.653 lps
Gasto de escurrimiento 3 Alcantarilla 3 y 4	1,155.519 lps
Gasto colector Norte	4.909 m3/seg
Gasto colector Sur	1.554 m3/seg

MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
MANUEL RIVERA CAMBAS 2704
JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA ,JAL.
TEL. – 3313192995
INGENIERO CIVIL

ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624

SIMBOLOGIA

- COLECTOR PLUVIAL
- DETALLE DE ARMADO EN LOSA DE CONCRETO
- FLUJO — SENTIDO DEL FLUJO
- KM + MTS. — CADENAMIENTO
- 1602.45 / 1598.06 4.05 — NIVEL DE RASANTE / NIVEL DE ARRASTRE PROF.
- 7+940.00 — CADENAMIENTO
- REGISTRO CON CAIDAS ESCALONADAS
- ALCANTARILLA DE CARRETERA
- CANAL DE CONCRETO

SELLOS

FIRMAS

nombre del proyecto:

CONDOMINIO VALLARTA SUR

PROYECTO DRENAJE PLUVIAL

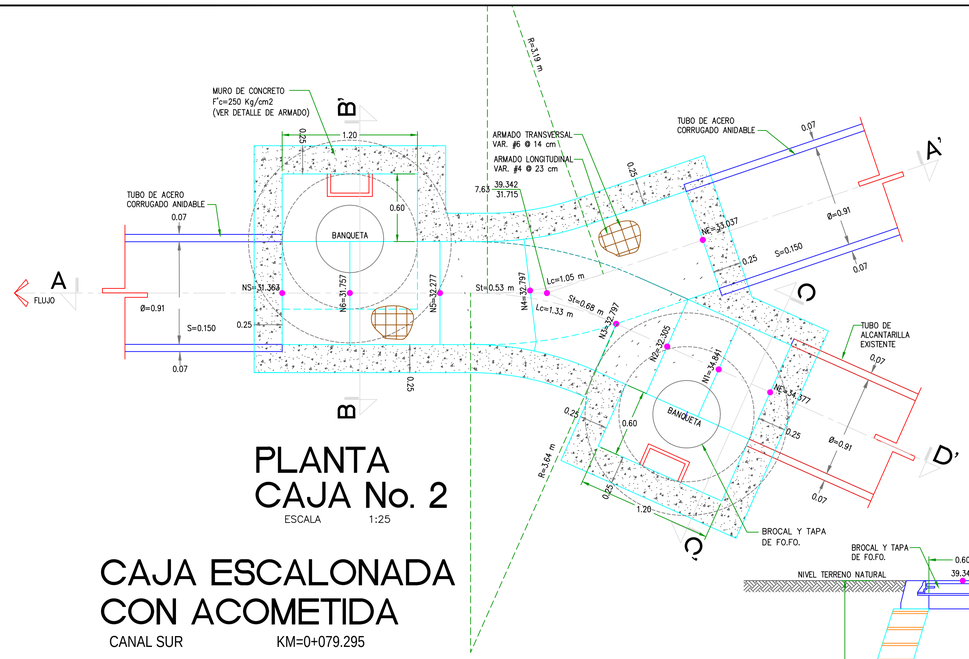
domicilio:

CARRETERA A BARRA DE NAVIDAD #5630

propietario:

PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

GUADALAJARA, JALISCO NOVIEMBRE 2023	ESCALA 1:500	CLAVE DE PLANO DRENAJE PLUVIAL	CLAVE DE ARCHIVO CAJA 02.DWG	LAMINA 1/8



PLANTA
CAJA No. 2

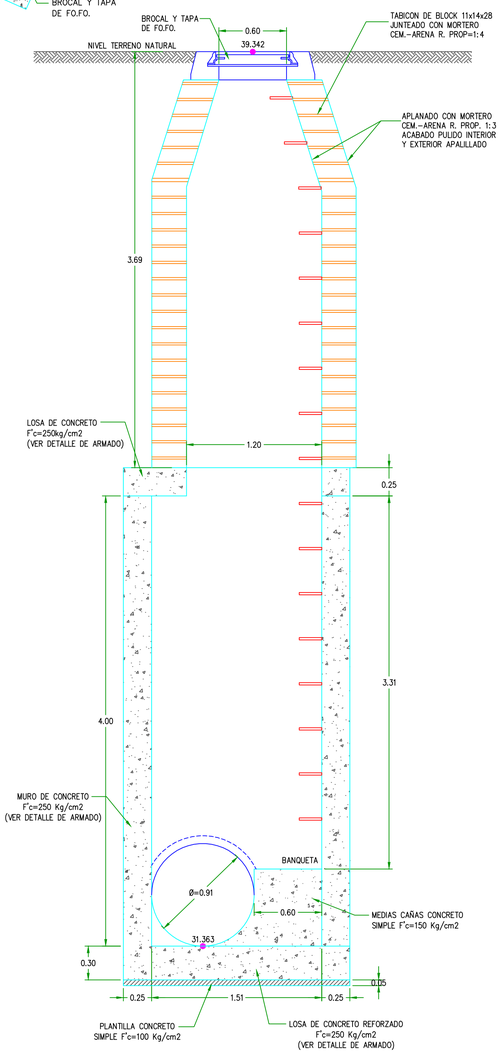
ESCALA 1:25

CAJA ESCALONADA CON ACOMETIDA

CANAL SUR KM=0+079.295

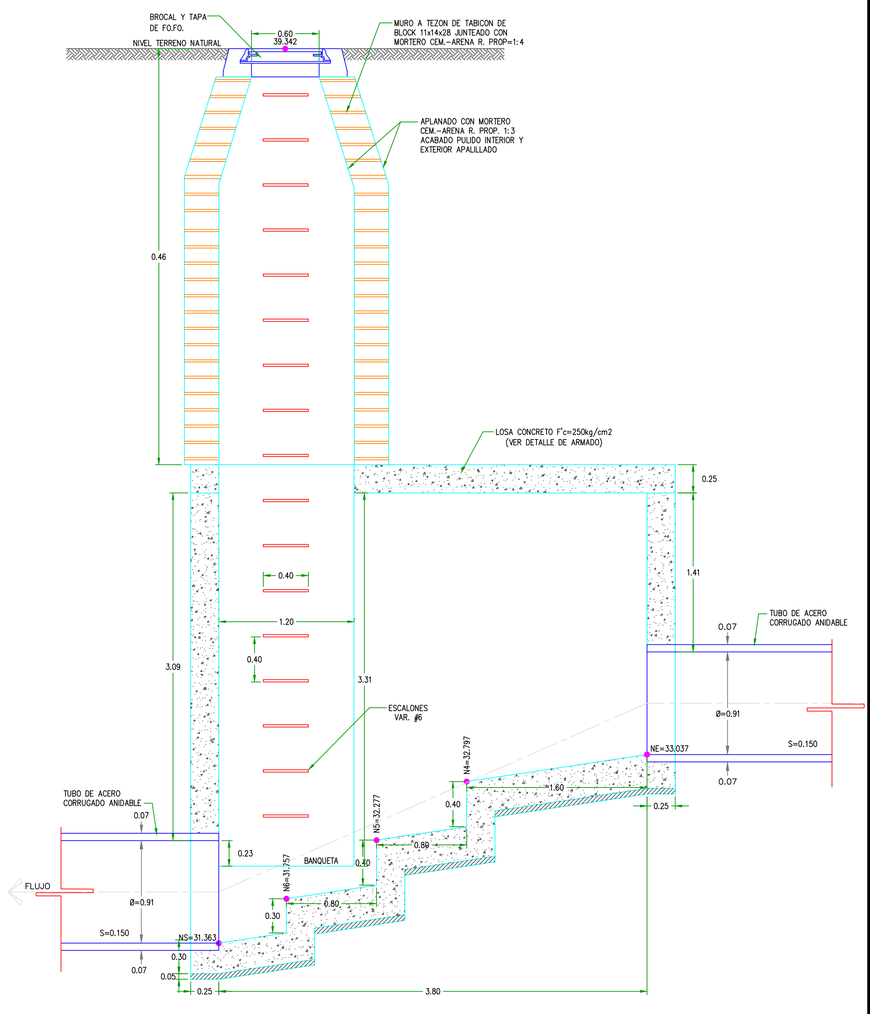
DISE O DE CAJAS

NO. CRUCERO	CAD. km + mts	COTAS TN	RASANTE	ARR-1	ARR-2	CAIDA (mts.)	PENDIENTE E	PENDIENTE S	DIAMETRO E	DIAMETRO S	DEFLEXION ANGULAR	DEFLEXION DIR.	CAJA TIPO	ACOMETIDAS Ø1	ACOMETIDAS Ø2	LONGITUD DE CAJA	ELEVACIONES NE	ELEVACIONES NS
2	0+079.295	35.351	39.342	31.715	32.819	1.10	150.0	150.0	0.91	0.91	18°49'	I	2	0.91		3.80	33.245	31.363
2.1	0+079.295	35.351	39.342	31.715	34.219	2.50	73.0	150.0	0.91	0.91	23°59'	I	2			4.36	34.377	31.363



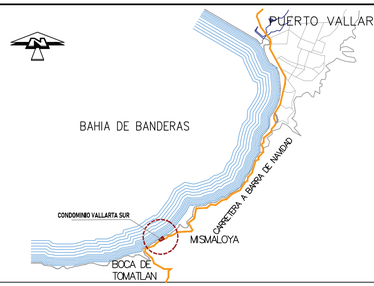
SECCION B-B'

ESCALA 1:25



SECCION A-A'

ESCALA 1:25



LOCALIZACION SIN ESCALA

DATOS DE PROYECTO

Sistema	pluvial
Metodo	Racional Americano
Formula	2.78 x C x I x A
Tiempo de retorno adoptado	100 años
Tiempo de concentracion	5 Minutos
pendiente promedio en montaña	47-36%
pendiente promedio en villa	5-2%
coeficiente de escorrentia	
Montaña-Selva Caducifolia	c= 0.45
Areas verdes	c= 0.40
Techos, terrazas, andadores	c= 0.95
Gasto de escurrimiento 1 Alcantarilla 1	475.54 lps
Gasto de escurrimiento 2 Alcantarilla 2	3,897.653 lps
Gasto de escurrimiento 3 Alcantarilla 3 y 4	1,155.519 lps
Gasto colector Norte	4.909 m3/seg
Gasto colector Sur	1.554 m3/seg

MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
INGENIERO CIVIL
MANUEL RIVERA CAMBAS 2704
JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA ,JAL.
TEL. - 3313192995

ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624

SIMBOLOGIA

	EJE DE TUBERIA
	DETALLE DE ARMADO EN LOSA DE CONCRETO
FLUJO	SENTIDO DEL FLUJO
KM + MTS.	CADENAMIENTO
1602.45 / 1598.06 / 4.05 / 7+940.00	NIVEL DE RASANTE, NIVEL DE ARRASTRE PROF., CADENAMIENTO
SE	PENDIENTE DE ENTRADA
SS	PENDIENTE DE SALIDA
N.E.	NIVEL DE ENTRADA
N.S.	NIVEL DE SALIDA
Lc	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
R	RADIO DE LA CURVA

ESCALA GRAFICA

0 0.25 0.50 1.00 1.50 2.50

E S C A L A 1:25

SELLOS

FIRMAS

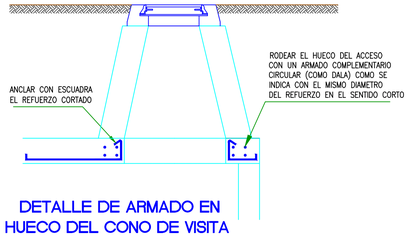
nombre del proyecto:

CONDOMINIO VALLARTA SUR
PROYECTO DRENAJE PLUVIAL
CAJA ESCALONADA CON ACOMETIDA DE ALCANTARILLA =91 cm

domicilio:
CARRETERA A BARRA DE NAVIDAD #5630

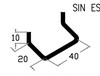
propietario:
PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

GUADALAJARA, JALISCO NOVIEMBRE 2023	ESCALA 1:25	CLAVE DE PLANO: DRENAJE PLUVIAL	CLAVE DE ARCHIVO: CAJA DEFLEXIONES.DWG	LAMINA: 2/8



DETALLE DE ARMADO EN HUECO DEL CONO DE VISITA

SIN ESCALA



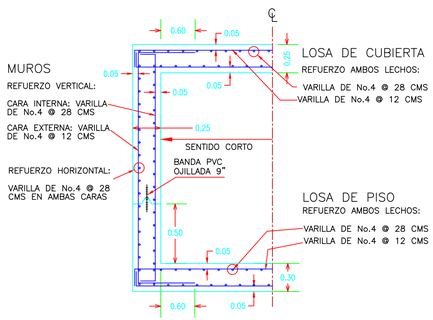
ESCALON DE VARILLA CORRUGADA DEL No.6

DETALLE DE ESCALON

SIN ESCALA (DIMENSIONES EN CMS)



DETALLE DE TAPA CIEGA Y BROCAL AMBOS DE FUNDICION D CTIL

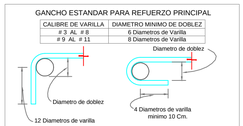


DETALLE DE ARMADO EN LOSAS Y MUROS

SIN ESCALA (DIMENSIONES EN MTS)

GANCHO ESTANDAR PARA REFUERZO PRINCIPAL

CALIBRE DE VARILLA	DIAMETRO MINIMO DE DOBLEZ
# 3 AL # 8	6 Diametros de Varilla
# 9 AL # 11	8 Diametros de Varilla



GANCHO ESTANDAR PARA ESTRIBOS

CALIBRE DE VARILLA	DIAMETRO MINIMO DE DOBLEZ
# 2 AL # 5	4 Diametros de varilla
Todas las otras varillas	Ver tabla anterior



(TODO EL DOBLADO DEBERA HACERSE EN FRIO)

TRASLAPES DE VARILLAS

CALIBRE DE VARILLA	LONGITUD DE TRASLAPE PARA VARILLA INDIVIDUAL EN TRABES Y LOSAS	
	EN LECHO INFERIOR	EN LECHO SUPERIOR
No. 2.5	40 cms	50 cms
No. 3	40 cms	50 cms
No. 4	50 cms	70 cms
No. 5	60 cms	90 cms
No. 6	80 cms	110 cms
No. 8	125 cms	175 cms

ESPECIFICACIONES PARA GANCHOS Y TRASLAPES EN ARMADOS

ESPECIFICACIONES DE CAJA

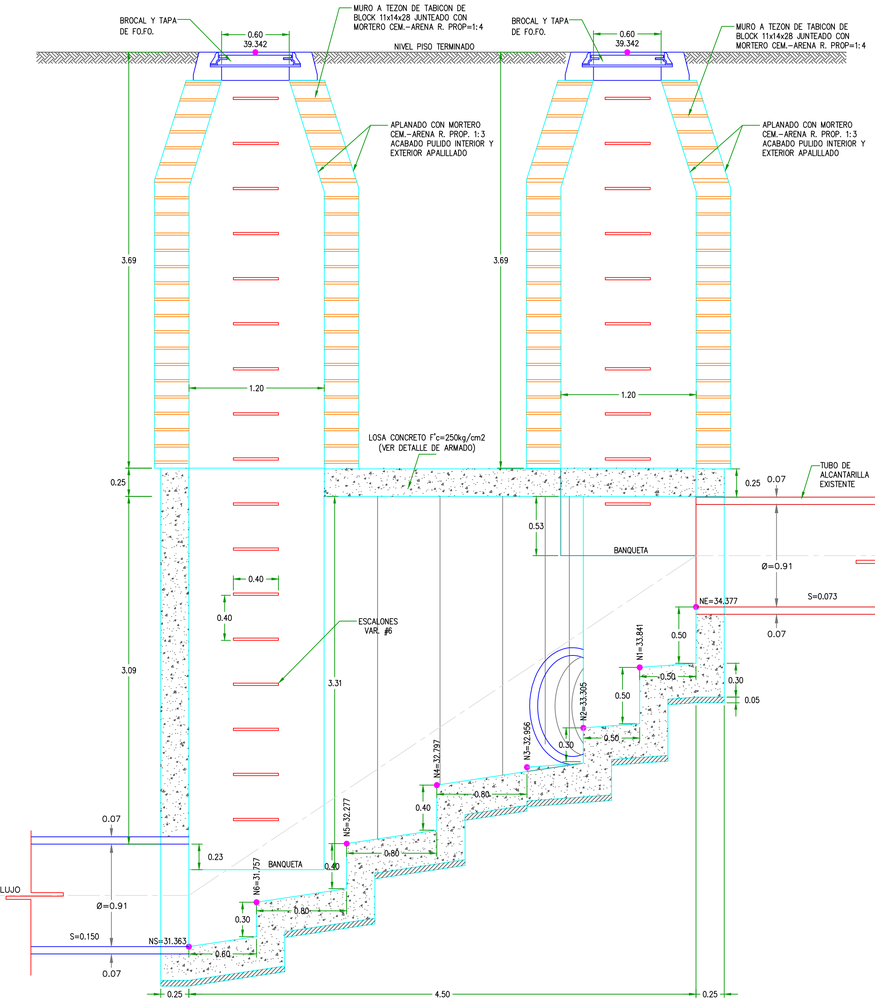
1.– LA PLANTILLA DE NIVELACION SERA CONCRETO SIMPLE DE f'c= 100 Kg/cm2 DE 5 cms DE ESP.
2.– LAS MEDIAS CAÑAS SERAN CONCRETO SIMPLE DE f'c= 150 Kg/cm2, SEGUN SE INDICA EN DIBUJO.
3.– LOS MUROS Y LOSA DE CUBIERTA Y PISO SERAN CONCRETO ARMADO, INDICANDOSE ESTOS EN DIBUJO Y DETALLES.
4.– CONCRETO REFORZADO: f'c=250 kg/cm2, CON REVENIMIENTO DE 5 A 8 cms. RECUBRIMIENTO DE 5 cms.
5.– ACERO DE REFUERZO: Fy=4200 kg/cm2 (ALTA RESISTENCIA)
6.– EL REFUERZO PARA EL SENTIDO CORTO SE PONDRA AL EXTERIOR DEL SENTIDO LARGO
7.– EL REFUERZO PARA EL SENTIDO CORTO, DESPLAZADO POR EL HUECO DEL ACCESO SE REPONDRA EN CADA LADO DEL MISMO EN UN 50%, EL DEL SENTIDO LARGO SOLAMENTE SE CORTARA EXCEPTO DONDE LA RELACION DE CLAROS SEA MENOR DE 1.5, EN DONDE, TAMBIEN EN EL SENTIDO LARGO SE PROCEDERA IGUAL.
8.– PARA EL ARMADO DE REFUERZO, LA ELABORACION, COLOCACION, VIBRADO Y CURADO DEL CONCRETO, EL CONSTRUCTOR DEBERA SUJETARSE A NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES CONCRETO REFORZADO ACI–318–95 O ACI–318–89
9.– NO SE TRASLAPARA MAS DEL 50% DE LAS VARILLAS DE CADA LECHO DENTRO DE UNA ZONA IGUAL A UNA LONGITUD DE TRASLAPE. SECCIONES 12.4 12.15 12.16 ACI 318–95 EL TRASLAPE SERA IGUAL A 40 ø DE VARILLA COMO MINIMO.
10.– REDONDEAR ARISTAS Y BORDOS CON MORTERO CEMENTO–ARENA DE RIO PROP. 1:3 Y FORJAR MEDIAS CAÑAS CON CONCRETO DE F'c=250 kg/cm2.
11.– VER ESPECIFICACIONES PARA GANCHOS Y TRASLAPES EN ARMADOS.
12.– REFORZAR CON ARMADO COMPLEMENTARIO HUECO PARA LLEGADA DE TUBERIAS DE LA MISMA MANERA INDICADA EN EL DETALLE DE ARMADO EN HUECO DEL CONO DE VISITA.

ESPECIFICACIONES DE CONO O CHIMENEA

13.– SE CONSTRUIRA DE TABIQUE (LADRILLO DE LAMA) O TABICON (JALCRETO) COLOCADOS A TEZON CON MORTERO CEMENTO–ARENA DE RIO PROP. 1:3 RESULTANDO UN ESPESOR MINIMO DE 28 cms SUS PAREDES.
14.– SE ENJARRARA INTERIOR Y EXTERIORMENTE CON MORTERO CEMENTO–ARENA DE RIO PROP. 1:3 CON TERMINADO PULIDO EL INTERIOR Y APALILLADO EL EXTERIOR CON ESPESOR MINIMO DE 1cm.
15.– SE COLOCARA ESCALERA MARINA, CON ESCALONES DE VARILLA DEL No.6 A CADA 40 cms.
16.– SE COLOCARA BROCAL Y TAPA DE, CONCRETO .

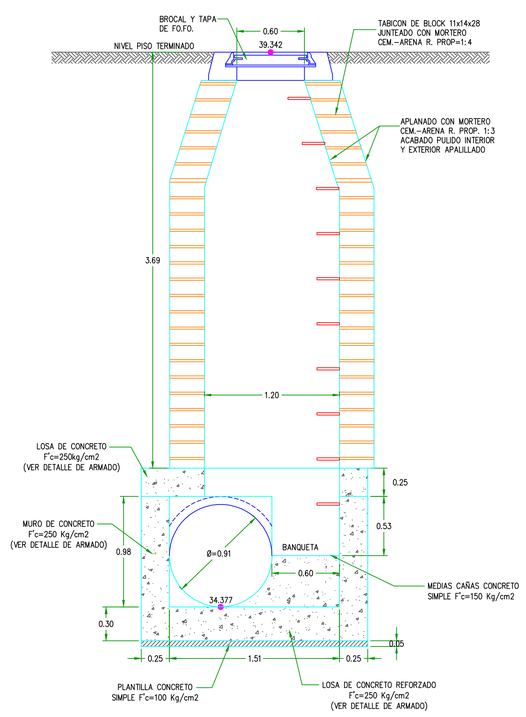
ESPECIFICACIONES GENERALES

17.– LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS EXCEPTO LAS QUE SE INDICAN EN OTRA UNIDAD.
18.– LOS NIVELES ESTAN REFERENCIADOS EN MTS. SOBRE EL NIVEL DEL MAR (MSNM)
19.– LAS DIMENSIONES RIGEN EL DIBUJO, NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.



SECCION A–D

ESCALA 1:50



SECCION C–C'

ESCALA 1:50

DISE O DE CAJAS

NO.	CAD.	COTAS				CAIDA	PENDIENTE		DIAMETRO		DEFLEXION		CAJA	ACOMETIDAS		LONGITUD DE	ELEVACIONES	
CRUCERO	km + mts	TN	RASANTE	ARR-1	ARR-2	(mts.)	E	S	E	S	ANGULAR	DIR.	TIPO	Ø1	Ø2	CAJA	NE	NS
2	0+079.295	35.351	39.342	31.715	32.819	1.10	150.0	150.0	0.91	0.91	18°49'	I	2	0.91		3.80	33.245	31.363
2.1	0+079.295	35.351	39.342	31.715	34.219	2.50	73.0	150.0	0.91	0.91	23°59'	I	2			4.36	34.377	31.363



LOCALIZACION SIN ESCALA

DATOS DE PROYECTO

Sistema	pluvial
Metodo	Racional Americano
Formula	2.78 x C x I x A
Tiempo de retorno adoptado	100 años
Tiempo de concentracion	5 Minutos
pendiente promedio en montaña	47–36%
pendiente promedio en villa	5–2%
coeficiente de escorrentia	
Montaña–Selva Caducifolia	c= 0.45
Areas verdes	c= 0.40
Techos, terrazas, andadores	c= 0.95
Gasto de escurrimiento 1 Alcantarilla 1	475.54 lps
Gasto de escurrimiento 2 Alcantarilla 2	3,897.653 lps
Gasto de escurrimiento 3 Alcantarilla 3 y 4	1,155.519 lps
Gasto colector Norte	4.909 m3/seg
Gasto colector Sur	1.554 m3/seg

MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
MANUEL RIVERA CAMBAS 2704
JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA ,JAL.
TEL. – 3313192995
INGENIERO CIVIL
ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624

SIMBOLOGIA

	EJE DE TUBERIA
	DETALLE DE ARMADO EN LOSA DE CONCRETO
FLUJO	SENTIDO DEL FLUJO
KM + MTS.	CADENAMIENTO
1602.45 / 1598.06 / 7+940.00	4.05 NIVEL DE RASANTE, NIVEL DE ARRASTRE PROF. CADENAMIENTO
SE	PENDIENTE DE ENTRADA
SS	PENDIENTE DE SALIDA
N.E.	NIVEL DE ENTRADA
N.S.	NIVEL DE SALIDA
Lc	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
R	RADIO DE LA CURVA

ESCALA GRAFICA

0 0.25 0.50 1.00 1.50 2.50

E S C A L A 1:25

SELLOS

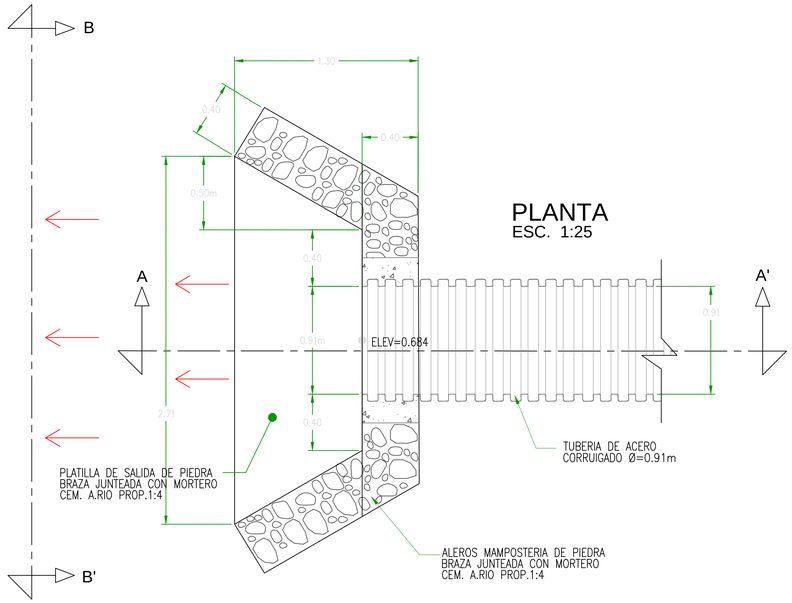
FIRMAS

nombre del proyecto:
CONDOMINIO VALLARTA SUR
PROYECTO DRENAJE PLUVIAL
CAJA ESCALONADA CON ACOMETIDA DE ALCANTARILLA =91 cm

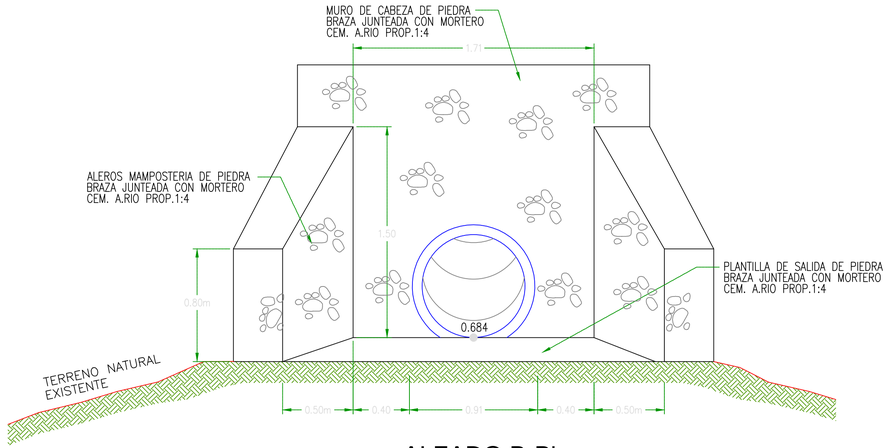
domicilio:
CARRETERA A BARRA DE NAVIDAD #5630

propietario:
PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

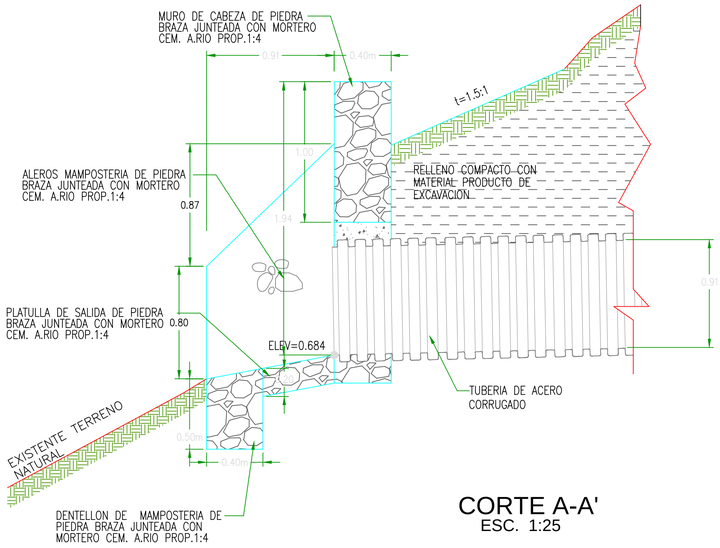
GUADALAJARA, JALISCO NOVIEMBRE 2023	ESCALA 1:25	CLAVE DE PLANO	CLAVE DE ARCHIVO	LAMINA
		DRENAJE PLUVIAL	CAJA DEFLEXIONES.DWG	3/8



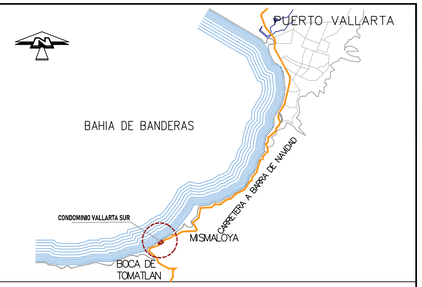
PLANTA
ESC. 1:25



ALZADO B-B'
ESC. 1:25



CORTE A-A'
ESC. 1:25



LOCALIZACION — SIN ESCALA

DATOS DE PROYECTO

Sistema	pluvial
Metodo	Racional Americano
Formula	2.78 x C x I x A
Tiempo de retorno adoptado	100 años
Tiempo de concentracion	5 Minutos
pendiente promedio en montaña	47–36%
pendiente promedio en villa	5–2%
coeficiente de escorrentia	
Montaña–Selva Caducifolia	c= 0.45
Areas verdes	c= 0.40
Techos, terrazas, andadores	c= 0.95
Gasto de escurrimiento 1 Alcantarilla 1	475.54 lps
Gasto de escurrimiento 2 Alcantarilla 2	3,897.653 lps
Gasto de escurrimiento 3 Alcantarilla 3 y 4	1,155.519 lps
Gasto colector Norte	4.909 m3/seg
Gasto colector Sur	1.554 m3/seg

MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
MANUEL RIVERA CAMBAS 2704
JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA ,JAL.
TEL. – 3313192995
INGENIERO
C I V I L

ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624

SIMBOLOGIA

	EJE DE TUBERIA
	DETALLE DE ARMADO EN LOSA DE CONCRETO
FLUJO	SENTIDO DEL FLUJO
KM + MTS.	CADENAMIENTO
1602.45 / 1598.06 / 7+940.00 4.05	NIVEL DE RASANTE / NIVEL DE ARRASTRE / CADENAMIENTO PROF.
SE	PENDIENTE DE ENTRADA
SS	PENDIENTE DE SALIDA
N.E.	NIVEL DE ENTRADA
N.S.	NIVEL DE SALIDA
Lc	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
R	RADIO DE LA CURVA

ESCALA GRAFICA

0 0.25 0.50 1.00 1.50 2.50
E S C A L A 1:25

SELLOS

FIRMAS

nombre del proyecto:
CONDOMINIO VALLARTA SUR
PROYECTO DRENAJE PLUVIAL
DESFOGUE PLUVIAL =91 cm
MURO Y ALEROS

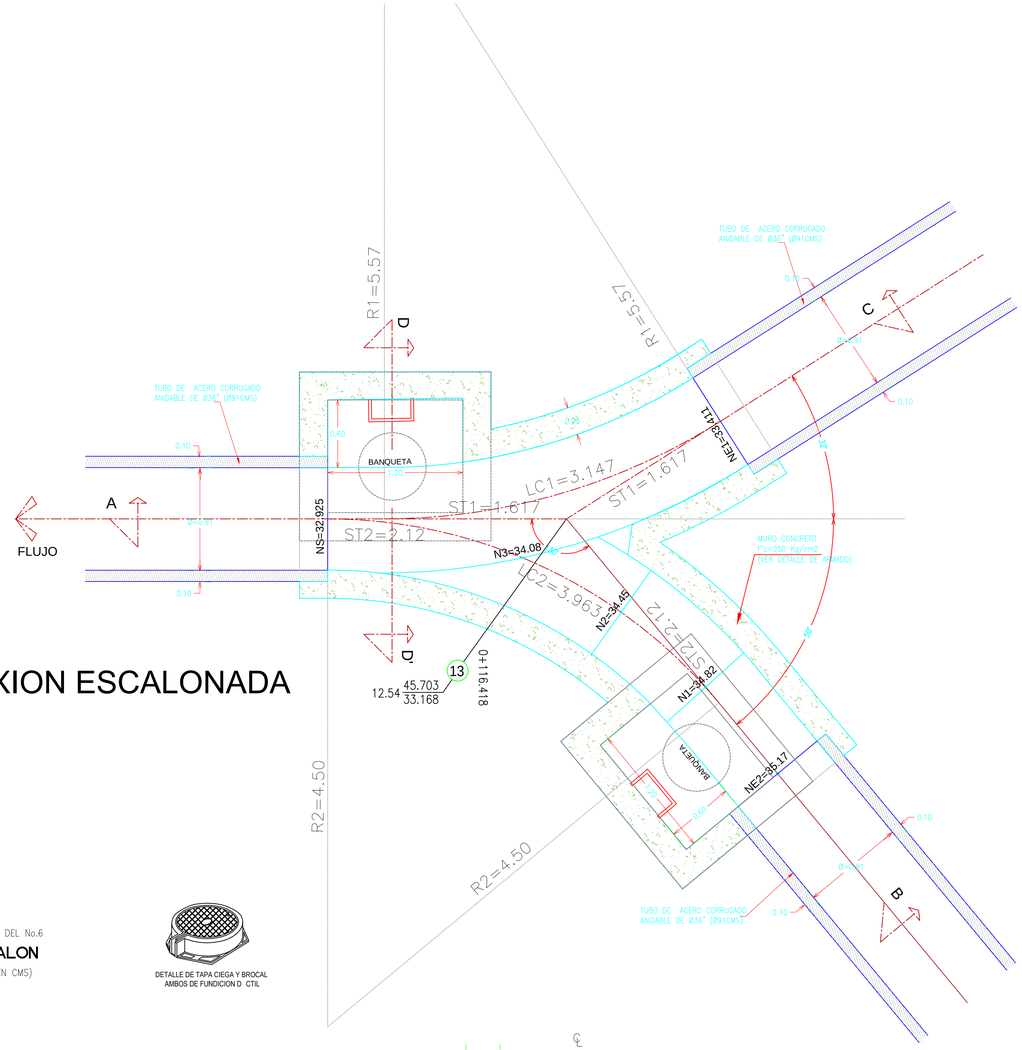
domicilio:
CARRETERA A BARRA DE NAVIDAD #5630

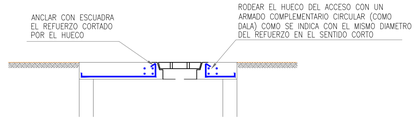
propietario:
PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

GUADALAJARA, JALISCO NOVIEMBRE 2023	ESCALA 1:25	CLAVE DE PLANO	CLAVE DE ARCHIVO	LAMINA
		DRENAJE PLUVIAL	DESCARGAS.DWG	4 / 8

DISE O DE CAJA ESPECIAL CON DEFLEXION ESCALONADA
CRUCERO 13

ESCALA 1 : 25





DETALLE DE ARMADO EN HUECO DEL CONO DE VISITA

SIN ESCALA

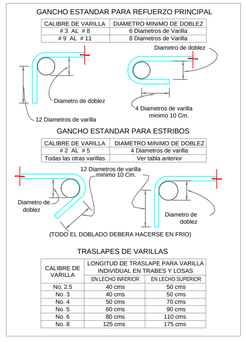


ESCALON DE VARILLA CORRUGADA DEL No.6

DETALLE DE ESCALON

SIN ESCALA (DIMENSIONES EN CMS)

DETALLE DE TAPA CIEGA Y BROCAL AMBOS DE FUNDICION D CTIL



CALIBRE DE VARILLA	LONGITUD DE TRASLAPE PARA VARILLA INDIVIDUAL EN TRABES Y LOSAS	
	EN LECHO INFERIOR	EN LECHO SUPERIOR
No. 2.5	40 cms	50 cms
No. 3	40 cms	50 cms
No. 4	50 cms	70 cms
No. 5	60 cms	90 cms
No. 6	80 cms	110 cms
No. 8	125 cms	175 cms

ESPECIFICACIONES PARA GANCHOS Y TRASLAPES EN ARMADOS

ESPECIFICACIONES DE CAJA

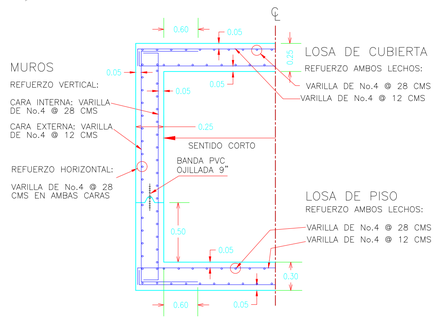
1.- LA PLANTILLA DE NIVELACION SERA CONCRETO SIMPLE DE F'c= 100 Kg/cm2 DE 5 cms DE ESP.
2.- LAS MEDIAS CAÑAS SERAN CONCRETO SIMPLE DE F'c= 150 Kg/cm2, SEGUN SE INDICA EN DIBUJO.
3.- LOS MUROS Y LOSA DE CUBIERTA Y PISO SERAN CONCRETO ARMADO, INDICANDOSE ESTOS EN DIBUJO Y DETALLES.
4.- CONCRETO REFORZADO: F'c=250 kg/cm2, CON REVENIMIENTO DE 5 A 8 cms. RECUBRIMIENTO DE 5 cms.
5.- ACERO DE REFUERZO: Fy=4200 kg/cm2 (ALTA RESISTENCIA)
6.- EL REFUERZO PARA EL SENTIDO CORTO SE PONDRA AL EXTERIOR DEL SENTIDO LARGO
7.- EL REFUERZO PARA EL SENTIDO CORTO, DESPLAZADO POR EL HUECO DEL ACCESO SE REPONDRA EN CADA LADO DEL MISMO EN UN 50%, EL DEL SENTIDO LARGO SOLAMENTE SE CORTARA EXCEPTO DONDE LA RELACION DE CLAROS SEA MENOR DE 1.5, EN DONDE, TAMBIEN EN EL SENTIDO LARGO SE PROCEDERA IGUAL.
8.- PARA EL ARMADO DE REFUERZO, LA ELABORACION, COLOCACION, VIBRADO Y CURADO DEL CONCRETO, EL CONSTRUCTOR DEBERA SUJETARSE A NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES CONCRETO REFORZADO ACI-318-95 O ACI-318-89
9.- NO SE TRASLAPARA MAS DEL 50% DE LAS VARILLAS DE CADA LECHO DENTRO DE UNA ZONA IGUAL A UNA LONGITUD DE TRASLAPE. SECCIONES 12.4 12.15 12.16 ACI 318-95 EL TRASLAPE SERA IGUAL A 40 ø DE VARILLA COMO MINIMO.
10.- REDONDEAR ARISTAS Y BORDOS CON MORTERO CEMENTO-ARENA DE RIO PROP. 1:3 Y FORJAR MEDIAS CAÑAS CON CONCRETO DE F'c=250 kg/cm2.
11.- VER ESPECIFICACIONES PARA GANCHOS Y TRASLAPES EN ARMADOS.
12.- REFORZAR CON ARMADO COMPLEMENTARIO HUECO PARA LLEGADA DE TUBERIAS DE LA MISMA MANERA INDICADA EN EL DETALLE DE ARMADO EN HUECO DEL CONO DE VISITA.

ESPECIFICIONES DE CONO O CHIMENEA

13.- SE CONSTRUIRA DE TABIQUE (LADRILLO DE LAMA) O TABICON (JALCRETO) COLOCADOS A TEZON CON MORTERO CEMENTO-ARENA DE RIO PROP. 1:3 RESULTANDO UN ESPESOR MINIMO DE 28 cms SUS PAREDES.
14.- SE ENJARRARA INTERIOR Y EXTERIORMENTE CON MORTERO CEMENTO-ARENA DE RIO PROP. 1:3 CON TERMINADO PULIDO EL INTERIOR Y APALILLADO EL EXTERIOR CON ESPESOR MINIMO DE 1cm.
15.- SE COLOCARA ESCALERA MARINA, CON ESCALONES DE VARILLA DEL No.6 A CADA 40 cms.
16.- SE COLOCARA BROCAL Y TAPA DE, CONCRETO .

ESPECIFICIONES GENERALES

17.- LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS EXCEPTO LAS QUE SE INDICAN EN OTRA UNIDAD.
18.- LOS NIVELES ESTAN REFERENCIADOS EN MTS. SOBRE EL NIVEL DEL MAR (MSNM)
19.- LAS DIMENSIONES RIGEN EL DIBUJO, NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.



DETALLE DE ARMADO EN LOSAS Y MUROS

SIN ESCALA (DIMENSIONES EN MTS)



LOCALIZACION SIN ESCALA

DATOS DE PROYECTO

Sistema	pluvial
Metodo	Racional Americano
Formula	2.78 x C x I x A
Tiempo de retorno adoptado	100 años
Tiempo de concentracion	5 Minutos
pendiente promedio en montaña	47-36%
pendiente promedio en villa	5-2%
coeficiente de escorrentia	
Montaña-Selva Caducifolia	c= 0.45
Areas verdes	c= 0.40
Techos, terrazas, andadores	c= 0.95
Gasto de escurrimiento 1 Alcantarilla 1	475.54 lps
Gasto de escurrimiento 2 Alcantarilla 2	3,897.653 lps
Gasto de escurrimiento 3 Alcantarilla 3 y 4	1,155.519 lps
Gasto colector Norte	4.909 m3/seg
Gasto colector Sur	1.554 m3/seg

MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
INGENIERO CIVIL
MANUEL RIVERA CAMBAS 2704
JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA ,JAL.
TEL. - 3313192995

ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624

SIMBOLOGIA

	EJE DE TUBERIA
	DETALLE DE ARMADO EN LOSA DE CONCRETO
FLUJO	SENTIDO DEL FLUJO
KM + MTS.	CADENAMIENTO
1602.45 / 1598.06 / 7+940.00	4.05 NIVEL DE RASANTE / NIVEL DE ARRASTRE PROF. / CADENAMIENTO
SE	PENDIENTE DE ENTRADA
SS	PENDIENTE DE SALIDA
N.E.	NIVEL DE ENTRADA
N.S.	NIVEL DE SALIDA
Lc	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
R	RADIO DE LA CURVA

ESCALA GRAFICA

0 .25 .50 1.00 2.00
E S C A L A 1:25

SELLOS

FIRMAS

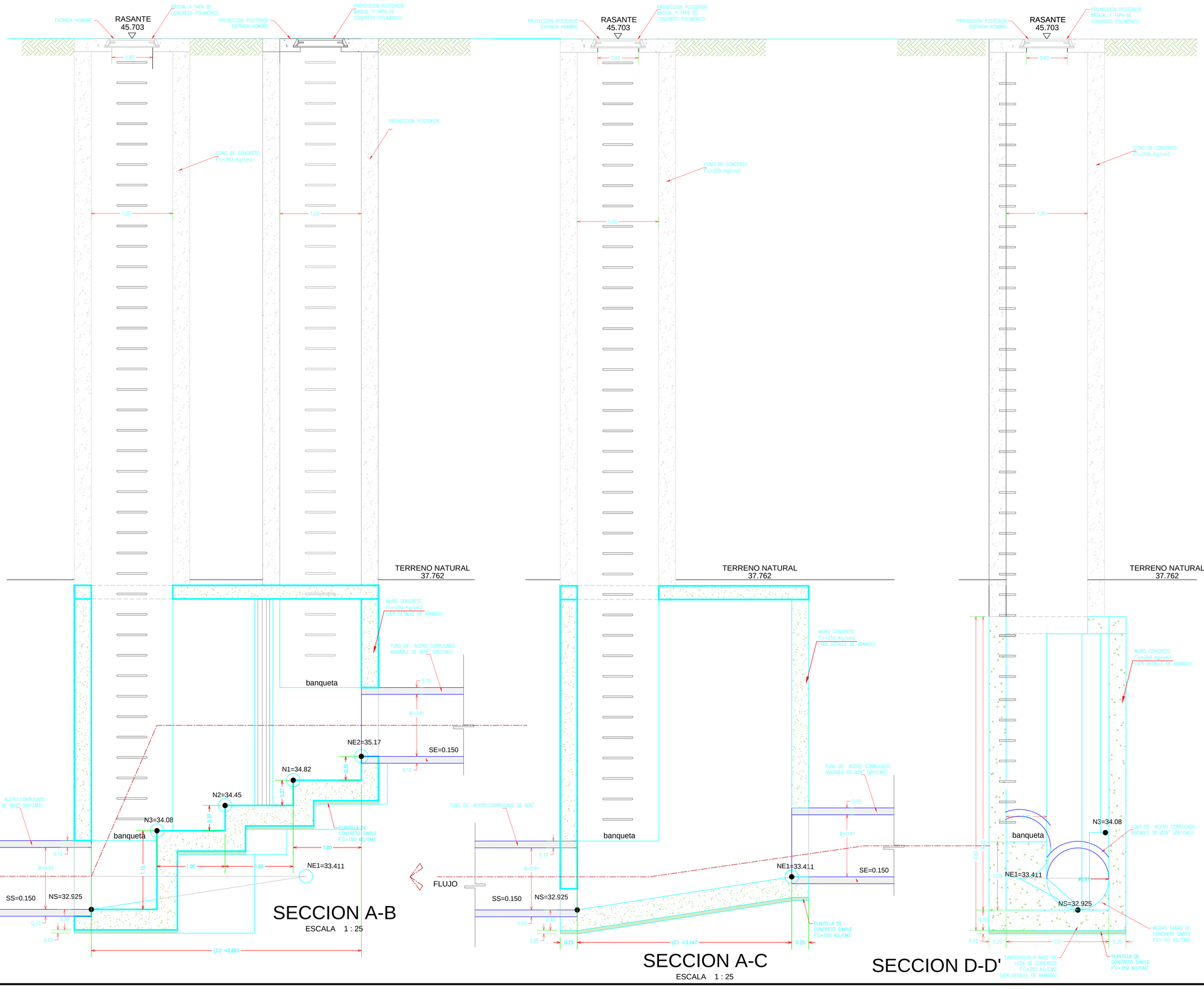
nombre del proyecto:

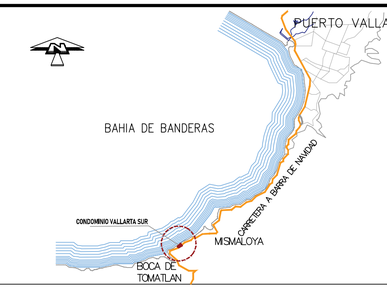
CONDOMINIO VALLARTA SUR
PROYECTO DRENAJE PLUVIAL
CAJA ESPECIAL DEFLEXION ESCALONADA
91 CRUCERO 13

domicilio:
CARRETERA A BARRA DE NAVIDAD #5630

propietario:
PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

GUADALAJARA, JALISCO NOVIEMBRE 2023	ESCALA 1:25	CLAVE DE PLANO	CLAVE DE ARCHIVO	LAMINA
		DRENAJE PLUVIAL	CAJAS ESPECIALES.DWG	5 / 8





LOCALIZACION SIN ESCALA

DATOS DE PROYECTO

Sistema	pluvial
Metodo	Racional Americano
Formula	2.78 x C x I x A
Tiempo de retorno adoptado	100 años
Tiempo de concentracion	5 Minutos
pendiente promedio en montaña	47–36%
pendiente promedio en villa	5–2%
coeficiente de escorrentia	
Montaña–Selva Caducifolia	c= 0.45
Areas verdes	c= 0.40
Techos, terrazas, andadores	c= 0.95
Gasto de escurrimiento 1 Alcantarilla 1	475.54 lps
Gasto de escurrimiento 2 Alcantarilla 2	3,897.653 lps
Gasto de escurrimiento 3 Alcantarilla 3 y 4	1,155.519 lps
Gasto colector Norte	4.909 m3/seg
Gasto colector Sur	1.554 m3/seg

MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
INGENIERO CIVIL
MANUEL RIVERA CAMBAS 2704
JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA ,JAL.
TEL. – 3313192995

ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624

SIMBOLOGIA

	EJE DE TUBERIA
	DETALLE DE ARMADO EN LOSA DE CONCRETO
FLUJO	SENTIDO DEL FLUJO
KM + MTS.	CADENAMIENTO
1602.45 / 1598.06 / 7+940.00 / 4.05	NIVEL DE RASANTE / NIVEL DE ARRASTRE PROF. / CADENAMIENTO
SE	PENDIENTE DE ENTRADA
SS	PENDIENTE DE SALIDA
N.E.	NIVEL DE ENTRADA
N.S.	NIVEL DE SALIDA
Lc	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
R	RADIO DE LA CURVA

ESCALA GRAFICA

0 .25 .50 1.00 2.00
ESCALA 1:25

SELLOS

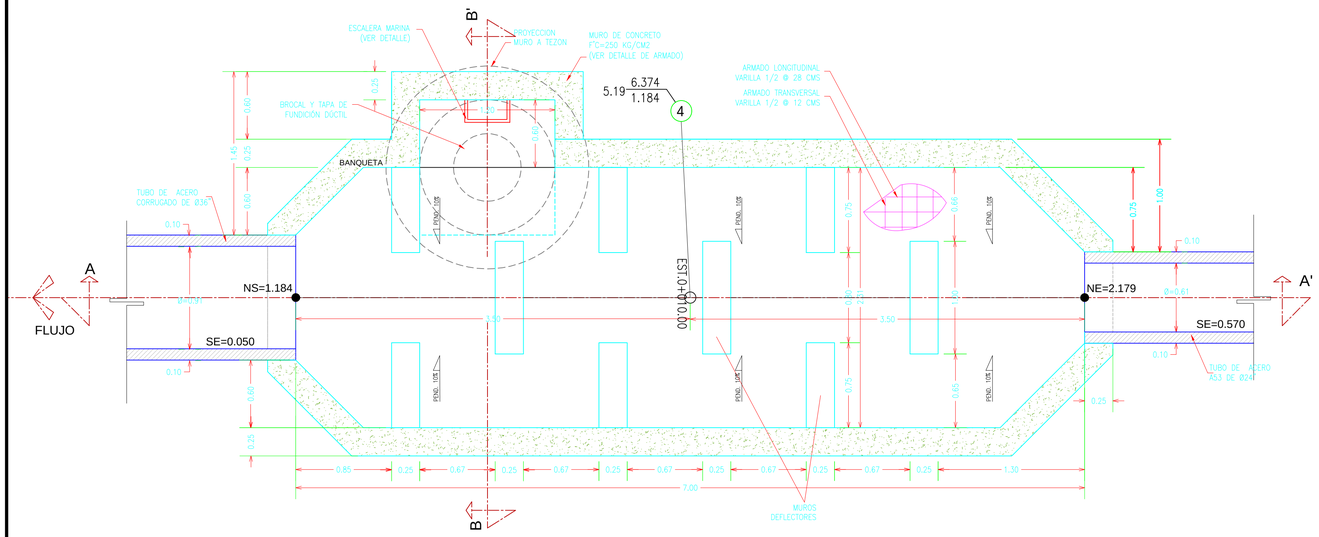
FIRMAS

nombre del proyecto:
CONDOMINIO VALLARTA SUR
PROYECTO DRENAJE PLUVIAL
CAJA ESPECIAL DEFLEXION ESCALONADA
91 CRUCERO 13

domicilio:
CARRETERA A BARRA DE NAVIDAD #5630

propietario:
PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

GUADALAJARA, JALISCO NOVIEMBRE 2023	ESCALA 1:25	CLAVE DE PLANO	CLAVE DE ARCHIVO	LAMINA
		DRENAJE PLUVIAL	CAJAS ESPECIALES.DWG	6 / 8

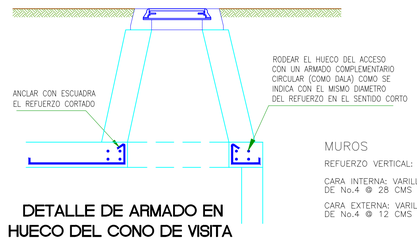


DISE O DE CAJA ESPECIAL DE AMORTIGUAMIENTO Y DISIPACION DE ENERGIA CRUCERO 04

ESCALA 1 : 25

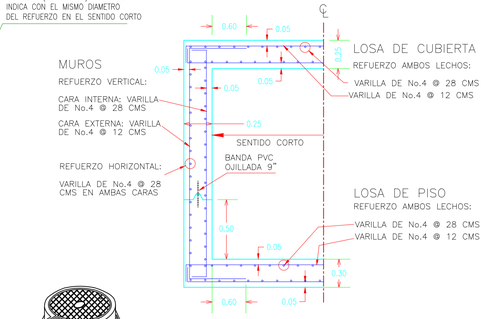
DISE O DE CAJAS

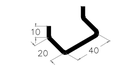
NO. CRUCERO	CAD. km + mts	COTAS TN	RASANTE	ARR-1	ARR-2	CAIDA (mts.)	PENDIENTE E	PENDIENTE S	DIAMETRO E	DIAMETRO S	DEFLEXION ANGULAR	DIR.	CAJA TIPO	ACOMETIDAS Ø1	ACOMETIDAS Ø2	LONGITUD DE CAJA	ELEVACIONES NE	ELEVACIONES NS
4 (ESP.)	0+010.000	6.374	6.374	1.184	2.179	0.99	570.0	50.0	0.61	0.91	0°00'	N	3	REFERIRSE A EL PLANO DE DISEÑO DE CAJA				



DETALLE DE ARMADO EN HUECO DEL CONO DE VISITA

SIN ESCALA





ESCALON DE VARILLA CORRUGADA DEL No.6

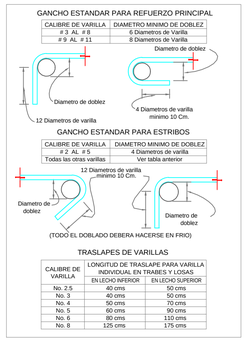
DETALLE DE ESCALON

SIN ESCALA (DIMENSIONES EN CMS)

DETALLE DE TAPA CIEGA Y BROCAL AMBOS DE FUNDICION D CTIL

DETALLE DE ARMADO EN LOSAS Y MUROS

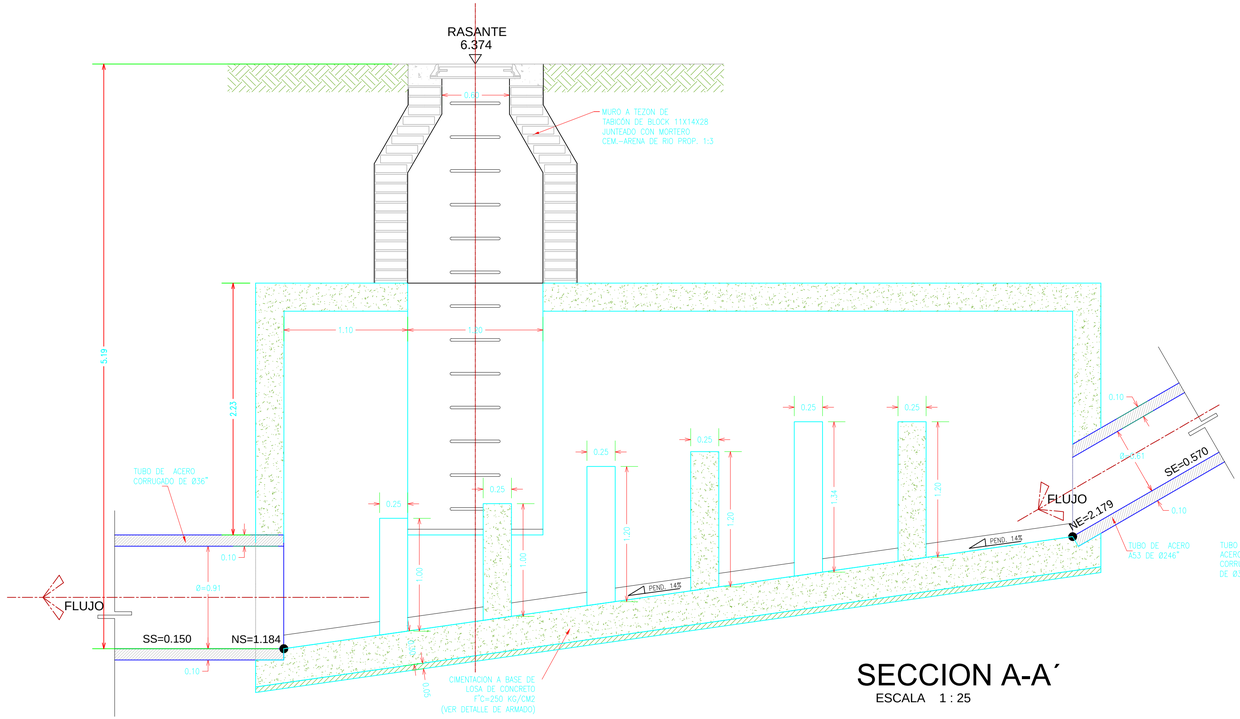
SIN ESCALA (DIMENSIONES EN MTS)



TRASLAPES DE VARILLAS

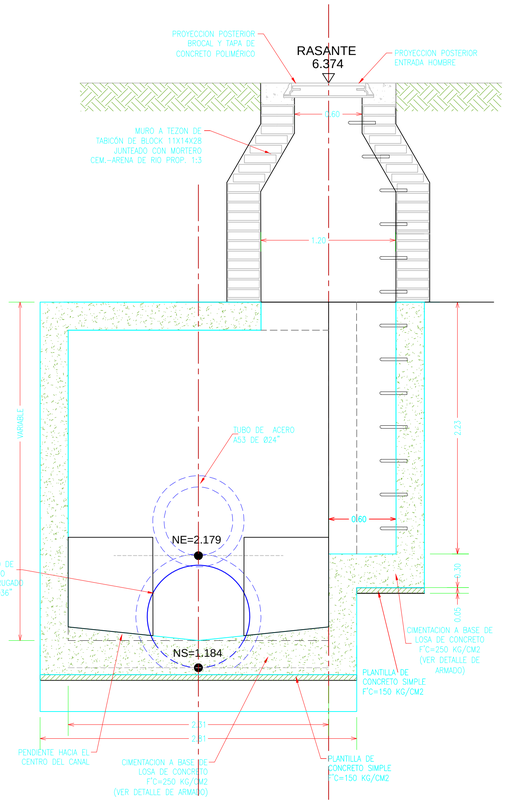
CALIBRE DE VARILLA	LONGITUD DE TRASLAPE PARA VARILLA INDIVIDUAL EN TRABES Y LOSAS: EN LECHO INFERIOR	EN LECHO SUPERIOR
No. 2.5	40 cms	50 cms
No. 3	40 cms	50 cms
No. 4	50 cms	70 cms
No. 5	60 cms	90 cms
No. 6	80 cms	110 cms
No. 8	125 cms	175 cms

ESPECIFICACIONES PARA GANCHOS Y TRASLAPES EN ARMADOS



SECCION A-A´

ESCALA 1 : 25



SECCION B-B'

ESCALA 1 : 25

ESPECIFICACIONES DE CAJA

1.- LA PLANTILLA DE NIVELACION SERA CONCRETO SIMPLE DE F'c= 100 Kg/cm2 DE 5 cms DE ESP.
2.- LAS MEDIAS CAÑAS SERAN CONCRETO SIMPLE DE F'c= 150 Kg/cm2, SEGUN SE INDICA EN DIBUJO.
3.- LOS MUROS Y LOSA DE CUBERTA Y PISO SERAN CONCRETO ARMADO, INDICANDOSE ESTOS EN DIBUJO Y DETALLES.
4.- CONCRETO REFORZADO: F'c=250 kg/cm2, CON REVENIMIENTO DE 5 A 8 cms. RECUBRIMIENTO DE 5 cms.
5.- ACERO DE REFUERZO: Fy=4200 kg/cm2 (ALTA RESISTENCIA)
6.- EL REFUERZO PARA EL SENTIDO CORTO SE PONDRA AL EXTERIOR DEL SENTIDO LARGO
7.- EL REFUERZO PARA EL SENTIDO CORTO, DESPLAZADO POR EL HUECO DEL ACCESO SE REPONDRA EN CADA LADO DEL MISMO EN UN 50%, EL DEL SENTIDO LARGO SOLAMENTE SE CORTARA EXCEPTO DONDE LA RELACION DE CLAROS SEA MENOR DE 1.5, EN DONDE, TAMBIEN EN EL SENTIDO LARGO SE PROCEDERA IGUAL.
8.- PARA EL ARMADO DE REFUERZO, LA ELABORACION, COLOCACION, VIBRADO Y CURADO DEL CONCRETO, EL CONSTRUCTOR DEBERA SUJETARSE A NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES CONCRETO REFORZADO ACI-318-95 O ACI-318-89
9.- NO SE TRASLAPARA MAS DEL 50% DE LAS VARILLAS DE CADA LECHO DENTRO DE UNA ZONA IGUAL A UNA LONGITUD DE TRASLAPE SECCIONES 12.4 12.15 12.16 ACI 318-95 EL TRASLAPE SERA IGUAL A 40 ø DE VARILLA COMO MINIMO.
10.- REDONDEAR ARISTAS Y BORDOS CON MORTERO CEMENTO-ARENA DE RIO PROP. 1:3 Y FORJAR MEDIAS CAÑAS CON CONCRETO DE F'c=250 kg/cm2.
11.- VER ESPECIFICACIONES PARA GANCHOS Y TRASLAPES EN ARMADOS.
12.- REFORZAR CON ARMADO COMPLEMENTARIO HUECO PARA LLEGADA DE TUBERIAS DE LA MISMA MANERA INDICADA EN EL DETALLE DE ARMADO EN HUECO DEL CONO DE VISITA.

ESPECIFICIONES DE CONO O CHIMENEA

13.- SE CONSTRUIRA DE TABIQUE (LADRILLO DE LAMA) O TABICON (JALCRETO) COLOCADOS A TEZON CON MORTERO CEMENTO-ARENA DE RIO PROP. 1:3 RESULTANDO UN ESPESOR MINIMO DE 28 cms SUS PAREDES.
14.- SE ENJARRARA INTERIOR Y EXTERIORMENTE CON MORTERO CEMENTO-ARENA DE RIO PROP. 1:3 CON TERMINADO PULIDO EL INTERIOR Y APALLALADO EL EXTERIOR CON ESPESOR MINIMO DE 1cm.
15.- SE COLOCARA ESCALERA MARINA, CON ESCALONES DE VARILLA DEL No.6 A CADA 40 cms.
16.- SE COLOCARA BROCAL Y TAPA DE, CONCRETO .

ESPECIFICACIONES GENERALES

17.- LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS EXCEPTO LAS QUE SE INDICAN EN OTRA UNIDAD.
18.- LOS NIVELES ESTAN REFERENCIADOS EN MTS. SOBRE EL NIVEL DEL MAR (MSNM)
19.- LAS DIMENSIONES RIGEN EL DIBUJO, NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.



LOCALIZACION

SIN ESCALA

DATOS DE PROYECTO

Sistema	pluvial
Metodo	Racional Americano
Formula	2.78 x C x I x A
Tiempo de retorno adoptado	100 años
Tiempo de concentracion	5 Minutos
pendiente promedio en montaña	47-36%
pendiente promedio en villa	5-2%
coeficiente de escorrentia	
Montaña-Selva Caducifolia	c= 0.45
Areas verdes	c= 0.40
Techos, terrazas, andadores	c= 0.95
Gasto de escurrimiento 1 Alcantarilla 1	475.54 lps
Gasto de escurrimiento 2 Alcantarilla 2	3,897.653 lps
Gasto de escurrimiento 3 Alcantarilla 3 y 4	1,155.519 lps
Gasto colector Norte	4.909 m3/seg
Gasto colector Sur	1.554 m3/seg

MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
INGENIERO CIVIL
MANUEL RIVERA CAMBAS 2704
JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA ,JAL.
TEL. - 3313192995

ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624

SIMBOLOGIA

	EJE DE TUBERIA
	DETALLE DE ARMADO EN LOSA DE CONCRETO
FLUJO	SENTIDO DEL FLUJO
KM + MTS.	CADENAMIENTO
1602.45 / 1598.06 / 7+940.00	4.05 NIVEL DE RASANTE / NIVEL DE ARRASTRE PROF. / CADENAMIENTO
SE	PENDIENTE DE ENTRADA
SS	PENDIENTE DE SALIDA
N.E.	NIVEL DE ENTRADA
N.S.	NIVEL DE SALIDA
Lc	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
R	RADIO DE LA CURVA

ESCALA GRAFICA

0 .25 .50 1.00 2.00

E S C A L A 1:25

SELLOS

FIRMAS

nombre del proyecto:

CONDOMINIO VALLARTA SUR
PROYECTO DRENAJE PLUVIAL
CAJA ESPECIAL DE AMORTIGUAMIENTO Y DISIPACION DE ENERGIA DE 61 A 91

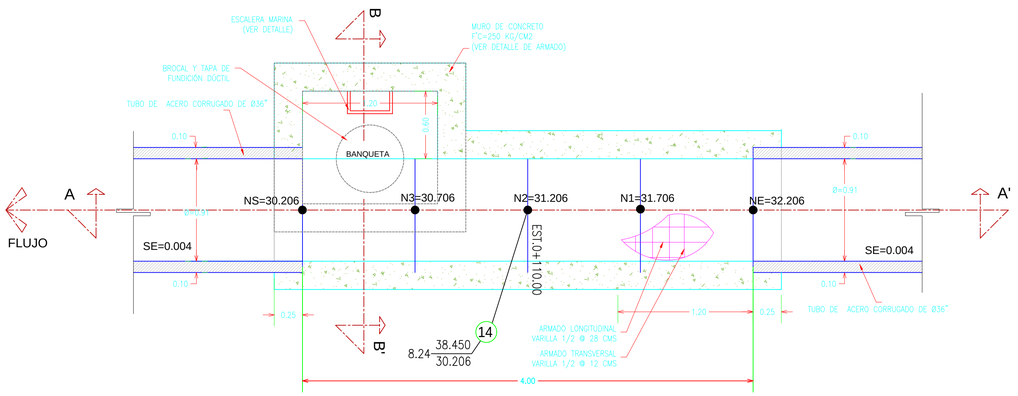
domicilio:

CARRETERA A BARRA DE NAVIDAD #5630

propietario:

PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

GUADALAJARA, JALISCO NOVIEMBRE 2023	ESCALA 1:25	CLAVE DE PLANO	CLAVE DE ARCHIVO	LAMINA
		DRENAJE PLUVIAL	CAJAS ESPECIALES.DWG	7 / 8

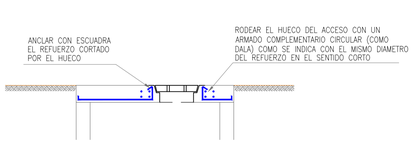


DISE O DE CAJA TIPO RECTA ESCALONADA CRUCERO 14

ESCALA 1 : 25

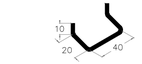
DISE O DE CAJAS

NO. CRUCERO	CAD. km + mts	COTAS TN	RASANTE	ARR-1	ARR-2	CAIDA (mts.)	PENDIENTE E	PENDIENTE S	DIAMETRO E	DIAMETRO S	DEFLEXION ANGULAR	DEFLEXION DIR.	CAJA TIPO	ACOMETIDAS Ø1	ACOMETIDAS Ø2	LONGITUD DE CAJA	ELEVACIONES NE	ELEVACIONES NS
1	0+105.900	39.181	41.003	36.805	36.805	0.00	16.0	150.0	0.91	0.91	0° 00'	N	1			1.20	36.815	36.715
3	0+050.803	30.613	30.613	25.436	27.441	2.01	150.0	570.0	0.91	0.61	33° 13'	I	1			1.24	27.537	25.073
11	0+131.264	44.212	45.562	38.879	38.879	0.00		150.0	0.91	0.91	12° 53'	I	1			1.20	38.879	38.789
12	0+123.533	41.461	45.636	36.236	37.719	1.48	150.0	150.0	0.91	0.91	0° 00'	N	1			1.20	37.909	36.146
14	0+110.000	34.504	38.450	30.206	32.206	2.00	150.0	150.0	0.91	0.91	0° 00'	N	1			1.20	32.296	30.116
15	0+097.400	30.850	31.310	28.316	28.316	0.00	150.0	70.0	0.91	0.91	0° 00'	N	1			1.20	28.406	28.274
16	0+065.427	21.473	29.000	26.078	26.078	0.00	70.0	21.0	0.91		0° 00'	N	1			1.20	26.120	26.065



DETALLE DE ARMADO EN HUECO DEL CONO DE VISITA

SIN ESCALA



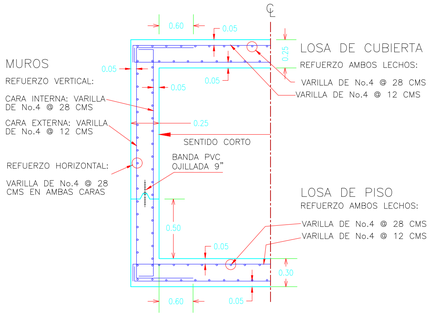
ESCALON DE VARILLA CORRUGADA DEL No.6

DETALLE DE ESCALON

SIN ESCALA (DIMENSIONES EN CMS)

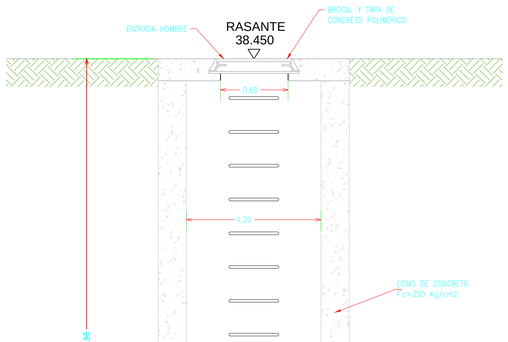


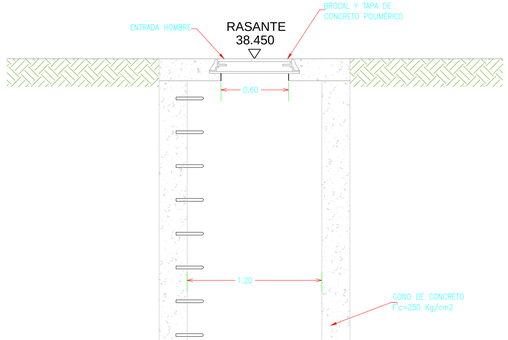
DETALLE DE TAPA CIEGA Y BROCAL AMBOS DE FUNDICION D CTIL

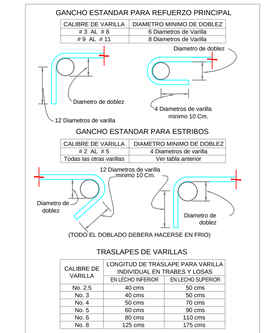


DETALLE DE ARMADO EN LOSAS Y MUROS

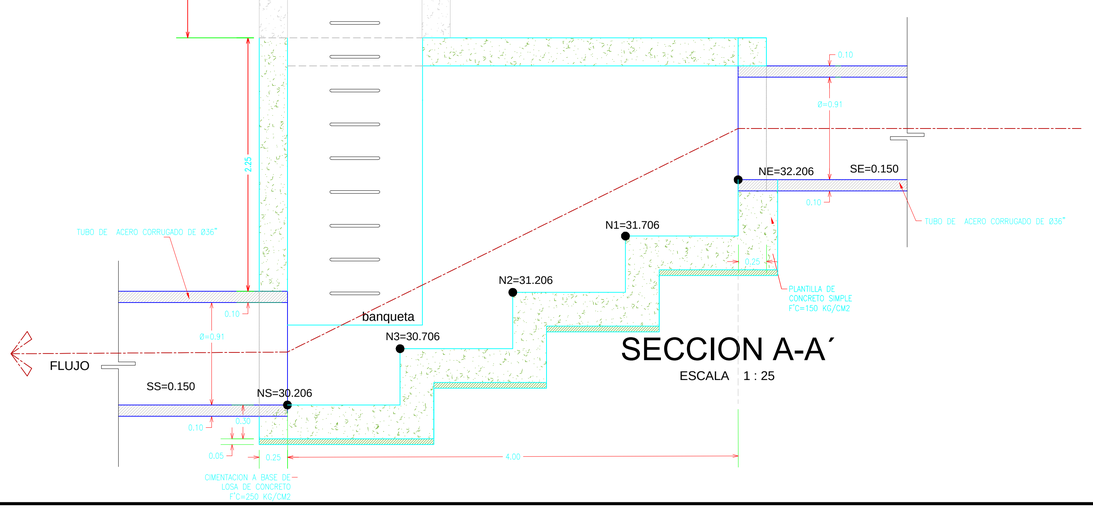
SIN ESCALA (DIMENSIONES EN MTS)





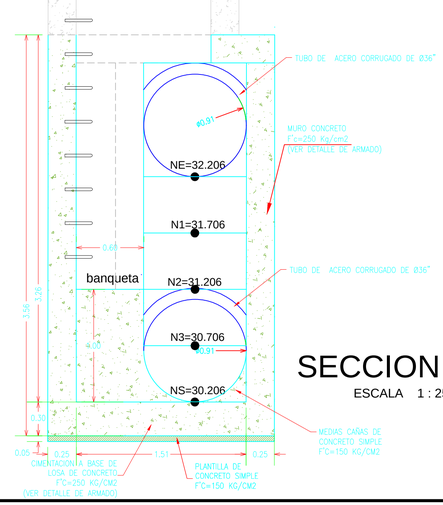


ESPECIFICACIONES PARA GANCHOS Y TRASLAPES EN ARMADOS



SECCION A-A´

ESCALA 1 : 25



SECCION B-B'

ESCALA 1 : 25

ESPECIFICACIONES DE CAJA

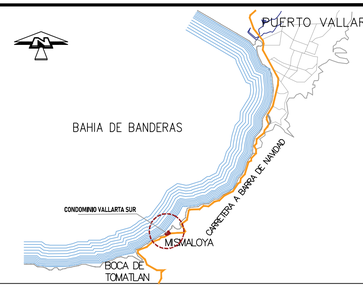
1.– LA PLANTILLA DE NIVELACION SERA CONCRETO SIMPLE DE f'c= 100 Kg/cm2 DE 5 cms DE ESP.
2.– LAS MEDIAS CAÑAS SERAN CONCRETO SIMPLE DE f'c= 150 Kg/cm2, SEGUN SE INDICA EN DIBUJO.
3.– LOS MUROS Y LOSA DE CUBIERTA Y PISO SERAN CONCRETO ARMADO, INDICANDOSE ESTOS EN DIBUJO Y DETALLES.
4.– CONCRETO REFORZADO: f'c=250 kg/cm2, CON REVENIMIENTO DE 5 A 8 cms. RECUBRIMIENTO DE 5 cms.
5.– ACERO DE REFUERZO: Fy=4200 kg/cm2 (ALTA RESISTENCIA)
6.– EL REFUERZO PARA EL SENTIDO CORTO SE PONDRA AL EXTERIOR DEL SENTIDO LARGO
7.– EL REFUERZO PARA EL SENTIDO CORTO, DESPLAZADO POR EL HUECO DEL ACCESO SE REPONDRA EN CADA LADO DEL MISMO EN UN 50%, EL DEL SENTIDO LARGO SOLAMENTE SE CORTARA EXCEPTO DONDE LA RELACION DE CLAROS SEA MENOR DE 1.5, EN DONDE, TAMBIEN EN EL SENTIDO LARGO SE PROCEDERA IGUAL.
8.– PARA EL ARMADO DE REFUERZO, LA ELABORACION, COLOCACION, VIBRADO Y CURADO DEL CONCRETO, EL CONSTRUCTOR DEBERA SUJETARSE A NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES CONCRETO REFORZADO ACI–318–95 O ACI–318–89
9.– NO SE TRASLAPARA MAS DEL 50% DE LAS VARILLAS DE CADA LECHO DENTRO DE UNA ZONA IGUAL A UNA LONGITUD DE TRASLAPE. SECCIONES 12.4 12.15 12.16 ACI 318–95
EL TRASLAPE SERA IGUAL A 40 ø DE VARILLA COMO MINIMO.
10.– REDONDEAR ARISTAS Y BORDOS CON MORTERO CEMENTO–ARENA DE RIO PROP. 1:3 Y FORJAR MEDIAS CAÑAS CON CONCRETO DE F'C=250 kg/cm2.
11.– VER ESPECIFICACIONES PARA GANCHOS Y TRASLAPES EN ARMADOS.
12.– REFORZAR CON ARMADO COMPLEMENTARIO HUECO PARA LLEGADA DE TUBERIAS DE LA MISMA MANERA INDICADA EN EL DETALLE DE ARMADO EN HUECO DEL CONO DE VISITA.

ESPECIFICIONES DE CONO O CHIMENEA

13.– SE CONSTRUIRA DE TABIQUE (LADRILLO DE LAMA) O TABICON (JALCRETO) COLOCADOS A TEZON CON MORTERO CEMENTO–ARENA DE RIO PROP. 1:3 RESULTANDO UN ESPESOR MINIMO DE 28 cms SUS PAREDES.
14.– SE ENJARRARA INTERIOR Y EXTERIORMENTE CON MORTERO CEMENTO–ARENA DE RIO PROP. 1:3 CON TERMINADO PULIDO EL INTERIOR Y APALILADO EL EXTERIOR CON ESPESOR MINIMO DE 1cm.
15.– SE COLOCARA ESCALERA MARINA, CON ESCALONES DE VARILLA DEL No.6 A CADA 40 cms.
16.– SE COLOCARA BROCAL Y TAPA DE, CONCRETO .

ESPECIFICACIONES GENERALES

17.– LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS EXCEPTO LAS QUE SE INDICAN EN OTRA UNIDAD.
18.– LOS NIVELES ESTAN REFERENCIADOS EN MTS. SOBRE EL NIVEL DEL MAR (MSNM)
19.– LAS DIMENSIONES RIGEN EL DIBUJO, NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.



LOCALIZACION

SIN ESCALA

DATOS DE PROYECTO

Sistema	pluvial
Metodo	Racional Americano
Formula	2.78 x C x I x A
Tiempo de retorno adoptado	100 años
Tiempo de concentracion	5 Minutos
pendiente promedio en montaña	47–36%
pendiente promedio en villa	5–2%
coeficiente de escorrentia	
Montaña–Selva Caducifolia	c= 0.45
Areas verdes	c= 0.40
Techos, terrazas, andadores	c= 0.95
Gasto de escurrimiento 1 Alcantarilla 1	475.54 lps
Gasto de escurrimiento 2 Alcantarilla 2	3,897.653 lps
Gasto de escurrimiento 3 Alcantarilla 3 y 4	1,155.519 lps
Gasto colector Norte	4.909 m3/seg
Gasto colector Sur	1.554 m3/seg

INGENIERO CIVIL

MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA

MANUEL RIVERA CAMBAS 2704
JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA ,JAL.
TEL. – 3313192995

ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA
CEDULA PROFESIONAL No. 2573624

SIMBOLOGIA

	EJE DE TUBERIA
	DETALLE DE ARMADO EN LOSA DE CONCRETO
FLUJO	SENTIDO DEL FLUJO
KM + MTS.	CADENAMIENTO
1602.45 1598.06 7+940.00	NIVEL DE RASANTE NIVEL DE ARRASTRE PROF. CADENAMIENTO
SE	PENDIENTE DE ENTRADA
SS	PENDIENTE DE SALIDA
N.E.	NIVEL DE ENTRADA
N.S.	NIVEL DE SALIDA
Lc	LONGITUD DE CURVA
ST	SUBTANGENTE
R	RADIO DE LA CURVA

ESCALA GRAFICA

0 .25 .50 1.00 2.00

E S C A L A 1:25

SELLOS

FIRMAS

nombre del proyecto:

CONDOMINIO VALLARTA SUR
PROYECTO DRENAJE PLUVIAL
CAJA TIPO RECTA
ESCALONADA 91

domicilio:
CARRETERA A BARRA DE NAVIDAD #5630

propietario:
PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

GUADALAJARA, JALISCO NOVIEMBRE 2023	ESCALA 1:25	CLAVE DE PLANO DRENAJE PLUVIAL	CLAVE DE ARCHIVO CAJAS ESPECIALES.DWG	LAMINA 8 / 8

CURRICULUM VITAE

HIDROLOGIA, TOPOGRAFIA, DELIMITACION DE ZONAS FEDERALES Y PROYECTOS DE OBRAS HIDRAULICAS

ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA

19 de Enero 2023

MANUEL RIVERA CAMBAS # 2704 COL. JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA, JALISCO.

TEL (33) 13792995

SERVICIOS:

- Estudios hidrológicos de arroyos, ríos, lagunas, presa y proyecto de delimitación de zonas federales.

- Diseños de obras de encauzamiento, diseño de obras hidráulicas de presas derivadoras y líneas de conducción.

- Proyectos de Hidrosanitario-Pluvial e impacto Cero para fraccionamientos y Plantas Industriales.

- Tramitología en la gestión del agua subterráneas y superficiales, zonas federales de cuerpos y corrientes de agua, descarga de aguas residuales y extracción de materiales ante la Comisión Nacional del Agua.

MANUEL RIVERA CAMBAS # 2704 COL. JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA, JALISCO.

TEL (33) 13792995

DATOS:

NOMBRE: *ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA*

RFC: *GUPM720324PG1*

PROFESION: *INGENIERO CIVIL*

CEDULA PROFESIONAL: *2573624*

CEDULA ESTATAL: *3187(10-2)*

CORREO: *mario_gutierrezp@hotmail.com*

MISION

Dar un servicio a las empresas particulares, constructoras e inmobiliarias para un mejor manejo de las corrientes fluviales y un asesoramiento para el buen ordenamiento de las franjas federales a respetar, así como las obras de protección contra inundaciones para una mejor armonía con sus proyectos inmobiliarios. Responsable y consciente de la importancia de los proyectos obtenidos, con actualización continúa para lograr resultados con la mayor precisión posible.

VISION

Confiamos en consolidarnos como una empresa de éxito, orgullosa de contribuir al desarrollo de nuestro México, consolidando la armonía y respeto de los ciudadanos a las corrientes hídricas y su zona federal para lograr su uso y/o explotación de manera sustentable.

DESARROLLO PROFESIONAL

Diversas tramitologías en todo el Estado de Jalisco como son:

- *Gestiones para las Concesiones de aguas subterráneas y superficiales (concesiones nuevas, modificaciones de título, transmisiones de derecho y prorrogas).*

- *Gestiones para delimitaciones de zona federal, así como concesiones nuevas, modificaciones, prorrogas y transmisión de derechos.*

- *Gestiones en calidad de aguas, para la obtención de Permisos de descarga a cuerpos receptores.*

- *Gestiones para permisos de extracción de materiales en ríos.*

- *Manejo del área fiscal de pagos de derechos de aguas para regularizar las concesiones.*

- *Así como estudios hidrológicos, delimitaciones de zona federal, proyecto de encauzamientos, proyectos de puentes vehiculares, proyectos pluviales (impacto cero), proyectos de agua potable y drenaje sanitario en diversos lugares como se especifica a continuación:*

HIDROLOGÍA, TOPOGRAFÍA, DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES Y PROYECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS.

CLIENTE	TRABAJO
ICO, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y proyecto de delimitación de zona federal Rio Horcones. Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. Incluyo Topobatimetría Octubre 2009
ICO, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y proyecto de delimitación de zona federal Rio Tetiteco. Incluyo Topobatimetría Municipio de Ixtlán del Rio, Nayarit. Mayo 2010
GEOEX, S.A. de C.V.	Estudio hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo Monteón, Municipio de Compostela, Nayarit. incluyo Topobatimetría Junio 2010
Embotelladora de Zapopan, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico, restitución de cauce y delimitación de Zona Federal del afluente arroyo la Campana. Municipio de Zapopan, Jalisco. incluyo Topobatimetría Septiembre 2010
ICO, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y proyecto de delimitación de zona federal Rio Mascota. Municipio de Mascota, Jalisco. Enero 2011
H. Ayuntamiento de Zapopan, Jalisco.	Estudio Hidrológico y Delimitación de Zona federal del arroyo Garabatos. Municipio de Zapopan, Jalisco. incluyo Topobatimetría marzo 2011

HIDROLOGÍA, TOPOGRAFÍA, DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES Y PROYECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS.

Universidad de Colima	Estudio Hidrológico y proyecto de delimitación de la zona de protección de la Laguna de Cajititlan. Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Enero 2012.
Universidad de Colima	Estudio Hidrológico y proyecto de delimitación de la zona de protección de la Laguna de Zapotlan. Municipio de Zapotlan el Grande, Jalisco. Febrero 2012.
American Industries Guadalajara, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo las Ánimas. Municipio de Tala.Incluyo Topobatimetría Marzo 2012
LANDING MANAGMENT DE MEXICO, S.A. DE C.V.	Estudio hidrológico, restitución de cauce y delimitación de zona federal del arroyo sin nombre. Municipio de Zapopan, Jalisco. Septiembre 2012.
H. Ayuntamiento Del Grullo, Jalisco.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal para la construcción de Puente sobre el rio El Tigre. Municipio El Grullo, Jalisco. Septiembre 2012.
Vivienda Occidental, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de Zona Federal para la construcción de Puente Vehicular sobre el arroyo San Juanate. Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. incluyo Topobatimetría Febrero 2013.
SEPROGAL, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación del arroyo La Campana. Municipio de Zapopan, Jalisco. incluyo Topobatimetría Marzo 2013

H. Ayuntamiento de Ejutla, Jalisco.	Estudio Hidrológico y Delimitación de Zona federal arroyo Grande. Municipio de Ejutla, Jalisco. incluyo Topobatimetría Mayo 2013
CADU Inmobiliaria, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de zona federal arroyo sin nombre. Municipio de Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco. incluyo Topobatimetría Abril 2013
PCT Desarrollos Inmobiliarios, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de zona federal arroyo sin nombre. Municipio de Tonalá, Jalisco. incluyo Topobatimetría Junio 2013
GEOEX, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo Puntoque, Municipio de Bahía de Banderas, Nayarit. incluyo Topobatimetría Junio 2013.
GASERVICIOS TECHALUTA DE MONTENEGRO, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo El Ganado, Municipio de Arenal, Jalisco. incluyo Topobatimetría Septiembre 2013.
GVA VIRGO, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo La Campana, Municipio de Zapopan, Jalisco. Septiembre 2013.

Urbanismo Inmobiliario El Alamo, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo Sin nombre afluente arroyo Hondo, Municipio de Zapopan, Jalisco. incluyo Topobatimetría Febrero 2014.
BIO PAPPEL PRODUCTS, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y proyecto de delimitación de la zona federal del Rio Tuxpan, Municipio de Tuxpan, Jalisco. Abril 2013.
Grupo Solido, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo San Andrés, Municipio de Guadalajara, Jalisco. incluyo Topobatimetría Abril 2014.
Desarrolladora El Maral, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de las zonas federales de los afluentes del Rio Blanco, Municipio de Zapopan, Jalisco. Incluyo Topobatimetría Julio 2014.
Grupo Solido, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del Rio El Colomo, Municipio de Manzanillo, Colima. Agosto 2014.
CPW MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	Estudio Hidrológico para la revisión de obras existentes en canal pluvial. Municipio de Lagos de Moreno, Jalisco. Septiembre 2014

HIDROLOGÍA, TOPOGRAFÍA, DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES Y PROYECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS.

GEOEX, S.A. DE C.V.	Estudio Hidrológico y Delimitación de la Zona Federal y revisión de inundación por las avenidas extraordinarias del Rio Pitillal, Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. Incluyo Topobatimetría Julio 2014.
MAIN FARMS, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo Puentecillas, Municipio de Zapopan, Jalisco. Incluyo Topobatimetría Octubre 2014.
Arboledas de San Isidro, A.C.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo sin nombre, Municipio de Colotlan, Jalisco. Incluyo Topobatimetría Noviembre 2014.
Agregados Chapala, S.A. DE C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo Zarco, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Incluyo Topobatimetría Abril 2015.
Terrenos Bursátiles, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo la Colorada, Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Incluyo Topobatimetría Agosto 2015.
GEOEX, S.A. DE C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del Rio Pocitos, Municipio de Los Cabos, Baja California Sur. Noviembre 2015.
Hidroeléctrica Chacala, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y Proyecto de delimitación de la zona federal del Rio Cuzalapa, Municipio Cuautitlán de García Barragán, Jalisco. Enero 2016

HIDROLOGÍA, TOPOGRAFÍA, DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES Y PROYECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS.

Servicios Integrales de Tlaquepaque, S.A. de C.V.	Estudio Hidrológico y delimitación de la zona federal del arroyo Sin nombre, Municipio de San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco. Incluyo Topobatimetría Marzo 2016.
ARTEM Inmobiliaria, S.A. de C.V.	Proyecto y delimitación de la Zona Federal arroyo Seco, Municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. Marzo 2016.

Urbanismo San Agustín, S.A. de C.V.	Proyecto fraccionamiento las Grullas ampliación, Pluvial de Impacto Cero, para el manejo pluvial y regulación de la descarga pluvial a arroyo, Municipio Tlajomulco de Zúñiga. Jalisco. abril 2019
CHALA MAR S. DE R.L. DE C.V.	Estudio hidrológico y análisis hidráulico del Estero Chalacatepec para revisión de tirante de inundación de los periodos de retorno de 25, 50 y 100 años. Municipio de Tomatlán, Jalisco.
GEOEX, S.A. DE C.V.	Tec de Monterrey Campus León. Proyecto de manejo pluvial interno para la ampliación del Campus. En la ciudad de León, Guanajuato. Diciembre a enero 2020.
Grupo Gemex, S.A. de C.V.	Proyecto Instituto Tepeyac Campus Santa Anita, Pluvial de Impacto Cero, para el manejo pluvial y regulación de la descarga pluvial a arroyo, Municipio Tlajomulco de Zúñiga. Jalisco. Mayo 2020

HIDROLOGÍA, TOPOGRAFÍA, DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES Y PROYECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS.

Armonía Territorial, S.A. de C.V.	Proyecto de Impacto Cero y manejo Pluvial de la Planta de Laboratorios Pisa, S.A. de C.V. en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Junio 2020.
GEOEX, S.A. DE C.V.	Estudio Hidrológico y análisis hidráulico del Estero Canalan para la revisión de tirante de inundación por los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, en el desarrollo de Rosewood, en la Mandarina, municipio de Compostela, Nayarit. Abril 2020.
SUMMIT HR2, S.A. DE C.V.	Estudio Hidrológico Pluvial de las villas para el manejo pluvial de impacto cero en el desarrollo The Peak, La Mandarina, Municipio de Compostela, Nayarit Abril 2020.
MINERA ADULARIA EXPLOTACION S. DE R.L. DE C.V.	Estudio Hidrológico de Balance Hídrico de la Presa Ing. Isidro G. Orozco Portugal, en Neutla, Municipio de Comonfort, Guanajuato. Julio 2020.
GEOEX, S.A. DE C.V.	Estudio Hidrológico y manejo pluvial del desarrollo Rosewood, en la Mandarina, Municipio de Compostela. Octubre 2020 a Noviembre 2022.
GEOEX, S.A. DE C.V.	Estudio Hidrológico de Impacto Cero en Edificio Américas #1990, Municipio de Zapopan, Jalisco. Enero 2021

HIDROLOGÍA, TOPOGRAFÍA, DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES Y PROYECTOS DE OBRAS HIDRÁULICAS.

PARQUES CAPITHAL INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.	Estudio Hidrológico de impacto sobre el predio para la construcción de Parque Industrial, así como estudio hidrológico de la Presa La escoba para la revisión de tirante de inundación de los periodos de retorno de 25, 50 y 100 años. Municipio de Zapopan, Jalisco. Febrero 2021.
TIERRA Y ARMONIA, S.A. DE C.V.	Estudio de impacto pluvial de la zona para la construcción de Edificio Aventure, Municipio de Zapopan, Jalisco. Febrero 2021.
TIERRA Y ARMONIA, S.A. DE C.V.	Estudio de Impacto cero sobre las obras de los edificios en Punto Sur, Municipio de Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco. Abril 2021
GEOEX, S.A. DE C.V.	Estudio Hidrológico de Balance Hídrico para revisión de la disponibilidad para la Planta de Peñafiel, Municipio de Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco. Septiembre 2021.
PARQUES CAPITHAL INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.	Proyecto pluvial del carril de desaceleración para la ampliación de cruces para SCT, Municipio de Zapopan, Jalisco. Octubre 2022.
HIDRICA 21	Estudio Hidrológico pluvial para la revisión de las instalaciones de Hotel Krystal Vallarta, Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. Diciembre 2022.

ATENTAMENTE



ING. MARIO ALBERTO GUTIERREZ PADILLA

MANUEL RIVERA CAMBAS # 2704 COL. JARDINES DE LA PAZ, GUADALAJARA, JALISCO.

TEL (33) 13792995

CFE
Comisión Federal de Electricidad®
Distribución

División de Distribución Jalisco
Departamento de Planeación Zona Vallarta

"2022 Año de Ricardo Flores Magón, Precursor de la Revolución Mexicana"

C. José Ayala Michel
Carr. Barra de Navidad 5360 KM 14.8
Colonia Boca de Tomatlán.
Puerto Vallarta, Jalisco

Oficio: DPZVTA/753 /2023
Puerto Vallarta, Jal., a 19 de Julio del 2023
Asunto: Factibilidad de servicio

Con referencia a su solicitud de fecha 2023.07.18 relacionada con la factibilidad de dotación de energía eléctrica para un predio ubicado en carretera Barra de Navidad 5360 KM 14.8 colonia Boca de Tomatlán. Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. cuyo propietario es **PROMOTORA Y COSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA S.A. DE C.V.**

Al respecto le informamos que es factible suministrar servicio al lote antes mencionado.

Previamente deberá presentar su proyecto de la red de distribución de energía eléctrica, acorde al Procedimiento para la Construcción de Obras por Terceros.

En base al proyecto citado se indicarán las condiciones de suministro, así como la aportación a su cargo por concepto de obras de ampliación en nuestras redes de distribución y de transformación en subestación eléctrica **NGT.**

Atentamente
PA

Ing. Edgar Antonio Carrillo González
Jefe. Depto. de Planeación Zona Vallarta

c.c.p. Agencia Vallarta
EACG/MARE*deoa.

SEAPAL
VALLARTA

COPIA CERTIFICADA
CONTRALORÍA

Puerto Vallarta SEAPAL

NOTIFICACIÓN

USUARIO: **PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA, S.A. DE C.V.**
P R E S E N T E:

Sirva el presente para enviar un cordial saludo y al mismo tiempo informarle que de acuerdo a su petición de prefactibilidad técnica de fecha 03 de julio de 2023, registrada con DGM. 1547/2023, donde solicita la prefactibilidad técnica en el predio ubicado en Carretera a Barra de Navidad No. 5630, Boca de Tomatlán, para el desarrollo VALLARTA SUR 5630, donde pretende construir 154 unidades, me permito informarle lo siguiente:

Con fundamento en lo que establece la ley de Ingresos para el Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, para el ejercicio fiscal 2024, ***Sección Quinta, De Los Servicios Públicos De Agua Potable, Drenaje, Alcantarillado, Tratamiento Y Disposición Final De Aguas Residuales.***

Apartado 2.1 Tarifa para usos comerciales zona rural:

> ***Numeral 9.-*** *Cuota por infraestructura.*
> *Para la incorporación de nuevas urbanizaciones, desarrollos habitacionales o la conexión de predios ya urbanizados que demanden el servicio por primera vez o incremento de los servicios, deberán pagar una cuota especial conforme al Reglamento para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco en base a lo siguiente:*
>
> *a) Cuota para la incorporación a la infraestructura de agua potable, por litro por segundo de la demanda máxima diaria. $1,028,169.45*
>
> *b) Cuota para la incorporación a la infraestructura para desalojo y tratamiento de aguas residuales, por litro por segundo de la demanda máxima diaria. $1,373,013.18*

Y en relación con el Reglamento para la Prestación del Servicio Público de Agua Potable, Drenaje, Alcantarillado, Tratamiento y Disposición de sus Aguas Residuales, en el Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco; que a la letra dicen:

> ***Artículo 29.-*** *Los propietarios de urbanizaciones, desarrollos habitacionales o desarrollos en condominio, en materia de servicio público de agua potable, alcantarillado y saneamiento, quedan obligados a solicitar la autorización*

CONTRALORÍA

SEAPAL
VALLARTA

SIN TEXTO

2

correspondiente y cumplir con las disposiciones que en esta materia les imponga el Código de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco, debiendo, en todo caso, solicitar a SEAPAL-VALLARTA la expedición ***del dictamen de factibilidad, el cual tendrá una vigencia de 6 seis meses, cubriendo el importe que se fije por su expedición y por derechos de incorporación*** *de todos los predios del fraccionamiento o urbanización.*

Artículo 44.- Para la incorporación *de nuevas urbanizaciones, desarrollos habitacionales o la conexión de predios ya urbanizados que demanden el servicio por primera vez o incremento de los servicios, deberán pagar una contribución especial exigible por una sola vez y se establecerá su importe en la Ley de Ingresos vigente por litro por segundo de la demanda máxima que se requiera en función del uso, población a servir, jardines, terracerías y construcciones en proyecto o existentes. El gasto será determinado aplicando a la demanda prevista un factor de demanda máxima diaria de acuerdo con las especificaciones de proyecto de la Comisión Nacional del Agua o de la Comisión Estatal del Agua y será validado por los consumos promedios posteriores a su conexión. En caso de existir consumos mayores a la demanda contratada por periodos superiores a los seis meses, el usuario deberá cubrir la diferencia al costo del litro por segundo vigente.*

El costo del litro por segundo será determinado por el costo de la infraestructura necesaria para incorporar un litro por segundo al abastecimiento y saneamiento de la ciudad e incluirá los costos referentes a:

- *Captación, terrenos, instalaciones de protección, electrificación y equipamiento de la misma;*
- *Líneas de conducción y alimentación a tanques y las redes primarias;*
- *Instalaciones de potabilización;*
- *Planta de tratamiento de aguas residuales, terrenos, instalaciones de protección, electrificación y equipamiento de la misma; y*
- *Colectores y estaciones de rebombeo.*

Estas contribuciones especiales amparan únicamente la disponibilidad técnica del servicio y deberá ser fijada bajo las bases del análisis emitido por SEAPAL-VALLARTA sobre dotaciones y consumos previsibles del servicio solicitado.

COPIA CERTIFICADA
CONTRALORÍA

CONTR

CONTRALORÍA

SEAPAL
VALLARTA

SIN TEXTO

Derivado de lo anterior y en apego a lo que establece la ley y el reglamento deberá cubrir los pagos de derechos de incorporación conforme a lo siguiente:

Cálculo para Incorporación	
Datos del Predio	
Nombre Comercial :	**Vallarta Sur 5630**
Nombre del Propietario :	Promotora y Constructora de Puerto Vallarta S.A. DE C.V.
Representante Legal :	Javier Fernando Quesada Medrano
Domicilio del Representante legal :	
Domicilio del Predio :	Cor. A Barra de Navidad No. 5630, Col. Boca de Tomatlán, Puerto Vallarta, Jalisco.
entre calles :	
Clasificación del Contrato :	**DOMESTICO**
Diámetro de la Toma :	3"
Vigencia del Estudio :	31-dic-2024
Fecha de Elaboración :	5-dic-2024
Superficie del predio a desarrollar :	12,340.75 M²
Dotación Requerida para el Desarro	1,500 **Ltrs.p.hab.p.día**

DATOS BASICOS:		
Área Habitacional		
Habitantes por Vivienda	5	Habitantes
Habitantes totales	770	Habitantes
Superficie Habitacional	35,768.20	m²
Número de Unidades Habitacionales	**154**	**Condominios**
Dotación	1,500	Lts/Habitación/día
	2.6736	L.P.S.
Área Comercial		
Número de Locales Comerciales	1	Loc. comerciales
Superficie de locales comerciales	**138.00**	m²
Dotación	6	Lts/m2/día
	0.0096	L.P.S.
Superficie de Áreas Verdes, jardines, Etc.	**5,622.40**	m²
Dotación (X ha.)	0.5	Lts/hectárea/día
	0.20112	L.P.S.

GASTO MEDIO:

GASTO MEDIO EN L.P.S. **2.9643**

GASTO MAXIMO DIARIO:

GASTO MAXIMO DIARIO EN L.P.S. **4.1500**

CONCEPTOS

		Cantidad	Unidad	Costo	Importes
Cuota para la incorporación agua potable	$1,028,169.45				
Cuota para la incorporación de aguas residuales	$1,373,013.18				
	$2,401,182.63	**4.1500**	**L.p.s.**	$2,401,182.63	**$9,965,004.50**
				SUB-TOTAL	**$9,965,004.50**
				I.V.A. (16%)	**$1,594,400.72**
				TOTAL	**$11,559,405.21**

Los cálculos antes expuestos están con base a los derechos de incorporación al ejercicio fiscal 2024. Los cuales pueden ser modificados conforme a la ley vigente al momento de proceder con el pago.

COPIA CERTIFICADA
CONTRALORÍA
SEAPAL

CONTRALORÍA

SEAPAL VALLARTA

SIN TEXTO

SEAPAL ESTADOS UNID 2024

CONTR

SEAPAL VALLARTA

Sin otro particular de momento quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración al respecto.

Puerto Vallarta Jalisco a 23 de Diciembre de 2024.

ATENTAMENTE

ING. ERACLIO GALVÁN MENDOZA
DIRECTOR DE CALIFICACIÓN Y CATASTRO
DEL SEAPAL VALLARTA

C.c.p. Archivo

EGM/EPA/mabs.

CONTRALORÍA
SEAPAL VALLARTA
SIN TEXTO

COPIA CERTIFICADA
CONTRALORÍA

El LCP. JOSÉ MANUEL VILASEÑOR GARCÍA, Ciudadano Contralor del Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta, Jalisco por sus siglas SEAPAL – VALLARTA. Nombramiento normado en lo establecido por los Artículos 115 fracción III de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 79 de la Constitución Política del Estado De Jalisco; 40 fracción II punto 3, de la Ley Orgánica Municipal del Estado de Jalisco; 3 fracción I, Del Reglamento Orgánico del Gobierno y la Administración Pública del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco; 7 fracción III y 42 del Reglamento Orgánico Del Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta, Jalisco, por sus siglas SEAPAL-VALLARTA.----------.
Con la facultad que me confiere el Artículo 43 fracción XX. Del Reglamento Orgánico Del Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta, Jalisco, por sus siglas SEAPAL-VALLARTA.----------

----------**HAGO CONSTAR Y CERTIFICO**----------

Que las presentes copias fotostáticas debidamente foliadas y selladas, que constan de **04 (cuatro) fojas, útiles por su lado anverso,** las cuales tuve a la vista, una vez compulsadas, doy fe, que concuerdan fielmente con sus originales mismas tienen relación con: El oficio de notificación de fecha 23 de Diciembre de 2024, suscrito por el ING. Eraclio Galván Mendoza, Director de Calificación y Catastro del SEAPAL-VALLARTA, el cual será aportado en el Juicio de Amparo número 1403/2024-V ante el Juzgado Cuarto de Distrito en Materia Administrativa del Estado de Jalisco. documento original que obra bajo resguardo de la Subdirección Jurídica del Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta, Jalisco por sus siglas SEAPAL – VALLARTA.----------.
Se extiende la presente en Puerto Vallarta, Jalisco a los 23 (veintitrés) días del mes de diciembre del año 2024 Dos Mil Veinticuatro.----------.

SEAPAL VALLARTA ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 2024 - 2027

A T E N T A M E N T E:

LCP. JOSÉ MANUEL VILLASEÑOR GARCÍA. CONTRALORÍA
Contralor del Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta, Jalisco (SEAPAL-VALLARTA).

SUPERVISIONES TÉCNICAS Y CONTROL DE CALIDAD S.A. DE C.V.
LABORATORIO PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN
Constitución No.23 Col. Morelos, manzanillo, Colima Tel./Fax: 01 (314) 33-30500 y 42060
E-mail: informes@stcc.com.mx www.stcc.com.mx

Estudio de Mecánica de Suelos



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS PARA EL PROYECTO ANDADOR EN EL MAR DE EDIFICIO E01 VALLARTA SUR, PUERTO VALLARTA, JALISCO.

NOVIEMBRE 2022

Constitución No.23 Col. Morelos, manzanillo, Colima Tel./Fax: 01 (314) 33-30500 y 42060
E-mail: informes@stcc.com.mx www.stcc.com.mx

Proyecto:

Estudio de mecánica de suelos para determinar la capacidad de carga y características físicas para el proyecto andador en el mar de edificio E01 Vallarta Sur, Puerto Vallarta, Jalisco.

Localización:

Puerto Vallarta, Jalisco.

Solicitado por:

Promotora y Constructora Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Objetivo:

Determinación de las características físicas y mecánicas del subsuelo con el fin de determinar la capacidad de carga de los estratos rocosos que componen el suelo en el área de estudio.

Alcance:

Obtener las características físicas y mecánicas de los suelos mediante dos (02) sondeos de exploración geotécnica por medio de extracción de núcleos de roca para determinar la capacidad de carga del subsuelo.

Fecha:

Noviembre del 2021.



Contenido

1. Introducción 3

2. Característica general del sitio 4
2.1 Fisiografía 4
2.2 Geología regional 4
2.3 Sismicidad 7

3. Trabajos de campo 9
3.1. Geo-posicionamiento de los sondeos 9
3.2. Posición del Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F.) 9

4. Trabajos de Laboratorio y Gabinete. 10
4.1 Análisis Generales. 10
4.2. Laboratorio. 10

5. Análisis de resultados 10
5.1. Consideraciones sobre la capacidad portante del terreno. 11
5.2. Análisis de la capacidad de carga admisible. 11

6. Conclusiones. 12
6.2. Consideraciones sobre la sismicidad. 13

Anexo 1. Croquis de localización del área de estudio y sondeos. 14
Anexo 2. Reporte fotográfico 16
Anexo 3. Pruebas de laboratorio 18

1. Introducción

Con el objetivo de determinar las características físicas y capacidad de carga para determinar la composición del subsuelo en el predio localizado en carretera Manzanillo, Puerto Vallarta, donde se proyectan la construcción de una pasarela en el mar, se nos encomendó el trabajo de realizar una exploración geotécnica por medio de extracción de núcleos de roca para determinar la capacidad de carga del subsuelo rocoso en el sitio.

Para realizar los sondeos de penetración estándar se utilizó un equipo de exploración geotécnica denominada extractora de núcleos marca “Hilti”, todo el personal trabajo con las medidas de seguridad adecuadas utilizando su equipo de protección y delimitando el área de estudio.



Fig. 1.- Localización del área de estudio.

Como parte del estudio de mecánica de suelos se efectuó la exploración geotécnica en campo con un muestreo continuo para la determinación de las características físicas de los estratos que componen el subsuelo en el área de estudio para determinar los principales parámetros mecánicos y determinar la capacidad de carga del estrato rocoso.

2. Característica general del sitio

2.1 Fisiografía

El municipio de Puerto Vallarta está situado al poniente del estado, en las coordenadas 20°40′N 105°16′O, a una altura de 2 metros sobre el nivel del mar. Se localiza en la Región Costa Norte del estado. Su extensión territorial es de 1,300.67 kilómetros cuadrados.

El municipio cuenta con muy pocas zonas planas. Estas se localizan principalmente en la margen derecha del río Ameca y por la costa desde su desembocadura hasta la del río Cuale hacia el sur. La mayor parte de la superficie está ocupada por zonas accidentadas, al oriente las sierras de San Sebastián y de Cuale parte del Escudo Intervolcánico de Occidente, que forman parte de la Sierra Madre Occidental, lo protegen de los vientos y sirven como moderadores del clima. La Sierra de Cuale llega hasta la costa formando imponentes acantilados empezando al sur de la cabecera municipal y continúa al sur hasta formar el Cabo Corrientes. Las principales alturas son: el Picacho de Palo María de 1,600 metros, el Cerro de la Aguacatera, de 1,500, y la Torrecilla, de 1,250 metros sobre el nivel del mar.

El municipio está regado al norte por los ríos Ameca que sirve de límite entre los estados de Jalisco y Nayarit, el Mascota que descarga sus aguas en el anterior cerca del poblado de Las Juntas, El Pitillal, La Vena de Santa María y El Cuale, que cruza la ciudad. Al sur se encuentra los arroyos de Las Amapas, Las Estacas, El Carrizo, Palo María, Mismaloya y Los Horcones que sirve de limítrofe con el vecino municipio de Cabo Corrientes. Al norte de la ciudad se encuentra el estero de El Salado. Siguiendo la carretera hacia Ameca vía Mascota veremos las localidades de santiago de pino, copales, el rancho el carrizo, san felipe de hijar, amatanejo,. los charcos, la casa colorada, la tierra blanca, la cofradía, el río Ameca. la estancia, la tortuga, entre otros.

2.2 Geología regional

La zona de estudio se ubica sobre la vertiente poniente de las sierras San Sebastián y de Cuale, que constituyen el extremo occidental de la provincia Sierra Madre del Sur (SMS). Esta zona se caracteriza por un relieve montañoso conformado por rocas sedimentarias y volcánicas intrusionadas por el Batolito de Puerto Vallarta (BPV), cuya extensión aproximada es de 9,000 km2 (Schaaf y Martínez–Serrano, 1997). Este cuerpo intrusivo cuenta con las rocas plutónicas más antiguas (106 Ma) de la SMS, consideradas como el basamento del Bloque Jalisco (Ferrari et al., 2000). Con base en recorridos de campo, fotogeología y revisión bibliográfica, en el área de estudio se identificaron las siguientes unidades litológicas que se describen a continuación de la más antigua a la más reciente:

Capas rojas. Se refiere a terrígenos continentales del Jurásico superior (Köhler et al., 1988), que afloran de manera extensa sobre el río Cuale. La compacidad y resistencia de las rocas en el afloramiento disminuyen hacia la cima, por lo que en la base se observan paredes casi verticales de más de 100 m de altura. En la zona intermedia y alta del afloramiento la roca presenta un color de rosa oscuro a rojo con textura arcillo–limosa, que le confiere a la unidad comportamientos deleznable y plástico en estados seco y saturado, respectivamente.

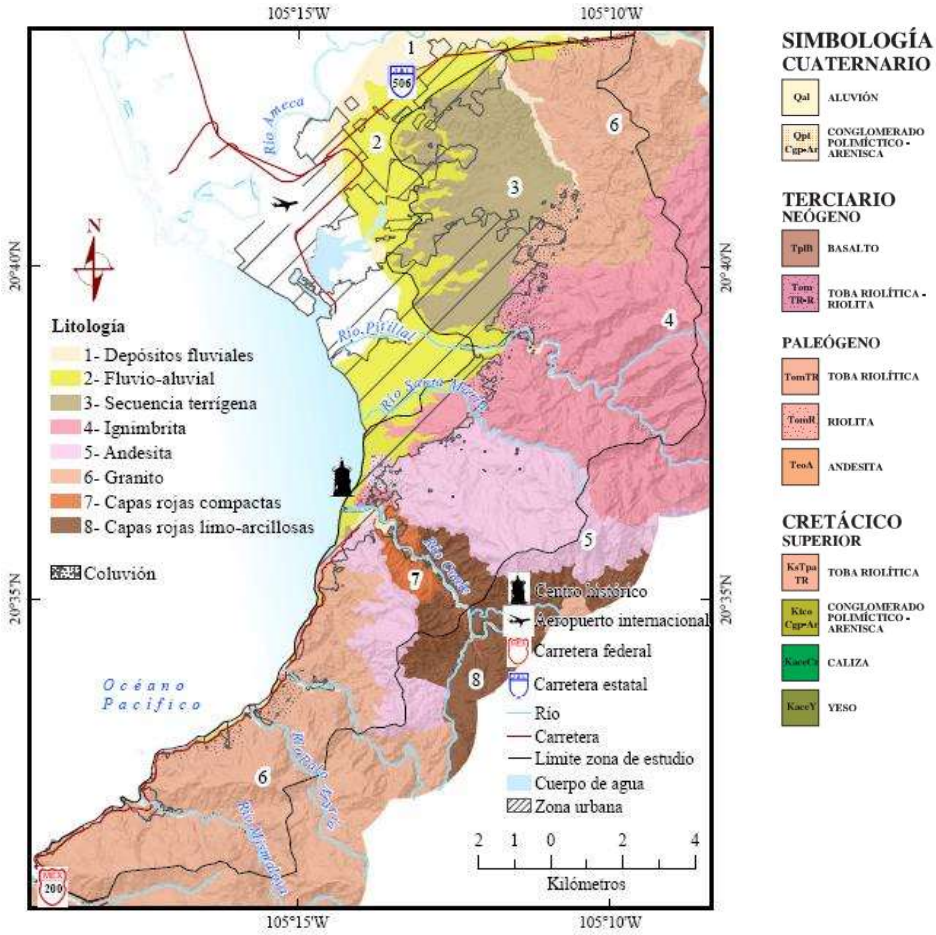


Fig. 2 Geología regional del área de estudio

Cuerpos intrusivos. Corresponde a cuerpos plutónicos de color rosáceo y blanco lechoso que forman parte del BPV de entre ca. 106 Ma y ca. 55 Ma (Zimmermann et al, 1988; y Köhler et al., 1988). En el área se distinguen afloramientos de esta unidad en el sector centro–sur y noreste El afloramiento meridional alcanza elevaciones de hasta 600 msnm y se distingue por una variación a granodioritas; en tanto que el septentrional se eleva hasta los 700 msnm y presenta variaciones de dioritas a tonalitas. El primero se observa con mayor densidad de fracturas que el segundo.

Andesitas. Unidad conformada por depósitos de lava andesítica de entre 20 y 14 Ma, producidos durante el Mioceno por un periodo volcánico en la región (Ferrari et al., 2000). Los afloramientos principales se encuentran en la parte central de la zona de estudio, en donde se distinguen macizos muy fracturados con rocas de color gris oscuro que varía a verde según el grado de intemperizació.

Ignimbritas. Corresponden a depósitos piroclásticos bien soldados de color rosa claro y edad miocénica (Ferrari et al., 2000), cuya fuente no ha sido identificada y que en la actualidad definen elevaciones topográficas de hasta 450 msnm. Afloran principalmente en la cuenca del Río Pitillal en el cerro de las Antenas. En este último, el depósito se observa muy fracturado con grados importantes de intemperización.

Secuencia terrígena cuaternaria. Formada por sedimentos poco consolidados, depositados en un ambiente marino–fluvial, que se distribuyen hacia el extremo noroeste de la zona de estudio. Con un espesor total que varía de 3 a 80 m, es constituida por una alternancia de estratos bien identificables cuya textura varía de limo–arcilloso, arena–limosa a clastos redondeados de tamaño mayor o igual al de las gravas.

Coluviones. Se trata de depósitos holocénicos de espesor y textura variable con bloques esporádicos de hasta 2 m de diámetro dispuestos de forma caótica. Asociados a procesos de remoción en masa que han afectado a las unidades anteriormente descritas, se localizan al pie del terreno montañoso, en contacto con la línea de costa y planicies aluviales, al sur y norte del área de estudio, respectivamente.

Depósitos aluviales. Se localizan principalmente en las zonas de influencia de los ríos Santa María, Pitillal y Cuale, en donde se encuentran formando terrazas aluviales o material del fondo del cauce. Están conformados por limos, arenas y gravas, con algunos bloques esporádicos de roca granítica, andesitica y de capas rojas.

2.3 Sismicidad

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta.

La alta sismicidad en el país, es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados aunque estas últimas menos peligrosas. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, de aquí la incidencia de sismos.

Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y el Distrito Federal.

No obstante la simplicidad del método, la interpretación de los datos puede cambiar radicalmente si no se tiene bien establecido el marco geológico de referencia, el cual de acuerdo con la experiencia repercute directamente en la interpretación de los rangos de valores detectados; es por ello que la integración de información en este tipo de trabajos es muy importante y determina la directriz principal de las exploraciones.

Para fines de diseño sísmico la República Mexicana fue dividida en cuatro zonas sísmicas. Esta zonificación refleja las frecuencias y las máximas aceleraciones que pueden esperarse durante la presencia de un sismo durante un periodo de un siglo.

Zona A (Baja sismicidad): En esta zona no se han registrados ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.

Zona B (Media intensidad): Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zona C (Alta intensidad): En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zona D (Muy alta intensidad): Aquí es donde se han originado los grandes sísmicos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

La región de Puerto Vallarta, ubicada en la siguiente figura (círculo AMARILLO), se localiza dentro de la zona D, que representa superficies donde los sismos son frecuentes y en la cual las aceleraciones rebasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

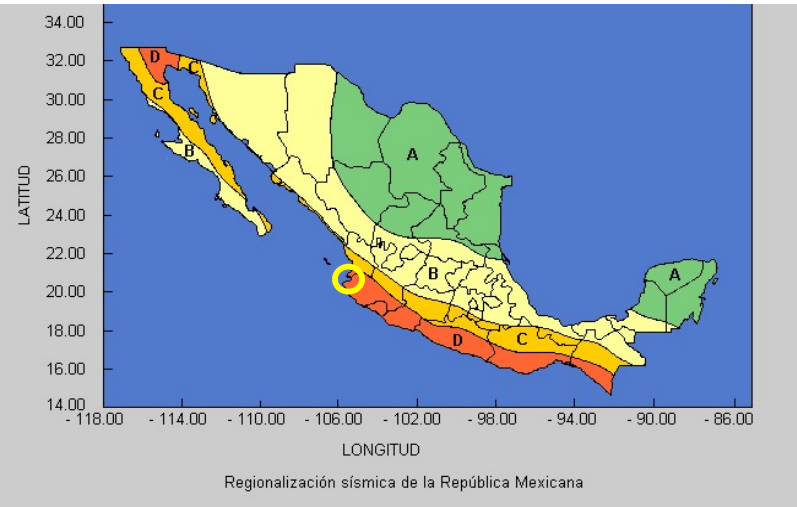


Fig. 3.- Servicio Sismológico Nacional. Regiones sísmicas en México. Zonificación sísmica de la república Mexicana

3. Trabajos de campo

La investigación en el área de estudio se realizó por medio de una exploración geotécnica por medio de dos extracciones de núcleos de roca con una extractora rotatoria para determinar la capacidad de carga del estrato rocoso.

En la tabla 1 se indica la ubicación de los sondeos referidos a coordenadas UTM.

Sondeo	Coordenada UTM	
	X	Y
S-01	467010.60	2269109.50
S-02	466975.00	2269129.80

Tabla 1. Coordenadas de los sondeos SPT.

3.1. Geo-posicionamiento de los sondeos

La determinación de la latitud y longitud de las estaciones o puntos donde se ubicó físicamente el equipo de perforación, se realizó con el sistema de posicionamiento global por satélite GPS, a través de un receptor marca "GARMIN". No hubo la necesidad de corregir las lecturas de campo, debido a que los puntos coincidieron con los rasgos geomorfológicos observados en las cartas topográficas del INEGI y la fotografía aérea del Google Earth de donde se tomó la elevación que se reporta.

3.2. Posición del Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F.)

El nivel de aguas freáticas es medido con respecto al nivel de terreno natural, registrado en el mes de noviembre de 2022 en cada uno de los sondeos, el cual se presenta en la tabla 2. Este nivel puede variar en las diferentes estaciones del año.

Sondeo	Profundidad del nivel freático (m)
S-01, 02	ND

Tabla 2. Profundidad del Nivel de aguas freáticas (N.A.F.)

4. Trabajos de Laboratorio y Gabinete.

4.1 Análisis Generales.

A todas las muestras recuperadas se les determinó su clasificación R.Q.D., y se realizó su clasificación visual y al tacto. Se efectuaron pruebas de resistencia a la compresión, peso volumétrico y porcentaje de absorción, atendiendo al tipo de material que se tratara. Con estos datos se obtuvo la clasificación del tipo de roca encontrado.

4.2. Laboratorio.

Las muestras obtenidas se analizan en laboratorio para su identificación y determinación de sus características físicas, de acuerdo con los siguientes procesos:

a) Resistencia a la compresión (Carga aplicada / Área de la sección transversal del especimen).
b) Peso volumétrico de la roca.
c) Porcentaje de absorción.
d) Clasificación RQD.

5. Análisis de resultados

El presente estudio fue dirigido con el fin de analizar y clasificar los materiales de acuerdo con sus características físicas y propiedades mecánicas con la ejecución de sondeos exploratorios. De acuerdo a los materiales extraídos de los sondeos practicados en esta área se identificaron un estrato rocoso, cuya estratigrafía se detalla en el anexo 3. Con la finalidad de conocer la estratigrafía del suelo en la zona de estudio, se realizaron 2 sondeos de exploración geotécnica a través de la prueba de extracción de núcleos de roca. El Nivel de aguas freáticas es medido con respecto al nivel del terreno natural, el cual no se detectó durante la exploración geotécnica en campo.

La exploración se realizó empleando un equipo de exploración geotécnica rotatoria menor, con ayuda de un GPS manual Marca GARMIN se determinaron las coordenadas UTM de los puntos donde se realizaron los sondeos, los cuales fueron ubicados estratégicamente en el área de estudio.

Se obtuvieron dos (2) núcleos de roca de las ubicaciones mencionadas en el capítulo 3, con el fin de obtener los parámetros físicos y mecánicos exactos de las rocas en el sitio. Los puntos muestreados se describen a continuación:

- Estrato rocoso ubicado a la orilla del mar, dicho punto será el inicio de la pasarela.
- Promontorio rocoso ubicado aproximadamente a 31.00m de distancia de la orilla.

En el Anexo 1 se observa la ubicación exacta de los puntos explorados.

En términos generales, la litología que predomina en el área de estudio está compuesta principalmente por terreno natural conformado por roca granítica muy dura.

5.1. Consideraciones sobre la capacidad portante del terreno.

De acuerdo con los resultados obtenidos por medio de las pruebas realizadas en laboratorio con las muestras obtenidas en el ejercicio de campo y la observación de los aspectos litológicos, se deduce a continuación las capacidades portantes de los diferentes estratos.

5.2. Análisis de la capacidad de carga admisible.

El cálculo de la capacidad portante del suelo para las áreas del presente proyecto se realizó de acuerdo a la teoría general de Terzaghi para suelos friccionantes, de acuerdo con la siguiente fórmula:

Relación de capacidades de carga admisibles Q_{adm} (T/m^2), utilizando la relación de capacidades de carga admisibles Qadm (T/m2) para los estratos de roca.

$$\mathbf{Qadm = 0.2 * Qu}$$

Donde:
Qu= la resistencia a compresión simple de la roca.

Profundidad	Capacidad de Carga admisible
S-01	248.83 Ton /m2
S-02	240.16 Ton /m2

Tabla 3. Capacidad de carga admisible

6. Conclusiones.

Al momento en que se realiza este trabajo no se tiene información sobre las cargas de diseño del presente proyecto; por lo tanto, los resultados en cuanto a la capacidad de carga para los diferentes tipos de cimentación analizados se plantearon suponiendo estructuras a base de dado o columna de concreto, para los que los requerimientos en este rubro pueden variar de entre 10.0 y 25.5 toneladas por metro cuadrado; en las tablas del capítulo 5 se muestra la capacidad de carga para los diferentes tipos de cimentación.

Para el caso de la estructura propuesta (andador en el mar), el claro más largo de la estructura será de 30.47m (según planos de proyecto), por lo que previo a su construcción, el calculista estructural deberá brindar al geotecnista las cargas de diseño del proyecto, con el fin de proponer el nivel de desplante adecuado para las columnas de concreto que soportarán el andador.

Cualquiera que sea el sistema o sistemas de cimentación elegidos, se recomienda que estos sean desplantados sobre plantillas de concreto pobre de f'c = 100kg/cm^2 dentro de la perforación en el estato rocoso. Dichas plantillas deberán construirse con materiales de banco controlados, que cumplan con las características en calidad de los materiales utilizados en la fabricación de concreto de la misma cimentación, y deberá construirse en una capa de por lo menos 10 centímetros de espesor para prevenir la corrosión en el cimiento de concreto reforzado.

En cuanto a los elementos de cimentación y dimensiones de estos, se recomienda realizar los análisis estructurales correspondientes para la definición de la relación entre el ancho y tipo de cimentación más adecuado para el proyecto, con la información antes mencionada, el geotecnista proporcionará el nivel de desplante óptimo. Las conclusiones y recomendaciones aquí presentadas se han desarrollado solo desde un análisis geotécnico, la información resultante de este estudio no predice el comportamiento futuro de la edificación, por lo que el geotecnista se abstiene de garantizar resultados de la edificación, ni puede asegurarlos si se da la ocurrencia de algún evento no contemplado de tipo extraordinario (tales como fugas de agua, filtraciones, estructuración, procesos constructivos y modificaciones al proyecto inadecuados, sismos, entre otros) que superen inclusive los alcances de los Reglamentos de Construcción Nacional vigentes y de la modelación geotecnista, por lo que se excluye de toda responsabilidad al que suscribe este estudio geotécnico. En caso de encontrar cambios en el subsuelo durante el procedimiento constructivos se deberá notificar para emitir las recomendaciones pertinentes.

6.2. Consideraciones sobre la sismicidad.

Actualmente no se cuenta con información sobre los efectos de aceleración del suelo durante un evento sísmico en las áreas donde se realizó el presente estudio. Sin embargo, se recomienda consultar lo que dictamina al respecto el reglamento de construcciones del estado de Jalisco para estructuras tipo A y B, considerando un suelo tipo I. Será responsabilidad del calculista estructural el proponer el espectro correcto.

ZONA SISMICA	TIPO DE SUELO	C	Ao	T1	T2	Ta	Tb
D	I	0.48	0.09	0.15	0.55	0.2	
	II	0.56	0.14	0.3	1.4	0.4	1
	III	0.64	0.18	0.45	2.7	0.6	2

Tabla 4. El coeficiente sísmico para las construcciones clasificadas como el grupo «B».

ZONA SISMICA	SUELO	MENOR DE 4.00 m	ENTRE 4.00 Y 7.00m	MAYOR DE 7.00 m
D	I	0.24	0.24	0.24
	II	0.312	0.384	0.456
	III	0.312	0.384	0.456

Tabla 5. Coef. Sísmico reducido para el método simplificado, correspondiente al grupo B, de construcciones y estructurados a base de muros tabique combinados con dalas y castillos

El tipo de terreno se clasificará de acuerdo a su rigidez:

Tipo I. Terreno firme tal como: granito firme poco fracturado, arenisca, tepetate compacto, se incluye roca basal.

Tipo II. Suelos de baja rigidez, tales como: arenas no cementadas o limos de mediana a alta compacidad, arcillas a mediana capacidad, depósitos pluviales.

Tipo III. Arcillas blandas muy compresibles. Depósitos de barras en las costas y terrenos ganados a la laguna.

Ing. Luis Alfredo Quintero Casillas
Gerente Técnico.
Manzanillo, Col. 01 de diciembre del 2022.

Anexo 1. Croquis de localización del área de estudio y sondeos.



Fig. 4.- Ubicación del área de estudio.

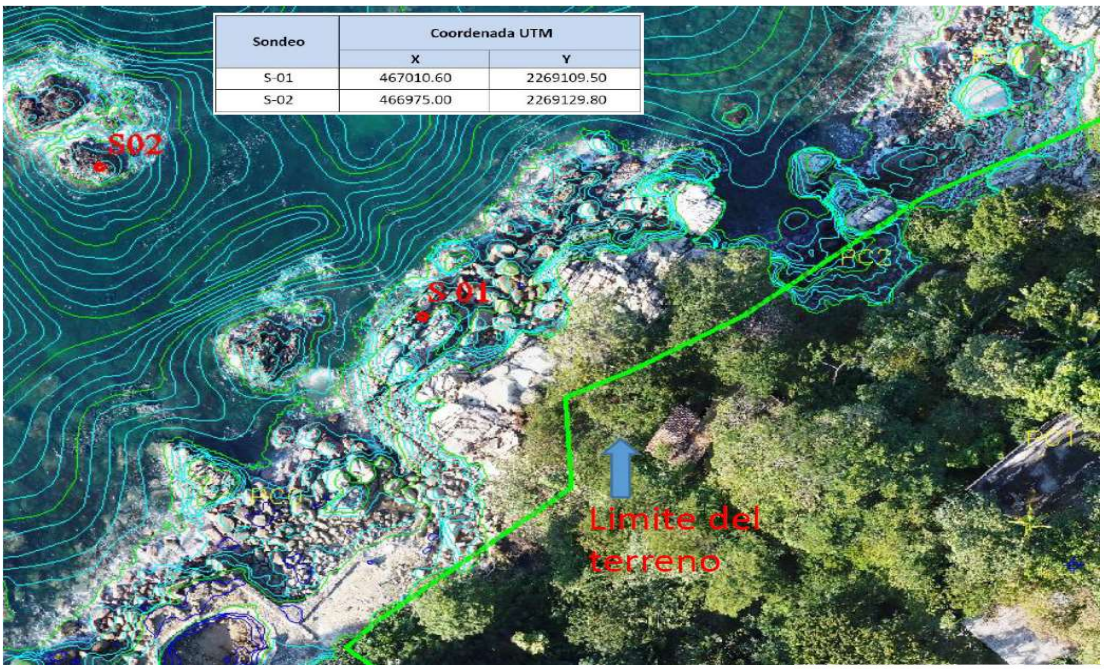
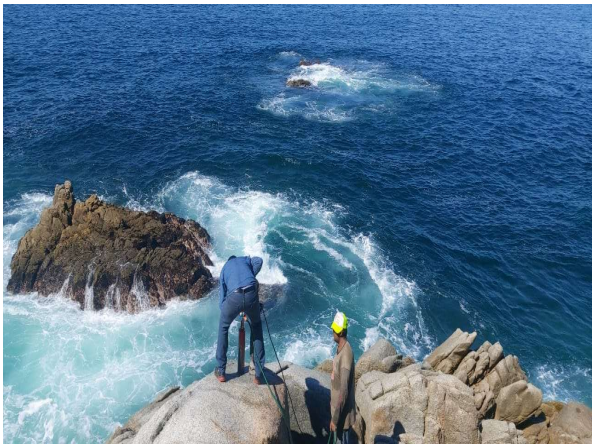


Fig. 5.- Localización de los Sondeos en el área de estudio.

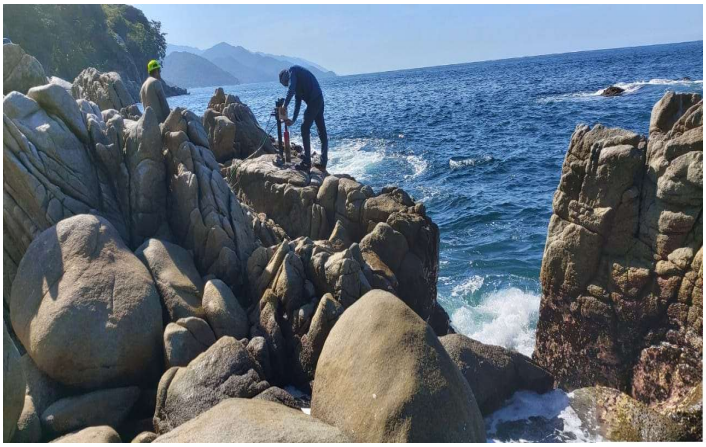
Anexo 2. Reporte fotográfico

Ejecución del sondeo de exploración geotécnica.




Ejecución del sondeo de exploración geotécnica.



Ejecución del sondeo de exploración geotécnica.

Anexo 3. Pruebas de laboratorio

SUPERVISIONES TÉCNICAS Y CONTROL DE CALIDAD, S.A. DE C.V.

LABORATORIO PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

EXTRACCIÓN DE NÚCLEO DE ROCA, PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y PARÁMETROS ASOCIADOS

Cliente:	PROMOTORA Y CONSTRUCTORA PUERTO VALLARTA, S.A. DE C.V.	**Pagina:**	1 de 2
Proyecto:	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA ANDADOR EN EL MAR DE EDIFICIO E01 VALLARTA SUR, PUERTO VALLARTA, JALISCO	**Sondeo:**	S-01 - S-02
Localización:	PUERTO VALLARTA, JALISCO	**Fecha de prueba:**	30 de noviembre de 2022
Operador:	Tec. Edier Ceciliano López	**Equipo:** Perforadora rotatoria marca Hilti / broca punta de diamante de 4"	**Fecha del reporte:** 2 de diciembre de 2022
Prof. alcanzada (m):	-1.00	**Coordenadas:** Coordenadas UTM (aprox.) X: 467038.60 m E; Y: 2269083.60 m N	**N.A.F. (m):** -

Nivel de profundidad (m)	Golpes / Avance (cm) R.Q.D.		DATOS GEOTÉCNICOS Mat. Rec. (cm)	Descripción estratigráfica	PARÁMETROS FÍSICOS DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ALTURA CON CABECEO (cm)	ÁREA (cm²)	VOLUMEN (cm³)	MASA	PESO VOLUM. (gr/cm³)	PARÁMETROS MECÁNICOS CARGA APLICADA (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)	FACTOR DE CORREC.	ESFUERZO CORREG. (kg/cm²)
0	0 20 40 60 80 100														
-0.25					Clasificación			Resistencia a compresión Qu (kg/cm²)			Peso volumétrico (Ton/m³)			Absorción (%)	
-0.50	100%	"S-01" BROCA CORONA DE DIAMANTE DE 4" DE DIÁMETRO	35	Roca granítica sólida	ROCA RQD 100%			1244.17%			2.78 Ton/m³			1.45%	
-0.75															
-1.00	1				9.3cm	19.3cm	20.1cm	67.9cm²	1311cm³	3642.0gr	2.8gr/cm³	84479.0kg	1244.2kg/cm²	1.00	1244.2kg/cm²
-0.25					Clasificación			Resistencia a compresión Qu (kg/cm²)			Peso volumétrico (Ton/m³)			Absorción (%)	
-0.50	100%	"S-02" BROCA CORONA DE DIAMANTE DE 4" DE DIÁMETRO	53	Roca granítica sólida	ROCA RQD 100%			1200.84%			2.82 Ton/m³			2.30%	
-0.75															
-1.00	1				9.3cm	19.0cm	20.0cm	67.9cm²	1291cm³	3635.0gr	2.8gr/cm³	81537.0kg	1200.8kg/cm²	1.00	1200.8kg/cm²



N_{SPT} (penetración) golpes/0.30m.
APL = Avance Por Lavado
ND = No Determinado
N.A.F. = Nivel de Aguas Freáticas
S.R.: Sin recuperación de muestra
→ = Rechazo.
→ = Más de 50 golpes.

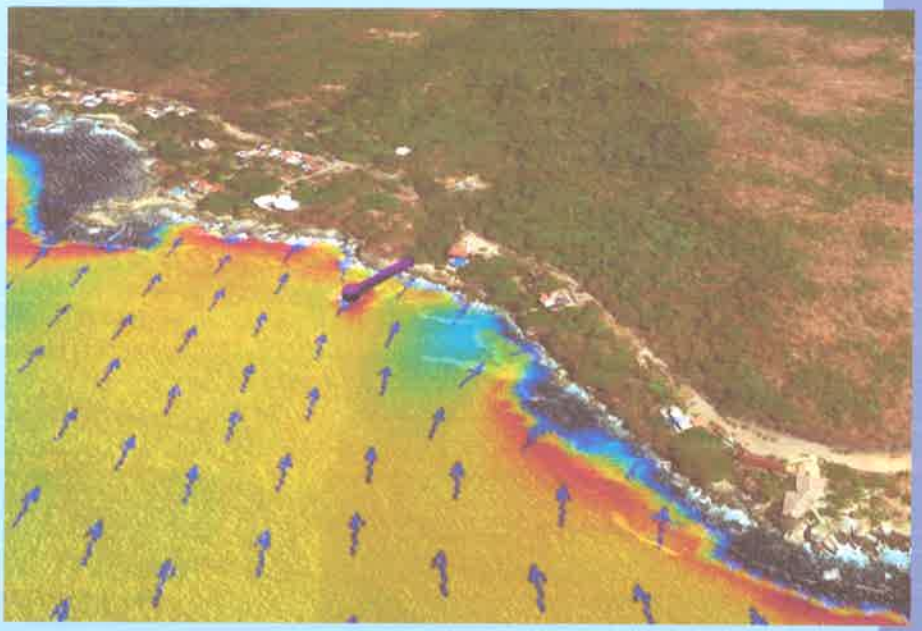
Ref.: La cohesión (C), el módulo de Young (E), la compacidad relativa (Dr) y el ángulo de fricción interna (Ø), fueron obtenidos de tablas como las que pueden ser consultadas en "Mecánica de Suelos y Cimentaciones" de Carlos Crespo Villalaz, pg. 175, 194.

Norma Aplicable: ASTM-D-1586. Method for Standarad Penetration Test (SPT) and Split Barrel Sampling of Soils. Ref.: NMX-C-431-ONNCCE-2002. "Industria de la Construcción - Geotecnia - Cimentaciones - Toma de Muestra Alterada e Inalterada - Métodos de Prueba".

- Número de golpes - Valor NSPT – detallado por avance de 15cm.
- Cantidad de material recuperado por avance de 45cm. (cm).
- Clasificación del material de acuerdo con el sistema S.U.C.S.
- Módulo de elasticidad (E, kg/cm2).
- Ángulo de fricción interna (φ, °).
- Consistencia o compacidad relativa, (dr, %).
- Contenido de humedad natural (W, %).
- Límites de consistencia (Límites de Atterberg, L.L., I.P. y C.L.)
- Contenido de gravas, arenas y finos menores a 0.075mm (%).

Este reporte no puede ser reproducido total ni parcialmente sin previa autorización por escrito de la gerencia y solo ampara los resultados de las pruebas efectuadas.

Pasarela Peatonal en el Frente Marítimo del Sur de Puerto Vallarta



MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

OCTUBRE DE 2023

PUERTO VALLARTA, JALISCO

Responsable técnico

Ing. Celso Morales Muñoz
CED PROF 387858

Ing. Ma. Elena Becerril Cabrera
CED PROF 1470219

Apoderado Legal
Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Arq. Sergio Alberto Ceballos Rodríguez

Contenido

Introducción 2

I. Levantamiento Topo hidrográfico 4
I.1 Levantamiento Batimétrico. 10
I.2 Levantamiento Fotogramétrico. 12

II. Caracterización del Clima Marítimo 20
II.1 Oleaje (Normal y Extraordinario) 20
II.2 Oleaje Extraordinario 41
II.2.1 Análisis estadístico de huracanes en un radio de 100 km (NOAA) 45
II.3 Mareas (astronómica y de tormenta). 52
II.3.1 Marea astronómica 52
II.3.2 Marea de Tormenta 59
II.4 Vientos 63

III. Modelo de Propagación y transformación del oleaje. 64
III.1 Resultados del Modelo de Propagación del Oleaje 75
III.2 Transporte de Sedimentos 84

IV. Conclusiones y Recomendaciones 85

ANEXO "A" Memoria de Cálculo Estructural y Planos 87

Introducción

El estudio del medio marino para la caracterización de la zona de proyecto donde se pretende construir un paseo marino turístico, sin alteración a la línea de costa. Se integra con estudios del medio físico como la topohidrografía del frente marino, y estudios oceanográficos.

Los estudios oceanográficos y meteorológicos como el estudio de vientos, clima marítimo (oleaje y mareas), tanto en condiciones normales como de tormenta, permiten la definición de las solicitaciones metaoceánicas para el diseño del presente proyecto.

A continuación, se mencionan datos generales de la localización de la zona de proyecto y posteriormente se describen a detalle las metodologías empleadas en cada uno de los estudios mencionados, al final de esta memoria se exponen conclusiones y recomendaciones importantes para el desarrollo del proyecto.

Ubicación del Sitio de Proyecto

El sitio de estudio se ubica en el estado de Jalisco, municipio de Puerto Vallarta, aproximadamente a 16 km al sur de la ciudad Puerto Vallarta.

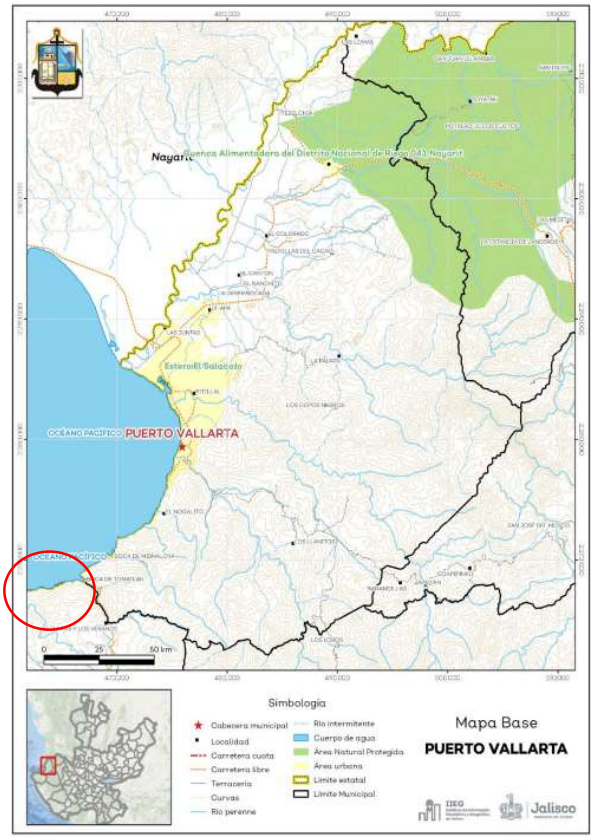


Figura 1 Localización general del sitio de estudio, Mapa Municipal INEGI.

El municipio de Puerto Vallarta pertenece a la región Costa-Sierra Occidental del estado de Jalisco. Sus municipios colindantes son San Sebastián del Oeste, Cabo Corrientes, Mascota y Talpa de Allende. Tiene una extensión territorial de 106.52 kilómetros cuadrados.

El territorio municipal, tiene alturas entre los 0 y 2,200 msnm; y una pendiente predominantemente montañosa mayor de 15 grados.

La mayor parte del municipio tiene un clima cálido subhúmedo. La temperatura media anual es de 21.8°C, y su temperatura mínima y máxima promedio oscila entre los 13.4°C y 31.6°C. La precipitación media anual es de 1,385 milímetros (mm) mientras que la precipitación promedio acumulada es de 604.00 mm.

Particularmente el sitio de estudio se ubica en las coordenadas X=467,025 Y= 2,269,110 del sistema UTM.



Figura 2 Localización de la zona de estudio

I. Levantamiento Topo hidrográfico

Con el objeto de obtener la configuración topográfica y batimétrica del sitio de estudio ubicado a orilla del mar, se realizó un Levantamiento Topobatimétrico.

La zona de estudio se ubica al Norte de la Boca de Tomatlán, a una distancia aproximada de 16.5 km al Suroeste de Puerto Vallarta, en el estado de Jalisco. Geográficamente la zona de estudio se localiza en las coordenadas *20°31'13.15"* de Latitud Norte y *105°18'56.74"* de Longitud Oeste; en la siguiente imagen se presenta la localización de la zona de estudio.



Figura I.1 Localización zona de estudio.

Específicamente la zona de estudio es un predio que colinda con el Océano Pacífico el cual se ubica en la carretera a Barra de Navidad km 15, Puerto Vallarta, Jalisco.

El predio está en un acantilado con una elevación promedio de 45 m en la parte más alta y el litoral está compuesto por formaciones rocosas. En las siguientes imágenes satelitales se presenta la ubicación particular de la zona de estudio.



Figura I.2 Imagen en relieve de la zona de estudio.



Figura I.3 Establecimiento del Control Terrestre.

Para establecer el control horizontal y vertical en la zona de estudio, se realizó una recopilación de información de vértices y bancos de nivel cercanos a la zona de estudio, los cuales han sido establecidos por instituciones de reconocida autoridad técnica.

Siguiendo la normatividad referente a levantamientos geodésicos recomendados para este tipo de trabajos, se consultó la base de datos del INEGI referente a la Red Geodésica Nacional Pasiva, donde se consultó la existencia de estaciones geodésicas cercanas a la zona de estudio. En campo se ubicó en buenas condiciones el vértice denominado *V14165*, el cual se ubica en dala de alcantarilla a orilla de la carretera 200 tramo Puerto Vallarta – Barra de Navidad; Jalisco.

El vértice *V14165* se ubica a una distancia aproximada de 400 m al Noreste de la zona de estudio. La ubicación del vértice geodésico se presenta en la siguiente imagen satelital.



Figura I.4 Ubicación vértice geodésico V14165.

El levantamiento Topo hidrográfico, se ligó a la Red Activa del INEGI, para la obtención de las coordenadas de posición (X, Y).

El control vertical para una obra construida a orilla del mar es importante debido a que estará expuesta a fenómenos oceanográficos, entre ellos la marea que es la que definirá los niveles de las estructuras proyectadas.

Por lo anterior descrito, es importante partir de un banco de nivel que esté ligado a una estación mareográfica. En nuestro país, la Red Mareográfica Nacional está a cargo de la Secretaría de Marina y la estación mareográfica más cercana a la zona de estudio es Puerto Vallarta.

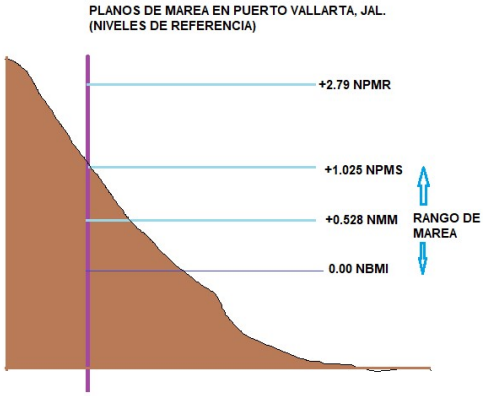


Figura I.4 Niveles de Mareas en Puerto Vallarta, Jal.

La estación geodésica *V14165* se identifica con una placa de aluminio de 9.5 cm de diámetro con leyenda INEGI, con fecha de establecimiento 01/05/2003, empotrada en dala de concreto de alcantarilla. La información de coordenadas y elevación del vértice y ubicación se presentan en la siguiente ficha técnica.

Ficha técnica estación geodésica V14165.

INEGI

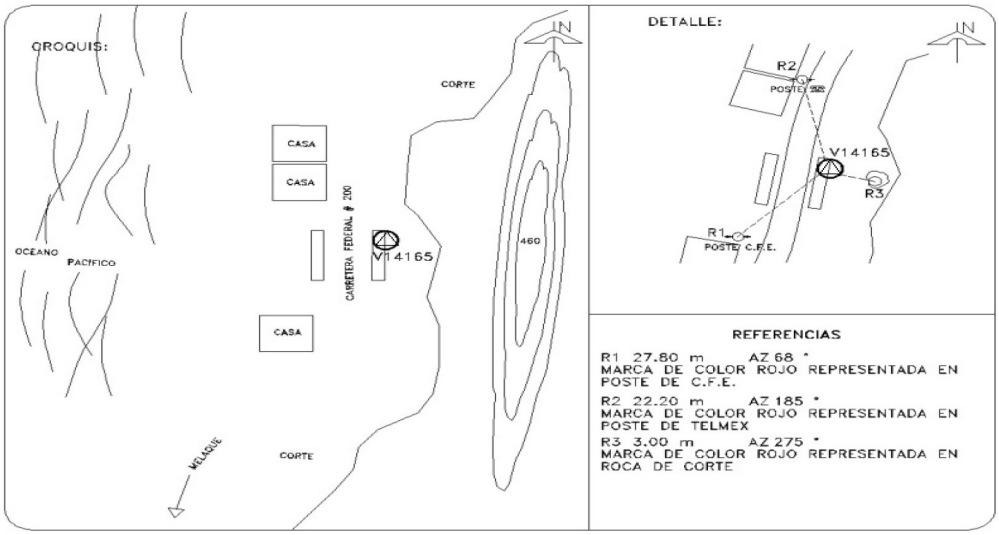
Red Geodésica Nacional Pasiva

Denominación:	V14165	Latitud:	20°31'19.56013" N	Condición de la marca:	BUENA
Estación Geodésica:	Horizontal	Longitud:	105°18'43.48939" W	Fecha de establecimiento:	01-05-2003
Dependencia:	INEGI	Altura elipsoidal:	21.549 m	Fecha de medición:	06-09-2018
Entidad federativa:	Jalisco	Marco Geodésico de Referencia Horizontal	ITRF08	Fecha de verificación:	19-10-2021
Municipio:	Puerto Vallarta	Clasificación:	1 decímetro		
Carta Esc.1:50 000	F13C69	Proyecto:	GNSS/BN		

INEGI

Red Geodésica Nacional Pasiva

Denominación:	V14165	Latitud:	20°31'19.56013" N	Condición de la marca:	BUENA
Estación Geodésica:	Vertical (BN)	Longitud:	105°18'43.48939" W	Fecha de establecimiento:	01-05-2003
Dependencia:	INEGI	Altura Ortométrica NAVD29:	44.9748 m	Fecha de medición:	11-08-2005
Entidad federativa:	Jalisco	Altura Ortométrica NAVD88:	45.7558 m	Fecha de verificación:	19-10-2021
Municipio:	Puerto Vallarta	Clasificación:	Primer Orden, Clase II	Fecha de validación NAVD29:	06-10-2011
Carta Esc. 1:50 000:	F13C69			Fecha de validación NAVD88:	20-10-2016
Proyecto:	CIHUATLAN-JOSE MARIA MORELOS-PUERTO VALLARTA-LIM. EDOS. JAL., NAY. (MAREOGRAFO DE PUERTO VALLARTA)				



DESCRIPCION DE LA MARCA:
LA MARCA CONSISTE EN UNA PLACA DE ALUMINIO DE 9.5 cm DE DIAMETRO CON LA INSCRIPCION "INEGI" BN V14165 CON FECHA DE ESTABLECIMIENTO 01/05/2003. LA PLACA SE ENCUENTRA EMPOTRADA EN DALA DE ALCANTARILLA CON LAS SIGUIENTES MEDIDAS: LARGO 4.20 m X ANCHO 0.30 m Y 1.80 m DE ALTO.

ITINERARIO:
A PARTIR DEL CRUCE DE CARRETERA FEDERAL # 200 Y CARRETERA FEDERAL # 80, SOBRE LA CARRETERA FEDERAL # 200, HACIA PUERTO VALLARTA, JALISCO; RECORRER 206.40 Km, HASTA LLEGAR A DONDE SE ENCUENTRA UBICADO EL BN V14165, AL COSTADO DERECHO DE LA RUTA,A 3.85 m DE SU EJE.
EL EJE DE LA RUTA SE ENCUENTRA 0.15 m MAS ABAJO QUE EL BANCO DE NIVEL.

INFORMACION ADICIONAL:
EL BN ESTA UBICADO EN EL LUGAR CONOCIDO COMO Km. 14.5

Autor:INEGI
Red Geodésica Nacional
Fecha de generación del documento: 24/11/2022

Las coordenadas geodésicas del vértice *V14165* están en el marco de referencia horizontal *ITRF 2008* época 2010.0 y las elevaciones son ortométricas.

Para establecer el control en el predio, se emplearon receptores *GNSS* marca *Ruide* modelo *R90 X*, instalando la estación Base en el vértice *V14165* de coordenadas conocidas y el Rover en el vértice denominado *V1*, ubicado en el interior del predio y se identifica con tornillo empotrado en piso de concreto y marca de pintura.

Vértice geodésico V14165.





Vértice geodésico V1.





La información obtenida del posicionamiento geodésico se presenta en la siguiente tabla; donde las coordenadas (*X, Y*) están en proyección *UTM* datum *ITRF 2008* y las elevaciones (*Z*) en metros, ortométricas *NAVD88*.

Coordenadas vértices de control.

VÉRTICE	COORDENADAS		
	X	Y	Z
V14165	***467,463.619***	***2,269,289.678***	***45.756***
V1	467,100.414	2,269,092.238	38.437

I.1 Levantamiento Batimétrico.

Con el objeto de obtener la configuración batimétrica del fondo en el frente marino de la zona de estudio, se realizó un levantamiento batimétrico.

En gabinete se realizó la planeación de líneas para el levantamiento batimétrico quedando enfilaciones con separación a cada 20 m con recorridos sensiblemente perpendiculares a la línea de costa y con longitud promedio de 280 m en dirección de tierra a mar.

Se levantó un frente marino de 280 m, las líneas planificadas se presentan en la siguiente figura.



Figura I.5 Líneas planificadas para el levantamiento Batimétrico.

El equipo empleado para la ejecución del levantamiento batimétrico fue un receptor GPS marca *Ashtech* modelo *Promark 3* que opera en modo diferencial y tiempo real para la obtención de las coordenadas (*X*, *Y*) de cada sondeo; una ecosonda digital marca *Hi Target* modelo *HD 370* para obtener las profundidades (*Z*) de los sondeos y una computadora portátil para el almacenamiento de la información y visualización de la embarcación durante la batimetría ya que lleva instalado el software hidrográfico *Hypack*. Todo el equipo se instaló en una embarcación con motor fuera de borda.



Figura I.6 Equipo empleado para el Levantamiento Batimétrico.

Para comprobar el correcto funcionamiento del equipo, se verificó que estos operaran bajo las recomendaciones del fabricante; para el caso del GPS este operó durante todo momento con la captación de un mínimo de 10 satélites y para el caso de la ecosonda se ingresaron los parámetros referentes a temperatura y salinidad del agua, con lo cual se obtuvo el valor de velocidad del sonido; posteriormente se verificó que la profundidad registrada sea la misma que la medida en sitio con el apoyo de un escandallo.

Para corregir las profundidades registradas por efecto de marea y referirlas al *NBMI*, se consultó la predicción de mareas que publica el CICESE para Puerto Vallarta, Jalisco. En la siguiente imagen se presenta la predicción de mareas para el día correspondiente al levantamiento batimétrico (23 de noviembre de 2022).

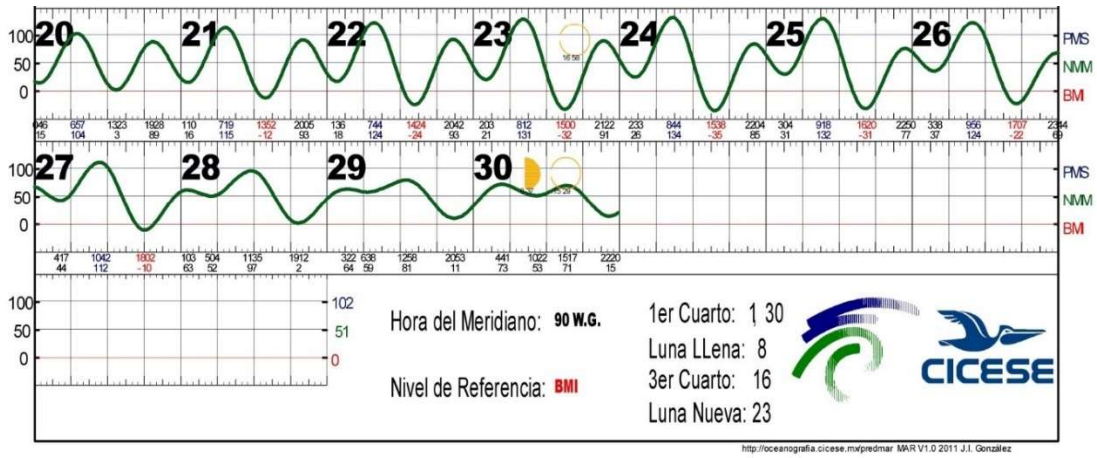


Figura I.7 Predicción de mareas Puerto Vallarta (noviembre 2022).

I.2 Levantamiento Fotogramétrico.

Para complementar los trabajos de Batimetría, obtener un modelo digital de elevaciones y una ortofoto georreferenciada con toda la infraestructura existente, se realizó un levantamiento fotogramétrico con el empleo de un dron marca *DJI* modelo *Phantom 4 Advanced*, que cuenta con una cámara de 20 megapíxeles y una autonomía de vuelo de 30 minutos.



Figura I.8 Dron DJI Phantom 4 Advanced.

Se realizaron dos planes de vuelo, uno general para la zona ocupada por el predio y un vuelo de detalle para la zona colindante con el mar; el software empleado para el plan de vuelo fue *Drondeploy*.

Para el plan de vuelo general, este se realizó para una superficie de 3 Ha, con una altura de vuelo de 70 m, con lo que se obtiene una resolución de 2.1 megapíxeles.

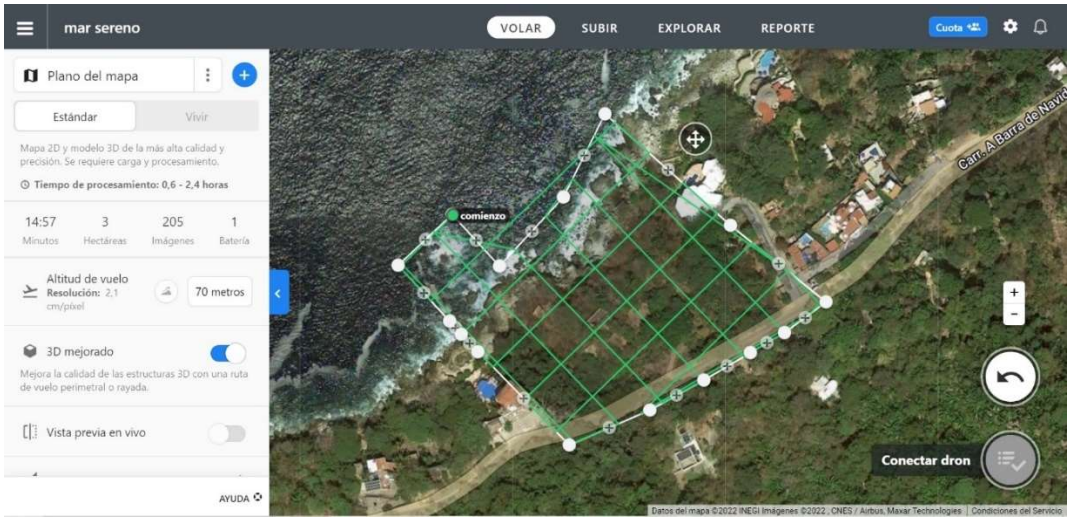


Figura I.9. Plan de Vuelo General.

Para la zona de detalle, el vuelo abarcó una superficie de 2 Ha, con una altura de vuelo de 60 m obteniendo una resolución de 1.8 megapíxeles.

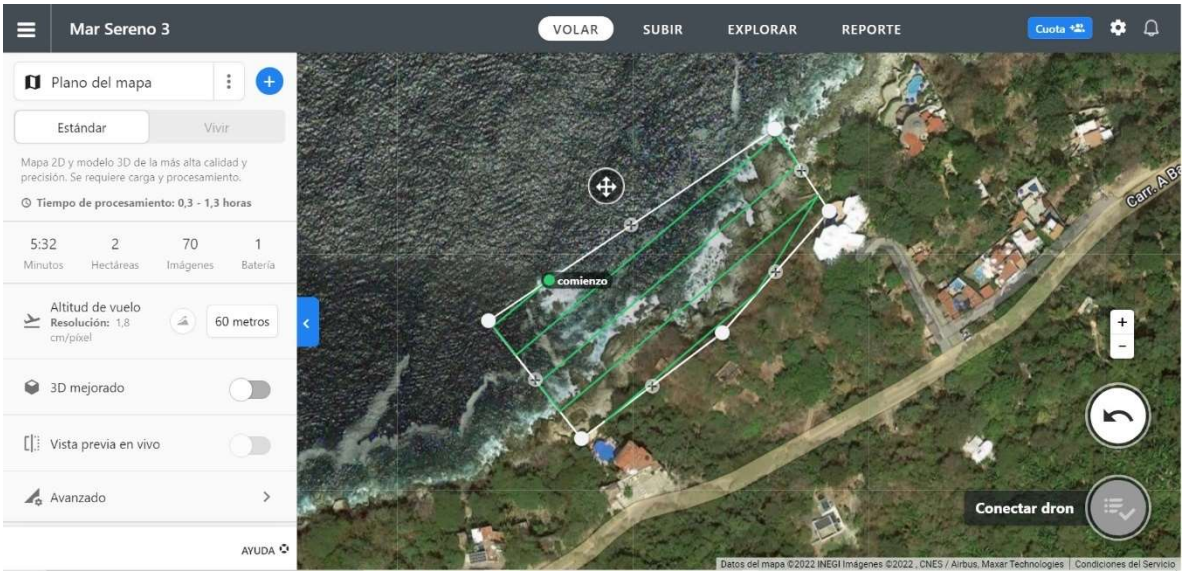


Figura I.10 Plan de Vuelo de Detalle.

Para georreferenciar el levantamiento fotogramétrico, se colocaron puntos de control terrestre sobre el terreno, estos puntos se marcaron con pintura y son foto

identificables; sus coordenadas se obtuvieron mediante posicionamiento geodésico, empleando los receptores *GNSS*.

Se colocaron un total de 8 puntos de control distribuidos estratégicamente en la zona de estudio.

.

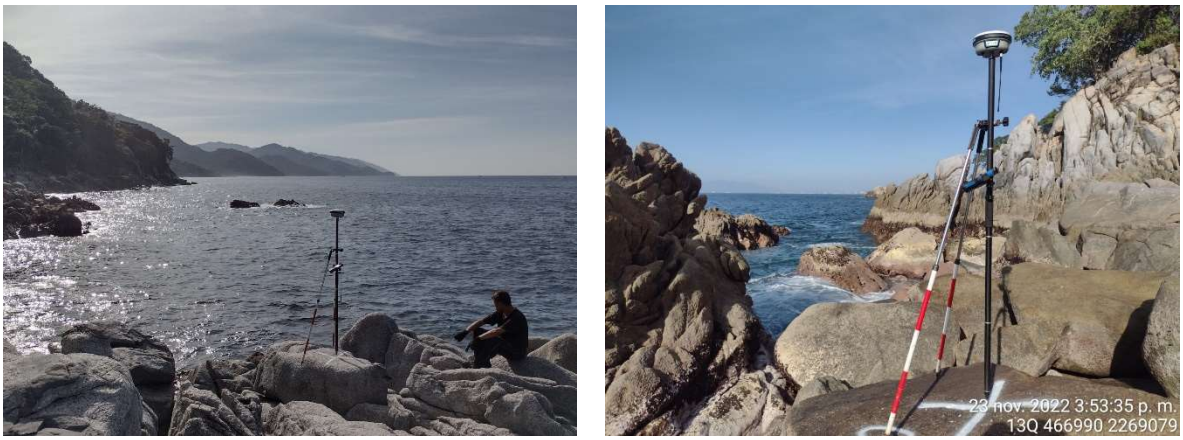


Figura I.11 Puntos de Control Terrestre

Las coordenadas de los Puntos de Control Terrestre que sirvieron de apoyo al vuelo fotogramétrico se presentan en la siguiente tabla.

Coordenadas Puntos de Control Terrestre.

VÉRTICE	COORDENADAS		
	X	Y	Z
PCT 0	466,990.857	2,269,082.724	1.492
PCT 1	467,076.269	2,269,090.636	38.951
PCT 2	467,055.750	2,269,115.216	2.920
PCT 3	467,070.224	2,269,142.415	0.476
PCT 4	467,079.438	2,269,176.939	3.915
PCT 5	467,103.952	2,269,181.329	6.301
PCT 6	467,127.173	2,269,059.939	44.321
PCT 7	467,211.303	2,269,110.489	45.973

El proceso de la información del levantamiento Fotogramétrico se realizó con el empleo del software Agisoft Metashape con el cual se obtuvo la nube de puntos, modelo digital de elevaciones y ortofoto de la zona de estudio.

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes imágenes.

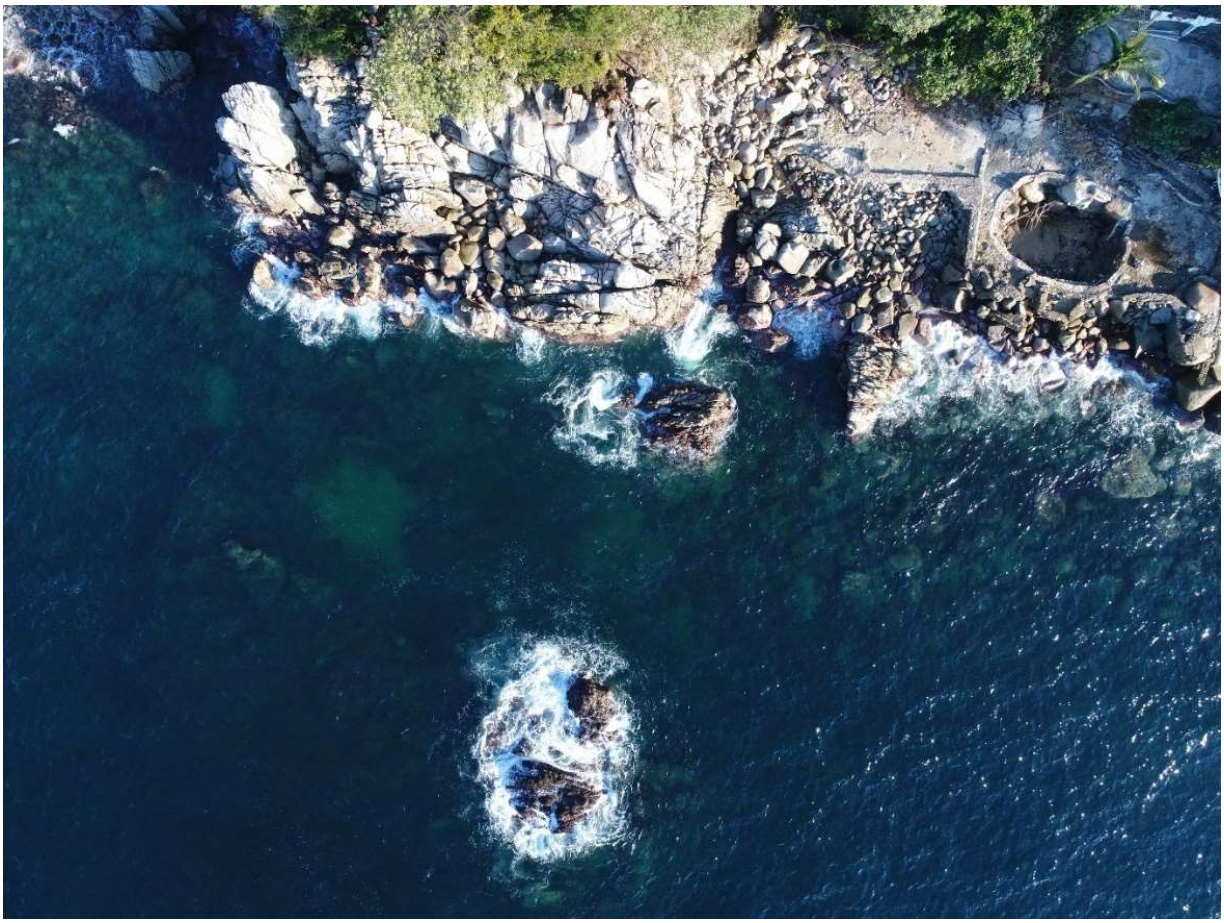


Figura I.12 Imagen obtenida del dron

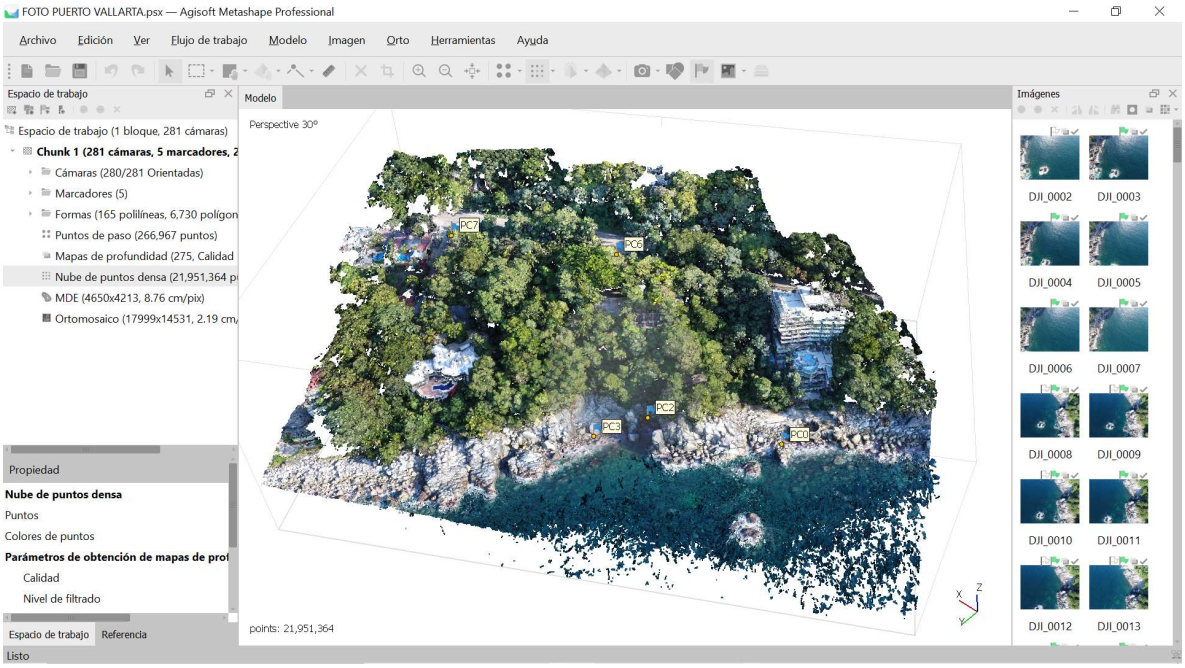


Figura I.13 Nube de puntos

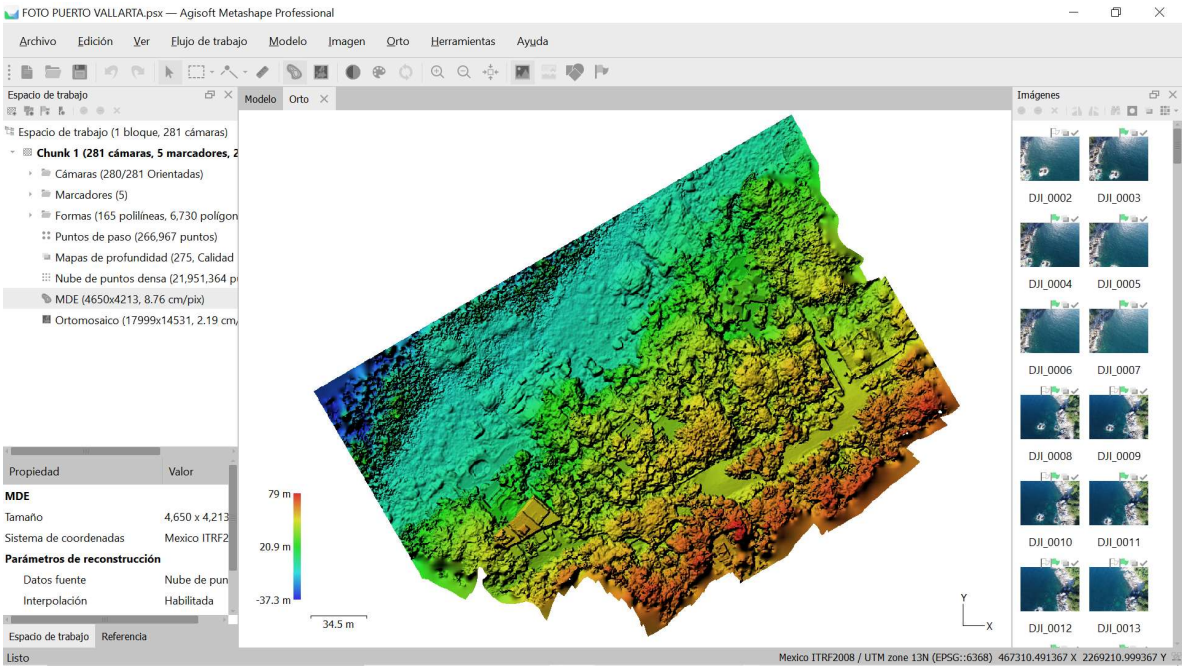


Figura I.14 Modelo Digital de Elevaciones



Figura I.15 Ortofoto.

Con la información obtenida del levantamiento fotogramétrico se pudo obtener otros productos como; curvas de nivel y perfiles del terreno obtenidas del modelo digital de elevaciones y con el empleo de la ortofoto la ubicación georreferenciada de las rocas que emergen en el mar.



Figura I.16 Panorámica del Predio

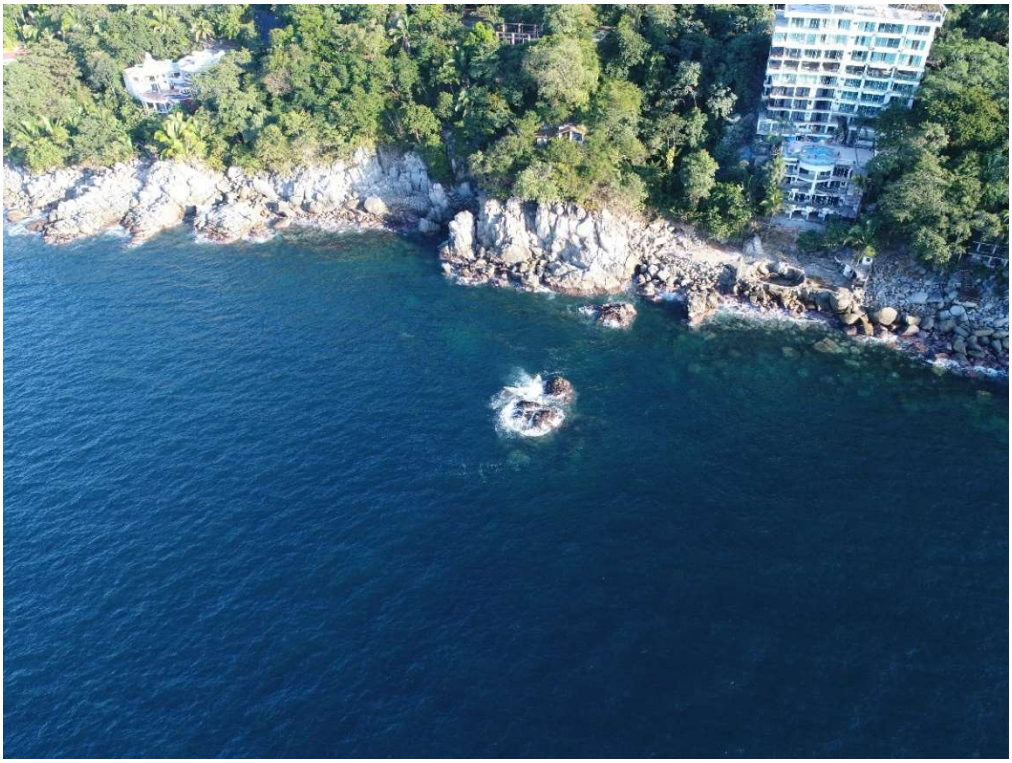


Figura I.17 Detalle de la formación rocosa en frente de predio



Figura I.18 Rocas que emergen en el mar, frente al predio



Figura I.18 Formación rocosa del predio que limita con el mar

II. Caracterización del Clima Marítimo

En este estudio se realiza un análisis estadístico (descriptivo e inferencial) del fenómeno del oleaje que impacta a la zona de proyecto, la frecuencia de este fenómeno es constante y, es el principal actuante en la dinámica litoral, su impacto es variable ya que es dependientes de las condiciones meteorológicas; sin embargo, se realiza un análisis para identificar las magnitudes significativas en condiciones ordinarias y en condiciones meteorológicas extraordinarias.

El oleaje genera efectos dinámicos que serán analizados para identificar su influencia a la zona de estudio, estos efectos, causan un proceso evolutivo constante en la región costera, la ubicación de la zona de estudio está influenciada de manera directa por su presencia.

Las condiciones de operatividad y funcionabilidad de la infraestructura costera son atribuibles al clima marítimo, para su diseño deben considerarse los diferentes fenómenos que en la región actúen, para lo cual, se debe de realizar un análisis estadístico.

Para identificar estos parámetros se debe de hacer una revisión de las condiciones climáticas predominantes en la región, para lo que se emplea la información estadística de diferentes fuentes, como son:

- *Servicio Meteorológico Nacional*
- *Secretaría de Marina*
- *NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)*
- *Comisión Nacional del Agua*
- *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*
- *CENAPRED Centro Nacional de Prevención de Desastres*

II.1 Oleaje (Normal y Extraordinario)

Datos (hindcast) WAVEWATCH III.

En México existe carencia de información medida de oleaje, por ello en recientes estudios, estos valores se han retomado de datos de retroanálisis (hindcast), Para realizar este estudio, la fuente de información proviene de un sistema de pronóstico de los campos de viento utilizando el modelo WAVEWATCH III®

Este modelo es el más empleado en estudios costeros del litoral mexicano, está escrito en el estándar ANSI FORTRAN 90, completamente modular y completamente asignable, utiliza una cuadrícula de longitud-latitud espaciada irregular (el incremento de longitud y latitud no tiene que ser igual) y, opcionalmente, una cuadrícula cartesiana. Para la generación de información, se ha dividido en regiones

como se presentan en la Figura II.1, la zona de estudio corresponde a la región “NE pacific”.

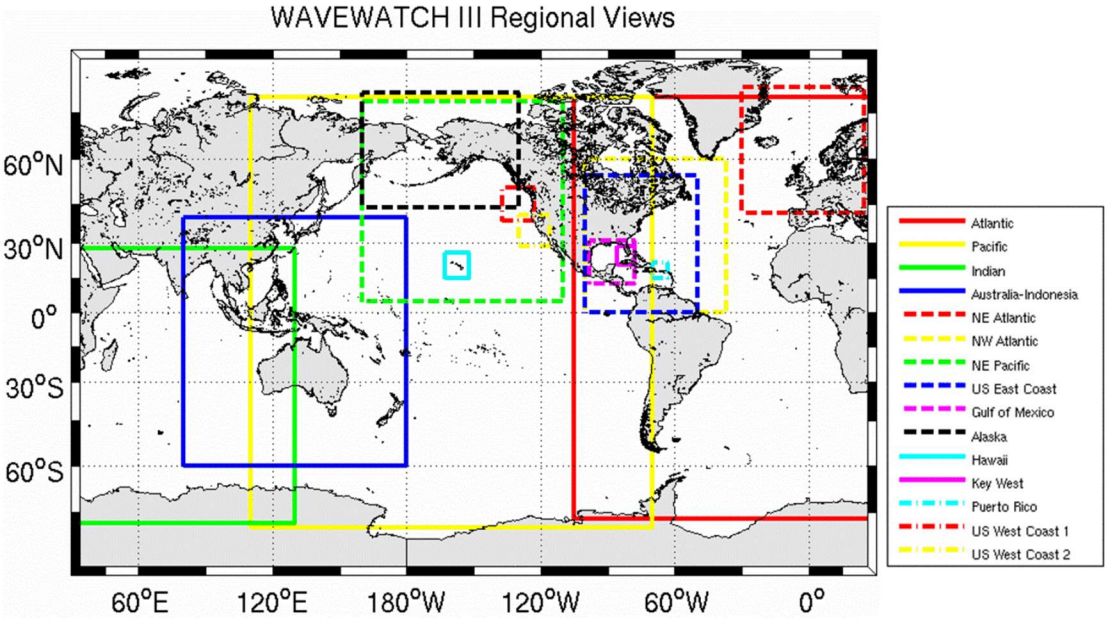


Figura II.1. Regiones de generación de información, WW3.

Las predicciones operacionales de las olas oceánicas de NOAA / NWS / NCEP usan el modelo WAVEWATCH III® utilizando los productos operativos NCEP como entrada.

WAVEWATCH III® (Tolman 1997, 1999a, 2009) es un modelo de onda de tercera generación desarrollado por NOAA / NCEP.

WAVEWATCH III® resuelve la ecuación de balance de densidad de la acción espectral de la fase aleatoria para espectros de dirección de número de onda. La suposición implícita de esta ecuación es que las propiedades del medio (profundidad y corriente del agua) así como el propio campo de ondas varían en escalas de tiempo y espacio que son mucho más grandes que las escalas de variación de una sola onda, se han incluido algunas opciones de término fuente para aguas extremadamente superficiales (zona de oleaje), la precisión del oleaje es mejor cuando se establecen zonas en aguas profundas.

En la región se identificación diferentes nodos equidistantes a 30 minutos (0.5 grados), en la Figura II.2 se muestran estos y su posición respecto al sitio de estudio, la ubicación (coordenadas geográficas) de los nodos se presenta en la Tabla II.1.

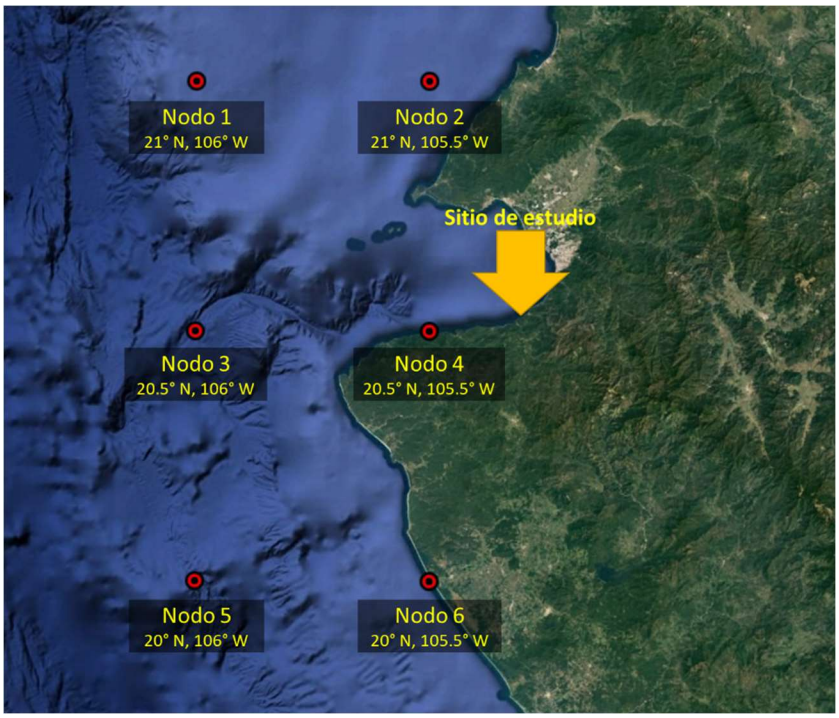


Figura II.2.Nodos frente a la zona de Bahía de Banderas, Jalisco y Nayarit.

Tabla II.1. Posición de nodos para extracción hindcast del modelo WW3.

Nodo	Coordenadas (Lat °N, long °W)	Distancia (km)
Nodo 1	21.0, 106.0	21.9
Nodo 2	21.0, 105.5	32.3
Nodo 3	20.5, 106.0	24.1
Nodo 4	20.5, 105.5	56.0
Nodo 5	20.0, 106.0	51.7
Nodo 6	20.0, 105.5	57.9

El nodo 3 fue identificado como el de mejor posición, ubicado a 24.1 km del sitio de estudio, ubicado en la región de aguas profundas y con relativa posición frontal a la bahía.

El periodo de información para el Punto (Latitud 20.5° N y Longitud 106.0° W) inicia en enero de 1979 (01/1979) y termina en junio de 2018 (06/2018), cubriendo un periodo de 39.4 años.

La frecuencia de valores característicos de oleaje es a cada 3 horas (8 datos por día), en la Figura II.3 se presenta en detalle el punto para extracción de información.



Figura II.3. Nodo WW3 frente a la zona de estudio latitud 20.5° N, longitud 106.0° W.

El análisis del oleaje tiene como objetivo caracterizar el clima operacional y extremal de las olas en la zona de estudio.

El oleaje en el mar es producido principalmente por la fricción que generan los vientos sobre la superficie libre de las aguas oceánicas. Las olas generadas por viento se producen con diferentes alturas y formas dependiendo de la dirección y magnitud de las fuerzas actuantes, tiempo, área de influencia y de las velocidades de impacto, lo cual indica que, tanto la fuerza actuante sobre la superficie oceánica, como la magnitud del desplazamiento son importantes en las variaciones de sus características (altura, longitud y periodo).

En condiciones meteorológicas ordinarias, el oleaje presenta diversas características en altura, periodo, y dirección, sin embargo, estas se ven alteradas e incrementadas bajo la presencia de condiciones extraordinarias como son ciclones tropicales en sus diferentes etapas de formación, las cuales forman olas de características extremas dependiendo de la magnitud del evento meteorológico y de la cercanía con el punto de estudio, pero en periodos temporales muy cortos (exclusivamente durante la presencia del evento).

Debido a las formaciones de oleaje mencionadas, este fenómeno es analizado para condiciones normales y extrémales de forma independiente.

Como resultado del análisis se determinan los parámetros (altura de ola significante, periodo pico y dirección de incidencia) del oleaje de diseño en el emplazamiento de los proyectos que se deriven de este trabajo.

Altura de ola significante (Hs)

De la información obtenida, se puede visualizar en la siguiente figura las series de altura de ola significante en el periodo (01/1979 a 6/2018).

En la Figura II.4 se aprecia que la gran mayoría de olas son menores a 3.0 m y no superan los 7 m de altura de ola, el máximo identificado fue de 6.59 m y el valor mínimo es de 0.5 m, se aprecian puntos salientes (que superan los 4.0 m), que pueden asociarse a condiciones climáticas que generan vientos extraordinarios.

La altura de ola promedio (percentil 50) anual es de 1.33 m, es importante identificar que por dirección se aprecian valores diferentes al anual (global), más adelante se identifican los percentiles significantes por dirección de la base de datos de alturas de ola.

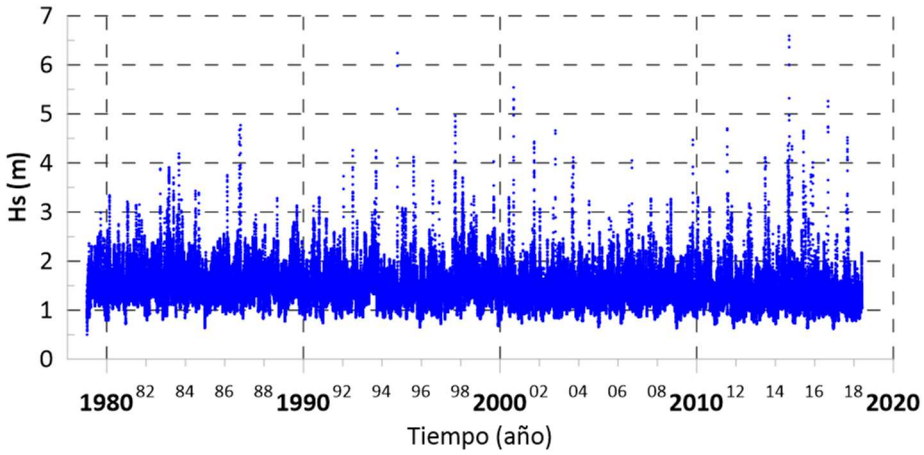


Figura II.4. Serie de Hs (Lat. 20.5 N, Lon. 106.0 W) para la región de Bahía Banderas, WW3.

La rosa de oleaje es una representación gráfica que permite identificar la frecuencia por dirección, esta se puede asociar a valores de altura de ola, esta correlación se ha ajustado a las 16 principales direcciones y a intervalos de altura de ola de 0.1 m, sin embargo, una discretización tan detallada en la altura de ola no es apreciable de forma gráfica para alturas con poca frecuencia, por lo que, en el gráfico se emplea una escala de colores para rangos de 1 m en altura inferiores a 3 m y otro rango para olas superiores a 3.0 m (Figura II.5), en la Tabla II.2 se presenta la discretización detallada con los rangos de altura de ola discretizados en intervalos de 0.1 m, en donde se puede apreciar para el conjunto de la serie de datos la frecuencia de presentación de cada combinación (altura vs dirección).

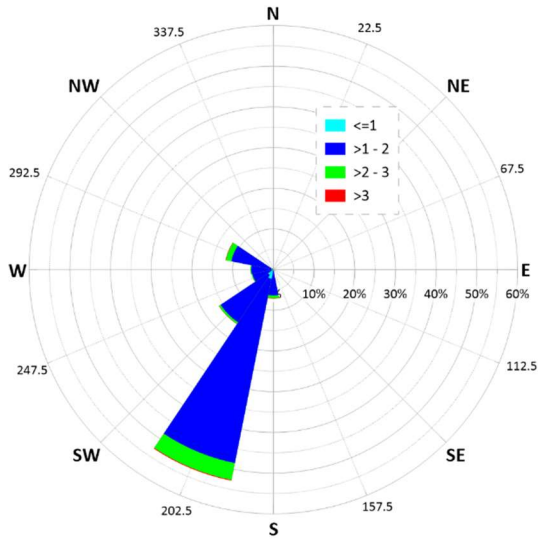


Figura II.5. Rosa direccional de oleaje y frecuencia (Hs) del régimen global (WW3)

En la rosa de oleaje (Figura II.5), se aprecia que la dirección suroeste (SSW) muestra la dirección reinante y con base en la escala de colores también la dirección dominante, esta dirección (52.9 %) supera en frecuencia por mucho al resto de las direcciones, la dirección adyacente SW (16.1 %) es la segunda en frecuencia, en todas las direcciones apreciadas en el gráfico, destaca el color azul (olas entre 1 y 2 m), y con menor mucha frecuencia el color verde (olas entre 2 y 3 m), al centro se aprecia una pequeña mancha en color cian que representa olas menores a 1.0 m y, en la orilla de cada hélice una delgada muesca en tono rojo (casi imperceptible) que representa olas superiores a los 3.0 m.

Del mismo gráfico se puede apreciar que el cuadrante 1 (N-E), 2 (E-S) y parte del cuadrante 4 (NW-N), presentan nula o casi nula frecuencia (0.8 %), esta caracterización corresponde a la región continental, concentrando la incidencia del oleaje (99.2 %) en el cuadrante 3 (S-W) y parte del cuadrante 4 (W-NW).

Tabla II.2. Tabla de contingencia de frecuencia (%), altura de ola vs dirección.

Hs (m)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Suma
0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.17	0.11	0.02	0.02	0.04	0.01	0.00	0.39
0.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.20	1.91	1.34	0.43	0.35	0.43	0.03	0.00	4.70
1.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	7.74	3.67	1.11	1.05	1.59	0.06	0.00	16.23
1.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1.78	12.82	4.69	1.43	1.48	2.62	0.07	0.01	24.97
1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.61	12.33	3.30	1.19	1.31	2.56	0.07	0.01	22.40
1.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.14	8.51	1.84	0.73	0.80	1.94	0.05	0.01	15.03
1.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.59	4.84	0.59	0.33	0.41	1.30	0.03	0.00	8.13
2.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.33	2.51	0.25	0.13	0.15	0.66	0.01	0.00	4.07
2.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.15	1.09	0.11	0.06	0.06	0.36	0.01	0.00	1.88
2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12	0.47	0.07	0.02	0.02	0.21	0.00	0.00	0.95
2.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.19	0.04	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.41
2.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.12	0.03	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.29
3.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.06	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.17
3.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.13
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06
3.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05
3.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
4.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
4.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
4.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
4.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	7.15	52.89	16.11	5.47	5.65	11.98	0.35	0.04	100

La suma en la columna derecha de la tabla anterior muestra la presentación (%) de altura de ola significante en el rango establecido (columna 1), con esta relación, podemos presentar un histograma de frecuencia por rango (Figura II.6a), así como la curva de frecuencia acumulada (Figura II.6b), sobre esté ultimo gráfico se obtienen los valores correspondientes a las probabilidades acumuladas (percentiles) 50 %, 75 %, 90 %, 95 %, 99 % y 99.5 %, valores que se han obtenido para el régimen global y direccional, presentados en la Tabla II.3, las direcciones que presentan información nula, o asociadas a la región continental son excluidas.

Tabla II.3. Altura de ola significante (m) estimada para diferentes percentiles por dirección.

Direcciones	Frecuencia %	Hs (m) 50 %	Hs (m) 75 %	Hs (m) 90 %	Hs (m) 95 %	Hs (m) 99 %	Hs (m) 99.5 %
Global	100	1.33	1.57	1.83	2.03	2.61	2.95
N	0.01	0.87	1.17	2.08	3.01	3.95	4.07
SSE	0.36	1.96	2.46	3.00	3.35	4.00	4.67
S	7.15	1.37	1.61	1.95	2.26	3.26	3.97
SSW	52.89	1.36	1.59	1.86	2.03	2.48	2.76
SW	16.11	1.22	1.42	1.62	1.79	2.43	2.86
WSW	5.47	1.26	1.48	1.71	1.85	2.21	2.37
W	5.65	1.29	1.51	1.73	1.85	2.15	2.26
WNW	11.98	1.40	1.68	1.98	2.22	2.84	3.08
NW	0.35	1.29	1.57	1.82	1.99	2.46	3.32
NNW	0.04	1.36	1.52	1.82	2.13	3.78	4.12

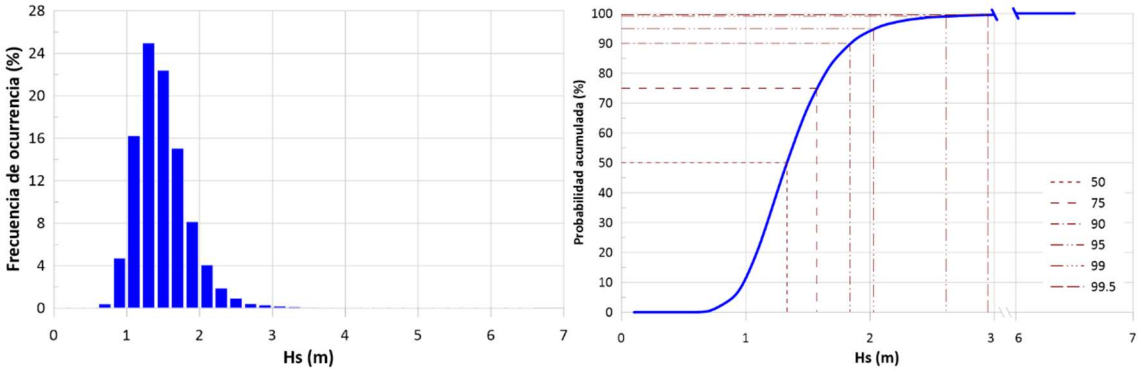


Figura II.6. (a) Histograma y (b) Probabilidad acumulada de Hs (m), (WW3).

A partir de los valores globales, se puede identificar que olas menores a 3.0 m representan el 99.45 % y, en contraparte, olas superiores a 3.0 m equivale al 0.55 %, por lo que olas superiores a 3.0 por su frecuencia son catalogadas como olas de presencia extraordinaria.

La metodología descrita en los párrafos anteriores se aplicó para los regímenes direccionales, estos se presentan de manera conjunta en la Figura II.7.

De la Figura II.7 podemos apreciar que la dirección SSW, destaca por su alta frecuencia y mayor distribución sobre el eje de alturas de ola (abscisas), otras direcciones (S, SW, WSW, W, WNW) que, pese a no presentar frecuencias tan altas, muestran su mayor concentración entre 1.1 y 1.7 m de altura.

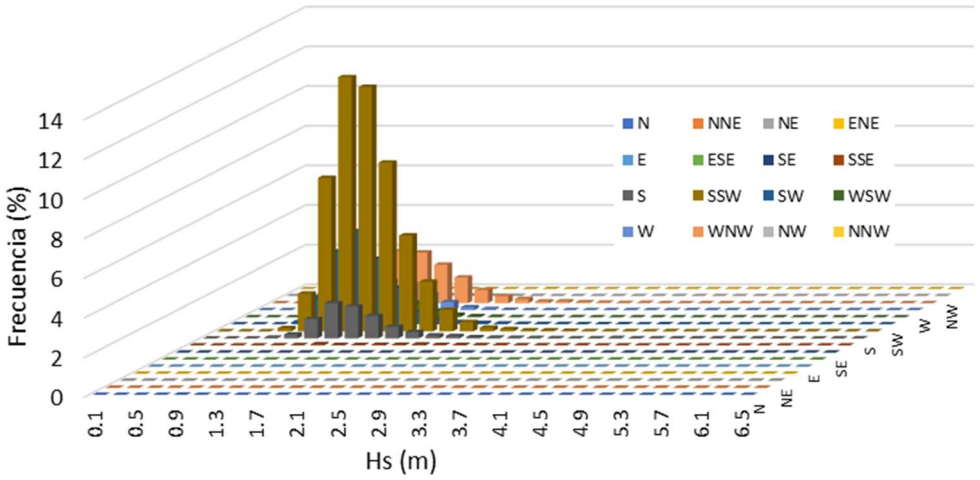


Figura II.7. Histograma de frecuencia de Hs direccional (m).

Para muchas aplicaciones, los histogramas son adecuados porque solo se necesitan las estadísticas de los valores ordenados dentro del rango de valores observados, sin embargo, las condiciones extremas generalmente caen fuera del rango observado y para estimar estas necesidades se deben extrapolar las observaciones.

Esto se hace ajustando alguna curva a través del histograma y extrapolando esa curva a la baja probabilidad deseada de ocurrencia. La distribución que mejor se adapta a los datos se utiliza para la extrapolación, para facilitar la evaluación de tal ajuste a la vista, es conveniente utilizar la función de distribución acumulativa

$$P(Hs) = Pr\{\underline{H_s} \leq H_s\}$$

Para este trabajo se revisaron varias funciones de distribución:

- *Weibull*
- *Log-normal*
- *Exponencial*
- *Log-logística*
- *Weibull de 3 parámetros*
- *Log-normal de 3 parámetros*
- *Exponencial de 2 parámetros*
- *Log-logística de 3 parámetros*
- *Valor extremo más pequeño*
- *Normal*
- *Logística*

Para identificar la función con el mejor ajuste a los datos de altura de ola, se emplearon dos metodologías, ajuste de Anderson-Darling y correlación por mínimos cuadrados, aunque existe una homogeneidad en el resultado, el criterio base empleado fue el método de mínimos cuadrados (en resumen, indica que, cuando el valor más se acerca a la unidad (1.0), el ajuste de la función es más preciso) en la Tabla II.4, se presentan los resultados de ajuste para cada función.

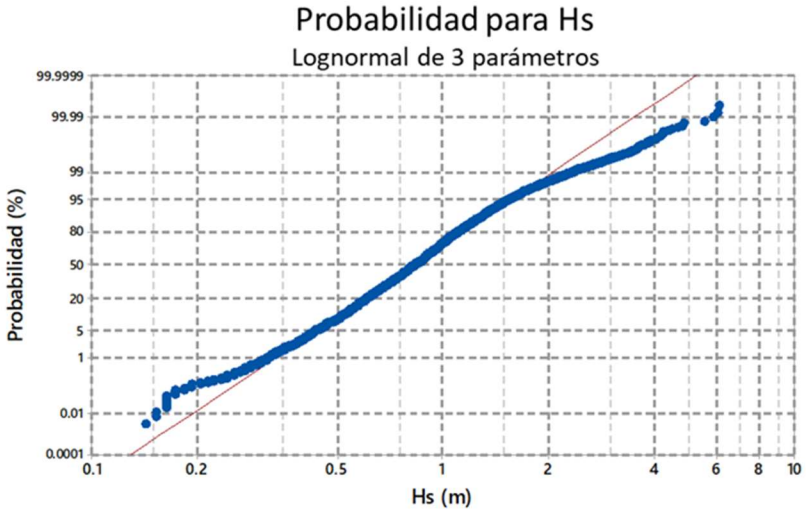
Tabla II.4. Estimación de ajuste por función, metodología, ajuste de Anderson-Darling y correlación por mínimos cuadrados.

Distribución	Anderson-Darling (ajust.)	Coeficiente de correlación
Weibull	943.851	0.929
Lognormal	81.91	0.987
Exponencial	13432.264	*
Loglogística	53.949	0.990
Weibull de 3 parámetros	249.097	0.982
Lognormal de 3 parámetros	32.788	0.996
Exponencial de 2 parámetros	6176.84	*
Loglogística de 3 parámetros	5.239	1.000
Valor extremo más pequeño	1966.295	0.816
Normal	493.668	0.914
Logística	410.255	0.928

De los resultados observados en la tabla anterior, se identifican las funciones con el mejor ajuste que se resaltan en un tono verde:

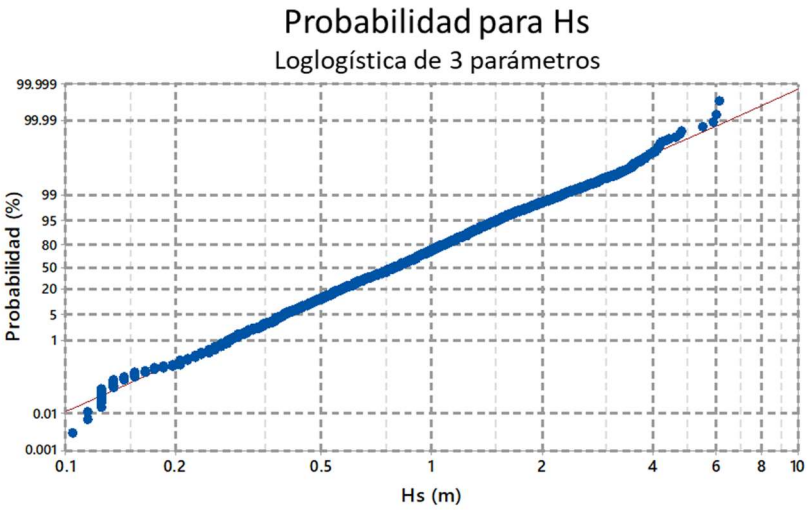
- *Lognormal de 3 parámetros (Figura II.9)*
- *Loglogística de 3 parámetros (Figura II.8)*

En las siguientes figuras se muestran los 2 modelos que mejor se ajustaron a los datos estadísticos de oleaje, y fueron:



Ubic.	-0.1917
Escala	0.3889
Umbral	0.4780
Media	1.3684
Desv.Est.	0.3598
Mediana	1.3036
IQR	0.4381
Falla	24585
Censor	0.0000
AD*	32.7880
Correlación	0.9960

Figura II.8. Distribución Log normal de 3 parámetros, altura de ola H_s (1979 a 2018).



Ubic.	-0.2426
Escala	0.2268
Umbral	0.5158
Media	1.3709
Desv.Est.	0.3941
Mediana	1.3004
IQR	0.3950
Falla	24585
Censor	0.0000
AD*	5.2390
Correlación	1.0000

Figura II.9. Distribución Log logística de 3 parámetros, altura de ola H_s (1979 a 2018).

Periodo pico (Tp)

Por lo general, el tratamiento estadístico se asocia solamente al parámetro de altura de ola, el periodo de la ola es un parámetro que, aunque se correlaciona, mantiene cierta independencia, en este apartado se replica la metodología empleada en altura de ola para describir e identificar su magnitud escalar.

En la Figura II.10, se puede visualizar la serie de periodo pico en el tiempo (01/1979 a 6/2018), se presenta una región muy marcada entre los 10 y 20 segundos, en donde se concentra la gran mayoría de periodos de la base de datos, la presentación de periodos superiores a 20 segundos se observa con poca frecuencia, observando valores que alcanzan hasta 24 segundos.

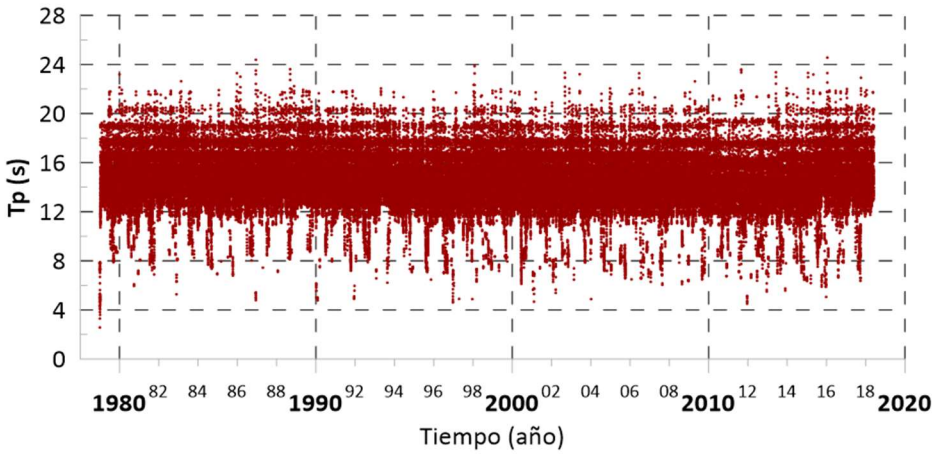


Figura II.10. Serie de Tp (s) en Lat. 20.5 N, Lon. 106.0 W, para Bahía de Banderas (WW3).

De una discretización de 0.5 s, se realizó el histograma y la curva de frecuencias acumulada (Figura II.11) para obtener las probabilidades correspondientes a 50 %, 75 %, 90 %, 95 %, 99 % y 99.5 % (Tabla II.5).

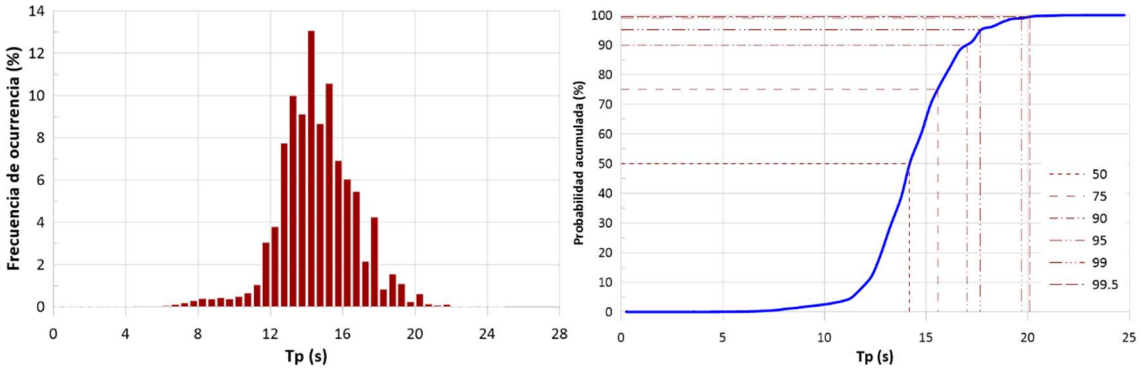


Figura II.11. (a) Histograma y (b) Probabilidad acumulada de Tp (s), (WW3).

De acuerdo con la curva de probabilidad acumulada, entre los 10 y 20 segundos se acumula el 97.13 %, periodos menores a 10 segundos alcanzan 1.91 % y 0.97 % para periodos superiores a 20 segundos, la media se estima en 14.6 s, valor muy cercano al percentil 50 % que estima 14.2 s.

Tabla II.5. Periodo pico (s) estimado para diferentes percentiles por dirección.

Direcciones	Frecuencia %	Tp (s) 50 %	Tp (s) 75 %	Tp (s) 90 %	Tp (s) 95 %	Tp (s) 99 %	Tp (s) 99.5 %
Global	100	14.19	15.56	17.00	17.68	19.69	20.08
N	0.01	3.75	4.07	6.68	10.47	13.91	14.33
SSE	0.36	9.71	11.32	14.30	15.52	17.05	17.47
S	7.15	13.62	15.46	17.10	17.75	19.58	20.08
SSW	52.89	14.31	15.62	17.01	17.67	19.59	20.06
SW	16.11	14.13	15.44	16.71	17.57	19.08	19.96
WSW	5.47	13.48	14.42	15.42	16.14	17.59	18.47
W	5.65	13.61	14.59	15.71	16.39	17.75	18.45
WNW	11.98	15.02	16.38	17.69	18.78	20.34	21.25
NW	0.35	7.45	15.84	17.98	18.99	20.10	20.25
NNW	0.04	4.83	5.33	6.11	6.58	12.81	14.38

En la tabla anterior se presentan los resultados del periodo pico (T_p) global (fila 1) y por dirección, en la Figura II.12 se presentan los histogramas direccionales.

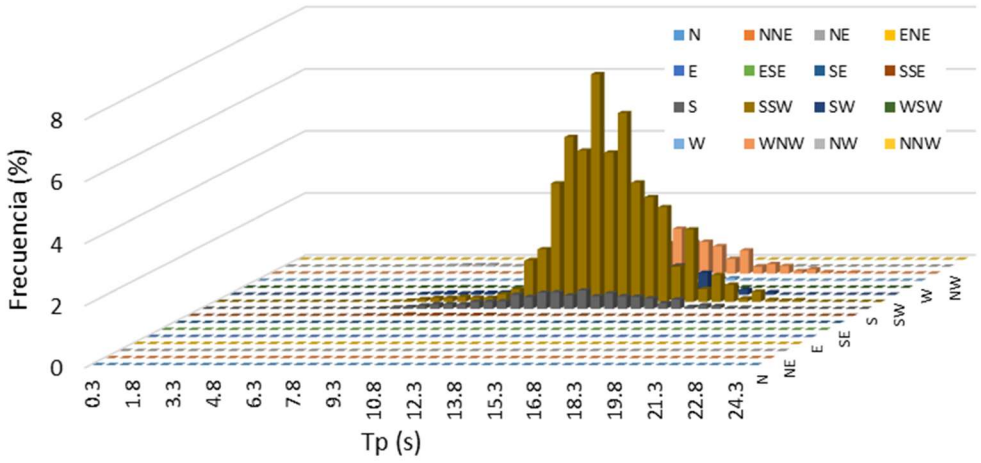


Figura II.12. Histogramas de frecuencia para (T_p) direccional, intervalos de 0.5 s.

Tabla II.6. Tabla de contingencia de frecuencia (%) entre periodo de ola (s) vs dirección.

Tp (s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Suma
0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
5.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
6.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05
6.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.04	0.00	0.11
7.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.04	0.03	0.01	0.00	0.01	0.05	0.00	0.18
7.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.09	0.05	0.01	0.00	0.01	0.06	0.00	0.30
8.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.11	0.12	0.07	0.02	0.00	0.01	0.03	0.00	0.40
8.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.15	0.13	0.04	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.37
9.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.15	0.16	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
9.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.14	0.14	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38
10.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.23	0.13	0.08	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.49
10.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.24	0.25	0.07	0.03	0.02	0.02	0.00	0.00	0.66
11.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.24	0.41	0.12	0.09	0.09	0.06	0.00	0.00	1.04
11.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.46	1.33	0.48	0.30	0.25	0.22	0.00	0.00	3.05
12.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.38	1.70	0.63	0.38	0.41	0.28	0.00	0.00	3.79
12.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.52	3.82	1.42	0.71	0.69	0.59	0.00	0.00	7.75
13.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.53	5.32	1.64	0.80	0.82	0.89	0.00	0.00	10.00
13.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	4.88	1.57	0.76	0.73	0.75	0.00	0.00	9.12
14.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.59	7.34	2.14	0.77	0.84	1.38	0.00	0.00	13.08
14.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.40	4.81	1.44	0.50	0.51	0.98	0.00	0.00	8.66
15.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.50	6.08	1.67	0.41	0.45	1.45	0.01	0.00	10.57
15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	3.85	1.14	0.24	0.27	1.01	0.00	0.00	6.93
16.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.39	3.37	0.86	0.15	0.21	1.03	0.02	0.00	6.04
16.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.33	3.05	0.94	0.11	0.13	0.89	0.01	0.00	5.46
17.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	1.13	0.25	0.04	0.06	0.48	0.01	0.00	2.15
17.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	2.33	0.71	0.05	0.08	0.75	0.02	0.00	4.25
18.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.41	0.10	0.01	0.02	0.23	0.01	0.00	0.83
18.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.86	0.22	0.02	0.02	0.31	0.01	0.00	1.55
19.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.55	0.16	0.01	0.01	0.25	0.01	0.00	1.09
19.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.11	0.02	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.24
20.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.33	0.09	0.01	0.00	0.15	0.01	0.00	0.61
20.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.13
21.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.07
21.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.11
22.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
22.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
23.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
23.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	7.15	52.89	16.11	5.47	5.65	11.98	0.35	0.04	100

Dirección de oleaje

La dirección del oleaje identifica la procedencia de éste en dirección del punto de interés. Para el análisis las direcciones corresponden a las direcciones de la rosa de puntos cardinales, en una subdivisión de 16 direcciones (N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW y NNW).

De estas gráficas se definen el oleaje reinante y los regímenes de oleaje medio escalar y direccional respectivamente.

En la Tabla II.7, se muestran los resultados de las frecuencias de oleaje agrupadas en las direcciones indicadas de forma numérica, en la Figura II.13, se muestra la distribución por dirección, en rangos de 22.5°, considerando que esta gráfica muestra visualmente la distribución direccional del oleaje.

Tabla II.7. Frecuencia de alturas de oleaje por dirección para Bahía de Banderas (WW3).

Dirección	frecuencia (%)
N	0.01
NNE	0.00
NE	0.00
ENE	0.00
E	0.00
ESE	0.00
SE	0.00
SSE	0.36
S	7.15
SSW	52.89
SW	16.11
WSW	5.47
W	5.65
WNW	11.98
NW	0.35
NNW	0.04

De la tabla anterior, se identifica que la dirección con mayor frecuencia corresponde a la dirección SSW (58.89 %), seguida de las direcciones SW (16.11 %) y WNW (11.98 %), estas 3 direcciones conjuntan el 81 %, las direcciones S, WSW y W muestran frecuencias entre 5 y 7 % y, el resto de las direcciones presentan frecuencias nulas o casi nulas que en conjunto alcanzan apenas 0.76 %.

Un ángulo incidente normal (90°) entre la dirección de ola y la línea de costa, conserva mayor energía que un ángulo incidente menor, la angulación de incidencia se correlaciona con los efectos de refracción, efecto en que la ola tiende a alargarse, redistribuyendo la energía en una longitud mayor y, también a los efectos de difracción, que dependen de la morfología del sitio; la energía de la ola puede mostrar grandes o medianas perdidas al librar algún obstáculo en su trayectoria de aguas

profundas a la costa, mitigando su altura y consecuentemente la perturbación que puedan provocar en el sitio de estudio.

En la siguiente figura (Figura II.13), se presenta en forma gráfica la frecuencia de las direcciones, en intervalos de 22.5°, asociada a una escala de colores que muestra el rango de altura de ola por dirección en rangos de 1 m en el intervalo de 0.0 a 3.0 m y color rojo empleado para olas superiores a 3.0 m).

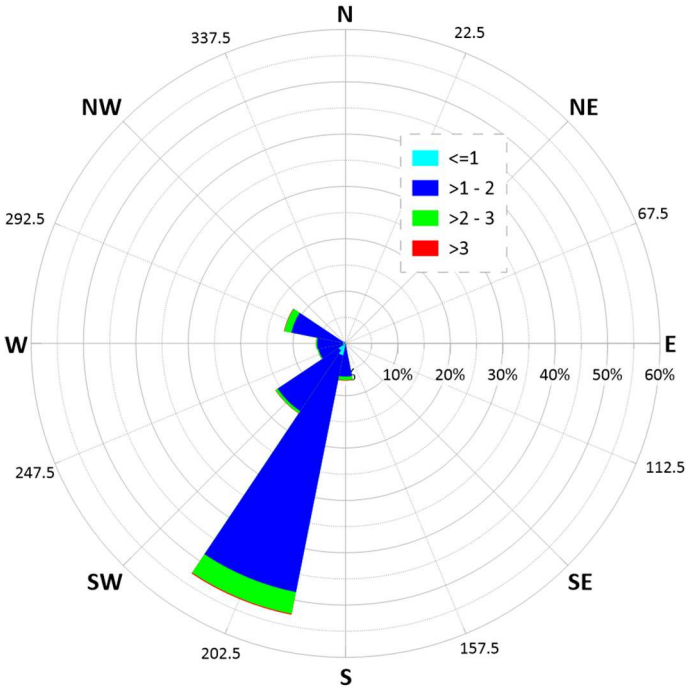


Figura II.13. Dirección de oleaje, régimen global, para la región de Bahía de Banderas (WW3).

La dirección sursuroeste (SSW) con 52.9 % se muestra como la dirección reinante y con base en la escala de colores también la dirección dominante, en todas las direcciones, destaca el color azul (olas entre 1 y 2 m), y secundariamente el color verde (olas entre 2 y 3 m), al centro se aprecia una pequeña mancha en color cian (olas menores a 1.0 m) y en el borde exterior de cada hélice sensiblemente se identifica una muy delgada línea (roja) representativa de olas superiores a los 3.0 m.

Del mismo gráfico se puede apreciar que el cuadrante 1 (N-E), 2 (E-S) y parte del cuadrante 4 (NW-N), presentan nula o casi nula frecuencia (0.8 %), esta caracterización corresponde a la región continental, concentrando la incidencia del oleaje (99.2 %) en el cuadrante 3 (S-W) y parte del cuadrante 4 (W-NW).

Esta discretización direccional se realiza también para los regímenes mensual, y estacional, en la Figura II.14 se muestran los resultados (rosa de oleaje) del régimen mensual y, en la Figura II.15 se muestran los resultados para el régimen estacional.

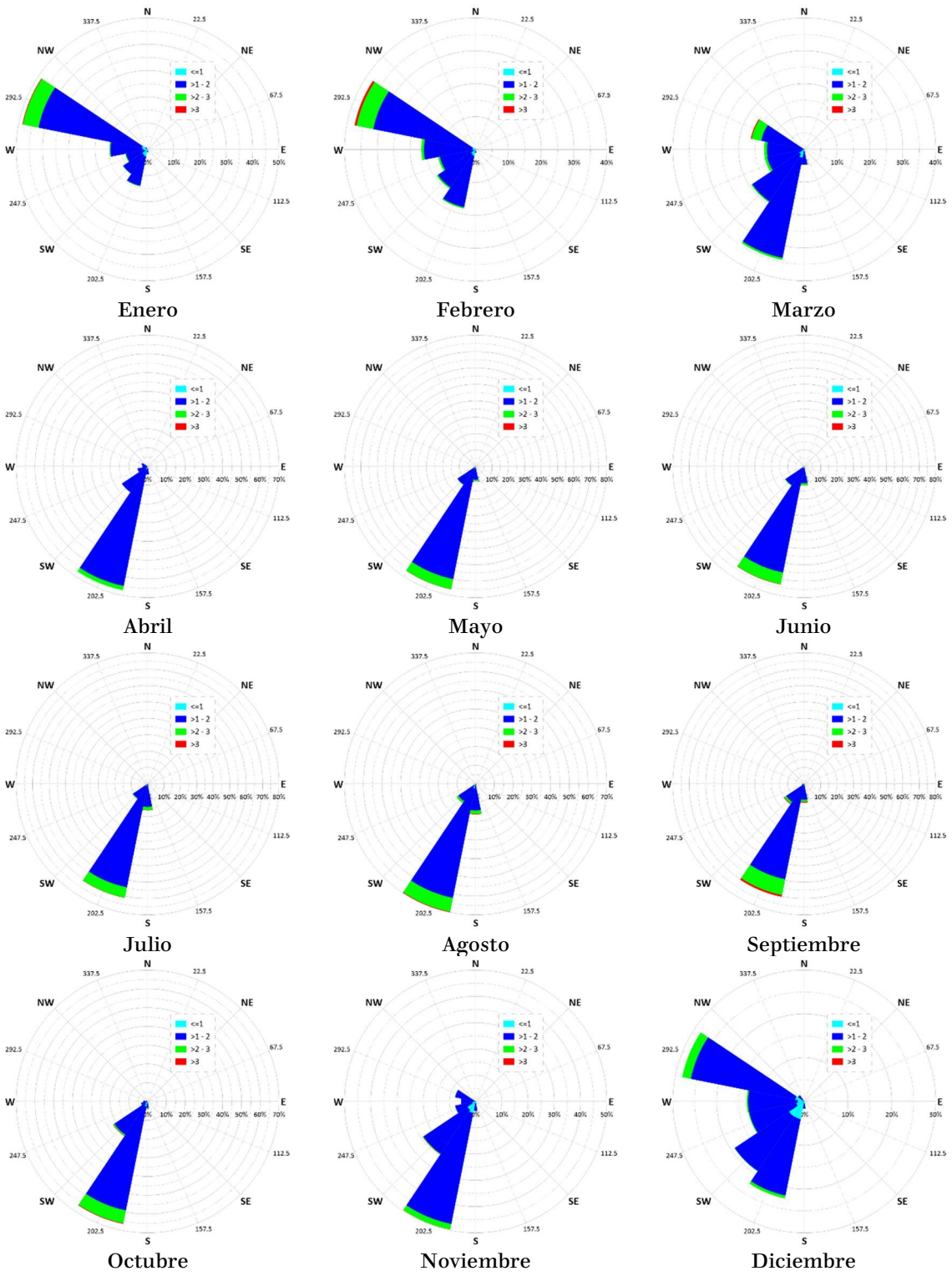


Figura II.14. Dirección de oleaje mensual, región de Bahía de Banderas (WW3).

Los gráficos muestran una correlación entre la dirección de oleaje y su altura, a partir de la misma escala de colores descrita en el régimen global, en general, en todos los meses y estaciones destacan de manera primaria los tonos azules y secundariamente

los verdes, del régimen mensual se identifica que en los meses de enero, febrero y diciembre la dirección reinante es WNW con una frecuencia muy superior en enero y febrero, mientras que para diciembre se observa una distribución más homogénea para las direcciones del cuadrante 3 (S-W); en el resto de los meses, la distribución es muy similar a la descrita en el régimen global, con dirección reinante del SSW los meses centrales (abril a octubre) presenta una incidencia casi única de la dirección SSW, mientras que los meses de marzo, y noviembre son transicionales entre las direcciones reinantes WNW y SSW, los tonos verdes (2 a 3 m) se aprecian en todos los meses, aunque con una frecuencia considerablemente menor en marzo y abril.

Febrero y septiembre destacan por apreciarse olas de mayor tamaño (> a 3.0 m), aunque provenientes de las direcciones, WNW para febrero y SSW para septiembre.

En el régimen estacional (Figura II.15), invierno replica las descripciones de los meses de enero y febrero, con dirección reinante y dominante del WNW (≈37 %), y secundariamente las direcciones SSW, SW y W con frecuencias entre 15 y 20 %; para primavera, verano y otoño la dirección reinante es SSW con frecuencias de ≈ 68, 71 y 52 % respectivamente, muy imperativo sobre el resto de las direcciones.

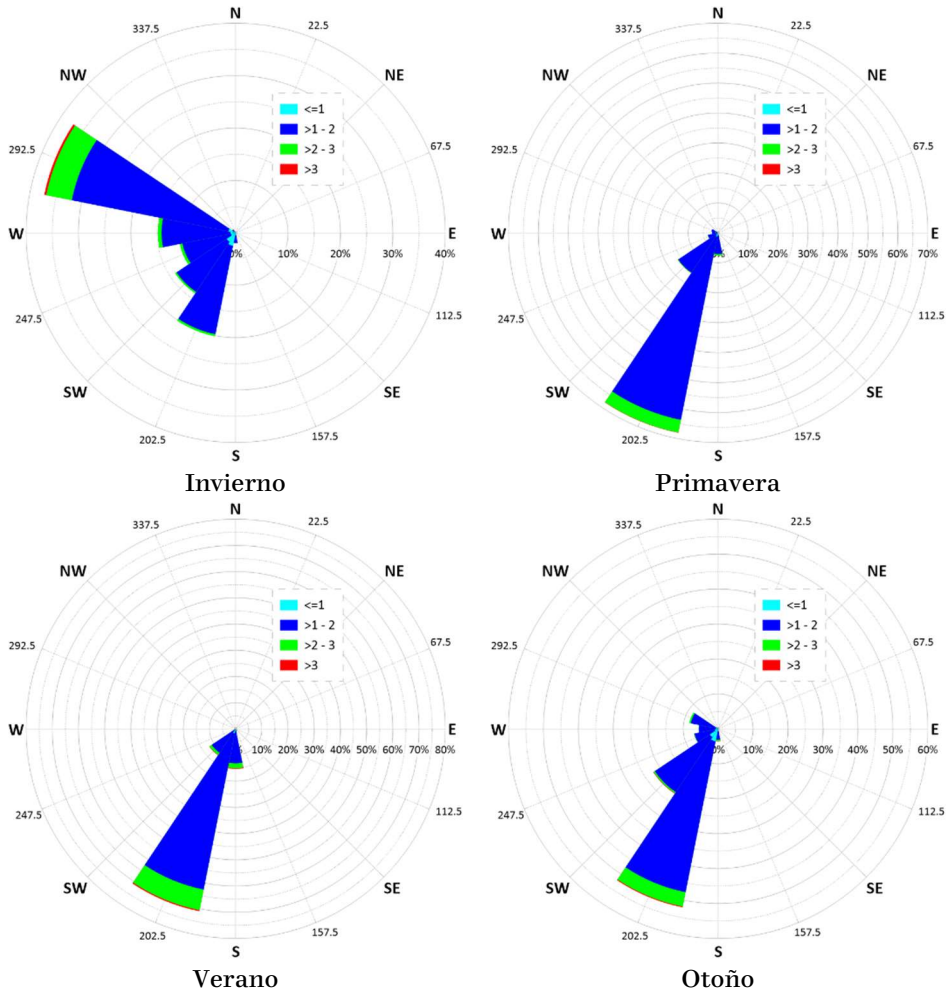


Figura II.15. Dirección de oleaje estacional, región de Bahía de Banderas (WW3).

En invierno las direcciones incidentes se aprecian entre SSW y WNW (97 %), en primavera las direcciones SSW y SW conjuntan casi la totalidad el oleaje incidente (84 %) seguidos de la dirección S (7.6 %), en verano la dirección SSW (71 %) se custodia de las direcciones S (15 %) y SW (12 %) acumulando en estas 3 direcciones el 98 % y; otoño se distribuye entre SSW (52 %), complementado por las direcciones SW-WNW (43 %).

La tendencia del oleaje es arribar a la línea de playa de manera perpendicular, a pesar de que la dirección en aguas profundas no se presente de esta manera, los efectos de refracción provocan que el frente de olas busque esta alineación, sin embargo, esto depende de muchos factores, como es la dirección de ola, el fondo batimétrico, los obstáculos que tenga que librar el oleaje, entre otros factores.

En una visión macro (Figura II.16), el litoral del pacífico mexicano, se dispone de 2 predominantes alineaciones, el litoral pacífico sur muestra una orientación en el eje que conforman las direcciones WNW-ESE, y el litoral pacífico norte orientado entre los ejes NW-SE y NNW-SSE, la zona de estudio se ubica en la zona de transición a estas dos orientaciones, y el oleaje reinante se aprecia perpendicular a la orientación del litoral pacífico sur.

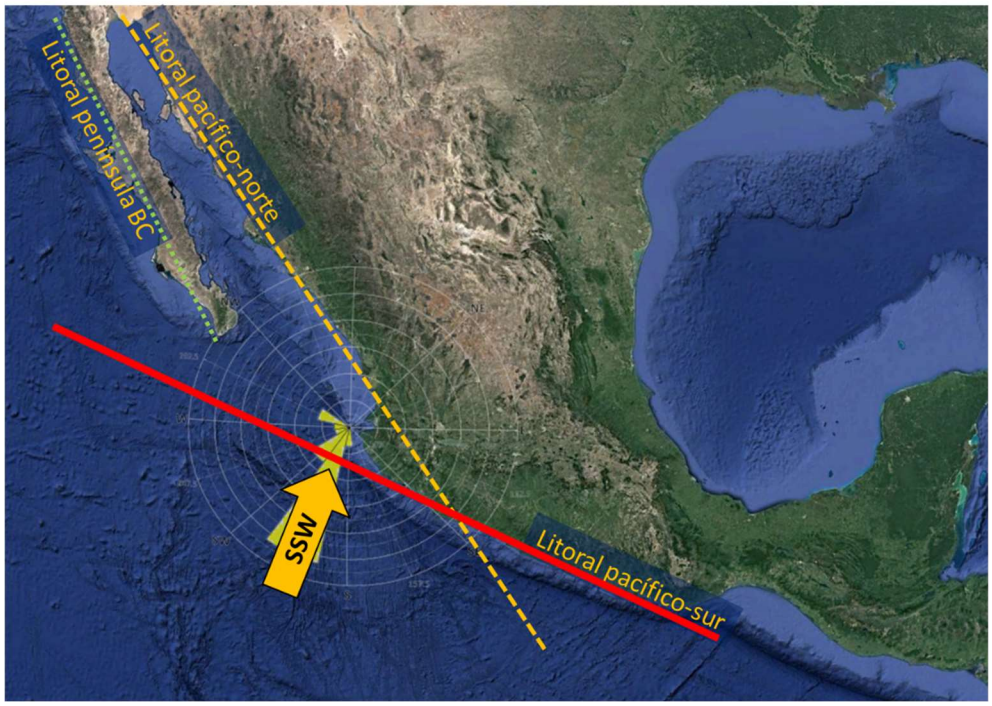


Figura II.16. Esquema macro de la incidencia direccional del oleaje a la zona de estudio.

En la Figura II.17, se muestra un esquema local de la rosa de oleaje en el nodo de extracción (20.5 N, 106.0 W) del WW3 y, la morfología de la Bahía de Banderas (Jalisco y Nayarit), así como la ubicación del sitio de estudio, esta imagen permite visualizar las direcciones de incidencia del oleaje al sitio de estudio, así como la influencia de las características morfológicas.

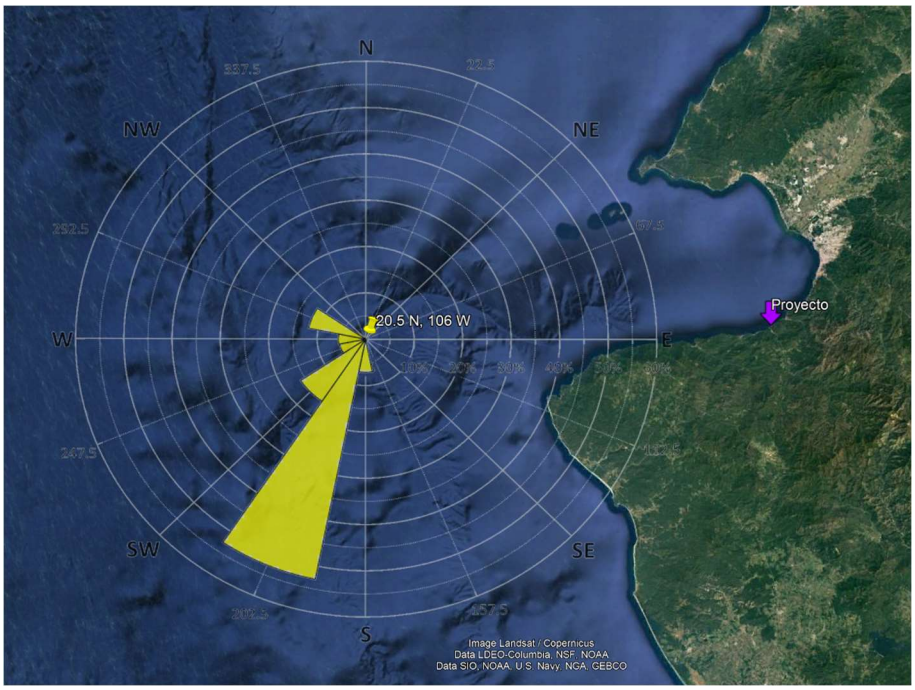


Figura II.17. Esquema de las direcciones de oleaje para la región de Bahía de Banderas (WW3).

Las características morfológicas de la Bahía de Banderas, muestra un área abierta al Pacífico en toda la región oeste, mientras que, el perímetro continental (cóncavo) se delimita al norte, este y sur, conformado un resguardo natural en la región sur (ubicación del sitio de estudio) del oleaje de las direcciones S, SSW (oleaje reinante) y SW.

Tomando de base la ubicación del sitio de estudio, y los límites continentales de la bahía, se trazan un par de haces (líneas verdes) que permitan delimitar e identificar las direcciones incidentes (Figura II.18), al tiempo de descartar el resto de las direcciones a pesar de su frecuencia como es el caso de la dirección SSW.

Las direcciones que inciden al sitio de estudio (Figura II.18), se muestra con una flecha, resaltando la dirección y frecuencia:

- *W (5.7 %)*
- *WNW (11.9 %)*
- *NW (0.4 %)*

La dirección NW incide de manera más perpendicular a la costa en el sitio de estudio, sin embargo, muestra una frecuencia extremadamente baja (0.4 %); la dirección WNW con 11.9 % es la frecuencia más alta de las 3 seleccionadas y, de acuerdo con el análisis mensual y estacional, su mayor presentación se da en invierno (diciembre enero y febrero); la dirección W (5.7 %) ocupa una frecuencia media con base en las seleccionadas, su incidencia es la más sesgada lo que sugiere una partida de energía superior a las descritas anteriormente.

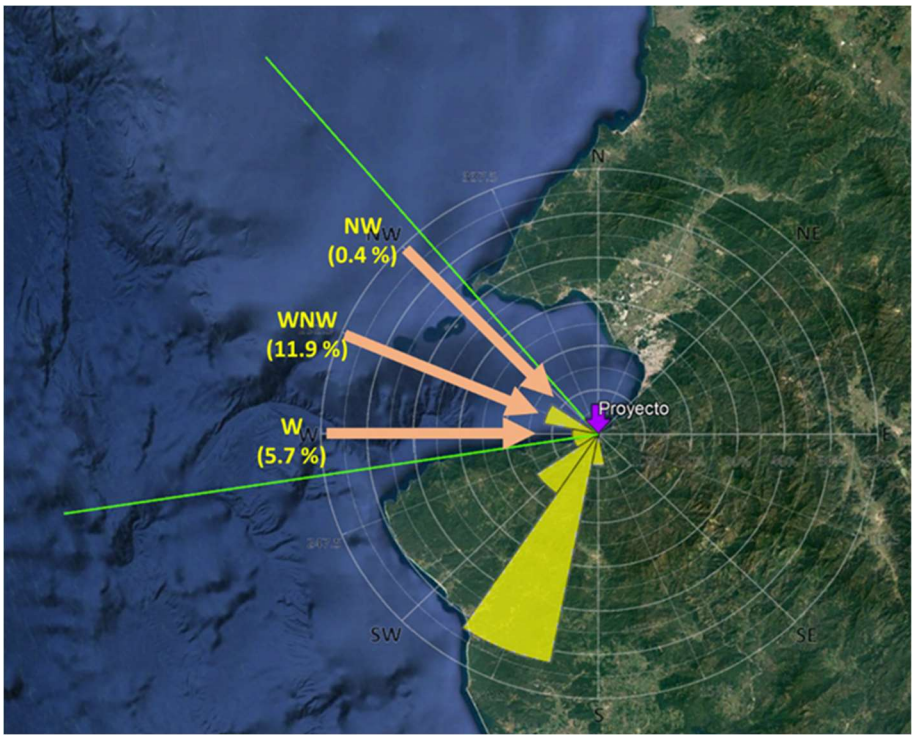


Figura II.18. Esquema de las direcciones de oleaje incidente a la zona de estudio.

Como resultado de esta configuración y análisis direccional, se sugiere la simulación de las direcciones identificadas en la Tabla II.8.

Tabla II.8. Direcciones incidentes a la zona de estudio, región sur de Bahía de Banderas (WW3).

Dirección	Frecuencia (%)
WSW	5.47
W	5.65
WNW	11.98
NW	0.35
NNW	0.04

Una vez realizado este análisis se puede realizar una tabla de oleaje significante en la región de estudio, que se presenta en la siguiente tabla resumen.

Tabla II.9. Valores representativos del oleaje en la región sur de Bahía de Banderas (WW3).

Dirección	(%)	valores 50 %		máximos y mínimos de registro			
		H50	T50	Hmin	Hmax	Tmin	Tmax
W	5.65	1.29	13.61	0.72	3.10	6.05	20.41
WNW	11.98	1.40	15.02	0.64	3.91	5.95	24.56
NW	0.35	1.29	7.45	0.58	2.54	4.51	21.80
Global	**100**	**1.33**	**14.2**	**0.25**	**6.96**	**2.10**	**24.03**

II.2 Oleaje Extraordinario

La región del Pacifico noreste, es una zona de alta actividad ciclógena, la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) realiza un monitoreo permanente de los cambios atmosféricos en el planeta, y cuenta con una base de datos de los eventos atmosféricos que muestran trayectorias en esta región oceánica, contabilizando en el periodo de 1949 a 2021 un total de 1,188 eventos.

Los ciclones tropicales del noreste del Pacífico normalmente se generan en las aguas superficiales con temperaturas superiores a 27 ° C, entre mayo y octubre, y fuera de la baja presión del cinturón ecuatorial, la región de formación de ciclones en el océano Pacífico Este (ver Figura II.19) es entre los 6.5° y 26.1° N y, 80.7° y 139.9° W, aunque la gran mayoría (42 %) de estos eventos se forman entre la latitud 11° y 14.5° (N) y longitud 90° y 115°, en su fase inicial los ciclones se mueven hacia el oeste y el noroeste, este análisis toma de basa en un estudio elaborado por la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en conjunto con el IPN y el IMTA, quienes realizaron un análisis histórico de los ciclones en el periodo de (1966 a 2004), sin embargo, este análisis se ha actualizado y extendiendo el periodo de análisis de 1949 hasta 2021.

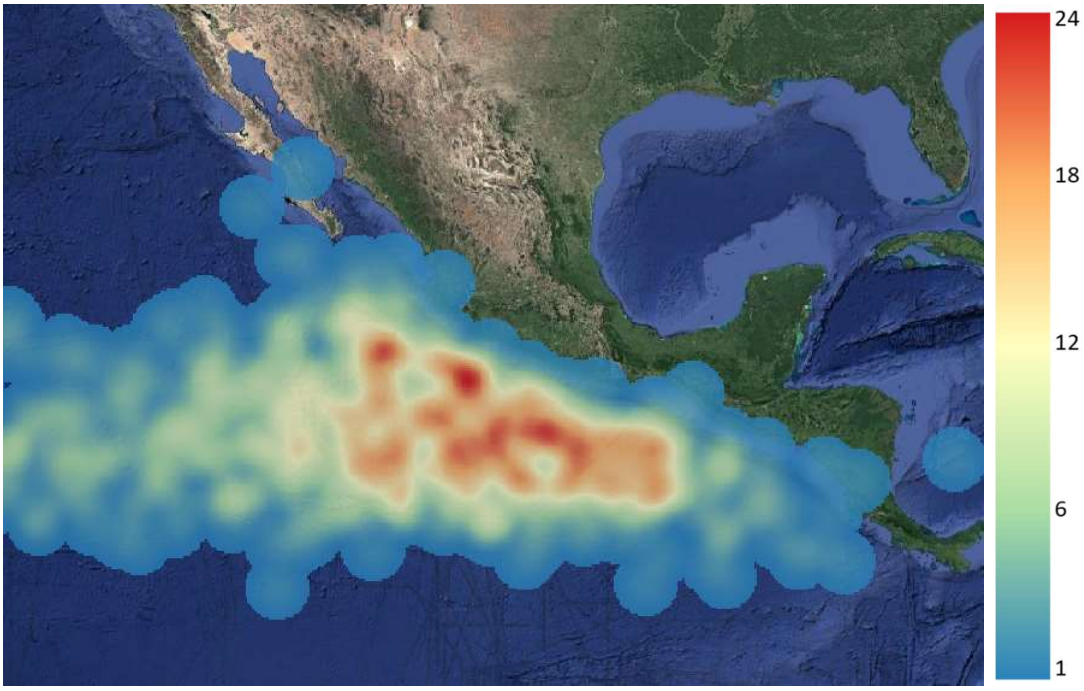


Figura II.19. Frecuencia y distribución espacial (porcentajes por unidad de área) de la formación de ciclones tropicales en el noreste del Pacífico (1949-2021)

En promedio se estiman anualmente 15.3 ciclones por año, de estos eventos no todos alcanzan la categoría de huracán, y las trayectorias son muy variadas, cerca del 50% impacta las costas de México, los ciclones rara vez pasan de los 30° de latitud norte

debido a la corriente fría de California, la región de estudio está ubicada en la latitud 20.52°, una zona con importante frecuencia de ciclones.

Las trayectorias de los ciclones tropicales presenta una gran variedad, cubriendo gran parte del Noreste del Pacifico entre la latitud 8° y 30° N y con gran densidad espacial de sus trayectorias (Figura II.20), la Figura II.21 muestra la densidad espacial de las trayectorias de los ciclones tropicales, demostrando que la región de longitud entre 97° y 130° W y entre las latitudes 10° y 20° N son fuertemente afectada por los ciclones tropicales, con la mayor actividad ciclónica entre 105° y 110° W y entre los 15° y los 20° N.

La línea de costa del pacífico sur que se conforma en los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima y Jalisco presenta una trayectoria muy similar a las que trazan los ciclones tropicales, más al norte, muchas de las trayectorias se redirigen hacia el Oeste (es decir, se alejan de la región continental) y, solo algunas continúan su trayecto perimetral a la región continental o incluso integrándose al continente.

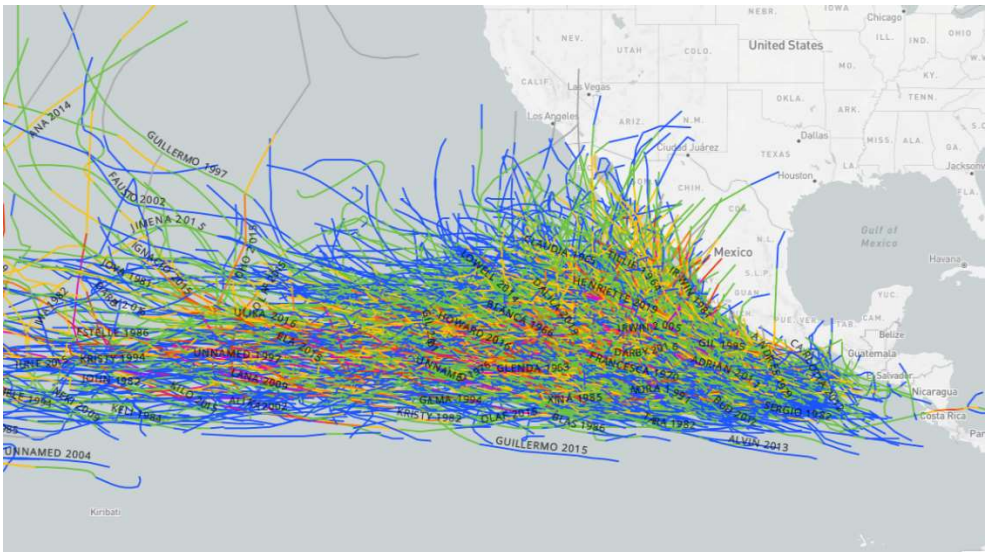


Figura II.20. Trayectorias observadas de ciclones de la región noreste del Pacífico (1949-2021)

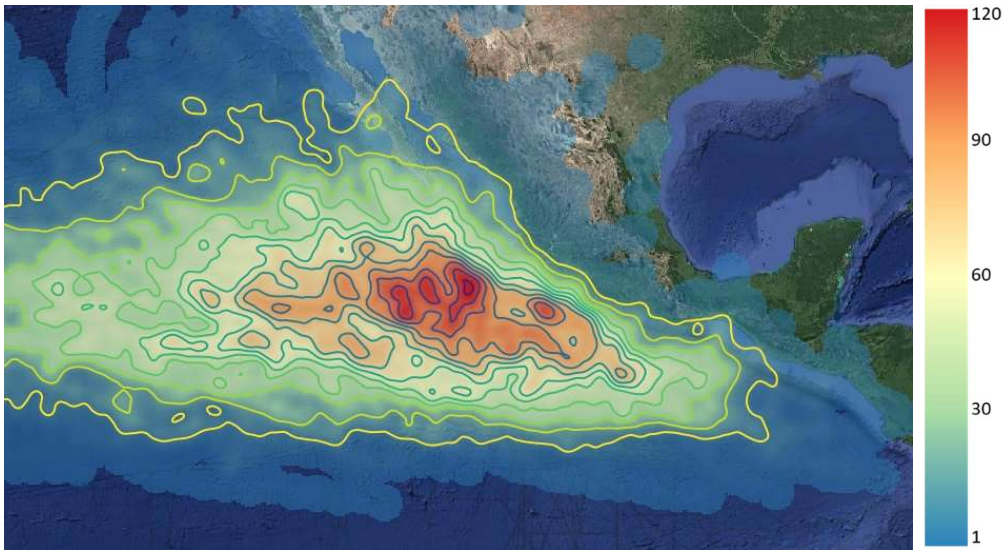


Figura II.21. Densidad espacial de las trayectorias de los ciclones (radio de superposición 1°)

La zona de estudio está ubicado al interior de bahía de banderas, una bahía delimitada al norte, por Punta Mita, y al sur por Cabo Corrientes; es una de las bahías más profundas del mundo (más de 900 m), el sitio en análisis se resguarda en el perímetro sur y en la parte profunda de la bahía (Figura II.22), considerando que las trayectorias se desplazan ascendentemente (hacia el noroeste), la morfología descrita, le ofrecen un resguardo natural al sitio,

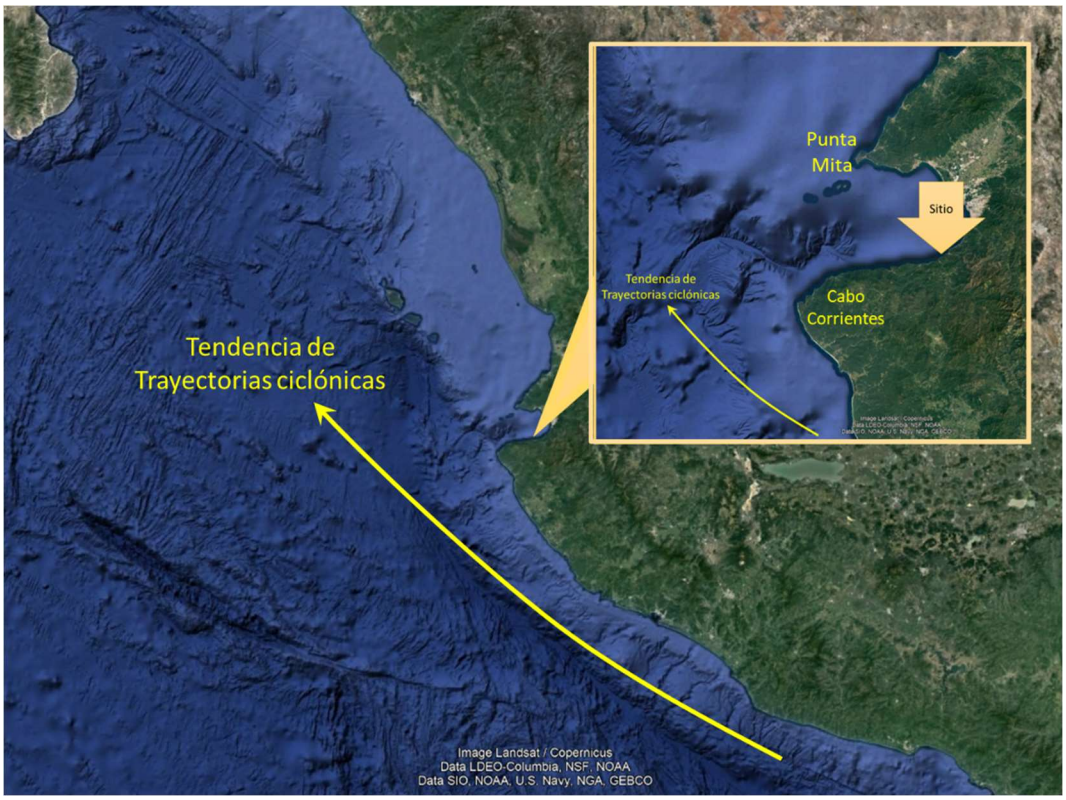


Figura II.22. Esquematización de las trayectorias y clónicas respecto al sitio de estudio

La importancia de identificar las características del oleaje huracanado se asocia al diseño de las obras propuestas, las cuales deben de considerar el impacto del oleaje en magnitudes ciclónicas.

Para conocer las alturas de oleaje que se presentan en la zona de estudio, así como el periodo del oleaje, se realizó un estudio con referencia de los ciclones que han impactado en la región o cercana a esta de acuerdo con la estadística de huracanes que han presentado trayectorias con influencia en la zona de estudio.

Estos eventos son clasificados en base a la velocidad del viento que generan, la escala Saffir- Simpson (ver Tabla II.10) categoriza estos eventos en perturbación tropical, depresión tropical, tormenta tropical o huracanes cuando la velocidad de los vientos supera los 118 km/hr (>64 kt).

Tabla II.10. Escala de clasificación de huracanes de Saffir-Simpson.

Categoría	Presión central (mb)	Vientos (km/h)	Elevación de la marea de tormenta (m)	Características
Perturbación Tropical	1008.1 a 1010			Ligera circulación de los vientos
Depresión Tropical	1004.1 a 1008	<62		Localmente destructivo
Tormenta Tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118	1.1	Presenta efectos destructivos
Huracán categoría 1	980.1 a 985	118.1 a 154	1.5	Altamente destructivo
Huracán categoría 2	965.1 a 985	154.1 a 178	2.0 a 2.5	Altamente destructivo
Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210	2.5 a 4.0	Extremadamente destructivo
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250	4.0 a 5.5	Extremadamente destructivo
Huracán categoría 5	< 920	> 250	> 5.5	El más destructivo

II.2.1 Análisis estadístico de huracanes en un radio de 100 km (NOAA)

Para conocer los eventos que han pasado por el sitio de estudio, se consultó la estadística de la NOAA, quien mantiene un monitoreo constante de estos fenómenos y su base de datos en esta región (pacifico noreste) se remiten desde 1949, de esta plataforma, se identificaron los eventos que pasan en un radio de 100 km del sitio de estudio

En la Figura II.23 se muestran las trayectorias de los eventos meteorológicos en un radio de 100 km tomando como centro el sitio de estudio y, en la Figura II.25 se presenta un acercamiento.

En esta área (radio de 100 km), se identificaron 35 trayectorias, con base en sus máximas categorías 22 alcanzaron la categoría de huracán y 12 tormentas tropicales, y solo 1 no supero la categoría de depresión tropical (Figura II.24).



Figura II.23. Trayectorias de huracanes con presencia en un radio de 100 kilómetros de la zona de estudio (1949 – 2021).

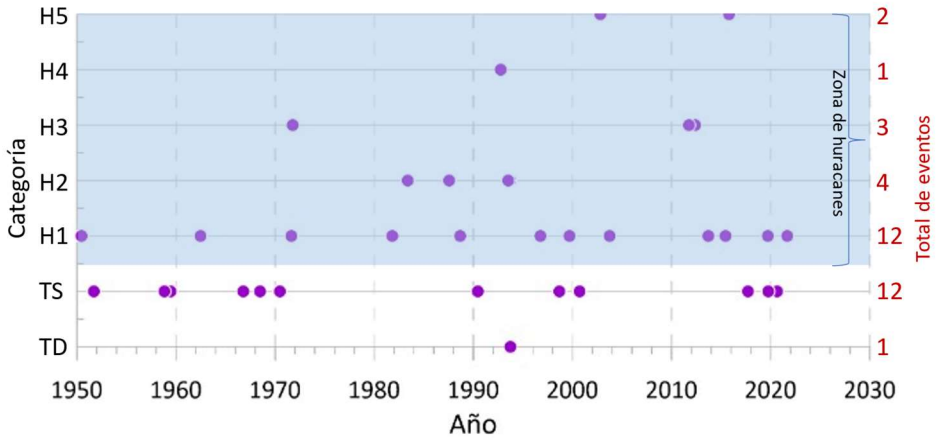


Figura II.24. Línea de tiempo de los ciclones con trayectorias cercanas (r=100 km) al sitio de estudio vs máxima categoría (1949 – 2021)

El gráfico anterior cataloga con base en la máxima categoría alcanzada por cada evento, sin embargo, no necesariamente su máxima categoría se alcanza en las cercanías al sitio de estudio, para la categoría 5 (H5), se observan 2 eventos, aunque en el perímetro de 100 km, no se ha presentado ningún evento que alcance esta categoría de acuerdo con esta base de datos (NOAA).

El área delimitada por un radio de 100 km al sitio de estudio se muestra en la Figura II.25, las líneas en su interior representan las trayectorias de los ciclones, para su categorización se emplea una escala de colores (simbología en esquina superior derecha), de este detalle se realiza un filtrado basado en las categorías (Figura II.26 y

Tabla II.11) que cada evento alcanzo en su trayecto cercano al sitio de estudio.

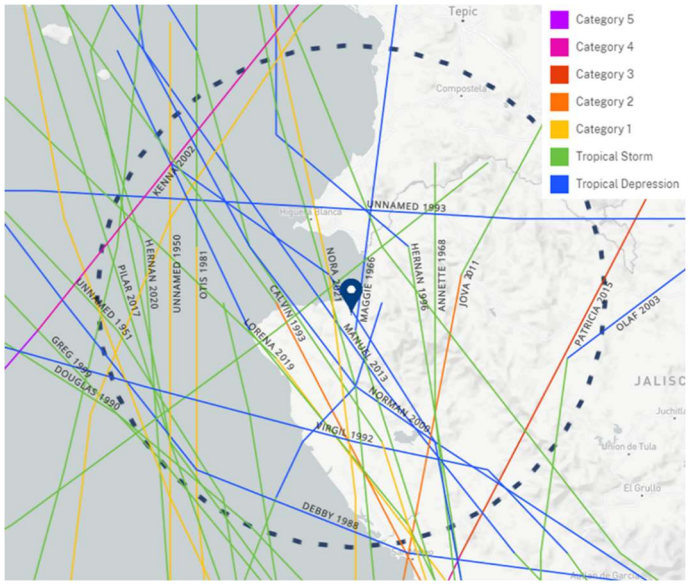


Figura II.25. Acercamiento de las trayectorias de eventos meteorológicos extraordinarios en un radio de 100 kilómetros (1949 a 2021).

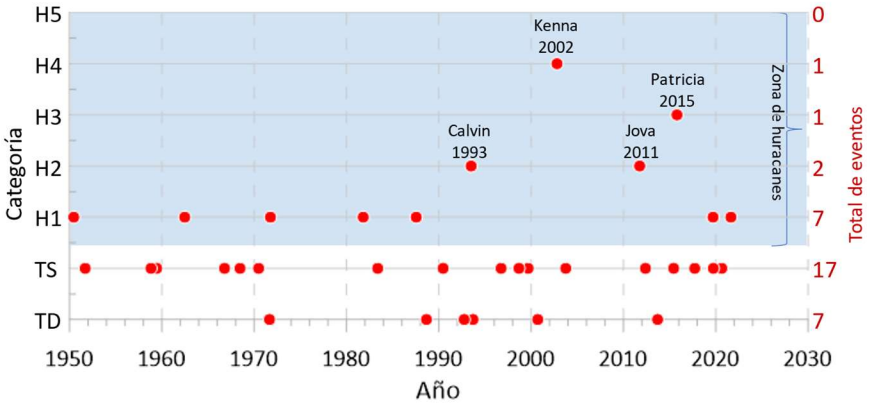


Figura II.26. Línea de tiempo de las categorías máximas alcanzadas cercanas (r=100 km) al sitio de estudio (1949 – 2021).

Tabla II.11. Eventos con trayectoria en un R=100 km al sitio de estudio (1949 – 2021).

Fecha	Nombre	Velocidad máxima del viento (kt)	Presión Mínima (mb)	Max Categoría	Categorías alcanzadas en la cercanía (r=100 km)
24/08/21	NORA 2021	75	976	H1	H1
25/08/20	HERNAN 2020	40	1001	TS	TS
28/09/19	NARDA 2019	45	997	TS	TS
17/09/19	LORENA 2019	75	985	H1	H1, TS
22/09/17	PILAR 2017	45	1000	TS	TS
20/10/15	PATRICIA 2015	185	872	H5	H3
10/06/15	CARLOS 2015	80	978	H1	TS, TD
13/09/13	MANUEL 2013	65	983	H1	TD
20/05/12	BUD 2012	100	961	H3	TS, TD
05/10/11	JOVA 2011	110	955	H3	H2, TS
03/10/03	OLAF 2003	65	987	H1	TS, TD
22/10/02	KENNA 2002	145	913	H5	H4
20/09/00	NORMAN 2000	45	998	TS	TD
05/09/99	GREG 1999	65	986	H1	TS
06/09/98	JAVIER 1998	50	995	TS	TS, TD
30/09/96	HERNAN 1996	75	980	H1	TS, TD
21/09/93	UNNAMED 1993	30	-1	TD	TD
14/09/93	GERT 1993	85	970	H2	TD
04/07/93	CALVIN 1993	95	966	H2	H2, TS
01/10/92	VIRGIL 1992	115	948	H4	TD
19/06/90	DOUGLAS 1990	55	992	TS	TS
31/08/88	DEBBY 1988	65	987	H1	TD
22/07/87	EUGENE 1987	85	-1	H2	H1, TS
21/05/83	ADOLPH 1983	95	-1	H2	TS
24/10/81	OTIS 1981	75	-1	H1	H1, TS
06/10/71	PRISCILLA 1971	110	951	H3	H1
28/08/71	LILY 1971	75	-1	H1	TD
26/06/70	EILEEN 1970	40	-1	TS	TS
20/06/68	ANNETTE 1968	45	-1	TS	TS, TD
16/10/66	MAGGIE 1966	45	-1	TS	TS, TD
24/06/62	VALERIE 1962	75	-1	H1	H1
10/06/59	UNNAMED 1959	45	-1	TS	TS
29/10/58	UNNAMED 1958	45	-1	TS	TS, TD
11/09/51	UNNAMED 1951	45	-1	TS	TS
14/06/50	UNNAMED 1950	75	-1	H1	H1

De la tabla anterior se han sombreado (en azul) los eventos que podemos identificar en la base de datos extraída del WW3, identificando el máximo olaje alcanzado en el nodo (20.5 N, 106.0 W), esta información se muestra en la Tabla II.12

Tabla II.12. Altura y periodo de ola de los eventos ciclónicos en el periodo 1949 – 2021.

Nombre	Fecha	Hs (m)	Tp (s)
OTIS	30/10/1981	2.05	15.18
ADOLPH	26/05/1983	3.70	17.41
EUGENE	26/07/1987	1.87	13.37
DEBBY	01/09/1988	3.28	10.54
DOUGLAS	23/06/1990	2.08	15.68
VIRGIL	26/09/1992	2.82	10.74
CALVIN	08/07/1993	2.77	18.84
GERT	12/09/1993	4.25	10.65
UNNAMED	24/09/1993	1.79	15.58
HERNAN	04/10/1996	2.21	14.06
JAVIER	08/09/1998	2.43	10.26
GREG	06/09/1999	4.03	10.44
NORMAN	22/09/2000	1.40	10.45
KENNA	25/10/2002	4.66	9.69
OLAF	08/10/2003	2.20	13.58
JOVA	09/10/2011	2.96	11.05
BUD	25/05/2012	2.41	12.00
MANUEL	17/09/2013	2.24	9.32
CARLOS	07/06/2015	4.65	12.07
PATRICIA	23/10/2015	3.76	15.25
PILAR	25/09/2017	2.00	6.59

Kenna (2002) es el evento más intenso del que se tiene registro, alcanzó una máxima altura de ola de 4.66 m, otros eventos también registrar olas de gran tamaño como: Adolph (1981), Gert (1993), Greg (1999), Carlos (2015) y Patricia (2015); con olas máximas registradas de: 3.70, 4.25, 4.03, 4.65 y 3.76 metros respectivamente; con base a la base de datos, estos no son los valores más altos, el máximo registro es de 6.59 m.

El cálculo de la altura de ola vinculada a los períodos de retorno correspondientes, elaborada con el Método de Valores Extremos de Gumbel, se muestra a continuación:

Tabla II.3. Altura y periodo de ola con periodos de retorno

Método de Valores extremos de Gumbel

PERIDO DE RETONO & ALTURA DE OLA		
Tr	y	He
(años)	ln (Tr-0.5)	(m)
5	1.50	2.47
10	2.25	3.08
15	2.67	3.42
20	2.97	3.67
30	3.38	4.01
50	3.90	4.43
100	4.60	5.00
200	5.30	5.57
500	6.21	6.33

Un método muy conservador para analizar las alturas de ola relacionando su periodo de retorno es el método de Ley probabilística de la ola centenaria y milenaria (elaborado por Larras), este método considera toda la base de datos (WW3, 1979, 2018), involucrando en el mismo análisis los valores de oleaje ordinario y de eventos ciclónicos.

Ley probabilística de la ola centenaria y milenaria

La determinación de este régimen se sustenta en el Régimen de oleaje medio escalar de alturas de ola, con los datos de frecuencia acumulada consignados, de modo que, aun cuando las alturas de las olas no corresponden a valores extremos, Larrás (1964) establece a partir de registros de olas de varios años de observación una función de distribución logarítmica de probabilidades, derivada de un régimen de oleaje normal escalar. Las frecuencias acumuladas las relaciona con la probabilidad de ocurrencia en un periodo específico. Por ejemplo, la probabilidad de que ocurra una ola máxima H_{max} con un periodo de retorno de una vez en un año (ola anual), es p igual a 1/365, una vez en diez años (ola decenal) p será de 1/3650, una vez en cien años (ola centenal) 1/36500, y una vez en mil años (ola milenaria) 1/365000. Cada una de estas probabilidades se asocia a las frecuencias acumuladas; así, para la ola anual (F) será 0.274%, para la ola decenal será 0.0274%, para la ola centenal 0.00274%., y para la ola milenaria 2.74x10-4 %. Con los valores de (F) para sus respectivos límites de altura de ola, colocados en una escala logarítmica. Esta gráfica, se puede ajustar a una recta, lo cual muestra que las alturas de ola son proporcionales a su probabilidad p de la forma siguiente:

$$H_{max} = -H_0 log(p)$$

El valor de H_0 corresponde a la pendiente de la recta de ajuste, y tiene mayor aceptación cuando la base de datos corresponde a un periodo de registro largo; por tanto, de la Figura II.27 se obtiene para periodos de retorno las probabilidades de ocurrencia

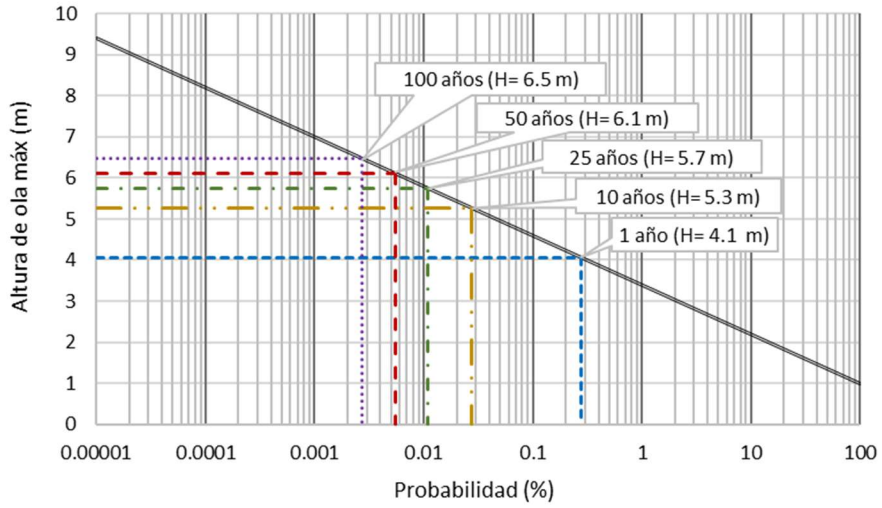


Figura II.27. Oleaje escalar extremal. Método de Larras para la región para Bahía de Banderas.

Se debe mencionar que esta estimación se basa en un hindcast, en tanto que un estadístico de mediciones directas *in situ*, reflejarían una confiabilidad muy superior.

II.3 Mareas (astronómica y de tormenta).

II.3.1 Marea astronómica

El presente estudio tiene por propósito conocer cualitativa y cuantitativamente la magnitud de las variaciones de marea en la región de Puerto Vallarta, Jal.

Se realiza un análisis estadístico (descriptivo e inferencial) de la marea, fenómeno que arriba de manera directa a la zona de estudio, la frecuencia de este fenómeno es permanente y, es junto con el oleaje los principales actuantes en la dinámica litoral, este análisis permitirá identificar las magnitudes significativas en condiciones ordinarias (marea astronómica).

La marea es de efecto permanente que generan cambios dinámicos que serán analizados para identificar su influencia y efectos en las condiciones de operatividad y funcionabilidad de la infraestructura costera y/o portuaria que son atribuibles al clima marítimo, la marea es una variación de nivel, que permite identificar la magnitud de elevación que el espejo del agua pueda alcanzar.

Para identificar este parámetro, se deben de hacer una revisión de la información estadística de diferentes fuentes, como son:

- *Secretaría de Marina, (SEMAR).*
- *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), MAR V1.0.*

La marea astronómica es la diferencia de niveles que se produce en la superficie libre de las aguas oceánicas principalmente por efecto de la atracción de los astros, fundamentalmente la atracción de la luna sobre la masa de agua que contienen los océanos, este movimiento conlleva cierta periodicidad, para conocer estos niveles se consultaron las predicciones de las fuentes arriba señaladas (SEMAR y CICESE).

La Secretaría de Marina cuenta con una serie de estaciones mareográficas en los principales puntos del litoral mexicano, para el caso de Puerto Vallarta, Jal. se cuenta con un punto de monitoreo con una estación mareográfica, en la Figura II.14, se pueden apreciar las curvas de predicción de marea para diciembre de 2022 de la estación Puerto Vallarta, Jal.

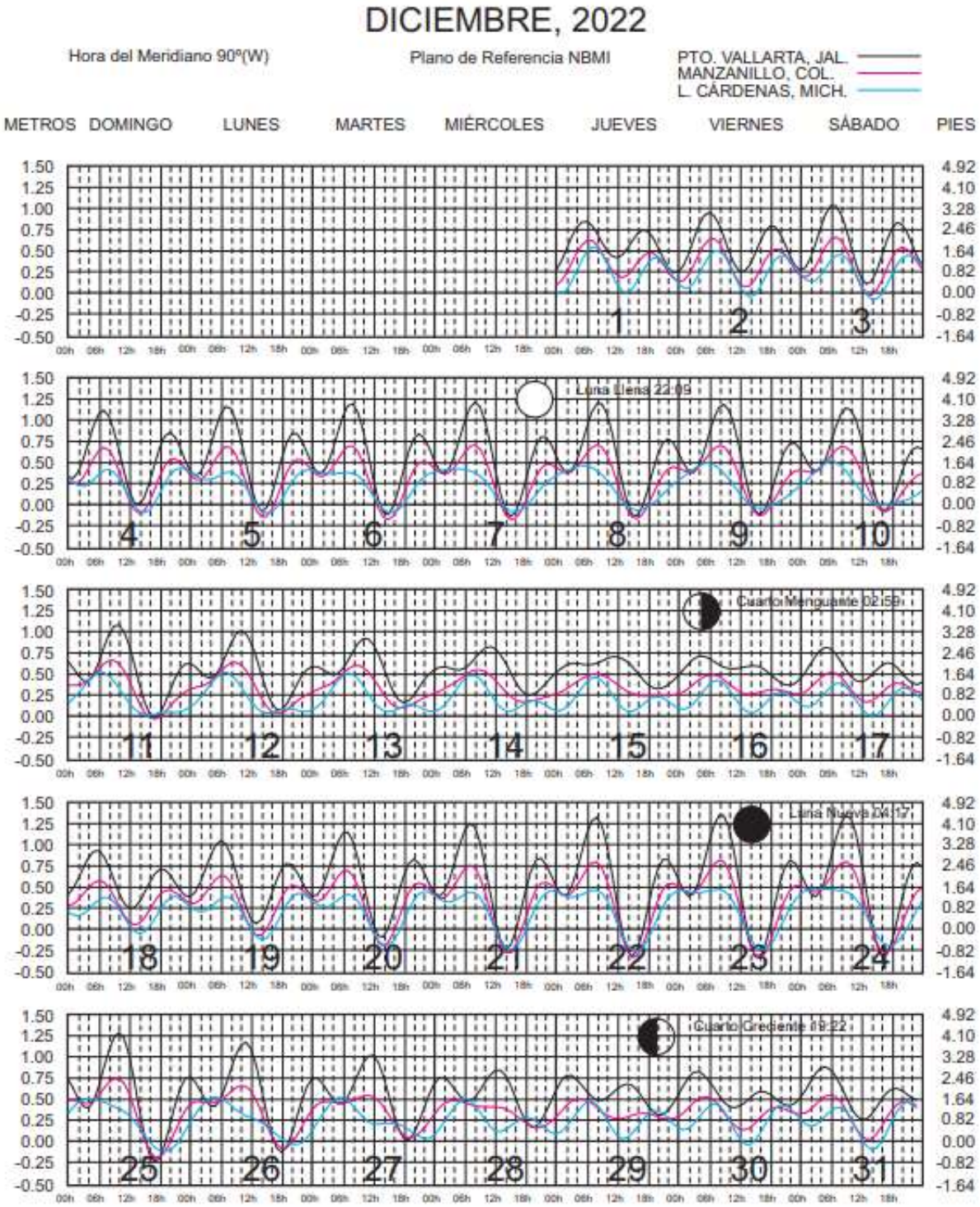


Figura II.14 Calendario Grafico de la onda de marea de la estación de: Puerto Vallarta, Jal. (SEMAR, 12/2022).



Figura II.15 Estaciones en la región de la zona de estudio.

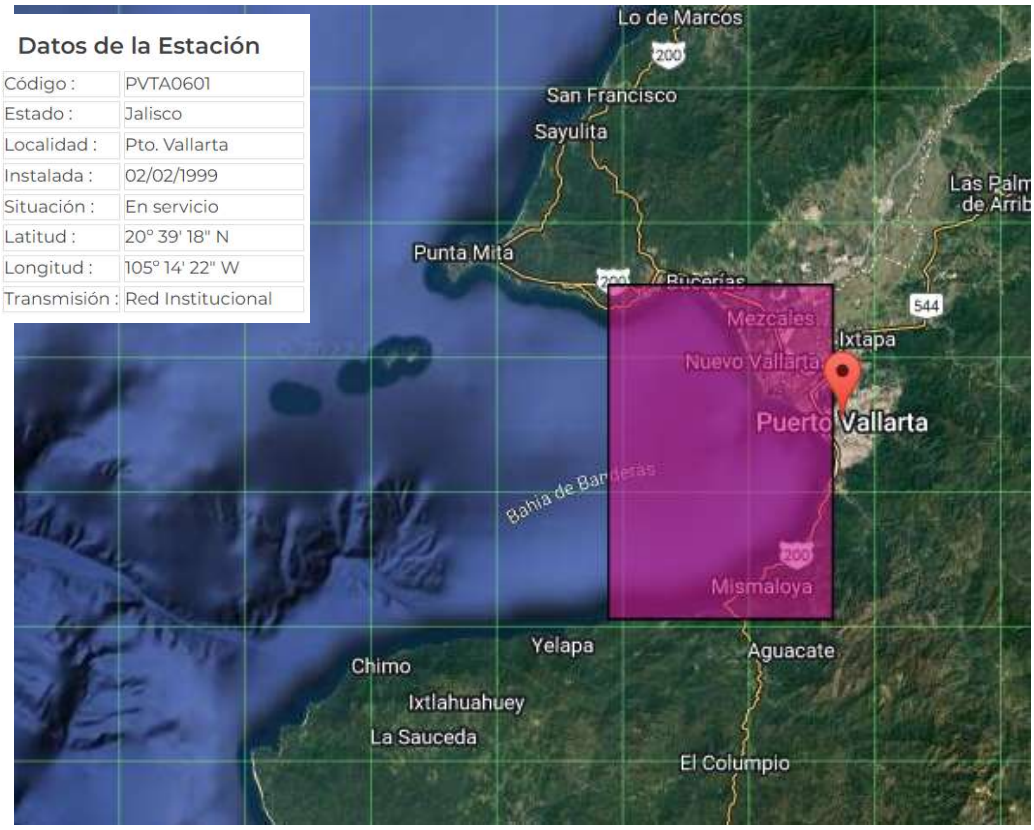


Figura II.16 Ubicación de la estación PVTA0601,Puerto Vallarta, Jal. (SEMAR)

Como se menciona en párrafos anteriores, se analiza la estación PVTA0601, ubicada en las coordenadas latitud 20° 39' 18" N y longitud 105° 14' 22" W, para identificar una estadística más extensa, se analizaron las predicciones de los últimos 5 años (2018 a 2022), ver Figura II.16.

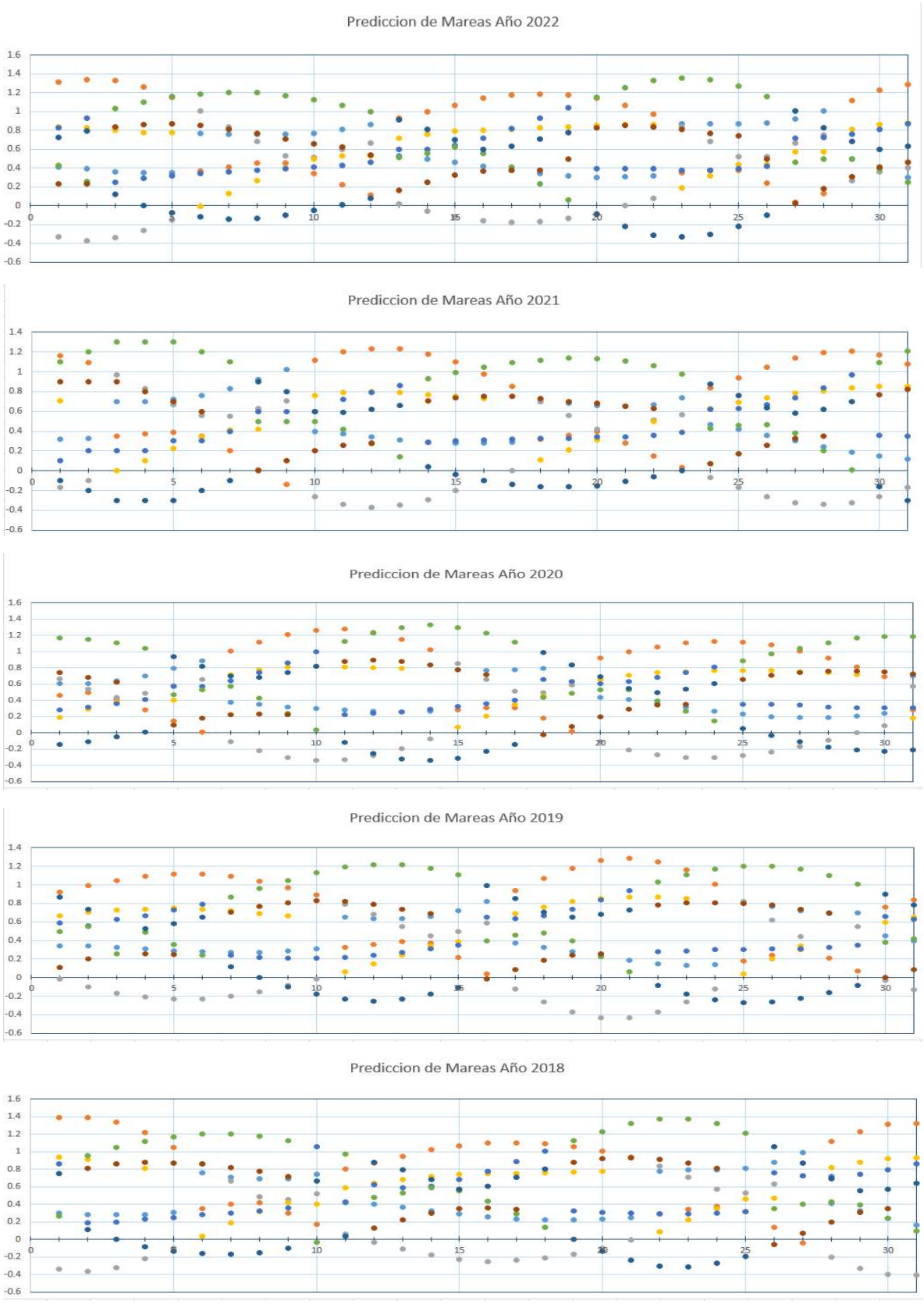


Figura II.17 Grafica de predicciones anuales 2018-2022 Puerto Vallarta, Jal. (SEMAR)

La marea astronómica que se presenta es de tipo semidiurna (es decir, que se presentan dos ciclos de mareas en un día), las imágenes anteriores muestran el gráfico de los niveles de las predicciones, empleando como nivel de referencia el Nivel de Bajamar Media Inferior (NBMI = 0.00) según los modelos de predicción de mareas de la SEMAR.

Los niveles característicos del mar que se han identificado en las predicciones que edita la Secretaría de Marina (SEMAR) son los que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla II.14 Planos de mareas referidos al NBMI, estación Puerto Vallarta, Jal.

Estación	**Puerto Vallarta (PVTA0601)**
Ubicación	Lat. 20° 39' 30" N Lon. 105° 14' 37" W
Periodo de análisis	Febrero 1999 a Diciembre de 2020
Pleamar máxima registrada	2.790 m
Nivel de pleamar media superior	0.988 m
Nivel de pleamar media	0.885 m
Nivel medio del mar	0.507 m
Nivel de bajamar media	0.136 m
Nivel de bajamar media inferior	0.000 m
Bajamar mínima registrada	-0.850 m
Nota	La pleamar máxima y bajamar mínima registradas obedecen al período de observaciones correspondientes a los años 1999 - 2020.

Régimen medio del nivel del mar total.

Para identificar el régimen medio del nivel del mar, se realizó una discretización horaria del nivel del mar (2018 – 2022), de este análisis se realizó un histograma acumulado de elevación por presentación horaria y la curva de presentación horaria acumulada, la Figura II.15a y Figura II.15b muestran los resultados gráficos.

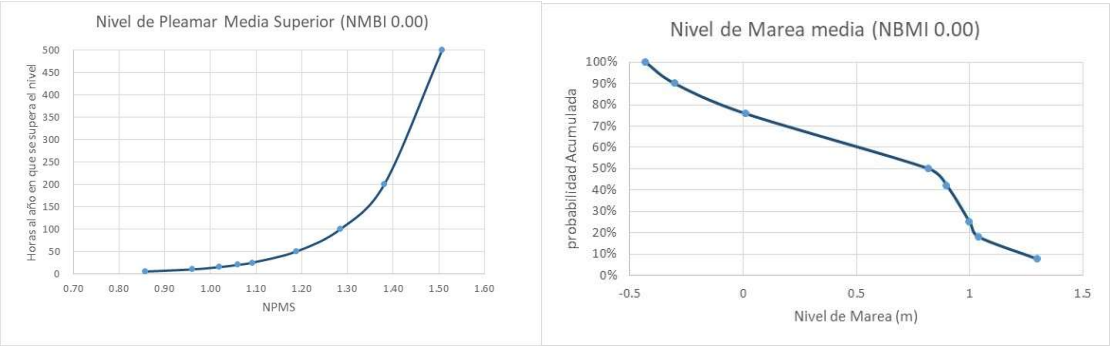


Figura II.15(a,b) Régimen medio de marea estación Puerto Vallarta, Jal. (SEMAR, ref: NBMI).

En la Tabla II.15 se presentan los percentiles obtenidos del análisis, observando que el 50% corresponde al nivel S_{nm}= 0.82 m, mientras que el percentil 92% alcanza el valor de S_{nm} = 1.30 m, a este valor también se le puede dar la interpretación de que solo el 8 % del tiempo el nivel de la marea supera este nivel (1.36 m).

Tabla II.15 Nivel del mar por percentil, estación Puerto Vallarta, Jal.. (SEMAR, ref: NBMI).

Percentil	S_{nm} (m)
0.25	0.01
0.50	0.82
0.75	1.00
0.90	1.04
0.95	1.30
0.99	1.36

Pronóstico de amplitud astronómica viva y muerta

El fenómeno de la marea corresponde a una onda de largo periodo que se desplaza en el tiempo, cuando la marea alcanza su máximo nivel (cresta de la onda), este punto es denominado como marea alta o pleamar, en contraparte, el menor nivel de la onda (valle de la onda) se denomina marea baja o bajamar.

La amplitud de la onda corresponde a la longitud entre la pleamar y la bajamar, otro efecto que se presenta en la onda de marea es determinado por la posición de la luna, y se define como: marea viva o marea muerta.

Cuando la luna y el sol están alineados, los elipsoides (punteado en la siguiente imagen) se refuerzan y las mareas son más grandes, cuando la luna está en cuadratura con el sol, los elipsoides se cancelan parcialmente y las mareas son pequeñas (Figura II.16
Figura).

El elipsoide debido a las mareas solares tiene el eje mayor dirigido hacia el sol, el elipsoide debido a las mareas lunares tiene el eje mayor dirigido hacia la luna. Como la Luna gira alrededor de la Tierra, los ejes mayores de los elipsoides no giran a la misma velocidad, el periodo de rotación del elipsoide solar es de un año; el elipsoide de la Luna es de 27.32 días, los ejes de los dos elipsoides se acercan cada 14.77 días; cuando los ejes mayores de los dos elipsoides están alineados, la amplitud de las mareas es máxima y se llaman mareas vivas, esto sucede en las lunas nuevas y en las lunas llenas; en cambio, cuando el eje mayor de cada elipsoide está en cuadrante con el eje menor, la amplitud de las mareas es mínima, esto sucede en los cuartos menguantes y los cuartos crecientes, estas mareas se llaman mareas muertas.

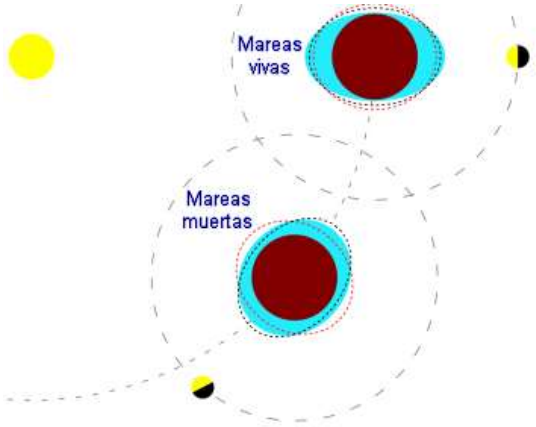


Figura II.17 Posición de astros (luna y el sol) y su influencia sobre la masa oceánica para producir la marea viva y la marea muerta

De la onda anual de marea, se pueden identificar claramente las mareas vivas, y mareas muertas, aunque identificar la amplitud de estas es complicado desde un gráfico, por lo que se realiza un análisis para identificar la máxima y mínima amplitud que mostrarán como resultado la marea viva máxima (de más grande amplitud), y la marea muerta mínima (de menor amplitud), así como identificar la fecha de presentación de estas.

La importancia de identificar estos valores radica en que la variación de marea es el principal factor en la hidrodinámica en cuerpos de agua parcialmente cerrados, lo que suele suceder en diversas infraestructuras costeras, la marea viva permite un mayor desplazamiento de la masa de agua y, de forma inversa, la marea muerta genera un pobre desplazamiento de la masa de agua, este desplazamiento se presenta desde y hacia la costa, dependiendo sí se presenta una marea creciente o decreciente

Para la marea viva máxima, se muestra una amplitud de 1.57 m, compuesta por la diferencia de niveles entre la pleamar y bajamar que presenta valores de 1.37 m y -0.20 m respectivamente, presentándose el 1 de agosto de 2019.

El fenómeno de la Marea Muerta mínima resulta cuando la diferencia entre la pleamar y bajamar es menor, y se produce durante los cuartos menguantes y los cuartos crecientes; de las predicciones de marea se registró una variación diurna mínima entre la pleamar y bajamar de 0.8 m (pleamar de 0.5 m y bajamar de 0.30 m).

Cabe señalar que en el sitio se presentan fenómenos meteorológicos de tipo extraordinario como huracanes o tormentas, lo que genera mareas de tormenta en el sitio.

II.3.2 Marea de Tormenta

La superficie marítima presenta variaciones de forma constante y dinámica, los principales actores en la perturbación son el oleaje y la marea, la cual presenta como se han observado en los diferentes análisis de este estudio condiciones particulares en dirección y magnitud, sin embargo, ante la presencia de eventos meteorológicos extraordinarios, las características cambian de forma brusca en un corto periodo de tiempo, suficiente para generar cambios en el ámbito litoral como puede ser perdida de playa, cambios morfológicos, erosiones, azolves, incluso destrucción de estructuras que no se hayan diseñado para soportar el embate de estos efectos.

La sobreelevación del nivel del mar durante un evento meteorológico es la suma de fenómenos como son la marea de tormenta y el oleaje ciclónico, los cuales se suman a la marea astronómico, y como su nombre lo indica su presencia es exclusiva durante la presencia de alguna tormenta y proporcional a las características de la misma, de la que su principal actuante es el viento.

La importancia de conocer las características de estos fenómenos responde a la necesidad de tener parámetros que ayuden a identificar el grado de riesgo que puede existir para las obras que puedan proyectarse en la región costera, las cuales en un mal diseño pueden ser consecuencia de daño y/o pérdidas materiales e incluso humanas, parciales o totales.

El cálculo de la marea de tormenta para el sitio de estudio es importante, ya que se encuentra en un área expuesta al paso de los huracanes.

Las tormentas tropicales además de generar oleaje de grandes dimensiones, provocan variaciones extraordinarias del nivel del mar causadas por presiones barométricas bajas y vientos de fuerte intensidad asociados a los centros ciclónicos.

El cálculo de la sobreelevación producida por estos fenómenos atmosféricos se obtiene mediante la aplicación del método propuesto por Horikawa que toman en cuenta el gradiente de presiones y la intensidad del viento huracanado.

$$S = a\Delta P + b(Umax)2 \cos \theta$$

Donde:

S = sobre elevación

ΔP = Gradiente de presiones

Vmáx = Velocidad máxima del viento

θ = Angulo entre el viento máximo y el viento óptimo para producir la máxima anomalía

b = L/h

L = Longitud de la Bahía en km

h = Profundidad media de la costa en m.

a = 0.99 (Cuando las variaciones de presión son muy lentas)

Tabla II.16 Sobreelevación por tormenta

SOBREELEVACION DEL NIVEL DEL MAR POR VIENTO MAS PRESION ATMOSFERICA
HORIKAWA

DEL VIENTO SON MUY LENTAS) a= 0.9900

HURACAN	FECHA	Po (mb)	Pn (mb)	AP (mb)	L (m)	L (Km)	θ grad	θ rad	h (m)	b (Km/m)	Vmax. mph	Vmax. (Km/hr)	Vmax2	COS(θ)	S (cm)	S (m)
1	19-jun-50	980.0	1013	33	1250	1.25	77.45	1.35	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.22	58.08	0.58
2	04-jul-50	985.0	1013	28		1.25	54.54	0.95	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.58	95.08	0.95
7	13-sep-51	990.0	1013	23		1.25	59.43	1.04	10	0.0060	51.75	83.28	6,935.77	0.51	44.23	0.44
3	16-sep-53	980.0	1013	33		1.25	65.79	1.15	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.41	80.37	0.80
11	20-oct-57	980.0	1013	33		1.25	72.00	1.26	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.31	68.69	0.69
12	22-oct-57	960.0	1013	53		1.25	42.63	0.74	10	0.0060	51.75	83.28	6,935.77	0.74	83.38	0.83
11	03-oct-58	985.0	1013	28		1.25	63.90	1.12	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.44	78.87	0.79
1	11-jun-59	1000.0	1013	13		1.25	71.45	1.25	10	0.0060	51.75	83.28	6,935.77	0.32	26.41	0.26
10	09-sep-59	980.0	1013	33		1.25	89.88	1.57	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.00	33.22	0.33
DIANA	19-ago-60	987.0	1013	26		1.25	76.36	1.33	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.24	53.31	0.53
HYACINTH	22-oct-60	990.0	1013	23		1.25	81.37	1.42	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.15	40.41	0.40
VALERIA	25-jun-62	989.0	1013	24		1.25	87.88	1.53	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.04	28.33	0.28
DOREEN	13-oct-62	990.0	1013	23		1.25	57.14	1.00	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.54	85.79	0.86
LILLIAN	28-sep-63	1000.0	1013	13		1.25	85.74	1.50	10	0.0060	51.75	83.28	6,935.77	0.07	16.26	0.16
MONA	18-oct-63	980.0	1013	33		1.25	78.93	1.38	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.19	55.15	0.55
NATALIE	06-jul-64	1000.0	1013	13		1.25	85.62	1.49	10	0.0060	51.75	83.28	6,935.77	0.08	16.34	0.16
NAOMI	12-sep-68	985.0	1013	28		1.25	83.61	1.46	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.11	40.88	0.41
JENNIFER	11-oct-69	1005.0	1013	8		1.25	66.90	1.17	10	0.0060	74.75	120.30	14,470.93	0.39	42.28	0.42
EILEEN	29-jun-70	1010.0	1013	3		1.25	88.81	1.55	10	0.0060	46.00	74.03	5,480.12	0.02	3.95	0.04
NANETTE	07-sep-71	990.0	1013	23		1.25	56.43	0.98	10	0.0060	97.75	157.31	24,746.15	0.55	105.16	1.05
PRISCILLA	12-oct-71	980.0	1013	33		1.25	43.72	0.76	10	0.0060	80.50	129.55	16,782.85	0.72	105.75	1.06
JENNIFER	26-sep-73	1010.0	1013	3		1.25	63.84	1.11	10	0.0060	28.75	46.27	2,140.67	0.44	8.93	0.09
ORLENE	23-sep-74	1005.0	1013	8		1.25	89.70	1.57	10	0.0060	63.25	101.79	10,360.84	0.01	8.54	0.09
OLIVIA	25-oct-75	980.0	1013	33		1.25	38.35	0.67	10	0.0060	109.25	175.82	30,911.27	0.78	178.41	1.78
LIZA	30-oct-76	948.0	1013	65		1.25	85.88	1.50	10	0.0060	138.00	222.08	49,321.04	0.07	85.92	0.86
NORMA	12-oct-81	980.0	1013	33		1.25	48.98	0.85	10	0.0060	103.50	166.56	27,743.08	0.66	142.21	1.42
OTIS	29-oct-81	1010.0	1013	3		1.25	77.49	1.35	10	0.0060	51.75	83.28	6,935.77	0.22	12.28	0.12
ADOLPH	28-may-83	1010.0	1013	3		1.25	86.58	1.51	10	0.0060	40.25	64.77	4,195.71	0.06	4.77	0.05
NEWTON	22-sep-86	990.0	1013	23		1.25	75.32	1.31	10	0.0060	74.75	120.30	14,470.93	0.25	45.07	0.45
ROSLYN	22-oct-86	990.0	1013	23		1.25	48.53	0.85	10	0.0060	74.75	120.30	14,470.93	0.66	80.57	0.81
EUGENE	26-jul-87	1005.0	1013	8		1.25	87.46	1.53	10	0.0060	34.50	55.52	3,082.56	0.04	9.04	0.09
DOUGLAS	23-jun-90	1002.0	1013	11		1.25	32.37	0.56	10	0.0060	40.25	64.77	4,195.71	0.84	32.45	0.32
VIRGIL	05-oct-92	1012.0	1013	1		1.25	28.62	0.50	10	0.0060	23.00	37.01	1,370.03	0.88	8.50	0.09
CALVIN	08-jul-93	997.0	1013	16		1.25	71.28	1.24	10	0.0060	57.50	92.53	8,562.68	0.32	32.63	0.33
LIDIA	13-sep-93	975.0	1013	38		1.25	73.03	1.27	10	0.0060	97.75	157.31	24,746.15	0.29	81.26	0.81
ROSA	14-oct-94	974.0	1013	39		1.25	51.83	0.90	10	0.0060	103.50	166.56	27,743.08	0.62	141.77	1.42
GIL	20-sep-10	1001.0	1013	12		1.25	3.00	0.05	10	0.0060	40.25	64.77	4,195.71	1.00	37.32	0.37
GIL	21-sep-10	1000.0	1013	13		1.25	16.00	0.28	10	0.0060	34.50	55.52	3,082.56	0.96	30.65	0.31
FRANK	28-ago-10	1005.0	1013	8		1.25	6.00	0.10	10	0.0060	40.25	64.77	4,195.71	0.99	33.25	0.33
FRANK	28-ago-10	1005.0	1013	8		1.25	3.00	0.05	10	0.0060	34.50	55.52	3,082.56	1.00	26.39	0.26
DORA	23-jul-11	994.0	1013	19		1.25	7.00	0.12	10	0.0060	57.50	92.53	8,562.68	0.99	70.10	0.70
ILEANA	20-sep-12	978.0	1013	35		1.25	10.00	0.17	10	0.0060	86.25	138.80	19,266.03	0.98	148.79	1.49
ILEANA	20-sep-12	981.0	1013	32		1.25	6.00	0.10	10	0.0060	80.50	129.55	16,782.85	0.99	132.12	1.32
BUD	26-may-12	1007.0	1013	6		1.25	17.00	0.30	10	0.0060	28.75	46.27	2,140.67	0.96	18.52	0.19
MANUEL	16-sep-13	1003.0	1013	10		1.25	1.00	0.02	10	0.0060	28.75	46.27	2,140.67	1.00	23.04	0.23
LORENA	06-sep-13	1003.0	1013	10		1.25	0.50	0.01	10	0.0060	46.00	74.03	5,480.12	1.00	43.08	0.43
ERICK	08-jul-13	998.0	1013	15		1.25	1.00	0.02	10	0.0060	51.75	83.28	6,935.77	1.00	56.76	0.57
ERICK	08-jul-13	996.0	1013	17		1.25	7.00	0.12	10	0.0060	57.50	92.53	8,562.68	0.99	67.82	0.68
IVO	24-ago-13	997.0	1013	16		1.25	8.00	0.14	10	0.0060	46.00	74.03	5,480.12	0.99	48.40	0.48
IVO	24-ago-13	997.0	1013	16		1.25	1.00	0.02	10	0.0060	46.00	74.03	5,480.12	1.00	48.72	0.49
VANCE	05-nov-14	997.0	1013	16		1.25	1.00	0.02	10	0.0060	46.00	74.03	5,480.12	1.00	48.72	0.49
VANCE	05-nov-14	997.0	1013	16		1.25	1.00	0.02	10	0.0060	46.00	74.03	5,480.12	1.00	48.72	0.49
HENRIETTE		981.0	1013	32		1.25	2.00	0.03	10	0.0060	16.60	27.46	754.15	1.00	36.50	0.36
ISMAEL		983.0	1013	30		1.25	7.00	0.12	10	0.0060	17.65	29.19	851.94	0.99	35.07	0.35
HERNAN		998.0	1013	15		1.25	12.00	0.21	10	0.0060	11.56	19.12	365.70	0.98	17.29	0.17
MADELINE		983.0	1013	30		1.25	3.00	0.05	10	0.0060	15.92	26.32	692.95	1.00	34.15	0.34
GREG		997.0	1013	16		1.25	5.00	0.09	10	0.0060	12.50	20.67	427.18	1.00	18.69	0.19
NORMAN		1005.0	1013	8		1.25	22.00	0.38	10	0.0060	8.72	14.43	208.25	0.93	9.38	0.09
KENNA		939.0	1013	74		1.25	12.00	0.21	10	0.0060	27.12	44.86	2,012.39	0.98	85.37	0.85
NORA		1004.0	1013	9		1.25	5.00	0.09	10	0.0060	10.29	17.02	289.53	1.00	10.94	0.11
JAVIER		960.0	1013	53		1.25	7.00	0.12	10	0.0060	22.06	36.48	1,330.89	0.99	60.69	0.61
HILARY		970.0	1013	43		1.25	8.00	0.14	10	0.0060	21.14	34.97	1,222.74	0.99	50.13	0.50
														Máximo valor =		1.78
														Mínimo valor =		0.04

La sobre elevación máxima producida por tormentas es de 1.78 m. y la mínima de 0.04 m

Asimismo, se han calculado la sobreelevación para diferentes periodos de retorno, como se muestra en la Tabla II.17.

Tabla II.17 Sobreelevación por tormenta para diferentes periodos de retorno

PERIDO DE RETONO & SOBRE ELEVACION		
Tr	y	S
(años)	ln (Tr-0.5)	(m)
5	1.50	0.16
10	2.25	0.39
15	2.67	0.51
20	2.97	0.61
30	3.38	0.73
50	3.90	0.89
100	4.60	1.10
200	5.30	1.31
500	6.21	1.59

La sobreelevación de tormenta para un periodo de 50 años es de 0.89 m.

Como se observa en la extrapolación de los niveles de marea registrados, el 99% se presentan cotas menores a 1.36 m. asimismo el nivel de pleamar media superior es de 0.988

Por otro lado, en caso de que se presente la sobreelevación por tormenta para un periodo de retorno de 50 años de 0.89, la cota máxima sería de 1.878 m; la máxima registrada en un periodo de 20 años es de 2.79 m. que probablemente se presentó con un evento extraordinario dentro del periodo de observación.

II.4 Vientos

El estudio del viento es una de las variables fundamentales que intervienen en el diseño de las obras marítimas cercanas a la costa por ser el principal generador del oleaje. Su efecto sobre la costa es permanente y generador de mareas, así como causa fuerzas sobre las estructuras.

La importancia del estudio de los vientos para el diseño de obras marítimas es vital para la correcta ubicación de las obras, así como para fines de navegación y aproximación de las embarcaciones que harán uso de esas obras.

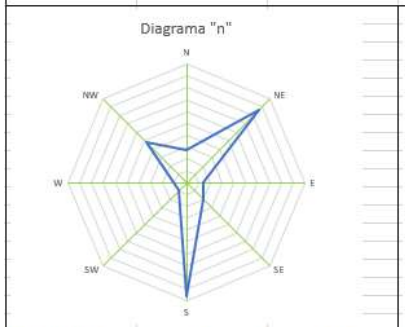
La fuente de información consultada es el Servicio Meteorológico Nacional, Estación Climatológica Rio Tomatlán Registros de vientos 2013-2022.

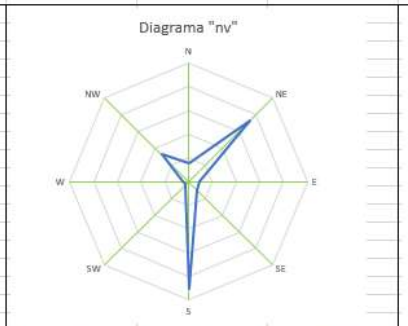
A partir de la información estadística analizada se ha integrado un régimen anual contemplando el periodo 2013-2022, el cual se presenta en la Figura II.18.

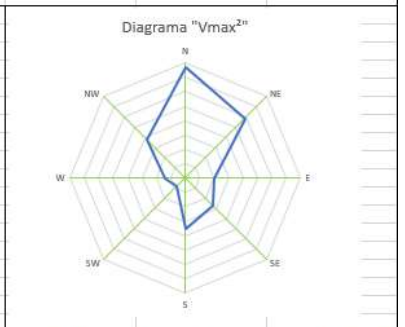
En los datos del SMN, se observa que el viento reinante proviene de la dirección Sur el viento dominante proviene de la dirección Norte

REGIMEN ANUAL DE VIENTOS

PERIODO AÑO 2013 - AÑO 2022







DIR/VAR	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
FREC "n"	21829	69727	11451	15807	76765	7040	8787	37936
Vmed	3.44	5.23	4.23	3.12	5.90	2.37	2.74	4.27
"nv"	75148.80158	364875.3	48493.8	49291.9	452919.8	16704.2	24093.4	161903.6
"Vmax²"	3856.41	2916	1011.24	1354.24	1747.24	432.64	702.25	1900.96

Figura II.18. Régimen Anual de Vientos, Periodo 2013 - 2022

III. Modelo de Propagación y transformación del oleaje.

El oleaje en su trayecto de aguas profundas a aguas poco profundas se ve influenciado por diversos factores, como lo es el fondo marino u obstáculos que se encuentre en su trayecto; el límite de aguas profundas es determinado de acuerdo con la relación de profundidad (d) y longitud (L), determinando el límite de aguas profundas como:

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{L}} = \frac{1}{2}$$

Cuando la relación de d/L es superior a 0.5, el estado de la ola se ubica en aguas profundas, y en caso contrario, cuando la relación de d/L es menor a 0.5, el tren de olas está en la región de aguas poco profundas.

La diferencia que existe entre estas dos regiones está relacionada con la teoría lineal de oleaje, donde la longitud de ola se determina de acuerdo con la expresión:

$$\mathrm{L} = \frac{\mathrm{gT}^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi \mathrm{d}}{\mathrm{L}}\right)$$

Donde L (longitud de ola) es función de los parámetros T y d (Periodo de ola y profundidad, desde el nivel de la superficie libre al fondo marino, respectivamente), cuando la expresión d/L es superior a 0.5, el parámetro $\tanh\left(\frac{2\pi \mathrm{d}}{\mathrm{L}}\right)$ tiende a 1, por lo que la expresión de longitud de ola se puede escribir como:

$$\mathrm{L} = \frac{\mathrm{gT}^2}{2\pi}$$

Como el parámetro T (periodo) se considera constante en todo el trayecto de la ola desde la región de aguas profundas, hasta su arribo a la línea de playa, la ecuación de longitud de ola es vulnerable al parámetro de la profundidad d, siendo este último parámetro quien determina el valor de L, el cual es directamente proporcional al valor de d, es decir, que cuando d presenta valores menores, de igual forma, la longitud de ola L se ve reducida, lo que visualmente representa que el frente de olas adopte la configuración de formación paralela a la línea de costa conforme se va acercando en su trayecto de aguas profundas, a la playa.

De acuerdo con las ecuaciones anteriores, el límite de aguas profundas se determina cuando la profundidad es igual a la mitad de la longitud de ola, en la siguiente tabla se muestra la relación de longitud y límite de aguas profundas para diferentes periodos identificados en la base de datos (Tabla III.1 y Figura III.1).

Tabla III.1 Relación de Longitud de ola y límite de aguas profunda por periodo de ola.

Tp (s)	L (m)	d (m)
3	14.05	7.03
5	39.03	19.52
10	156.13	78.07
12	224.83	112.41
14	306.02	153.01
16	399.70	199.85
18	505.86	252.93
20	624.52	312.26
22	755.67	377.84
24	899.31	449.66
26	1055.45	527.72

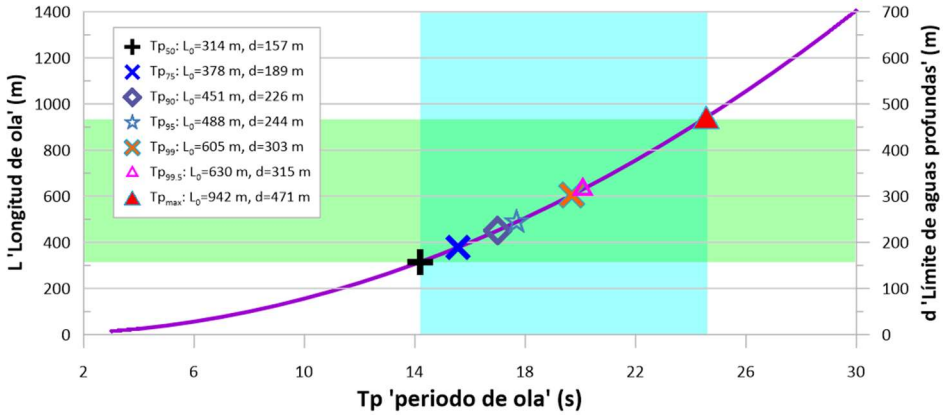


Figura III.1. Correlación entre el periodo de ola (Tp) y, la Longitud (L_0) y profundidad límite de aguas profundas (d)

Con base en el periodo, se puede estimar la longitud de ola (L_0) y el límite de aguas profundas (d), en el gráfico anterior, el eje de las abscisas (x) muestra el periodo de ola (en segundos), la zona sombreada en azul representa el rango de periodos estimados entre el percentil 50 (Tp (50%)) y el máximo período registrado (24.6 s); en el eje de las ordenadas (y), a la izquierda se proyecta la escala de longitud de ola en aguas profundas (L_0) y a la derecha la escala correspondiente al límite de aguas profundas (d) ambas escalas en metros, resaltando los rangos (en una tonalidad verde) que se asocian a los periodos significantes a la estadística de oleaje en el sitio de estudio.

Con base en este análisis, se determina que, el límite de aguas profundas se precisa entre los 157 y 315 m estimados para los percentiles del periodo de ola (Tp) 50 % y 99.5 %.

Otro de los efectos que sufre un tren de olas durante su trayecto es la difracción, la cual es un efecto que sufre el oleaje al encontrarse con un obstáculo que interrumpe su trayectoria y que por consecuencia modifica las condiciones en que se desplaza, generando una dispersión y curvado aparente del frente de olas, la difracción es un fenómeno de interferencia que requiere de la superposición de ondas coherentes entre sí.

Para determinar la magnitud de mitigación que sufre la altura de ola (refracción y difracción), se emplea el modelo numérico Delft3D-WAVE que, utiliza el módulo Simulation of short-crested waves with SWAN que integra una serie de procedimientos numéricos que permiten implementar la metodología de estudio y diseño de la actuación del oleaje actuaciones en el litoral.

Modelo Delft3D-WAVE con SWAN

El modelo SWAN de tercera generación puede ser empelado en la simulación de la evolución de olas de cresta corta generadas por viento en estuarios, entradas de mareas, lagos, etc., SWAN, es el acrónimo de (Simulating WAves Nearshore).

El modelo SWAN es el sucesor del modelo estacionario HISWA de segunda generación. El modelo SWAN tiene una serie de ventajas, las principales características de SWAN respecto a la física y la numérica son:

- *La física en SWAN está explícitamente representada con formulaciones de vanguardia*
- *El modelo SWAN es completamente espectral en frecuencias y direcciones (0◦ – 360◦)*
- *Los cálculos de onda son incondicionalmente estables debido a los esquemas totalmente implícitos que se han implementado*
- *La cuadrícula computacional en SWAN no tiene que estar orientada en la dirección de onda media, por lo que la cuadrícula puede manejar todas las direcciones de onda.*

Otros aspectos, que pueden ser importantes en aplicaciones prácticas del módulo Delft3D-WAVE, son:

- *SWAN puede realizar cálculos en una cuadrícula curvilínea (si el módulo FLOW de Delft3D usa esta cuadrícula, el acoplamiento entre SWAN y FLOW es perfecto).*
- *Las fuerzas de onda también se pueden calcular en el gradiente del tensor de tensión de radiación (en lugar de en la tasa de disipación como en el modelo HISWA).*
- *La salida se puede generar en términos de espectros de onda unidimensional y bidimensional.*

El modelo SWAN se basa en la ecuación de equilibrio de acción espectral discreta y es completamente espectral (en todas las direcciones y frecuencias). Esto último implica que se pueden acomodar campos de ondas aleatorias de cresta corta que se propagan simultáneamente desde direcciones muy diferentes (por ejemplo, un mar de viento con oleaje superpuesto). SWAN calcula la evolución de ondas aleatorias de cresta corta en regiones costeras con corrientes profundas, intermedias y poco profundas y corrientes ambientales. El modelo SWAN tiene en cuenta la propagación (refractiva) debido a la corriente y la profundidad y representa los procesos de generación de olas por el viento, la disipación debido a la capa blanca, la fricción del fondo y la ruptura de las olas inducida por la profundidad y las interacciones no lineales de onda-onda (cuadrúpedos y tríadas) explícitamente con formulaciones de vanguardia. El bloqueo de ondas por corrientes también se representa explícitamente en el modelo.

Para evitar un tiempo de cómputo excesivo y lograr un modelo robusto en aplicaciones prácticas, se han aplicado esquemas de propagación totalmente implícitos. El modelo SWAN ha sido validado y verificado con éxito en varios casos de laboratorio y (complejos) de campo

El modelo SWAN fue desarrollado en la Delft University of Technology (Países Bajos). Se especifica como el nuevo estándar para el modelado de olas cercanas a la costa y los estudios de protección costera. Por lo tanto, Deltares está integrando el modelo SWAN en el conjunto de modelos Delft3D.

El modelo SWAN de Delft3D-WAVE se puede utilizar para proyectos relacionados con el desarrollo y la gestión costera y para el diseño de instalaciones portuarias y en alta mar. También se puede usar como un modelo de onda posterior. Las áreas típicas para la aplicación del modelo SWAN pueden variar hasta más de 50 km × 50 km. En general, el modelo se puede aplicar en las siguientes áreas:

- *Estuarios*
- *entradas de marea*
- *lagos*
- *islas de barrera con llanuras de marea*
- *canales*
- *regiones costeras*

El modelo SWAN representa la siguiente física:

- *refracción de onda sobre un fondo de profundidad variable y / o una corriente ambiental que varía espacialmente*
- *profundidad y bajío inducido por corriente*
- *generación de olas por viento*
- *disipación por ruptura inducida por la profundidad*
- *disipación debido a la fricción del fondo (tres formulaciones diferentes)*
- *interacciones onda-onda no lineales (tanto cuádruples como tríadas)*
- *bloqueo de onda por flujo*
- *transmisión a través, bloqueo o reflexión contra obstáculos*
- *difracción*

Batimetría

Bahía de Banderas tiene una batimetría que se profundiza hacia el centro de la misma bahía, con una pendiente considerablemente más suave en la región norte que en la región sur, la región central de la bahía (zona este), muestra la transición entre la región norte y sur.

Un cañón profundo en la zona centro-sur de la bahía es el rasgo fundamental de esta bahía. Este cañón tiene su cabeza entre los 3 y 4 km desde la desembocadura del río Ameca hacia el mar; y en menos de cinco kilómetros alcanza una profundidad de 500 m; de allí hasta la parte exterior de la bahía presenta un fondo de poca pendiente.

La pared sur del cañón es abrupta, por lo que la costa entre Puerto Vallarta y Cabo Corrientes es de pendiente fuerte (10 %), con la presencia de algunas playas arenosas hacia Puerto Vallarta. Hacia el norte del cañón la pendiente es moderada (≈0.03), con la presencia regular de playas desde Puerto Vallarta, Jalisco, hasta Punta Mita, Nayarit (Figura I2).

La presencia de las islas Las Tres Marietas y la Roca de la Corveteña, al norte de la Bahía y al exterior de ésta, ofrecen bajos que dan protección a la bahía, entre Punta Mita y Bucerías, más allá de la boca de la bahía, al sur, en dirección al mar, la profundidad llega a los 2000 m.

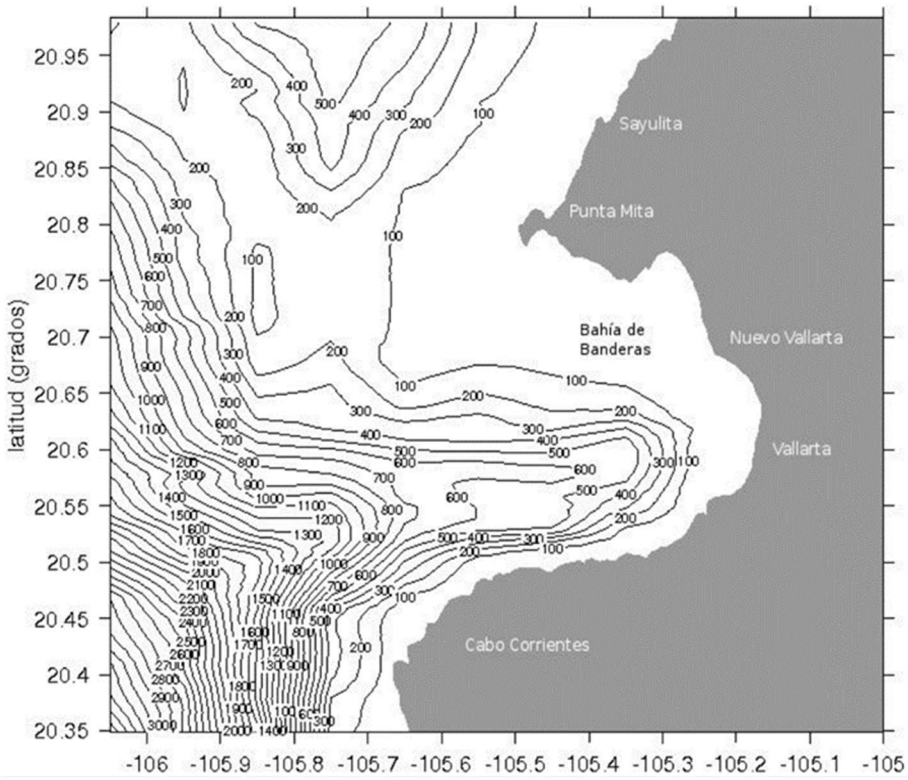


Figura III.2. Batimetría de la Bahía de Banderas, Jalisco y Nayarit, (FONDO SECTORIAL CONACYT-SECTUR, PROYECTO Clave: 165452)

Para obtener la información batimétrica del sitio de estudio, se realizó un levantamiento *in situ* en la región local (Figura II), y se complementa con información existente en el sitio, para lo que se consultó la información que edita la Secretaría de Marina (SEMAR) y otras fuentes de acceso digital como The General bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO), estas instituciones mantiene un monitoreo constante del relieve submarino, de la SEMAR se adquirió la Carta SM 421.6 (Figura III.4 y Figura II5) que muestran el frente marítimo de la región de estudio, alcanzando la cota -500.

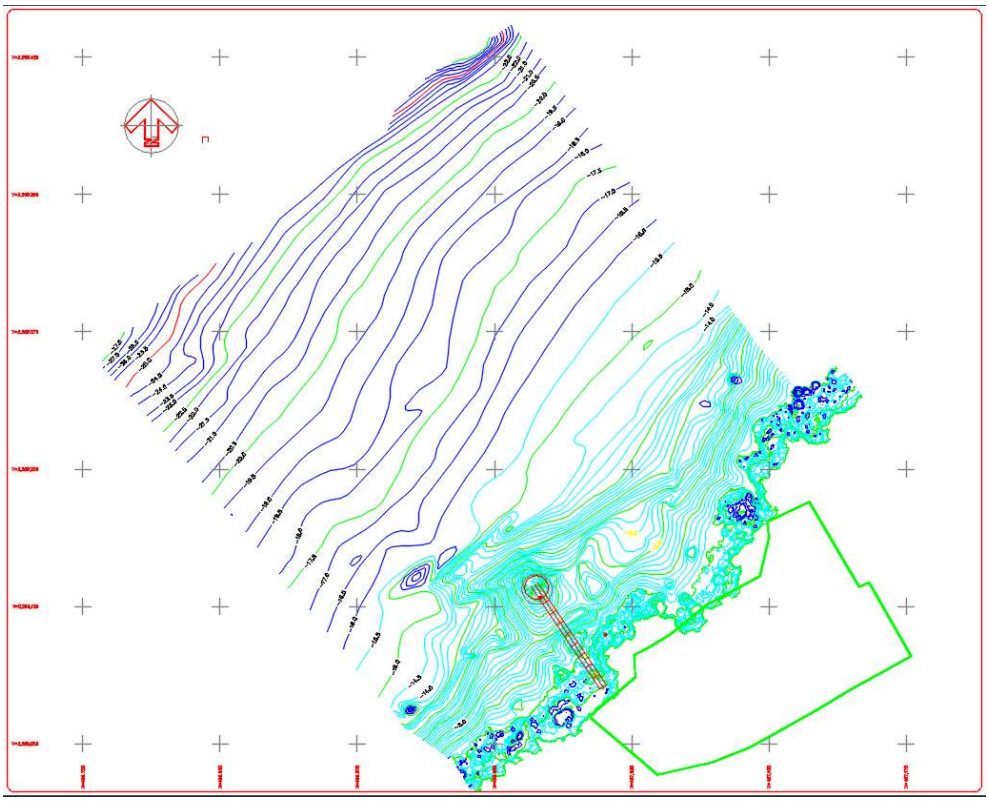


Figura III.3 Trabajos batimétricos de campo, curvas batimétricas en el frente de la zona de estudio.

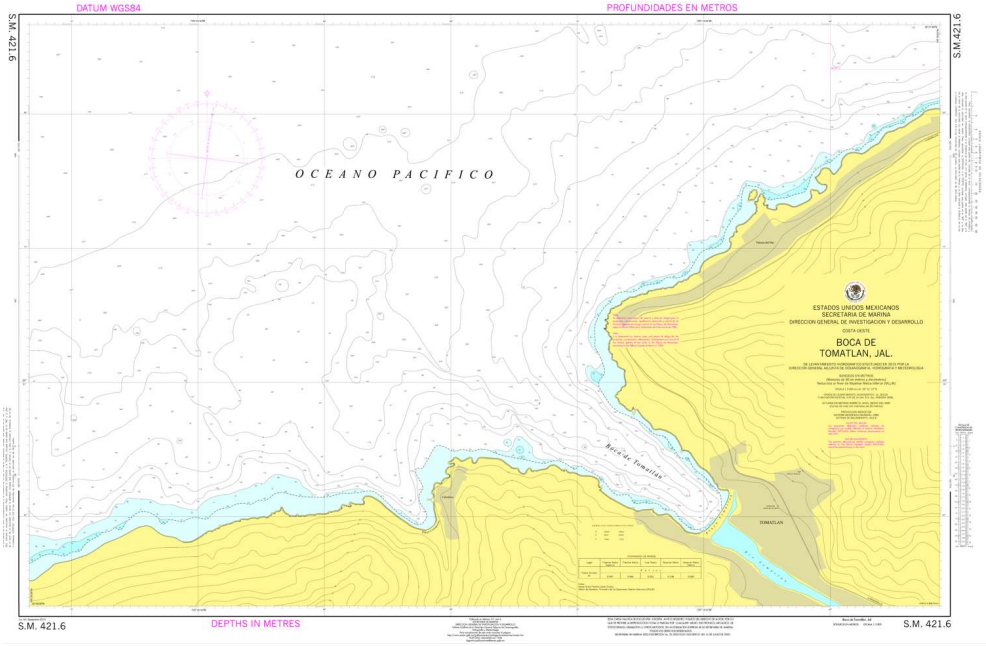


Figura III.4. Portulano SM 421.6, Boca de Tomatlán, Jal. (esc. 1:3,000).

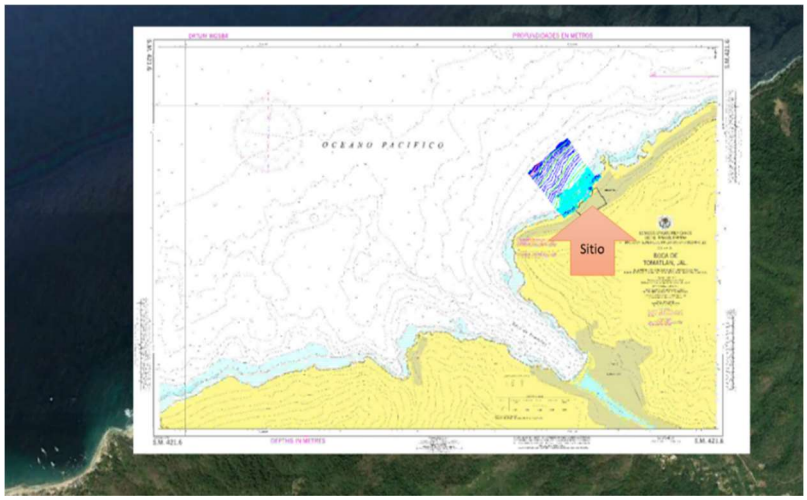


Figura III.5 Carta náutica SM 421.6 y levantamiento batimétrico in situ en la zona de estudio.

Una composición de las fuentes mencionadas permite construir un Modelo Digital de Elevación (DEM) la cual fue manipulada para generar las curvas de nivel (batimétricas) de la zona de estudio y adyacente, alcanzando profundidades de hasta 500 m.

Las características batimétricas en la zona de estudio muestran fuerte pendiente, lo que produce que el oleaje no pierda tanta energía en su trayecto de aguas profundas a la línea de costa, en la Figura III.6, se muestra la vectorización realizada para el área de estudio, la batimetría del sitio, fue discretizada en puntos con elevaciones precisas de acuerdo a la información con que se cuenta y, procesada para interpolar valores de elevación que permitan tener una malla de información más completa ($\Delta x = \Delta y = 5.0\ m$), en la figura III.7, se presenta un detalle (en 3D) de la zona de estudio, las elevaciones en la región continental no son de gran interés, las cotas en la región continental superiores a 5 m son tratadas como zonas secas, por lo que las elevaciones positivas son limitadas a la cota +5.0. las imágenes se asocian a una escala de colores para apreciar sus niveles.

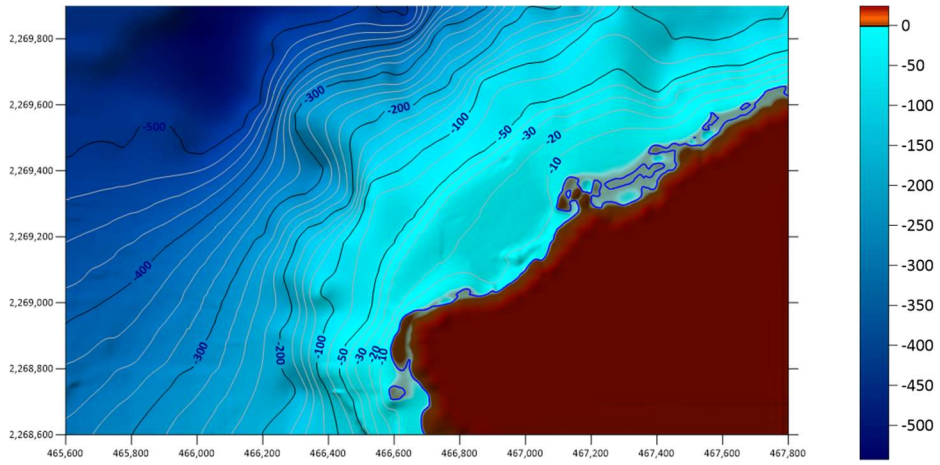


Figura III.6. Discretización de la Batimetría macro de la zona de estudio, sur Bahía de Banderas, Jal.

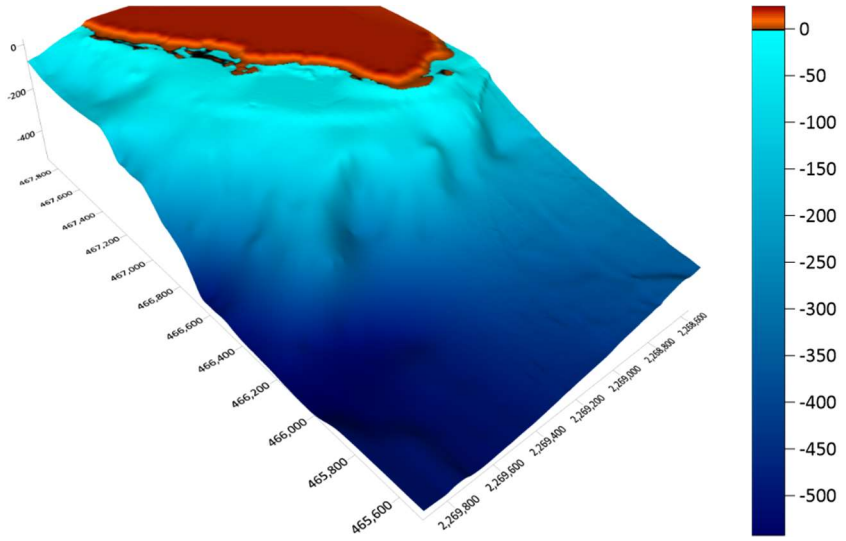


Figura III.7 Configuración batimétrica vectorizada, vista 3D, sur Bahía de Banderas, Jal.

Malla

El área de trabajo sugiere realizar una malla pequeña, ya que la pendiente del fondo marino es fuerte, alcanzando la zona de aguas profundas a corta distancia, para optimizar las características de oleaje en la propagación, se ha implementado una malla que se afina en la región de interés (pasarela), esto permite optimizar el proceso de cálculo, mantener las características del oleaje y mostrar un mejor detalle en la zona de estudio, en la Figura III.8 se muestra el arreglo de la malla creada para ejecutar las simulaciones, la malla alcanza la cota -500 m, es una malla ortogonal que compone en un área de 901,239 m^2 (90.124 ha); en la región de aguas profundas y de menor interés las celdas alcanzan dimensiones de 18 x 20 m hasta las celdas en la zona de detalle que se precisan de 40.2 m^2 (≈6.5 x 6.2 m).

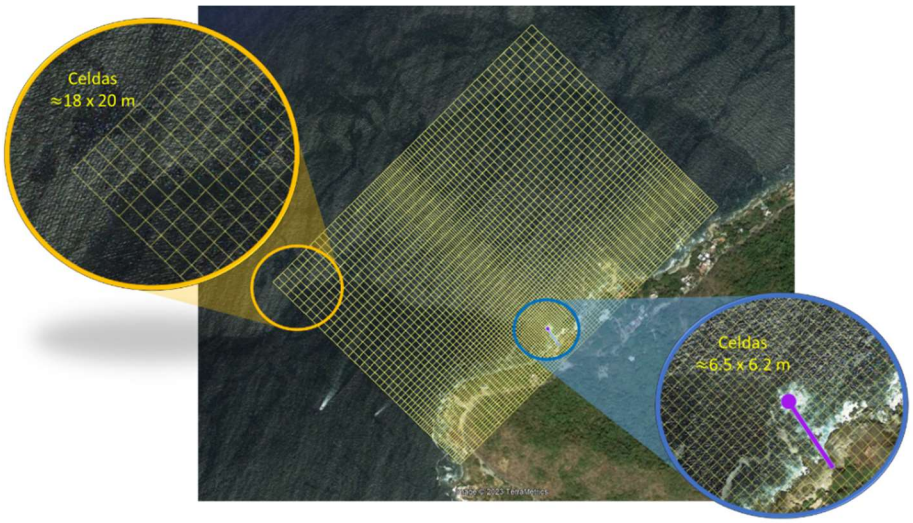


Figura III.8 Malla para la propagación de oleaje.

Este arreglo permite apreciar las alturas de ola y el decaimiento que estas sufren en el trayecto desde la región profunda hasta la zona de estudio, analizando para cada dirección el coeficiente de decaimiento producido por refracción y difracción de manera conjunta.

Escenarios

Los escenarios pretenden mostrar las condiciones ordinarias características, con base en la estimación del oleaje característico y, a las direcciones incidentes, se generan los escenarios que se muestran en la Tabla III.2.

Tabla III.2 Escenarios de simulación del oleaje en la región de Bahía de Banderas, Jal.

Dirección	(%)	valores 50 %		valores 75 %	
		H_{50}	T_{50}	H_{75}	T_{75}
W	5.65	1.29	13.61	1.51	14.59
WNW	11.98	1.40	15.02	1.68	16.38
NW	0.35	1.29	7.45	1.57	15.84

La presentación de resultados se muestra con la siguiente estructura.



Puntos de control

Para monitorear los resultados se fijaron 11 puntos de control (puntos de observación), donde se almacenaron los valores de la elevación de la ola, el área de simulación (malla) se dividió en 3 secciones, la primera para aguas profundas (3 puntos de control), la segunda para aguas intermedias (3 puntos de control) y, la tercera para aguas someras (5 puntos de control), en esta última se ubica el proyecto de la pasarela.

Para su identificación se empleó una nomenclatura basada en la sección y posición (Figura II):

- *La sección de aguas profundas (Off Shore 'OS'), antepone la nomenclatura OS y la posición tomando de referencia la ubicación de la pasarela, definiendo los puntos: OS-W, OS-NW y OS-N.*
- *La sección de aguas intermedias (middle shore 'MS'), emplea el mismo criterio descrito en el párrafo anterior, definiendo los puntos: MS-W, MS-NW y MS-N.*
- *En la región costera (aguas poco profundas), se antepone la abreviatura de On Shore 'OnS' a los puntos de control, dando una continuidad numérica en sentido de W → E, configurando los puntos: OnS-1, OnS-2, OnS-3, OnS-4, y OnS-5, puntos que se distribuyen en el cabezal de la pasarela, y zonas adyacentes.*

en la Figura III.9 se muestran la distribución descrita de los puntos de control para apreciar su ubicación en el sistema.

La ubicación precisa de cada punto de control se muestra en la Tabla III.3, en donde se presentan las coordenadas norte y este (x, y) en proyección UTM zona 13 del hemisferio Norte, Datum: WGS84.

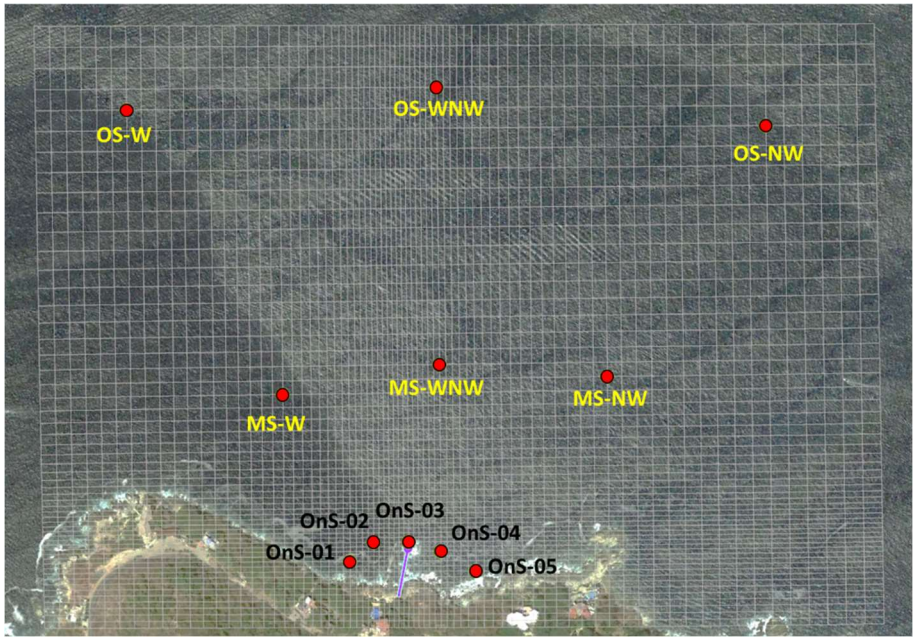


Figura III.9 Ubicación de puntos de control (observación) en el área de la pasarela (proyecto).

Tabla III.3 Coordenadas de puntos de control, modelo oleaje.

Punto	Clave	Este (x)	Norte (y)
1	OS-W	466,293.56	2,269,287
2	OS-NW	466,568.22	2,269,598
3	OS-N	466,918.34	2,269,870
4	MS-W	466,709.84	2,269,163
5	MS-NW	466,831.06	2,269,338
6	MS-N	467,002.63	2,269,484
7	OnS-1	466,930.78	2,269,068
8	OnS-2	466,935.25	2,269,108
9	OnS-3	466,968.31	2,269,141
10	OnS-4	467,007.66	2,269,163
11	OnS-5	467,059.81	2,269,177

III.1 Resultados del Modelo de Propagación del Oleaje

El fenómeno del oleaje define un proceso oscilatorio de corto periodo de la superficie libre del mar, de acuerdo con los escenarios simulados (6 escenarios, ver Tabla II); 2 escenarios (percentiles 50% y 75%) para cada dirección (W, WNW y NW) incidentes a la zona de estudio

Las alturas de olas para el percentil 50 % son muy homogéneas, variando entre 1.3 y 1.4 m, mientras que los periodos asociados muestran una amplia variación, desde 7.45 s (NW) hasta 15.0 s (WNW), para el percentil 75 %, las alturas de ola se muestran entre 1.51 (W) a 1.68 (WNW) metros con periodos homogéneos entre 14.56 y 16.38 segundos para las direcciones W y WNW respectivamente.

La frecuencia más alta se ostenta para la dirección incidente WNW (11.98 %), la dirección W con 5.65 % representaría una frecuencia media, y la más baja proviene de la dirección W con 0.35 % (un valor casi nulo), la dirección reinante en aguas profundas es SSW (52.9 %) con alturas de ola de $H_{0-50\%}$ = 1.36 m y $H_{0-7\ \%}$ = 1.57 m y periodos de $T_{p-50\%}$ = 14.3 s y $T_{P-75\%}$ = 15.6 s, valores muy similares a los de los escenarios construidos, el oleaje reinante a pesar de no incidir de manera frontal al sitio de estudio, si arribará al lugar, sin embargo, para que esto suceda, en su recorrido deberá modificar su dirección más de 110°, lo que obligará a perder gran cantidad de energía (y altura), reflejando alturas de ola de menor magnitud en referencia a las analizadas en este estudio.

Los resultados de este análisis se presentan en 2 formatos:

- *El primer formato presenta un mapa, en el que se puede apreciar la altura de la ola a partir de una escala de colores de 0.0 a 2.0 m para todos los escenarios.*
- *El segundo formato muestra como resumen los resultados de los puntos de control, se presenta a la altura de ola simulada, y la obtenida en cada punto de control, así como la estimación del coeficiente de refracción-difracción (Coef. R-D).*

En la descripción de resultados se categorizan 3 zonas para su interpretación y descripción, además de estar asociadas con las diferentes zonas en las que se colocaron puntos de control, ver Figura :

- *Zona On Shore (pasarela)*
- *Zona Middle Shore (zona media)*
- *Zona Off Shore (aguas profundas)*

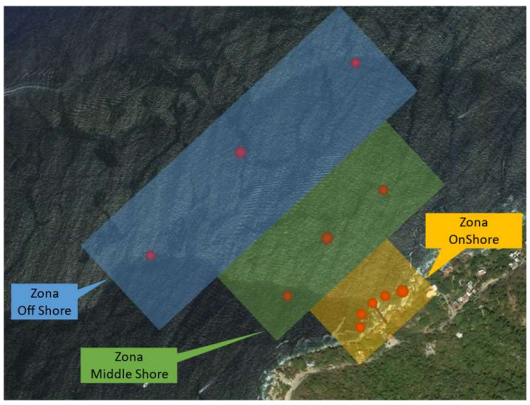


Figura III.10. Regionalización de los puntos de control.

Dirección oeste (W)

Como se describió en los escenarios, a partir de cada dirección se conformaron dos escenarios, una para los valores percentil 50 % de altura y periodo de ola, y otro para el percentil 75 %.

La información característica de los escenarios confirmados para la dirección W se presentan en la Tabla II, la frecuencia de esta dirección es de apenas 5.65 %.

Tabla III.4 Valores de ola para la dirección W, frecuencia 5.65 %, oleaje de percentiles 50 % y 75 %

Percentil	H0 (m)	Tp (s)
50%	1.29	13.61
75%	1.51	14.59

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Figura III.12 se muestran los mapas de alturas de ola para los dos escenarios de esta dirección W (percentil 50 % y 75 %)

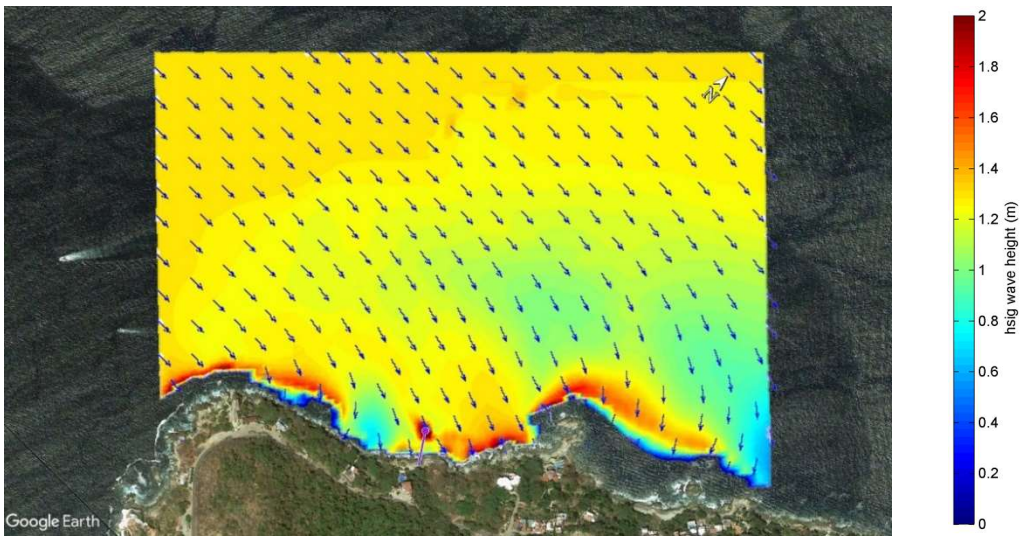


Figura III.28. Altura y dirección de ola, percentil 50 %, dirección W, H=1.3 m y, T= 13.6 s

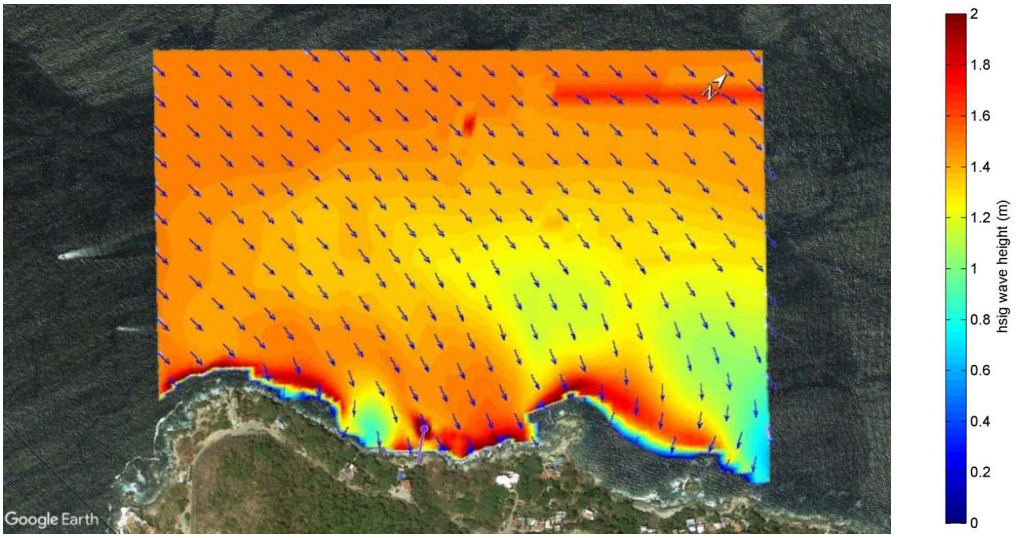


Figura III.12. Altura y dirección de ola, percentil 75 %, dirección W, H=1.5 m y, T= 14.6 s

Dada la escala del mapa de alturas de ola, no se aprecia de forma muy clara la posición de la pasarela, tanto la alienación de la pasarela como el cabezal, coinciden con una zona rocosa que emergen en el mismo eje, razón por la cual, se enmarca el cabezal, por un notable creciente de la altura de la ola, este efecto se presenta cuando el oleaje rompe, elevando de forma abrupta la altura, aunque en este proceso consume prácticamente toda la energía contenida, por lo que, inmediatamente después de la zona de rompiente, la altura de ola es considerablemente menor.

La perspectiva que nos ofrece el mapa de alturas de ola permite identificar el decremento del oleaje en su trayecto desde la zona de aguas profundas a la línea de

costa, sin embargo, la precisión de su lectura es baja considerando que se asocia a una escala de colores, por esta razón, para identificar valores precisos, se colocaron los puntos de control, de los que se extrae el valor numérico de la altura de oleaje (Tabla III.5).

Tabla III.5. Altura y coeficiente de R-D en puntos de control, dirección W

Punto de control	**Altura de ola *H* (m)**		**Coeficiente *R-D* (refracción-difracción)**	
Altura (H_0)	Perc 50% **1.29**	Perc 75% **1.51**	Perc 50%	Perc 75%
OS-W	1.31	1.48	1.01	0.99
OS-NW	1.31	1.48	1.01	0.99
OS-N	1.27	1.44	0.98	0.99
MS-W	1.23	1.42	0.95	0.99
MS-NW	1.16	1.33	0.90	0.93
MS-N	1.01	1.15	0.79	0.88
OnS-1	0.84	0.99	0.65	0.84
OnS-2	1.11	1.31	0.86	1.02
OnS-3	2.15	2.55	1.67	1.79
OnS-4	1.37	1.63	1.06	1.21
OnS-5	1.66	1.94	1.29	1.41

Como se describió en párrafos anteriores, la altura de ola en los puntos OnS-3, OnS-4 y OnS-5 es superior a la altura de ola en aguas profundas, esa condición se presenta por 2 factores, el primero es que los efectos de refracción son muy pobres derivado de la fuerte pendiente que tiene esta región costera; el segundo factor corresponde al rompimiento de la ola por el impacto abrupto que sufre con las rocas que emergen. El punto OnS-3 es en ambos escenarios el que muestra la ola y el coeficiente mayor.

Dirección oeste noroeste (WNW)

La información característica de los escenarios conformados para la dirección WNW se presentan en la

Tabla , la frecuencia de esta dirección es la más alta de acuerdo con las direcciones seleccionadas que inciden de forma frontal (11.98 %).

Tabla III.6 Valores de ola, dirección WNW, frecuencia 11.9 %, oleaje de percentiles 50 % y 75 %

Percentil	**H0 (m)**	**Tp (s)**
50%	1.40	15.02
75%	1.68	16.38

En la Figura III.13 y Figura III.144 se muestran los mapas de alturas de ola para los dos escenarios de esta dirección WNW (percentil 50 % y 75 %)

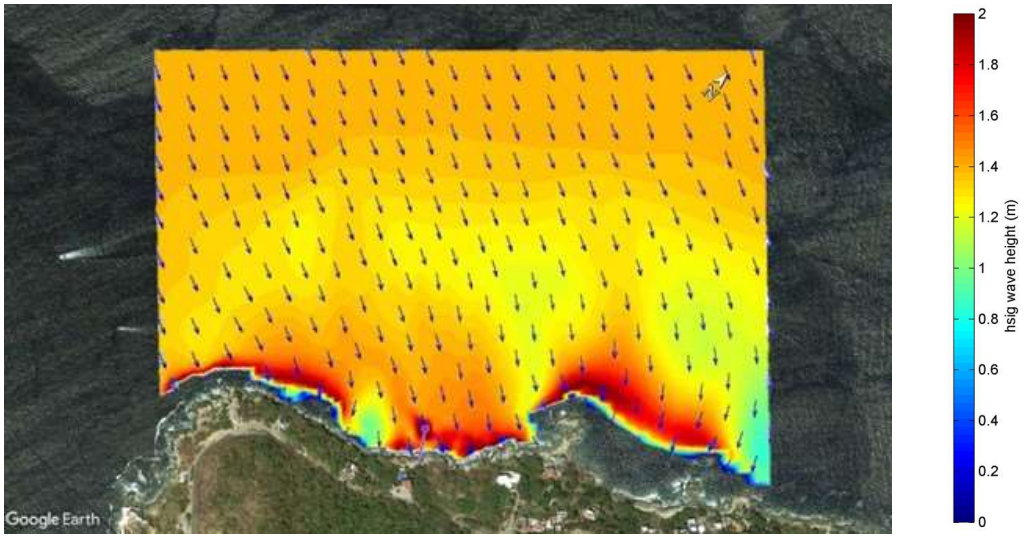


Figura III.13. Altura y dirección de ola, percentil 50 %, dirección WNW, H=1.4 m y, T= 15 s

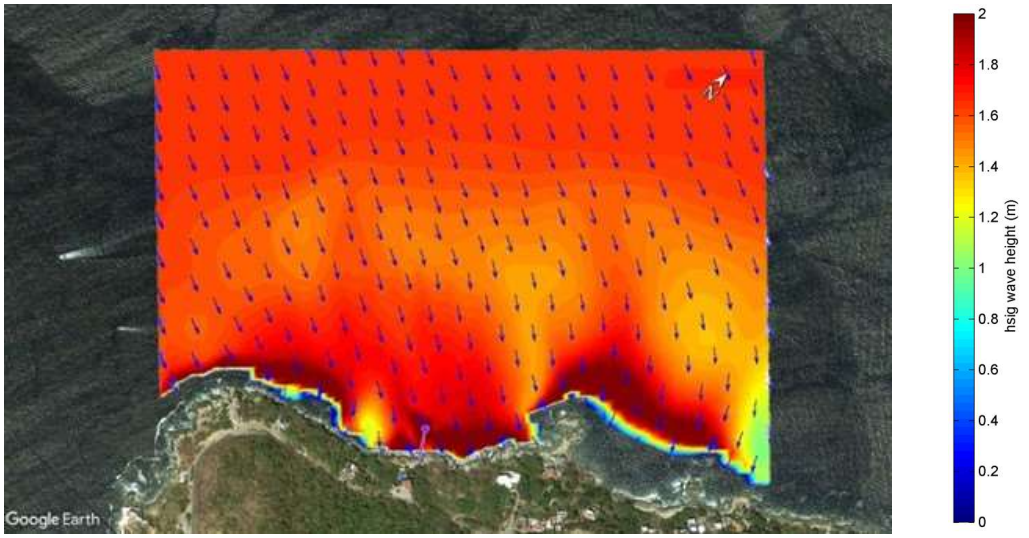


Figura III.14. Altura y dirección de ola, percentil 75 %, dirección WNW, H=1.68 m y, T= 16.4 s

Tabla III.7 Altura y coeficiente de R-D en puntos de control, dirección WNW

Punto de control	Altura de ola *H* (m)		Coeficiente *R-D* (refracción-difracción)	
Altura (H_0)	Perc 50% **1.40**	Perc 75% **1.68**	Perc 50%	Perc 75%
OS-W	1.39	1.65	0.99	0.98
OS-NW	1.38	1.64	0.99	0.98
OS-N	1.38	1.64	0.99	0.98
MS-W	1.38	1.68	0.99	1.00
MS-NW	1.31	1.58	0.93	0.94
MS-N	1.23	1.48	0.88	0.88
OnS-1	1.17	1.46	0.84	0.87
OnS-2	1.43	1.77	1.02	1.05
OnS-3	2.50	2.73	1.79	1.63
OnS-4	1.69	2.09	1.21	1.24
OnS-5	1.98	2.40	1.41	1.43

De estos resultados, también se observa como en los puntos finales (OnS-3, OnS-4 y OnS-5), y principalmente en el punto OnS-3, la altura de ola muestra un incremento abrupto.

Dirección noroeste (NW)

La información característica de los escenarios conformados para la dirección NW se presentan en la Tabla III.8, la frecuencia de esta dirección es casi (0.36 %) de acuerdo con las direcciones seleccionadas que inciden de forma frontal.

Tabla III.8 Valores de ola, dirección NW, frecuencia 0.36 %, oleaje de percentiles 50 % y 75 %

Percentil	H0 (m)	Tp (s)
50%	1.29	7.45
75%	1.57	15.84

En la Figura III.15 y Figura III.16 se muestran los mapas de alturas de ola para los dos escenarios de esta dirección W (percentil 50 % y 75 %)

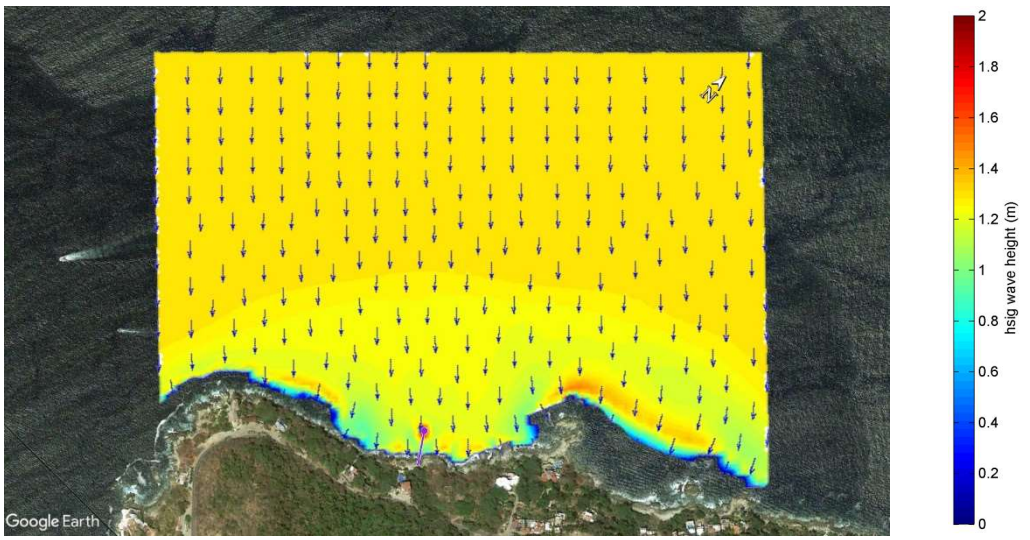


Figura III.15. Altura y dirección de ola, percentil 50 %, dirección NW, H=1.29 m y, T= 7.5 s

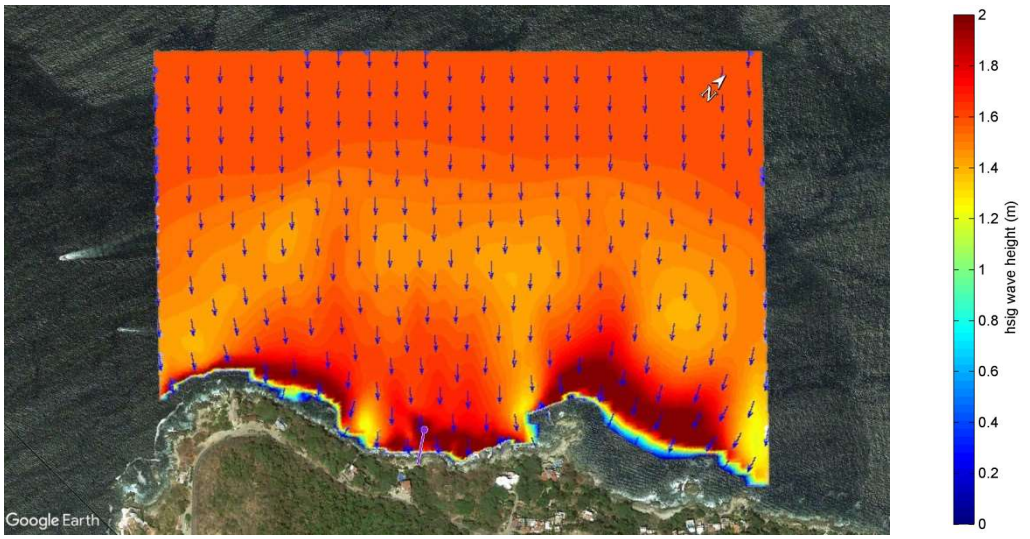


Figura III.16. Altura y dirección de ola, percentil 75 %, dirección NW, H=1.57 m y, T= 15.8 s

Tabla III.9. Altura y coeficiente de R-D en puntos de control, dirección NW

Punto de control	Altura de ola *H* (m)		Coeficiente *R-D* (refracción-difracción)	
Altura (H_0)	Perc 50% **1.29**	Perc 75% **1.57**	Perc 50%	Perc 75%
OS-W	1.31	1.58	1.01	1.01
OS-NW	1.31	1.58	1.01	1.01
OS-N	1.31	1.58	1.01	1.01
MS-W	1.24	1.61	0.96	1.03
MS-NW	1.25	1.52	0.97	0.97
MS-N	1.25	1.52	0.97	0.97
OnS-1	1.04	1.57	0.81	1.00
OnS-2	1.15	1.70	0.89	1.09
OnS-3	1.55	2.57	1.20	1.64
OnS-4	1.23	2.00	0.96	1.28
OnS-5	1.32	2.22	1.02	1.42

De estos resultados, también se observa como en los puntos finales (OnS-3, OnS-4 y OnS-5), y principalmente en el punto OnS-3, la altura de ola muestra un incremento abrupto.

Resumen.

El oleaje reinante en la zona de aguas profundas (dirección SSW, 52.9 %), aunque puede entrar de manera directa a la Bahía de Banderas, no incide de forma directa en la zona de estudio (ubicada en el litoral sur de la bahía), por lo que, las direcciones incidentes frontales al sitio de estudio son: W, WNW y NW, que representan en conjunto el 18 % de las olas de la base de datos (fuente: Wave Watch III).

Las direcciones incidentes de manera frontal (3 direcciones), fueron consideradas para crear los escenarios de simulación en dos valores (percentil 50 y 75%), conformando así 6 escenarios como se aprecia en la siguiente imagen.



Los valores de entrada de estos escenarios (características de ola en aguas profundas), son muy homogéneos respecto al oleaje global (que considera todas las direcciones), exceptuando el periodo de ola de la dirección NW que fue de 7.45 s para el percentil 50 %, aunque dada la frecuencia de presentación, los resultados pueden calificarse como muy homogéneos.

Valores representativos para identificar las características del oleaje en la región costera son: el coeficiente de refracción y el coeficiente de difracción; el modelo empleado (DELFT 3D), conjunta ambos efectos en la determinación de la altura de ola en cada nodo de la malla, con ello, el coeficiente de refracción-difracción, es el elemento que interesa identificar y que se presenta en la Tabla III.10, que muestra un resumen de este parámetro, además de ampliar una escala de colores para identificar las magnitudes más altas.

Tabla III.10 Altura y coeficiente de R-D en puntos de control.

Punto de control	H, percentil 50% (m)			H, percentil 75% (m)		
N	W	WNW	NW	W	WNW	NW
OS-W	1.01	0.99	1.01	0.98	0.98	1.01
OS-NW	1.01	0.99	1.01	0.98	0.98	1.01
OS-N	0.98	0.99	1.01	0.95	0.98	1.01
MS-W	0.95	0.99	0.96	0.94	1.00	1.03
MS-NW	0.90	0.93	0.97	0.88	0.94	0.97
MS-N	0.79	0.88	0.97	0.76	0.88	0.97
OnS-1	0.65	0.84	0.81	0.66	0.87	1.00
OnS-2	0.86	1.02	0.89	0.87	1.05	1.09
OnS-3	1.67	1.79	1.20	1.69	1.63	1.64
OnS-4	1.06	1.21	0.96	1.08	1.24	1.28
OnS-5	1.29	1.41	1.02	1.29	1.43	1.42

De acuerdo con la tabla anterior, en el punto OnS-3 (ubicado en el cabezal de la pasarela) se identifican los coeficientes más altos, en todos los casos superior a 1.6 (excepto en la dirección NW), lo que significa que la altura de ola en este punto supera la altura de ola de aguas profundas del orden de un 60 %, que como ya se ha descrito en los resultados, es consecuencia de la casi nula pérdida de altura de ola desde la zona de aguas profundas (producida por una fuerte pendiente en el perfil costero) y del impacto de la ola sobre una región de rocas que emergen a la superficie.

La excepción (coeficiente de 1.2) en el escenario es de: percentil 50%, dirección NW, se basa en el corto periodo que se tiene este escenario, mostrando la influencia que tiene un periodo corto vs uno largo.

III. 2 Transporte de Sedimentos

Las zonas costeras son ambientes dinámicos que están sometidos a diferentes factores naturales como oleaje y vientos además de los diferentes cambios producidos por el desarrollo humano que modifican su morfología.

Cabe señalar que los cambios en las costas rocosas son muy lentos a escala temporal humana (Pérez-Alberti et al., 2013), este tipo de costa es el prevaleciente en el frente litoral de la zona de estudio, como se puede observar en la siguiente figura.

El presente proyecto no conlleva ninguna modificación a la línea de costa.

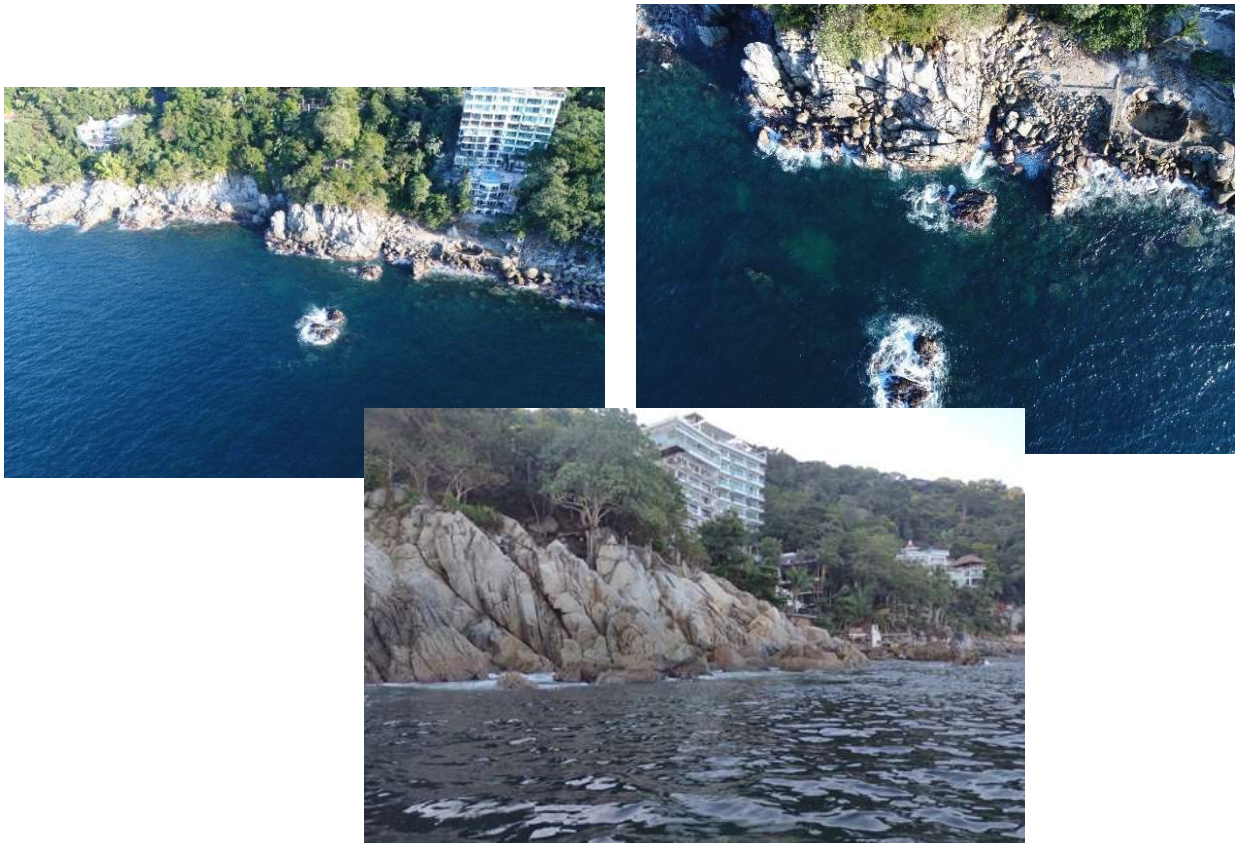


Figura III.17 Frente Marino, costa rocosa y acantilados Imagen Propia.

Dado que no hay aportación de sedimentos que permitan formar playa no se observa ningún tipo de alteración a la dinámica costera con el planteamiento de la obra paseo marino, aunado a ello se ha tenido en cuenta que las obras costeras deben afectar lo menos posible a los procesos naturales por lo que en este caso se ha propuesto una obra a base de pilotes aislados lo que permite el libre paso del material si es que lo hubiera en cualquier zona del perfil de la costa. Por tal motivo se determinó que no es necesario el estudio de transporte litoral dentro del presente análisis.

IV. Conclusiones y Recomendaciones

- El Frente Marino de la zona de estudio es una costa rocosa con depósitos de derrumbes y depósitos no consolidados en zonas de baja energía, la pendiente es aproximadamente del 15%

- El sitio de estudio tiene una profundidad media de -2.5 m

- El régimen característico de vientos en el sitio, indica que el viento reinante proviene de la dirección Sur con una velocidad media de 3.44 m/s y el viento dominante proviene de la dirección norte con una velocidad máxima de 60 m/s

- Las características morfológicas de la Bahía de Banderas, permiten el resguardo natural en la región sur (ubicación del sitio de estudio) del oleaje de las direcciones S, SSW (oleaje reinante) y SW, por lo que las direcciones que inciden al sitio de estudio se presentan con una frecuencia del 18% distribuidas de la siguiente manera:

  W (5.7 %)

  WNW (11.9 %)

  NW (0.4 %)

- Con base en el modelo de propagación de oleaje desde la zona de aguas profundas hacia aguas bajas, se observa que para el punto de control OnS-3 que es precisamente en donde se encuentra el proyecto de la pasarela se tiene que las **alturas de ola significativas en oleaje normal** son las siguientes:

Dirección	**H(m)**	**T (s)**
Oeste (W)	2.55	14
Oeste-Noroeste(WNW)	2.09	16
Noroeste (NW)	**2.57**	**15**

- Con base en el análisis de Oleaje Extraordinario, el proceso de decaimiento y las características batimétricas del sitio de estudio, **la altura de ola en condiciones extraordinarias es de 3.20 m. con periodo de 16 segundos.**

La sobreelevación de tormenta para un periodo de 20 años es de 0.60 m.

Como se observa el **nivel de pleamar media superior es de 0.988 m**; en la extrapolación de los niveles de marea registrados, el 99% se presentan cotas menores a 1.36 m. y por último se considera que el **nivel extraordinario para un periodo de retorno de 20 años es de 1.588** m (0.988 + 0.60)

La cota de proyecto de la pasarela se recomienda tomar en cuenta el nivel con presencia del 99% más el efecto de oleaje (H= 2.57 m) con un franco bordo por lo que queda de la siguiente manera:

Condiciones normales = 0.988 + 1.285 = 2.273m

Condición máxima normal = 1.36 + 1.285 = 2.645m

Condición Extraordinaria (periodo de retorno 20 años) = 1.588 + 1.60 = 3.188 m

Con base en lo anterior el nivel del piso de la plataforma se propone de +3.00 m y se acepta que sea rebasada en condición extraordinaria ya que permanece fuera de operación.

OCTUBRE 2023

MEMORIA DE CALCULO

MUELLE PEATONAL

Boca de Tomatlán, Puerto Vallarta, Jalisco

**CONSTRUCCIONES INMUEBLES
Y SERVICIOS AMC, S.A. DE C.V.**

Justicia Nº 2671
Guadalajara, Jal.

e-mail: ingjgarza@yahoo.com.mx
Tel.: [52] (33) 3616 0479 Ce.l: 33 1252 1181

Circunvalación Vallarta
C.P. 44680

Tabla de contenido

OBJETIVO: 3
REGLAMENTOS Y NORMAS: 3
DATOS: 3
MATERIALES: 4
ESTRUCTURACION: 4
ANALISIS: 4
Cargas: 5
Combinaciones De Carga: 7
Perfiles Propuestos: 7
DISEÑO 8
Modelo y secciones 8
R E S U L T A D O S 12
Flechas: 12
Coeficientes De Trabajo: 13
Diseño de Conexiones de Campo: 17
DISEÑO DE CIMENTACIONES 18
Cimentación Eje 5: 18
Cimentación Eje 2: 19
Cimentación Eje 1: 20
Unión Puentes en Cuerda Superior: 20
PLATAFORMA FLOTANTE 21
Pasarela: 21
Plataforma Flotante: 21
CONCLUSIONES 22

CONSTRUCCIONES INMUEBLES Y SERVICIOS AMC, S.A. DE C.V.

Boca de Tomatlán, Puerto Vallarta, Jalisco

Proyecto: Muelle Peatonal

OBJETIVO:

Se requiere el diseño de un muelle peatonal para acceso a un mirador y a una plataforma embarcadero fijo en 2 niveles incluyendo escaleras o, alternativamente, de tipo flotante a través de una escalera de acceso autoajustable.

REGLAMENTOS Y NORMAS:

[MDOC] MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES
Viento – CFE 2020
Sismo – CFE 2015
[RCPV] REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DE PUERTO VALLARTA 2020 – TITULO X
[NTC-CA] - NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS CRITERIOS Y ACCIONES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES.
[NTC-EC] - NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO
[NTC-EA] - NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METALICAS
[NTC-CI] - NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES
[ACI] REGLAMENTO ACI-318-11
[AISC] - MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION AISC-LRDF-93

DATOS:

Se proporcionó el archivo “Proyecto Muelle Condos PV.dwg” mostrando la batimetría y el arreglo sugerido en plantas y elevaciones. *[Ref.1]*

Se proporcionó también el documento “Muelle memoria descriptiva-VALL.docx” con título ***Anteproyecto de Pasarela peatonal en el frente marítimo del Sur de Puerto Vallarta, Jal.*** *[Ref.2]*

Se proporciona también el documento “Datos-proyecto -oceanograficos-vallarta.pdf” como complementario al indicado arriba, con numeral **V. Conclusiones y Recomendaciones** *[Ref.3]*

MATERIALES:

- Secciones PTR y HSS: ASTM A-500
- Otras secciones, como son canales, ángulos y placas de conexión: ASTM A-36
- Pisos: Rejilla moldeada de 1" de espesor
    - Peso volumétrico: 16 Kg/m²/0.0254 m = 630 Kg/m³
- Concreto: f'c = 300 Kg/cm²

ESTRUCTURACION:

Siendo una estructura sujeta a altos índices de corrosión, se recomienda el uso de secciones tipo tubo rectangular y circular que dan por resultado menor área de pintura (mantenimiento) y menores cargas, por su forma, ante fluidos líquidos y viento. La única condición es que se sellen las conexiones a fin que las superficies interiores no sean atacadas por elementos corrosivos.

El muelle se estructura en dos secciones, con 2 armaduras paralelas longitudinales cada una formando, para fines de montaje, 2 puentes independientes, pero que se unirán antes de colocar el piso de rejilla para lograr la continuidad del muelle en su conjunto.

El piso del muelle, plataformas y la pasarela de acceso a la plataforma flotante será a base de rejillas de rejilla moldeada de plástico. Los escalones de las escaleras serán de este mismo material; para la plataforma flotante, el piso será de placa de acero antiderrapante, y la parte inferior que forma el cajón de flotación será de placa lisa de acero .

Las cimentaciones serán de concreto reforzado, con placas ahogadas de acero lisas en la parte superior para la fijación de la estructura de acero.

ANALISIS:

Se utiliza el programa SAP 2000®.

Todos los miembros a eje del perfil.

Nivel de referencia (N 0.00, Z = 0.0) Nivel de Bajamar Inferior (NBMI)

Cargas:

CM: Muerta - Peso propio estructura y piso, calculado por el programa

CV: Viva - Máxima 200 Kg/m²;

Se propone utilizar una carga viva máxima de 200 Kg/m², debido a que el uso será únicamente para residentes del condominio y no para público en general, por lo que se podrá limitar el número máximo de personas simultáneas en el muelle. Se considerará una reducción carga de 50% para la combinación con cargas de viento y sismo.

CS: Sismo - c = 0.5 g *[RCPV Art. 190]* aplicado en cada dirección principal, fuerzas calculadas por el programa en base a una masa correspondiente al 100% de las cargas muertas (CM y CMP) más el 50% de la masa viva (CV).

CW: Viento – Velocidad regional de 160 Km/hr; Período de retorno de 50 años *[RCPV Art. 200]*. Las cargas sobre la estructura debidas al viento en los miembros expuestos sobre el nivel del agua son calculadas por el programa SAP2000®. También proporciona las fuerzas de flotación de miembros tipo tubo no verticales sumergidos en las olas.

OLAS: – El programa de análisis SAP2000 calcula el oleaje y sus efectos de acuerdo al API WSD2000. Se aplicará la teoría de olas provocadas por el viento (Airy Theory) con los siguientes parámetros fijos:

- Nivel de referencia (*Datum*): Z = 0.00 m (NBMI)
- Factor cinemático de la ola (*Wave Kinematics Factor*): 1.0 *[Los datos de olas proporcionados por la Ref. 3, ya incluyen los efectos de refracción y difracción]*
- Profundidad del fondo con respecto al nivel de referencia: (*Mudline From Datum*): -5.50 m al centro del tramo entre los apoyos 2 y 3. *[Nota: En Ref. 3 se indica un promedio general de -2.50 m]*
- No se considera crecimiento marino en los miembros (*Marine Growth*)
- No se consideran coeficientes de arrastre e inercia (*Drag and Inertia Coefficients*), diferentes a los que proporciona el API por default.
- Densidad del agua: 1025.1817 Kg/m³
- La cantidad de crestas dentro de la longitud del muelle deberán ser al menos 5, por lo que la cantidad de crestas programadas serán la longitud de la ola entre la quinta parte de la distancia del punto de origen de la ola al Eje 0.

En base a la Ref.3, se resumen los siguientes datos de oleaje:

PATRONES DE CARGAS DE OLAS

Condición	Normal *OLA-N*	Normal máxima *OLA-NM*	Extraordinaria 20 años *OLA20aEXTRA*	Extraordinaria 30 años *OLA30aEXTRA*	Extraordinaria 50 años *OLA50aEXTRA*	*Campos en el SAP2000*
Origen Dirección Geográfica	WNW	NW	N	N	N	
Nombre de Ola	N	NM	E20a	E30a	E50a	*Wave Characteristic Name*
Prof. Agua tormenta	6.488	6.85	7.098	7.218	7.378	*Storm Water Depth*
Altura de ola	2.09	2.57	3.67	4.01	4.43	*Wave Height*
Período	16	15	16	16	16	*Wave Period*
Posición Cresta X	*55*	*63.94*	*53.75*	*53.75*	*53.75*	*X Coord Initial Crest Position*
Posición Cresta Y	*15.62*	*6.06*	*-16.14*	*-16.14*	*-16.14*	*Y Coord Initial Crest Position*
Cant. Crestas Consideradas	*11*	*9*	*12*	*12*	*12*	*Number of Crest Position Considered*
Long. de la ola	***125.45***	***120.42***	***131***	***132.06***	***133.48***	*Calculated Wave Length*
Angulo de aprox.	213	190	145	145	145	*Wave Approoach Angle*
Nivel del Fondo	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	-5.5	*Mudline from Datum*
Nivel de marea	0.988	1.35	1.598	1.718	1.878	*High Tide from Datum*
Nombre del Viento	WN	WNM	WEXTRA	WEXTRA	WEXTRA	*Wave Wind Name*
Angulo de aprox.	213	190	145	145	145	*Wave Approoach Angle*
Viento (Km/hr)	35	50	160	160	160	*Wind Speed*
Viento (m/seg)	9.72	13.89	44.44	44.44	44.44	

NOTAS:

Los valores de la Tabla anterior fueron obtenidos de:

1. Datos de las alturas de las olas, mareas, períodos, dirección geográfica, de la Ref. 3.
2. Datos de ángulos y distancias obtenidos gráficamente del plano de la Ref. 1
3. Otros datos, del cálculo obtenido de la hoja de cálculo "Patrones de Cargas de Olas.xlsx", de donde está vinculada esta Tabla
4. Longitudes de olas del programa SAP2000®.

Combinaciones De Carga:

El RCPV refiere en el Art. 175 que se usen los factores de carga establecidos en las Normas Técnicas complementarias del Reglamento de CDMX; En el inciso 3.4 de los Criterios y Acciones para diseño Estructural, se establece que para cargas permanentes (CM) se use un factor de 1.3, para cargas variables (CV) 1.5 y para combinaciones accidentales un factor de 1.1 para todos los tipos de carga.

Por tanto, se usarán las siguientes combinaciones:

Diseño:

- VERTICAL 1.3 CM + 1.5 CV + 1.5 OLA-N
- VERTICAL2 1.3 CM + 1.3 CV + 1.3 OLA-NM
- VIENTO No Aplica. Está incluido en las cargas de ola
- SISMOx 1.1 CM + 1.1 (CV/2) + 1.1 CSx + 1.1 OLA-N
- SISMO-x 1.1 CM + 1.1 (CV/2) - 1.1 CSx + 1.1 OLA-N
- SISMOy 1.1 CM + 1.1 (CV/2) + 1.1 CSy + 1.1 OLA-N
- SISMO-y 1.1 CM + 1.1 (CV/2) - 1.1 CSy + 1.1 OLA-N
- EXTRA20 1.1 CM + 1.1 OLA20aEXTRA
- EXTRA30 1.1 CM + 1.1 OLA30aEXTRA
- EXTRA50 1.1 CM + 1.1 OLA50aEXTRA

Servicio:

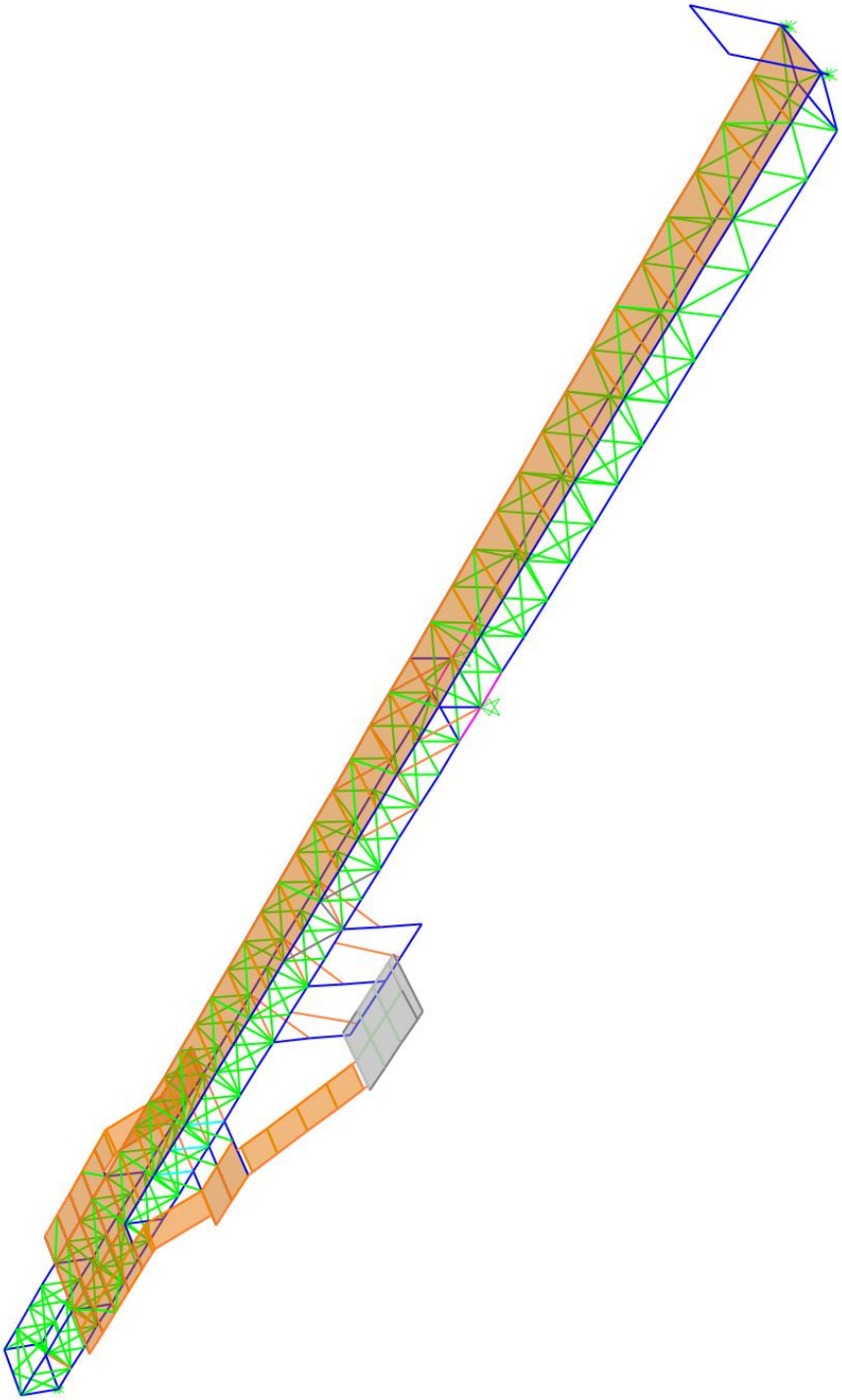
- SERVICIOV 1.0 CM + 1.0 CV
- SERVICIO-S 1.0 CM + 0.5 CV + CSy

Perfiles Propuestos:

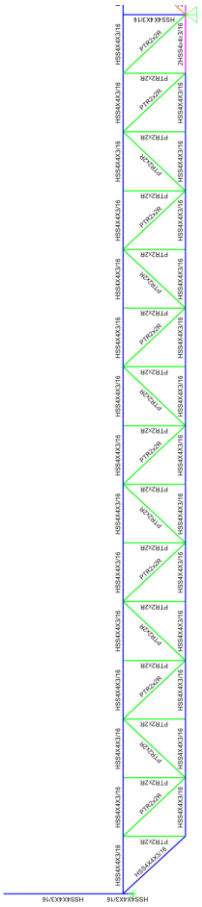
- Armaduras, plataformas y pasarela:
  - Cuerdas superior e inferior – HSS 4"x4"x3/16"
  - Diagonales, travesaños y puntales – PTR 2"x2" Rojo
  - Otros elementos intermedios de refuerzo - HSS 4"x2"x3/16"

DISEÑO

Modelo y secciones



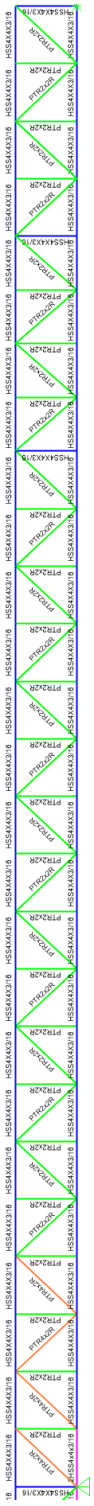
PERSPECTIVA SUR DEL MODELO



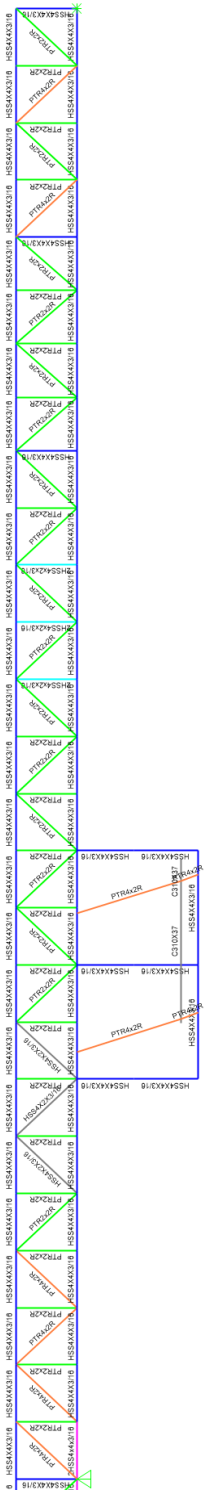
PUENTE #1
(Ejes A y B)

S E C C I O N E S
E L E V A C I O N E S
DE LAS ARMADURAS

- HSS 4”x4”x3/16”
- 2HSS 4”x4”x3/16”
- HSS 4”x2”x3/16
- PTR 2”x2” Rojo
- CPS 12”x30.87 Kg/m

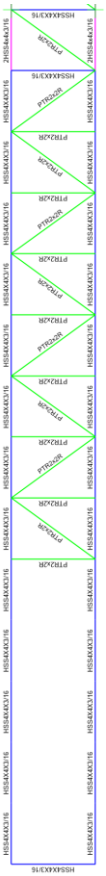


Eje A

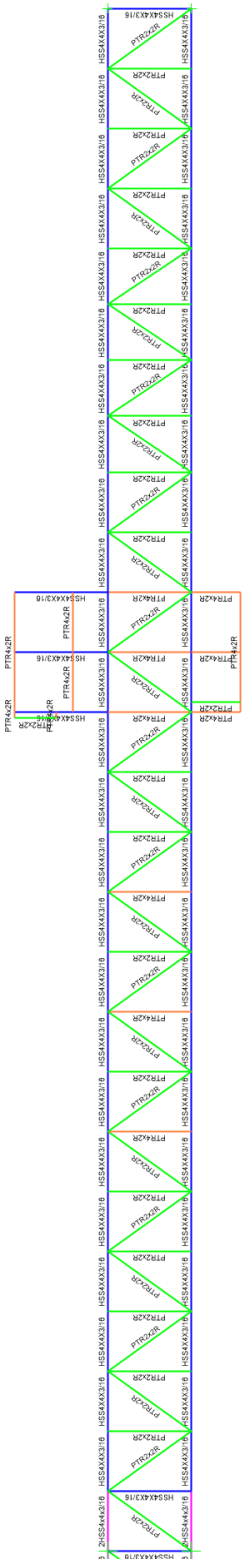


Eje B

PUENTE #2

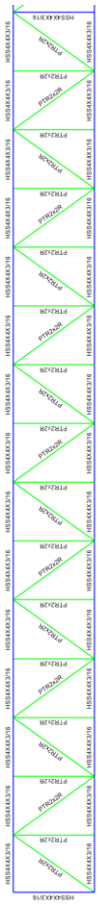


PUENTE #1



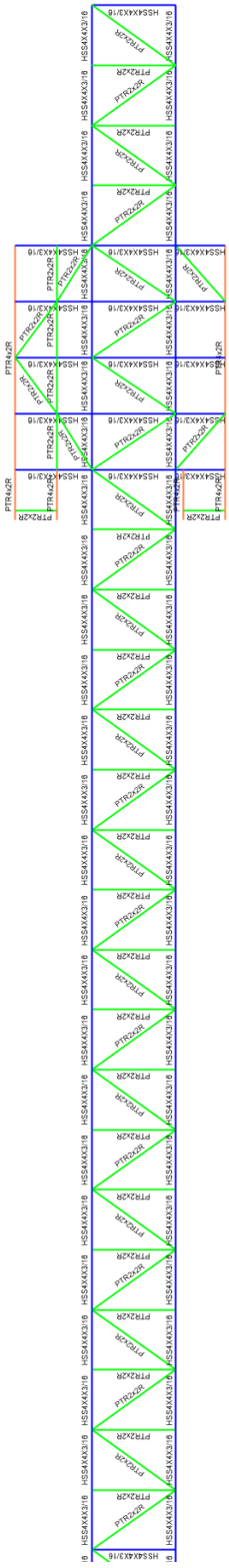
PUENTE #2

SECCIONES
PLANTAS
NIVEL CUERDA INFERIOR



PUENTE #1

SECCIONES
PLANTAS
NIVEL CUERDA SUPERIOR



PUENTE #2

R E S U L T A D O S

Flechas:

De acuerdo al Reglamento de Construcciones [RCPV] en su artículo 157 fracción I se establece que el desplazamiento vertical debe ser menor o igual el claro de la viga (o armadura) dividido entre 240 + 0.5 cm.

Para Puente #1: L = 18.45 m, ∴ δ = 10.75 cm
Para Puente #2: L = 31.40 m, ∴ δ = 13.58 cm

Flechas máximas calculadas:

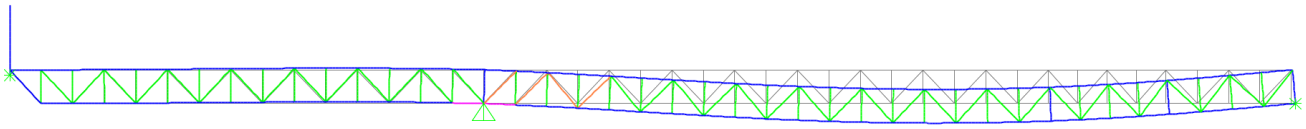
Puente #1

Peso propio:	δMáx = 0.010 cm Hacia arriba
Carga viva:	δMáx = 0.053 cm hacia arriba
Combinación SERVICIOV:	δMáx = 0.632 cm hacia arriba y < 10.75 cm

Puente #2

Peso propio:	δMáx = 2.456 cm
Carga viva:	δMáx = 5.140 cm
Combinación SERVICIOV:	δMáx = 7.562 cm < 13.58 cm

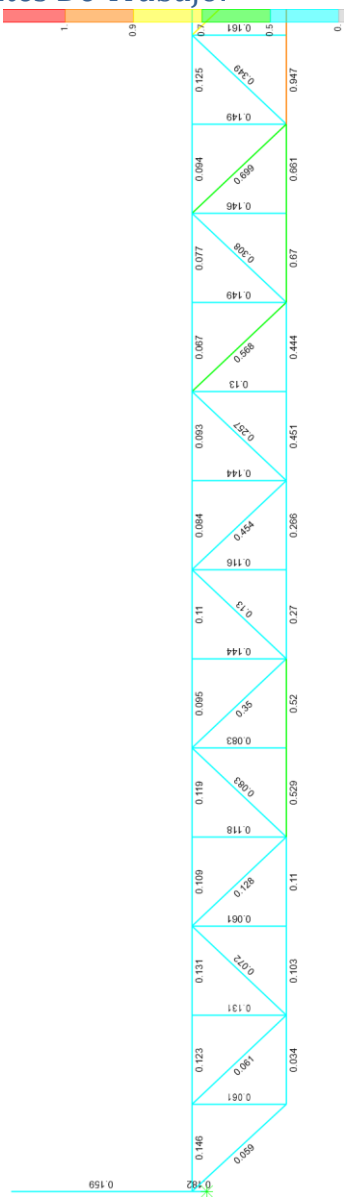
Por lo tanto, se cumple con los requerimientos de servicio.



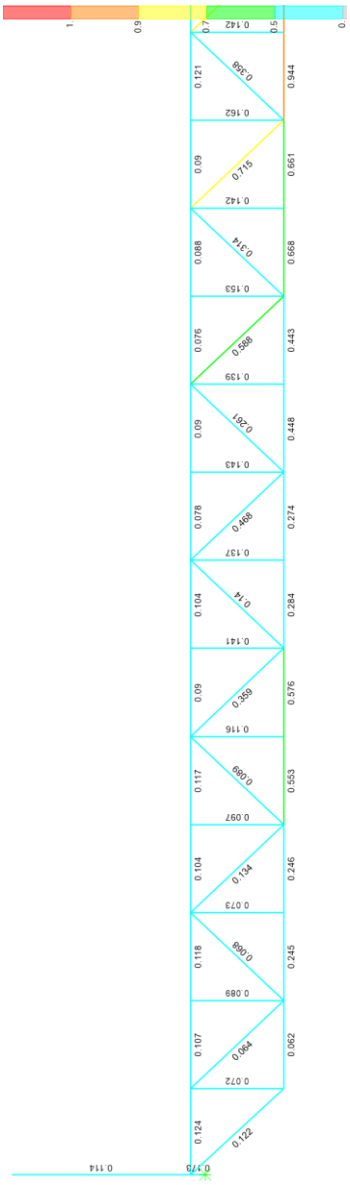
En las siguientes páginas, se muestra el resultado por resistencia como el porcentaje de trabajo envolvente de cada tramo de las secciones con respecto a la capacidad. 1.00 = 100%

El color del miembro indica el rango de trabajo

Coeficientes De Trabajo:

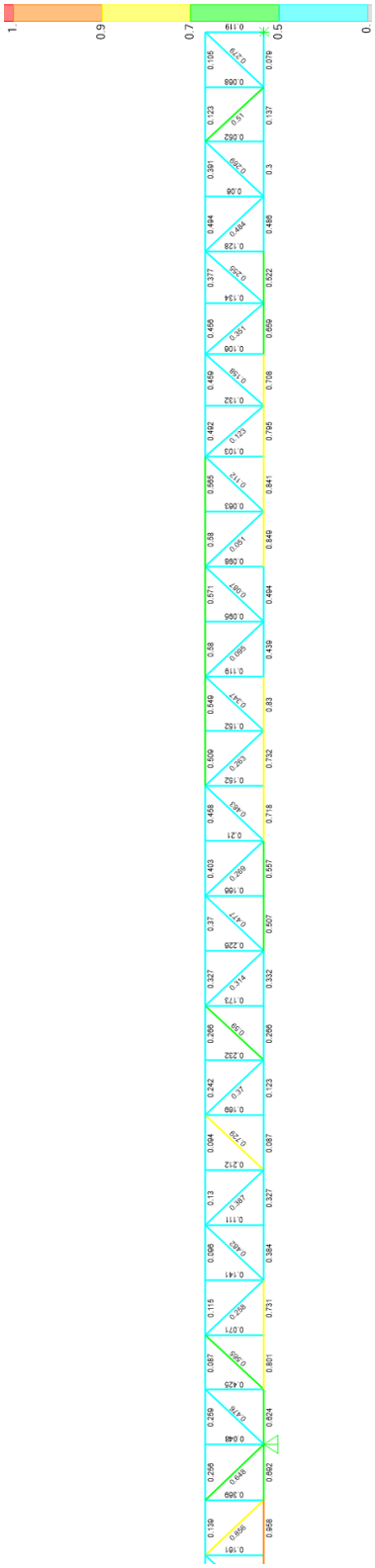


EJE ‘A’

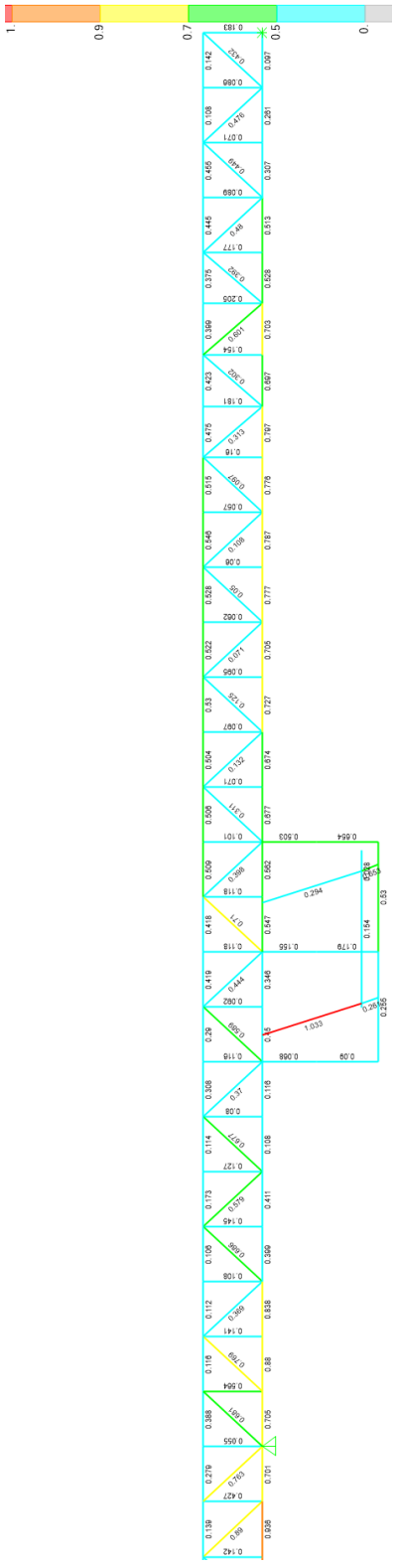


EJE ‘B’

COEFICIENTES DE INTERACIÓN ARMADURAS PUENTE #1

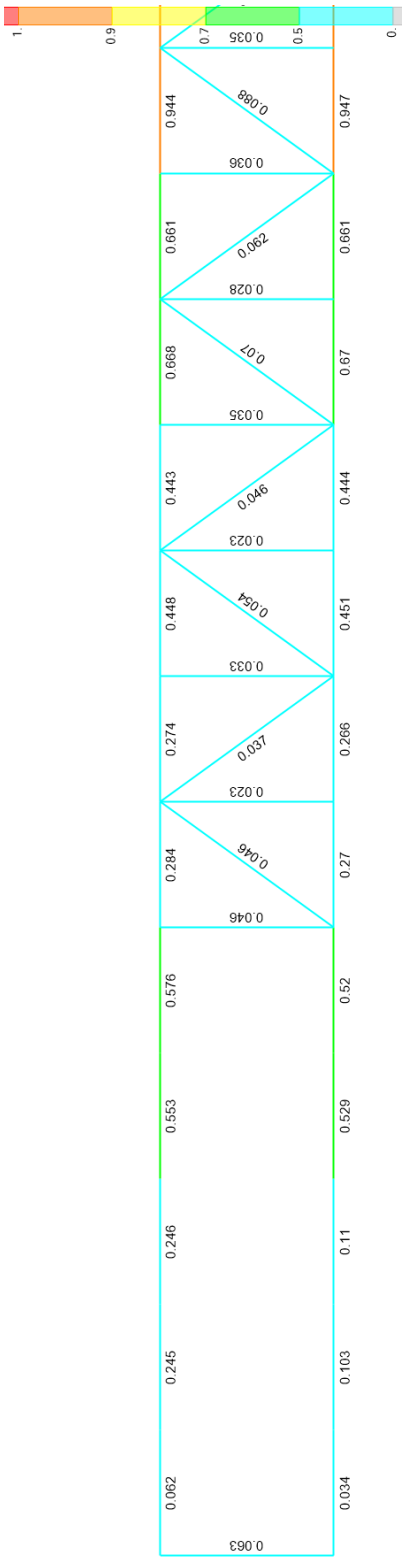


EJE ‘A’



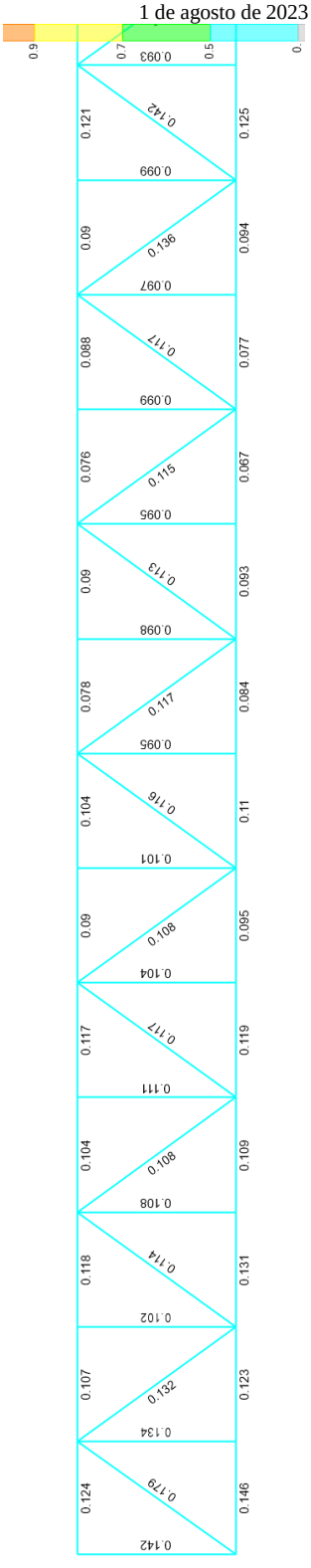
EJE ‘B’

COEFICIENTES DE INTERACIÓN ARMADURAS PUENTE #2

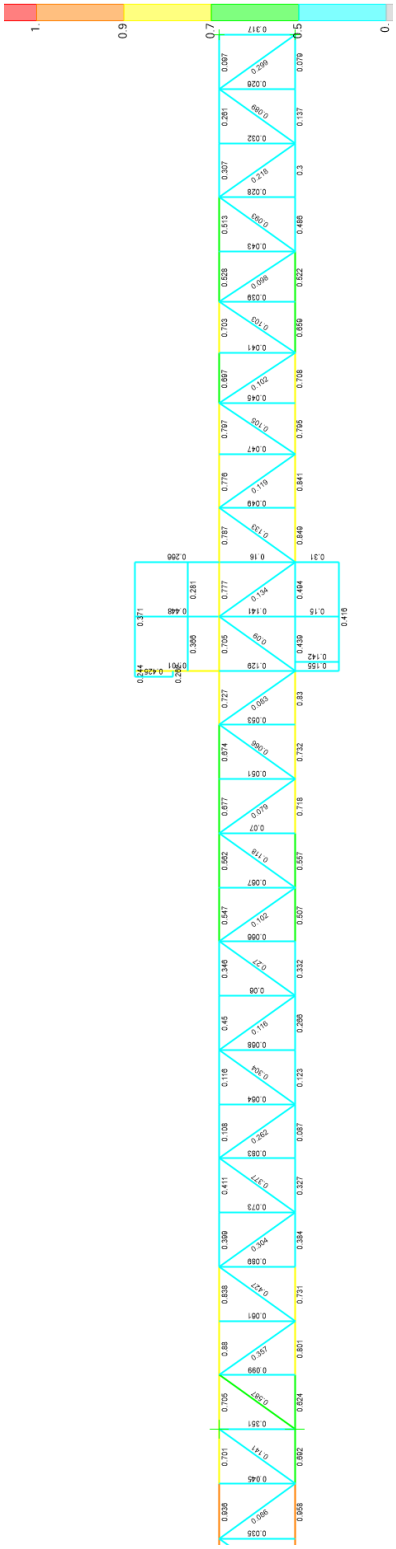


CUERDA INFERIOR

COEFICIENTES DE INTERACIÓN PLANTAS PUENTE #1

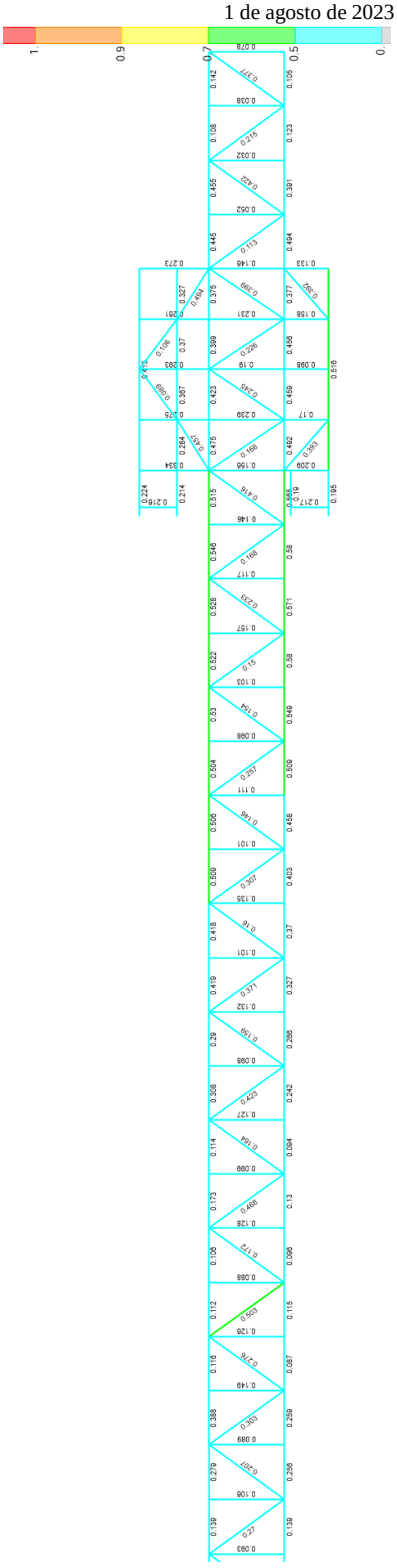


CUERDA SUPERIOR

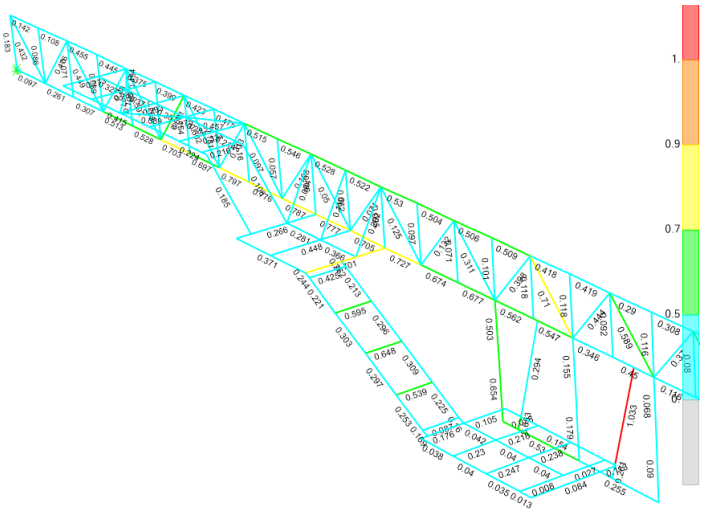


CUERDA INFERIOR

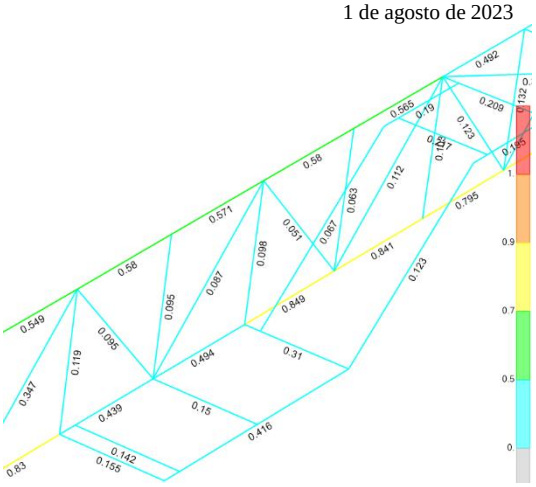
COEFICIENTES DE INTERACIÓN PLANTAS PUENTE #2



CUERDA SUPERIOR



COEFICIENTES AL LADO DE PLATAFORMA FLOTANTE



COEFICIENTES PLATAFORMA BAÑISTAS

NOTA: El único perfil sobre esforzado corresponde al poste guía de la plataforma flotante; se analizó con una carga viva de 200 Kg/m² en toda la plataforma flotante (1.40 Ton o 15 personas adultas) que es poco probable que ocurra. **Por seguridad, conviene colocar un aviso de advertencia limitando a una carga máxima distribuida de 1,200 Kg**

Diseño de Conexiones de Campo:

Capacidad de soldaduras electrodos E70:

Soldaduras de Filete	
Dim (Pulg)	Cap. (Kg/cm)
1/8	497
3/16	746
1/4	994
5/16	1243
3/8	1492

Con objeto de suprimir las cargas horizontales en las cimentaciones extremas del muelle debido a la posible discontinuidad de la roca de apoyo con su sustrato inferior en el caso del Eje 1 y el embate de las olas en el apoyo en el Eje 5, se determina el uso de apoyos de neopreno; El apoyo del Eje 2, será el que resista las fuerzas horizontales en el sentido del muelle. El cálculo de estos apoyos de neopreno se muestra en anexo de esta Memoria. En todos los Ejes, las cimentaciones resistirán las fuerzas verticales y transversales que ocurran.

DISEÑO DE CIMENTACIONES

Cimentación Eje 5:

El apoyo de neopreno transmite únicamente carga vertical de la superestructura a la cimentación y una carga horizontal despreciable en el sentido paralelo al muelle. La cimentación deberá resistir las fuerzas horizontales ortogonales al eje del muelle.

Carga vertical máxima: 8.67 Ton.

Carga transversal máxima: 13.05 Ton

Debido a que este muro recibirá el impacto de las olas, se sugiere, con objeto de minimizar la acción de las olas sobre este muro, se coloque alguna protección que absorba dicha acción directa al concreto.

Para mantener una holgura en la localización de las cimentaciones, se considera una sección de 88x88 cm, con una placa ahogada de 80x80 cm donde se asiente el apoyo de neopreno en cualquier punto dentro del área así como los retenes de las fuerzas transversales. Al muro se le dará un espesor mínimo de 40 cm.

La altura de la cimentación sobre el islote variará de acuerdo al estado y condiciones en que se encuentre. El nivel superior de la cimentación indicado en los planos, considera un margen de error menor a una pulgada para la colocación del apoyo de neopreno; esta variación se rellenará con "liners" para alcanzar el nivel de desplante indicado en los planos de la estructura de acero.

Placa Base PB-1:

El análisis de la estructura se realiza tomando un apoyo de neopreno dureza 60 de 23x10 cm y altura de 6.25 cm, de 3 capas interiores, 2 exteriores y 4 placas de refuerzo de 1/16"

La placa base será de 15x25 cm de ¾" de espesor.

Acero de refuerzo:

Acero en dados de 88x88: 0.2%x88 = 0.176 cm²/cm → 0.088 cm² por cara

Usando Usando Vars. #5 (as = 1.99 cm²), Separación máxima = 1.99/0.088 = 22 cm

∴ Usar #5 @ 20 cm, vertical y horizontalmente

En muros de 40 cm: .0.2%x40 = 0.08 cm²/cm Usando Var #4 (as = 1.27 cm²)

Separación máxima = 1.27x2/.08 = 31.75 cm → @ 30 cm

La placa ahogada de anclaje, está definida en la cimentación del Eje 2, que es la más crítica por estar sujeta a fuerzas horizontales.

Cimentación Eje 2:

Como se indica arriba, para dar holgura en la localización de la cimentación, se proponen las mismas dimensiones y armado de la cimentación del Eje 5, exceptuando niveles, ya que esta no contará con apoyos de neopreno.

Se considera un margen de error en el nivel de ¾", En este caso, los "liners" que sean necesarios, deberán ser soldados tanto a la placa base, como entre ellos y la placa de desplante de la estructura. Por ello, cada lámina/placa de relleno serán de diferentes dimensiones y formando un arreglo piramidal para garantizar la fijación y transmitir las fuerzas horizontales desde la estructura hasta la cimentación.

Revisión por Volteo:

Reacciones Nodos 61 y 104

Cargas críticas por sismo X:

En 61: V = 5,917 Kg, P = 6,892 Kg

En 104: V = 5,820 Kg, P = 9,479 Kg

En conjunto: V = 11,737 Kg, P = 16,371 Kg

Considerando una altura media de 0.70 m y un ancho de base de 0.88 m

Peso de la cimentación = $(2*0.88^2 + 0.82*0.40) * 0.70*2{,}400 = 4{,}504$ Kg

Factor de volteo=[(16,371+4,504) / 0.44] / (11,737*0.7) = 47,443/8,215 = 5.77 > 1.7

Placa Base PB-2:

Esta cimentación debe resistir tanto carga vertical, como horizontal en ambas direcciones

Carga vertical máxima: 18.988 Ton (VERTICAL)

Carga horizontal en el sentido del muelle: 13.333 Ton (EXTRA50)

Ortogonal simultánea: 12.135 Ton

Carga horizontal en sentido transversal al muelle: 16.488 Ton (SISMOY)

Ortogonal simultánea: 10.990 Ton

(Valores obtenidos del archivo: "Patrones de Cargas.xlsx", Hoja: "Cimentación 8 d5d1-N")

Carga por cortante: $(16.488^2+10.990^2)^{1/2}$ = 19.815 Ton ← Rige!

o: $(13.333^2+12.135^2)^{1/2}$ = 18.029 Ton

Usando placa 25x15 cm: Longitud soldadura = 2x15+25 = 55 cm

Esfuerzo soldadura = 19815/55 = 360.27 Kg/cm ∴ Usar filete de 1/8" mínimo

Recomendable: filete de 3/16"; Espesor mínimo de la placa ¾"

De requerirse lainers, la dimensión debe ser al menos 40 mm mayores que la placa base y el lainer superior y su espesor mínimo de 3/16", con soldadura de filete 3/16" todo alrededor

Anclaje de placa PA-25: 80x80x3/4" al concreto:

8 anclas de ¾" de 20x10 cm (Cálculo por ACI, Cap. 17)

Cimentación Eje 1:

Esta cimentación, al estar sobre la costa, no requiere la previsión de las dificultades de trabajo debidas al oleaje que se presentan en los islotes correspondientes a los Ejes 2 y 5.

Por esta razón, no se consideran dificultades en la construcción precisa de su construcción.

Por extensión, se colocarán los mismos apoyos de neopreno indicados para el Eje 5; la placa ahogada para recibir estos apoyos será idéntica a la placa base y previendo que se construirá la terracería de acceso al muelle y proporcionar el espacio requerido para el movimiento horizontal del muelle, se construirá una base de concreto escalonada que sirva también como muro de contención de la terracería.

Unión Puentes en Cuerda Superior:

Para garantizar la continuidad de la estructura en el Eje 2, una vez montados ambos puentes, por el peso propio aparecerá una separación entre ambas estructuras en la parte superior de las armaduras. Por ello, deberá forzarse la unión en esos puntos, colocando y soldando la placa de conexión correspondiente.

Eje B

Cuerda 548: 10,307 Kg

Diagonal 481: 975 → componente: 975*122/2093 = 577 Kg

Total: 10,884 Kg

Usando soldadura de filete de ¼": Lmin = 10,884/994 = 11 cm

Considerando 80% de eficiencia del soldador: Lmin = 11/0.8 = 14 cm

Usando placa de 20x8 cm, Longitud por puente = 28 cm >14 cm OK

Eje A

Cuerda 423: Tensión = 8,273 Kg < 10,307 ∴ usar misma solución.

Para garantizar que no haya movimientos diferenciales relativos transversalmente entre los puentes, se colocará esta misma placa en la parte inferior del travesaño superior.

PLATAFORMA FLOTANTE

Pasarela:

- Dimensiones: 4.43 m entre bisagras con un ancho total de 1.02 m
- Piso: Rejilla plástica de fibra de vidrio de 1" de espesor
- Bastidor: PTR 4"x2" Rojo (HSS 4"x2"x3/16")
- Travesaños de apoyo de rejilla PTR 1"x1" Rojo
- Bisagra: Tubo ASTM A53 de 2"ø Céd. 40, con eje de tubo 1-1/2"ø Céd. 40
- Peso muerto: 273 Kg (Ver archivo "Patrones de Cargas.xls" en la hoja 'Plataforma Flotante')

Plataforma Flotante:

- Dimensiones: 2.00 x 3.50 m
- Piso: Placa antiderrapante de 1/8" de espesor
- Bastidor: CPS 12"x30.87 Kg/m; se consideran 2 travesaños a base de media IPR de 6"x4"x13.4 Kg/m, para apoyo de las placas de 1/8" tanto para ante la carga viva, como para la subpresión del agua.
- Cámara seca de flotación: limitada por un CPS de 12" al lado contrario de la pasarela, con una placa inferior lisa de 1/8" de espesor
- Postes Guía: PTR 4"x2" Rojo

Del archivo "Patrones de Cargas.xls" en la hoja 'Plataforma Flotante' se obtiene que la plataforma queda sumergida ~ 17 cm (~13 cm sobre el nivel del agua) ante peso propio, la carga de subpresión sin la carga viva es de 170 Kg/m² para fines de análisis.

NOTAS:

1. Se experimentó suponiendo una carga adicional viva de 100 Kg/m² en la plataforma flotante únicamente, con lo que se obtiene que la plataforma queda sumergida ~28 cm, y la subpresión se incrementa a ~280 Kg/m², por lo que se deduce que la carga viva sobre la plataforma flotante no influye notablemente en la estructura del muelle.
2. Se analizó el efecto de que la marea baje tanto que perdiera la sustentación en agua la plataforma flotante y que, además estuviera sujeta a una carga viva en toda el área de 100 Kg/m², resultando que uno de los postes guías de la plataforma trabajaría a un 103% de su capacidad.
3. Se revisó también la probabilidad de que la marea y olas se eleven tanto que la plataforma flotante quedara totalmente sumergida, y el efecto en la estructura del muelle, equivaldría a la condición de la nota 2 anterior, pero sin la carga viva
4. En los 2 casos extremos e hipotéticos anteriores, la plataforma se comporta como un cantiléver apoyado en los postes guía, donde tiende a bajar ~10 cm el nivel el extremo opuesto a los postes en el caso 2 y subir el nivel ~10 cm en el caso 3 debido a la tolerancia del espacio de los soportes contra las guías.

CONCLUSIONES

La estructura del paso peatonal (muelle peatonal) cubre todos los requisitos reglamentarios por resistencia y servicio.

Forman parte de esta Memoria de Cálculo, los siguientes documentos:

1. Reporte completo de la memoria de cálculo realizado con el programa computacional: "Mem de Calculo SAP2000 Muelle Peatonal.pdf", que consta de 2,513 páginas.
2. Planos: "MUELLE PEATONAL ART N.pdf", que consta de 5 planos
3. Hojas de cálculo Excel "Patrones de Cargas.xlsx"
4. Hojas de cálculo Excel "Reacciones y Fuerzas union de puentes.xlsx"
5. "DISEÑO DE NEOPRENO - APOYO PARA PUENTES.pdf"

A T E N T A M E N T E

ING. JAVIER GARZA BARBA
Cédula Prof. 209006

Guadalajara, Jal. a 24 de agosto de 2023

Justicia Nº 2671
Guadalajara, Jal.

e-mail: ingjgarza@yahoo.com.mx
Tel.: [52] (33) 3616 0479 Ce.l: 33 1252 1181

Circunvalación Vallarta
C.P. 44680

SUELOS Y CONTROL S.A. DE C.V.

ESTUDIO GEOLOGICO DEL SITIO

"VALLARTA SUR"

Octubre de 2022

Solicitado por: PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA

Nombre de Informe	*Geología Vallarta Sur*	Numero	EGSyC022-095
Asunto	Informe Final		
Numero de revisión	01		Fecha 02/11/2022
Cliente	Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.		
Proyecto	Vallarta Sur		

Documentos incluidos / Dibujos / Anexos

- *EGSyC022-095 Geología Vallarta Sur.*
- *Mapa geología superficial*
- *Memoria fotografica*

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

GEOLOGIA

VALLARTA SUR

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN **2-3**

2. ANTECEDENTES **2-3**

3. ALCANCES **3-4**

4. LOCALIZACIÓN **4-5**

5. ASPECTOS FISIOGRAFICOS Y GEOMORFOLOGICOS **5-6**

5.1 PROVINCIA FISIOGRÁFICA DE ZONA MONTAÑOSA DE LA COSTA DEL SUROESTE 5-6

5.2 GEOMORFOLOGÍA. 5-6

6. GEOLOGÍA REGIONAL **6-8**

6.1 UNIDADES GEOLÓGICAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO 6-11

6.2 ESTRATIGRAFÍA GENERAL 6-12

7. GEOFÍSICA **7-13**

7.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS MÉTODOS ELÉCTRICOS DE PROSPECCIÓN 7-13

7.2 PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE LAS ROCAS 7-13

7.3 TEORÍA DEL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL 7-15

7.4 SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES 7-17

8. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN **8-20**

8.1 ARREGLO DE LAS DIFERENTES UNIDADES 8-20

8.1.1 UNIDAD 1 DEPÓSITO DE TALUD, DT 8-20

8.1.2 UNIDAD 2 TUCURUGUAY, TU 8-20

8.1.3 UNIDAD 3 TUCURUGUAY, TU 8-21

8.1.4 UNIDAD 4 GRANITO, GR 8-21

9. CONCLUSIONES **9-22**

10. RECOMENDACIONES **10-24**

11. NOTAS ACLARATORIAS **11-25**

12. REFERENCIAS **12-26**

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 9-1 Interpretación geología de resistividad 7-19
Tabla 9-1 Interpretación Isorresistividades 9-24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Distribución de Sondeos Eléctricos verticales (SEV´s) 3-4
Figura 3-1 Vista Satelital del Sitio 4-5
Figura 3-1 Geomorfología conforme a los materiales geológicos existentes. 5-8
Figura 3-1 Estratigrafía general /Servicio geológico mexicano) 6-12
Figura 3-1 Configuración de electrodos para SEV. 7-13
Figura 3-1 Arreglo resistividad eléctrica 7-14
Figura 3-1 Secuencia de procesamiento de datos 7-15
Figura 3-1 Equipo utilizado para la SEV 7-16
Figura 3-1 Sondeos Eléctricos Verticales 1 y 2 7-17
Figura 3-1 Sondeos Eléctricos Verticales 3 y 4 7-18
Figura 3-1 Sondeos Eléctricos Verticales 5 7-19

ANEXOS

Anexo I. Planta geológica Superficial
Anexo II. Memoria Fotográfica

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

Guadalajara, Jalisco; 02 de noviembre de 2022
EGSyC022-095 Geología Vallarta Sur.

A QUIEN CORRESPONDA
PROMOTORA Y CONSTRUCTORA DE PUERTO VALLARTA, S.A. DE C.V.
P R E S E N T E

A continuación, se presenta el Informe Final del Levantamiento Geológico Superficial para el proyecto denominado Vallarta Sur que se pretende desarrollar en un predio localizado a 22km sobre la carretera MEX200 en Puerto Vallarta, Jalisco.

1. INTRODUCCIÓN

Con objeto de determinar el tipo de cimentación, estabilización más adecuada para la obra, se efectuó un estudio de geología superficial con análisis de la geofísica, estos estudios nos definen el tipo de suelo que se tienen, sus características.

En este informe se describen los trabajos realizados, se interpreta la estratigrafía y se consignan las recomendaciones para el diseño y construcción de la alternativa de estabilización que se juzga más conveniente.

2. ANTECEDENTES

La empresa Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V. nos contrató para llevar a cabo los estudios Geológico-Geotécnico del proyecto “Vallarta Sur”, para ello proporcionaron planos topográficos y anteproyecto de las obras a ejecutar.

Para realizar este trabajo y como primera etapa se llevó a cabo el estudio de para el reconocimiento geológico superficial por lo que se empezó por recopilar toda la información disponible de meteorología, sismicidad, reportes de daños y desastres históricos, etc. Se han identificado tres como los fenómenos más

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

peligrosos en la región: inundaciones (el más frecuente), deslizamientos de tierras y sismos (el de más alto riesgo).

3. ALCANCES

Para llegar al objetivo de identificar zonas con potencial a presentar deslizamientos se realizó el reconocimiento geológico; para lo cual se describe las etapas en las que se dividió el reconocimiento y se describe a continuación:

- **Estudio preliminar de gabinete**. Se realizó una recopilación de información que incluyeron los aspectos geológicos e hidrológicos regionales.
- **Etapa de campo.** Se llevaron en campo: levantamiento geológico del terreno, tomando el aspecto físico de las rocas, estratigráficos, estructurales y así ubicar los sitios para la exploración geoeléctrica en la modalidad de resistividad con el arreglo Schulmerger.



Figura 3-1 Distribución de Sondeos Eléctricos verticales (SEV´s)

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

4. LOCALIZACIÓN

El sitio se ubica al Suroeste de la ciudad de Guadalajara. El trazo del camino se ubica a aproximadamente 22.0 km de la ciudad de Puerto Vallarta; sus coordenadas geográficas tomadas del GPS son las siguientes:

COORDENADAS	
Latitud Norte	20º 31' 11.68"
Longitud Oeste	105º 18' 55.17"
Altitud	48 m.s.n.m



Figura 4-1 Vista Satelital del Sitio

El clima se clasifica según el Dr. C. Warren Thornthwaite se considera: semi-calido, con vientos dominantes al Norte con 3 Kilómetros por hora.

Precipitación Media Anual: 839.5 mm.
Temperatura media Anual: 17.9º C.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

5. ASPECTOS FISIOGRAFICOS Y GEOMORFOLOGICOS

5.1 PROVINCIA FISIOGRÁFICA DE ZONA MONTAÑOSA DE LA COSTA DEL SUROESTE

Esta zona, junto con la de Guerrero-Oaxaca, constituye lo que se conoce como la Sierra Madre del Sur. Se extiende desde el puerto de San Blas, Nayarit hacia el puerto de Acapulco, Guerrero.

Se localiza entre los 1500 mts. Sobre el nivel del mar y está caracterizada por tener una planicie costera muy estrecha, de unos 10 km. de promedio, excepto en el área inmediata a la desembocadura del río Tomatlán. En las partes montañosas se aproximan tanto a la costa que prácticamente no existe la planicie costera.

Esta provincia fisiográfica está constituida por esquistos mesozoicos, intrusiones graníticas y sedimentos calcáreos mesozoicos. En el extremo noroeste está cubierta por lavas riolíticos y en Colima por derrames basálticos del terciario. Los sedimentos del mesozoico se encuentran en un estado avanzado de erosión.

5.2 GEOMORFOLOGÍA.

Es con baja california una de las más extensas de la república, teniendo unos 1100 km. de largo por unos 120 km. de ancho, para una superficie aproximada de 130,000 km². Consiste de una cadena montañosa que ocupa la parte meridional de las tierras altas centrales, dando frente al océano pacífico y extendiéndose al oeste del istmo de Tehuantepec. La provincia incluye, además de las montañas del mismo nombre, la cuenca del balsas y todas las tierras altas que limitan al sur de la sierra y la costa del pacifico.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

La sierra del sur tiene como basamento rocas cristalinas y metamórficas, calizas plegadas y otros sedimentos clásticos asociados con ellas, lavas e intrusiones. Tectónicamente no tiene relación con la sierra de Chiapas, por lo que está aislada por la depresión del istmo de Tehuantepec. Esta depresión se debe en parte a desplazamientos tectónicos o bien en parte a erosión, pero constituye una interrupción topográfica suficiente para diferenciar fisiográficamente una provincia de otra.

Algunos autores han sugerido que la sierra madre del sur pudiera estar relacionada genéticamente con la sierra madre occidental. Esta relación no es clara debido a las lavas de la sierra de los volcanes (eje neo volcánico), pero como la sierra madre del sur forma parte del sistema orogénico antillano y la sierra madre occidental pertenece por sus afinidades más bien a américa del norte que a la américa central, por lo que la correlación no parece justificada.

La diferenciación entre la sierra madre del sur y la sierra de los volcanes se basa en gran parte en la diferente forma topográfica, los rasgos orográficos y el origen de las dos provincias. La sierra de los volcanes es una elevada cadena volcánica de origen relativamente reciente, ya que sus lavas casi no han sufrido alteraciones y apenas están erosionadas. En cambio, la sierra madre del sur, es una unidad profundamente disectada de rocas plegadas, afalladas y separadas por intrusiones que datan del pre-cámbrico, paleozoico, mesozoico y aun el terciario.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com



Figura 5-1 Geomorfología conforme a los materiales geológicos existentes.

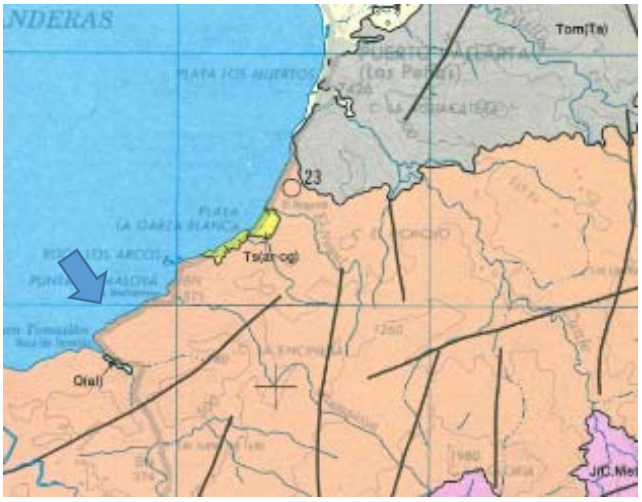
6. GEOLOGÍA REGIONAL

Alrededor de Puerto Vallarta afloran rocas cristalinas, sedimentarias y volcánicas de edades variadas: Al sur y este de PV afloran granitos de dimensiones batolíticas que constituyen el basamento cristalino. Presentan diversas facies: granitos de biotita, de hornblenda-biotita y de muscovita. El batolito está fracturado en por lo menos 3 direcciones, la medición de fracturamiento en varias localidades no arroja tendencias coherentes. Se documentan facies pegmatíticas. Se diferencian cuerpos intrusivos discretos que sugieren el emplazamiento en forma de pulsos.

Al **este y noreste** de Puerto Vallarta, aflora una secuencia vulcano sedimentaria constituida por grauvacas de granulometría variada,

aglomerados volcánicos, andesitas y tobas. La secuencia varía verticalmente: hacia la base dominan los sedimentos, hacia la cima, el componente volcánico y aglomerático

La secuencia está basculada hacia el norte, cortada por fallas normales y localmente plegada. La secuencia está intrusionada por diques de composición andesítica y diques de composición granítica cercanos a los contactos con el batolito.



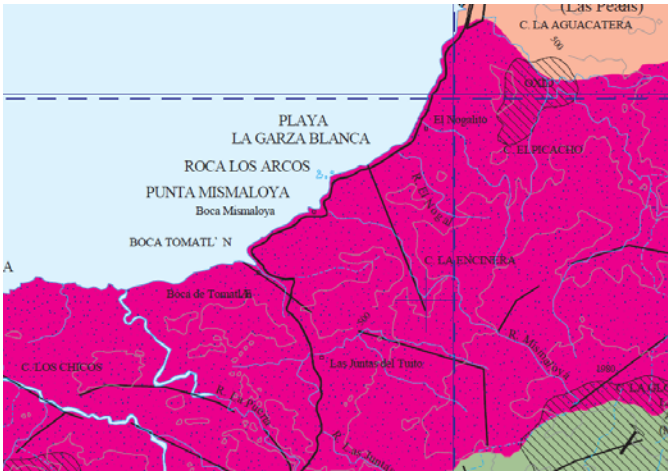
En la unidad vulcano sedimentaria se observaron deslizamientos de varias magnitudes, desde flujos de lodo y flujos de detritos hasta un deslizamiento rotacional antiguo, y grande, localizado en la vertiente del Rio Cuale. Los deslizamientos pequeños pueden causar daños a extensiones reducidas (< 1 Ha), en tanto los deslizamientos rotacionales pueden provocar represamiento, los flujos de lodos asociados podrían representar una amenaza seria para la ciudad

El fallamiento normal en sedimentos no consolidados refuerza la hipótesis de una zona tectónicamente activa, es de esperarse que la actividad sísmica sea importante. Los cambios drásticos en el nivel del mar, marcados por la formación de sistemas de terrazas pueden estar asociados a cambios bruscos en la actividad tectónica

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

Las rocas volcánicas **al sur de PV** no están bien comprendidas, pero de ser tan jóvenes, como su posición estratigráfica sugiere, será importante responder la pregunta de a qué tipo de actividad estuvieron asociadas y si los centros de actividad hidrotermal reportados en la bahía pueden asociarse a actividad volcánica. Así mismo, inmediato a la costa afloran rocas volcánicas extrusivas de color oscuro y edad desconocida, al parecer más jóvenes que los conglomerados, muy deleznables, con alto contenido de vesículas, probablemente extruidas como derrames

Las rocas que afloran en la región varían en edad del triásico al cuaternario. El triásico está representado por esquistos y gneis, los cuales subyacen a sedimentos calcáreos y arcillosos de cretácico; estos últimos fueron intrusionada por un batolito de composición granítica que originó rocas de metamorfismo de contacto; sobreyacen a las unidades antes descritas, rocas volcánicas de composición ácida y en menor proporción , básicas e intermedia, además de areniscas y conglomerados todos de edad terciaria; el cuaternario lo representan rocas basálticas, areniscas, conglomerados, asociación de arenisca-conglomerado y suelo residual, aluvial, palustre y litoral.



En los granitos se observan deslizamientos pequeños, principalmente volcamiento de bloques que pueden llegar a bloquear vías terrestres.

Localmente estas unidades se tienen en el terreno en general la zona está conformada por rocas del cretácico representados por granitos, sobre yaciéndoles la misma roca alterada conocida como la formación Tucuruguay, estas en su parte altas y en su caso en la parte media.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

presentan un fracturamiento intenso y un intemperismo somero por lo que en general es impermeable.

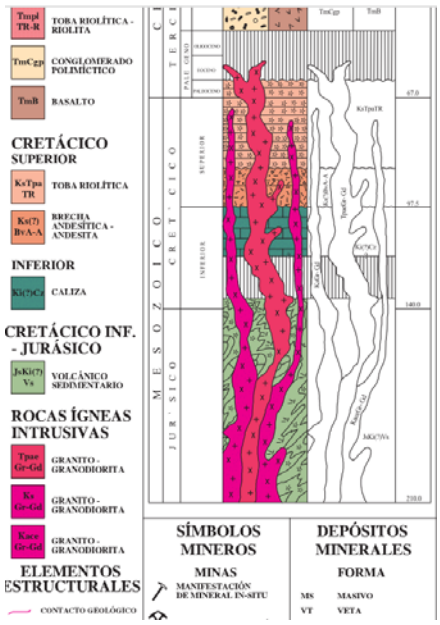
Dentro del Google earth se aprecia una falla de cuchara (inferida) apreciándose como asentamiento, esto se observa arriba de la carretera donde está asentada una vivienda y el terreno en estudio; sin embargo, no se tiene problema de estabilidad.

De acuerdo al levantamiento geológico podemos indicar que la parte central siendo la nariz topográfica está cubierta por concreto, teniendo en ambos lados escalinatas lo cual lo estamos definiendo como depósito de talud, a ambos lados se tiene dos escurrimientos o arroyos donde podemos ver afloramiento de granito alterado (formación tucuruguay) en parte se ve más arenoso cubierto en parte por suelo vegetal; subyaciéndole a este tenemos un granito fracturado, con fracturas verticales evidenciando su origen intrusivo, este se aprecia en los cantiles en el cual la mayoría del terreno lo tiene. Hacia el noroeste se tiene escalones hasta la playa, del arroyo al oeste se tiene un bajo topográfico apreciándose únicamente suelo vegetal y depósito de talud.

6.1 UNIDADES GEOLÓGICAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Triásico superior
Intrusivo granítico
Unidad constituida por rocas intrusivas granito, granodiorita y en menor tonalitas su mineralogía se forma por cuarzo, feldespato, ortoclasas, biotita, pirita, apatito, clorita, sericita y moscovita en una textura holocristalina, equigranular; principalmente son de un color blanco e intemperiza a color blanco amarillento y rosa presenta xenolitos de color negro y café dimensiones pequeñas afloran en la región y se considera un pequeño batolito ya que parece ser que es muy profundo.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com



Su estructura es compacta masiva y en forma de cebolla, con sus superficies de alguna alteración y fracturamiento intenso en dos direcciones aproximadamente perpendiculares.

La acción del intemperismo y erosión produce a partir de estas rocas, arenas gruesas y en algunos puntos se le observa intrusionadas por diques diabásicos (blanco) de aproximadamente centímetros hasta 2.5 m de espesor.

Su morfología es de sierras altas complejas, con laderas escarpadas y cimas puntiagudas, por su fracturamiento se dispone en bloques de dimensiones y altitudes diversas. Se distribuyen principalmente en una franja paralela a la línea de costa

Depósito de talud y suelo

Son fragmentos subangulosos y subarredondados de roca volcánica intrusiva (granito y tobas ácidas), en una matriz arenosa y compacta; los fragmentos varían de tamaño de 2 a 1.5 metros de diámetro. Su morfología se forma por lomeríos de pendientes suaves y se distribuyen en el área, que a su vez cubre o enmascara el granito alterado (formación Tucuruguay).

6.2 ESTRATIGRAFÍA GENERAL

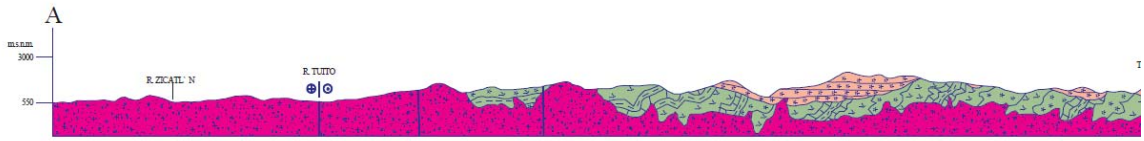


Figura 6-1 Estratigrafía general /Servicio geológico mexicano)

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

7. GEOFÍSICA

La prospección eléctrica, tiene como objetivo determinar la resistividad eléctrica de las rocas que constituyen el subsuelo y su distribución, de tal manera que se puedan interpretar los cambios que se producen, debidos a la presencia del agua subterránea.

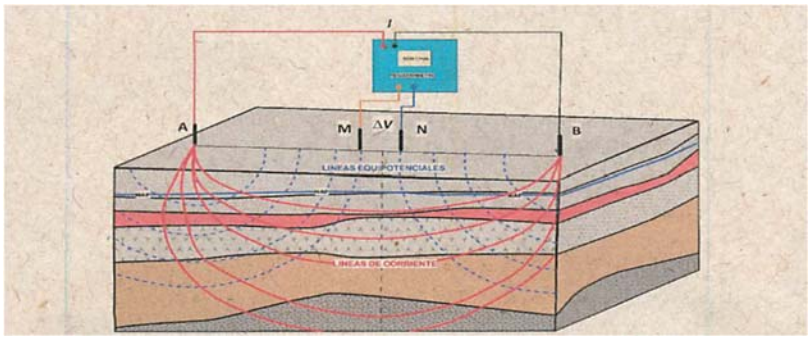


Figura 7-1 Configuración de electrodos para SEV.

7.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS MÉTODOS ELÉCTRICOS DE PROSPECCIÓN

Los recursos geofísicos para explorar el subsuelo y su caracterización geoeléctrica son de gran utilidad para localizar zonas acuíferas subterráneas, además de proyectar y emplazar las obras de ingeniería necesarias para su utilización.

7.2 PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE LAS ROCAS

La resistividad eléctrica ρ de cualquier sustancia de determina numéricamente por la resistencia que se obtiene en un centímetro cúbico de esa sustancia, tomando en forma de cubo, a la corriente eléctrica dirigida perpendicularmente a una de las aristas de ese cubo, esta resistividad se mide típicamente en ohm-metro.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

La magnitud inversa de la resistividad, γ=1 /ρ se denomina conductividad eléctrica, su unidad son siemens por metro (Sm/m, Sm/cm).

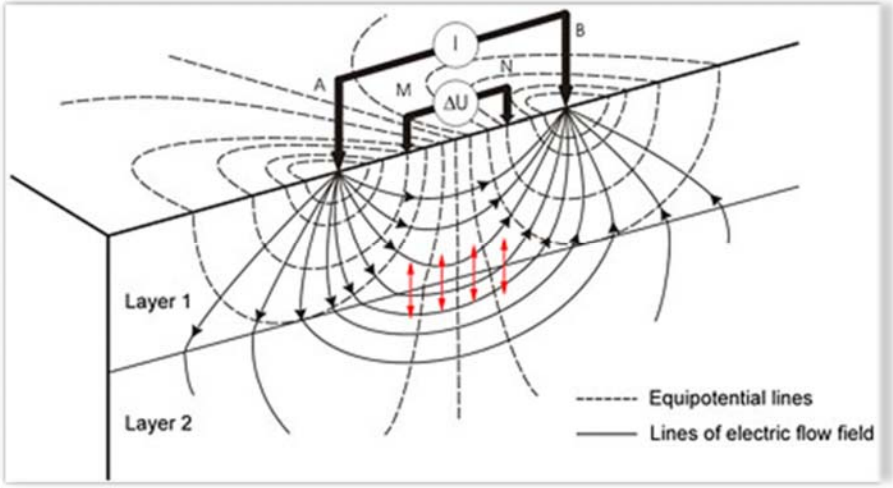


Figura 7-2 Arreglo resistividad eléctrica

A una roca como conductor de corriente eléctrica, se le puede considerar como un agregado que consta de un esqueleto sólido mineral, de líquidos y gases, En la resistividad de este agregado influyen los siguientes factores:

1. La resistividad de los minerales que forman la parte sólida de la roca
2. La resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la roca
3. La humedad de la roca
4. La porosidad de la roca
5. La textura de la roca y la forma y distribución de sus poros

Para aplicar el método de resistividad se aplica un campo eléctrico mediante dos tomas de corriente puntuales A y B a través de estas tomas de de tierra denominadas de emisión se introduce al terreno una corriente eléctrica de intensidad I. Entre dos puntos de del terreno y con ayuda de dos tomas de tierra M y N de medición se miden las diferencias de potenciales ΔV.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

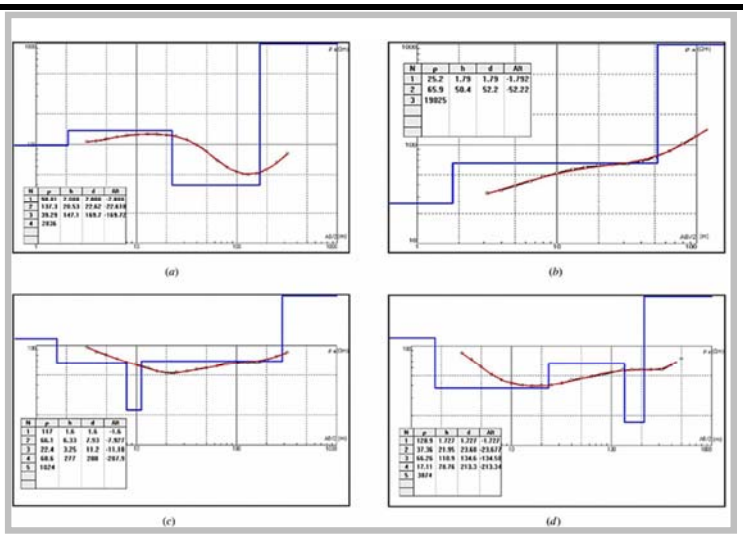


Figura 7-3 Secuencia de procesamiento de datos

$$\rho = 2\pi a \, \Delta V / I \qquad K = (\pi /2(L^2 - l^2)/ l)$$

7.3 TEORÍA DEL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL

Frente a la presencia de un dispositivo Schlumberger en el terreno, la magnitud de la resistividad aparente de dicho dispositivo depende de cómo estén distribuidas en el semiespacio inferior las rocas de diferentes resistividades, además de la posición relativa de las tomas de tierra tanto de emisión como de recepción y la profundidad de penetración de la corriente en el terreno, la cual se consigue aumentar la distancia entre tomas de corriente.

Los datos de campo son presentados en forma de curvas de campo, su procesamiento digital es a base del software Geosoft y Surfer 8 y su interpretación cuantitativa nos arroja información para basar una caracterización hidrogeológica del subsuelo estudiado.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

La prospección geofísica consistió en aplicar 5 Sondeo Eléctrico Vertical, en cada uno de los sitios se levantaron lecturas de resistividad aparente con apertura electródica variable desde 1 metro hasta 15 -25 -70.00 metros.

La configuración electródica fue del tipo Schlumberger, el instrumento de medición es un resitivímetro en corriente continua marca GeoExplorador, energizado con una fuente de poder de 120 Volts, frecuencia de 3 Hertz y potencia de 300 Watts.



Figura 7-4 Equipo utilizado para la SEV

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

7.4 SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

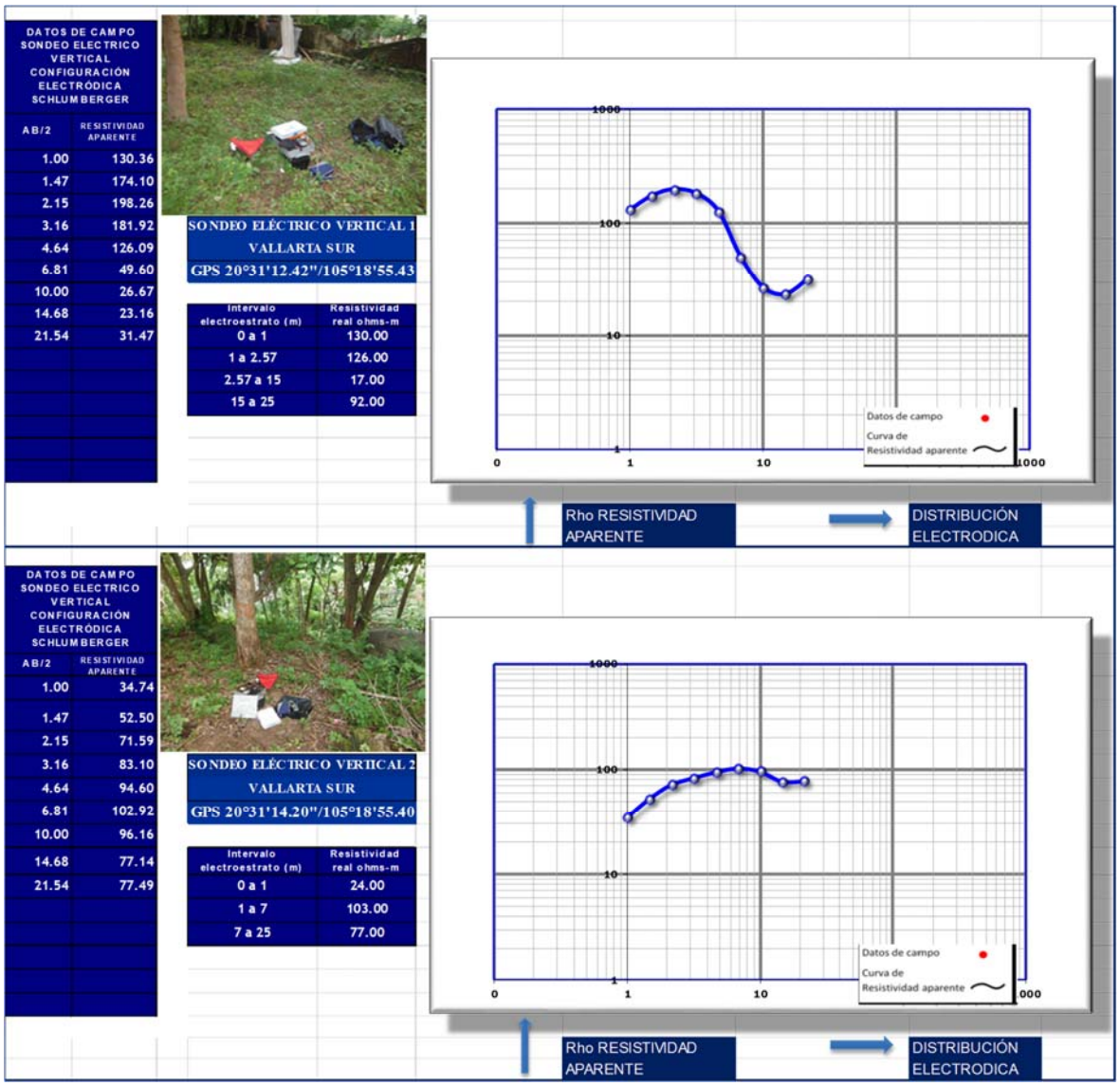


Figura 7-5 Sondeos Eléctricos Verticales 1 y 2

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

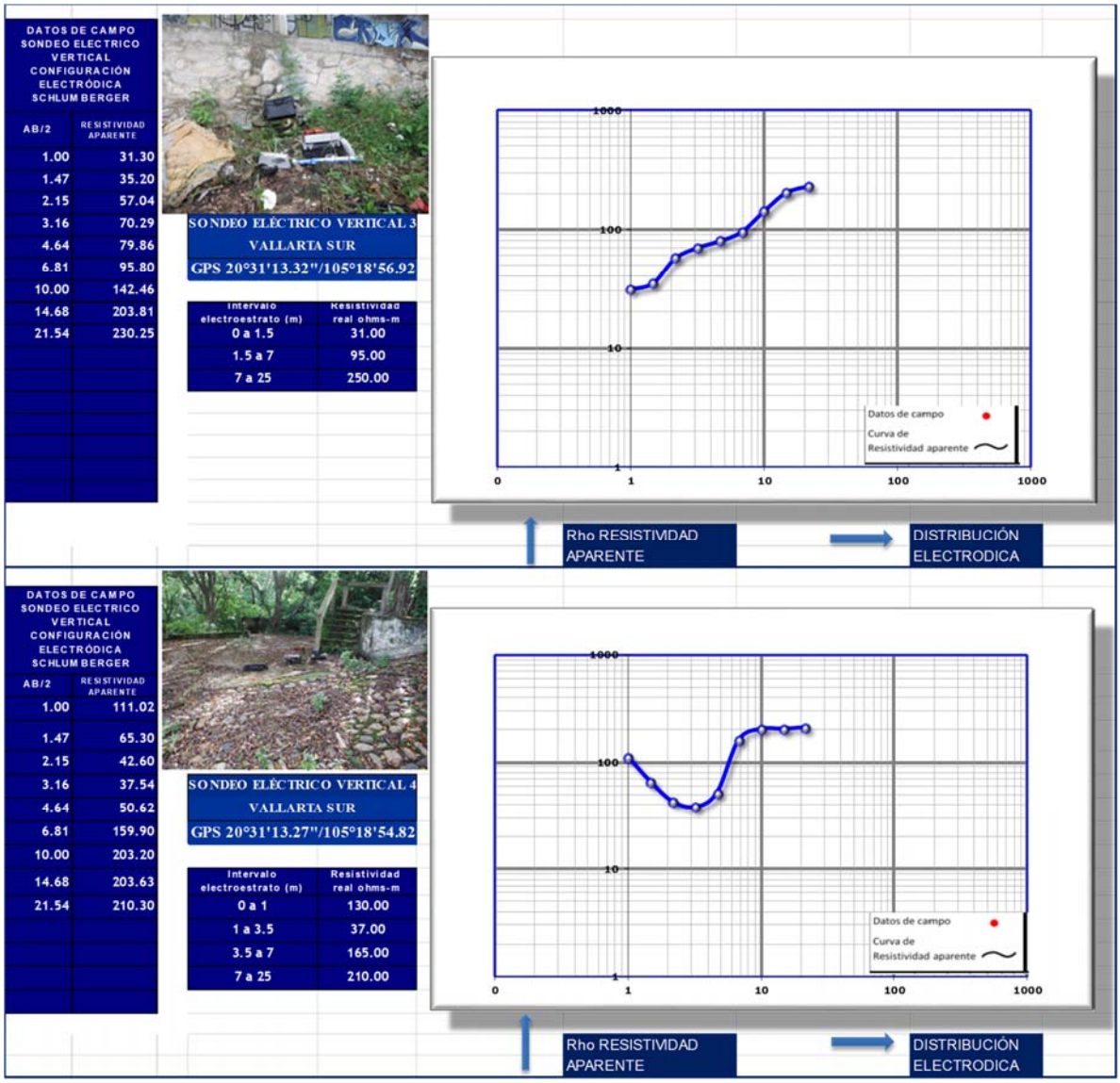


Figura 7-6 Sondeos Eléctricos Verticales 3 y 4

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

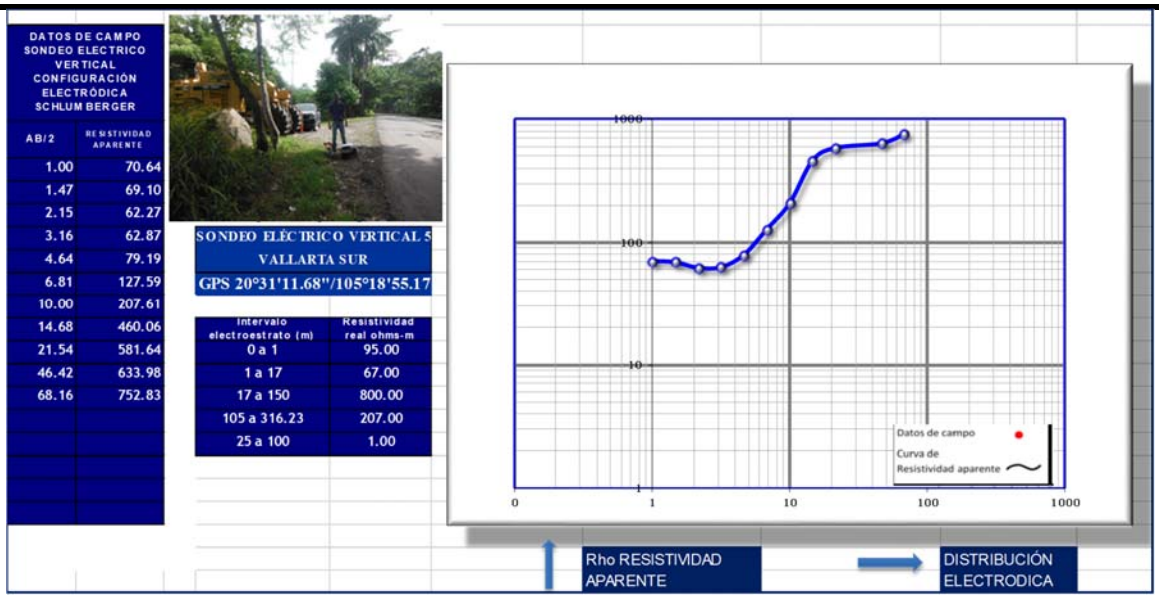


Figura 7-7 Sondeos Eléctricos Verticales 5

Se presenta una imagen de la distribución de resistividades eléctricas y una tabla de sus correspondencias con litología nativa del área de estudio conciliada a base de cruzarla con datos de geología superficial realizada en coordinación con los trabajos geofísicos

Tabla 7-1 Interpretación geología de resistividad

Unidad geo-eléctrica	Resistividad omh-m	Correspondencia geológica	Conductividad hidráulica
U1	34-70	Depósito de talud: Arcillas, limos y arenas y bloques	Baja
U2	13 -31	Arenas graníticas saturadas	Media
U3	49-78 -90	Granito alterado (Tucuruguay)	Media a baja
U4	77-102	Granito muy fracturado interdigitados con alteraciones	Nula
U5	150-900	Roca granítica fracturada	Nula

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

8. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El levantamiento geológico y los dispositivos geoeléctricos se realizó dentro de la programación pre establecida y manteniendo los estándares y protocolos de seguridad en el área de trabajo.

La distribución de resistividades eléctricas muestra un comportamiento coherente con la petrografía nativa, secuencia litológica con puntos determinados de anomalías en el depósito, el evento de mayor relevancia pudieran ser las sobrecargas de materiales no consolidados que cubren a la roca granítica masiva y la presencia relevante de evidencia de dos zonas de fracturamiento identificadas también en los trabajos de geología estructural (a ambos lados del terreno).

Con los datos de geofísica y el levantamiento geológico se indagaron las características del terreno. Esta formación se estudió de 25 - 70 m de profundidad.

8.1 ARREGLO DE LAS DIFERENTES UNIDADES

8.1.1 UNIDAD 1 DEPÓSITO DE TALUD, DT

Superficialmente se detectó en los sondeos realizados resistividades que oscilan valores de 24 - 130 ohms – m., asociándose estas resistividades a el suelo arenoso con fragmentos de roca que presentan un espesor promedio de 1.00 a 1.50 m. (**Depósito de talud, DT**)

8.1.2 UNIDAD 2 TUCURUGUAY, TU

En los sondeos se obtuvieron resistividades en promedio son del orden de 13-31 Ω*m. lo cual da la apariencia de estos valores que se interdigita la arena saturada del granito alterado saturada con la roca granítica. (**Tucuruguay, Tu**)

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

8.1.3 UNIDAD 3 TUCURUGUAY, TU

Por debajo de estas unidades se registraron material granítico alterado y muy fragmentado cuyas resistividades varían de 77 a 102 Ω*m ohm – m. esto se detectó en la con espesores muy heterogéneos. (**Tucuruguay, Tu**)

8.1.4 UNIDAD 4 GRANITO, GR

Subyaciendo a las unidades anteriores tenemos un granito sano compacto que por su naturaleza intrusiva las fracturas tienden a cerrarse. Se determino un granito fracturado sano con buena capacidad de carga (**Granito, Gr**)

- El granito **(Gr) y bloques graníticos pueden estar interdigitados de ahí el por qué** tiene resistividades de 90 a 900 Ω*m, lo que indica una roca de buena calidad; en tanto que la unidad arenosa **(Gr)**, así como resistividades de 13 a 78 Ω*m
- En esta unidad, la continuidad de los planos es de cientos de metros. Pueden ser muy irregulares, ya que representan superficies de erosión entre los tiempos de depósito de diferentes unidades litológicas.
- CARACTERÍSTICAS DEL MACIZO ROCOSO.
    - Esta formación es originada por la consolidación del magma que se enfría lentamente bajo la superficie, debido a que estos cristales son generalmente grandes y más o menos uniformes en su tamaño. Generalmente el granito se presenta como cuerpos ígneos de gran tamaño en cadenas montañosas y también en cuerpos pequeños en forma de diques y mantos (transversales y paralelos a la estratificación respectiva), intrusionando a rocas sedimentarias.
    - DENSIDAD: 2.5 A 2.67
    - RESISTENCIA A LA TENSIÓN: 30 -50 Kg/cm^2
    - RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE: 150 – 300 Kg/cm^2
    - Cuando está sano se considera buen material para construcción, pues su consistencia es maciza y muy resistente. Es impermeable y soporta

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

presiones del orden de 1000 a 1800 Kg/cm^2; sus juntas y grietas se cierran a profundidad.

9. CONCLUSIONES

- Desde el punto de vista Geológico-Geotécnico, en el sitio existen tres tipos de terreno:

  a) Suelos y rocas en unidades litológicas maleables
  b) De baja resistencia;
  c) Unidades litológicas de resistencia media a alta.

- Alrededor de Puerto Vallarta afloran rocas cristalinas, sedimentarias y volcánicas de edades variadas: Al sur y este de PV afloran granitos de dimensiones batolíticas que constituyen el basamento cristalino. Presentan diversas facies: granitos de biotita, de hornblenda-biotita y de muscovita. El batolito está fracturado en por lo menos 3 direcciones, la medición del fracturamiento no arroja tendencias coherentes. Se documentan facies pegmatíticas. Se diferencian cuerpos intrusivos discretos que sugieren el emplazamiento en forma de pulsos.

- En los granitos se observan deslizamientos pequeños, principalmente volcamiento de bloques que pueden llegar a bloquear vías terrestres

- El fallamiento normal en sedimentos no consolidados refuerza la hipótesis de una zona tectónicamente activa, es de esperarse que la actividad sísmica sea importante. Los cambios drásticos en el nivel del mar, marcados por la formación de sistemas de terrazas pueden estar asociados a cambios bruscos en la actividad tectónica.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

- En general la zona está conformada por rocas del cretácico representados por granitos, sobre yaciéndoles la misma roca alterada conocida como la formación Tucuruguay, estas en su parte altas y en su caso en la parte media. presentan un fracturamiento intenso y un intemperismo somero por lo que en general es impermeable estas a su vez se encuentran cubierta por el concreto de la infraestructura existente donde se está describiendo como depósito de talud. En los cantiles al mar y en el arroyo ubicado al oeste del terreno es donde se aprecian los afloramientos de esta roca.

- En cuanto a trabajos de interpretación se tiene arenas graníticas alteradas, sin embargo, estos se encuentran interdigitados, por lo que se estableció en una sola unidad geológica, sobre yaciéndole al macizo rocoso, cubiertas por suelo y depósito de talud.

- En general el terreno la formación está cubierta por una pequeña de depósito de talud y capa vegetal de 1.00 a 1.50 m de espesor y en parte por bloques de tipo granítico, subyaciéndole granito alterado (formación Tucuruguay) interdigitados por el intrusivo granítico

- Las secuencias geoeléctricas obtenidas en los sitios investigados muestran similitudes y correlación con una capa de baja resistividad en la cima y al fondo un ingreso a la unidad granítica con muy alta resistividad y con los siguientes rasgos de anomalía notables asociadas a posibilidades variables geotécnicas e hídricas. (arroyos y pendientes).

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

Tabla 9-1 Interpretación Isorresistividades

INTERPRETACION ISORESISTIVIDADES.
A continuacion se presenta una correlacion entre los resultados numéricos de los sondeos y el escenario geomecánico

SONDEO NO.1		SONDEO NO.2		SONDEO NO.3		SONDEO NO.4		SONDEO NO.5		
Este - Oeste		Norte - Sur		Este - Oeste		Norte - Sur		Este - Oeste		**caracteristicas geológicas**
INTERVALO	Ω- m	INTERVALO	Ω- m	INTERVALO	Ω- m	INTERVALO	Ω- m	INTERVALO	Ω- m	
0 a 1.00	130	0 a 1.00	24	0 a 1.50	35	0 a 1.00	130	0 a 1.50	70	Suelo, depósito de talud y roca decomprimida
1.00 a 2.50	126	1.00 a 7.00	102.92	1.50 a 7.00	95	1.00 a 3.50	37	1.50 a 3.50	618	Granito alterado, embargo en el Sev 4 se encuentra saturado
2.5 a 15.00	17					3.5 a 7.00	165			
15.00 a 25.00	91	7.00 a 25.00	77.49	7.00 a 25.00	250	7.00 a 25.00	210	3.50 a 70.00	634/900	granito de poco a fracturado
profundidad maxima investigada 25.00 metros				profundidad maxima investigada SEV 5 70.00 metros						

10. RECOMENDACIONES

De acuerdo al tipo de roca es conveniente en general donde se presenta la arena granítica. Para las excavaciones es recomendable dar un talud de 0.25:1. y evitar excavaciones fuertes y sin olvidarnos que se tiene la carretera

En cortes altos mayores a 5m es conveniente en pensar en una berma para evitar sobre excavación y a su vez nos dé mayor seguridad. Conforme a la altura la berma podría ser de 5 y 7 m. según el caso.

Tomando en cuenta que se va a tener construcciones paralelas a la carretera, el por lo que es más recomendable instalar malla triple torsión, anclas de fricción de “1” con longitud de 3 a 4 m, concreto lanzado de 5 cm. de espesor y. drenes. Para evitar el Intemperismo de roca y erosión de la misma es necesario colocar una malla triple torsión para aumentar su resistencia a la flexión y pandeo lo cual será cubierta por concreto lanzado de 200 Kg/cm^2 con espesor de 5 cm.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

No existen problemas de deslizamiento en las arenas graníticas, pero si puede haber, al perder humedad la roca por la misma acción de Intemperismo y erosión; por lo tanto, se deberá proteger con una lechada A/C: 3: 1 y 2% de bentonita para estabilizar la mezcla, esta acción es de protección, en tanto ejecutan las obras conforme a proyecto, se deberá instalar drenes de 2" de diámetro con longitud variable de acuerdo al cuadro que se calcule. Con relación a los taludes, se recomienda seguir con un patrón de distribución de drenes, de 2 x 2 m: estos deberán ser en tresbolillo.

11. NOTAS ACLARATORIAS

1. Suelos y Control S.A. de C.V. no se hace responsable por el mal uso de la información presentada o por la aplicación de los resultados en proyecto diferentes al aquí descrito.

2. La empresa Suelo y Control no tendrá responsabilidad civil y/o penal derivada de eventos catastróficos no predecibles con el estado actual de conocimiento.

3. Cualquier modificación realizada al proyecto deberá ser notificada por escrito para realizar las recomendaciones pertinentes.

4. Cualquier variación en la estratigrafía, favor de reportarlo.

5. En casi todos los suelos de origen natural, es frecuente entonces la existencia de lentes o capas discontinuas, así como la variación de los espesores o los cambios graduales y abruptos entre distintas capas.

6. **Variaciones del nivel de agua subterránea.** Un hecho irrefutable es que el nivel de agua en el subsuelo no es fijo: varía constantemente a lo largo del año y, en suelos muy permeables como las gravas y las arenas, también puede tener variaciones horarias. La posición del nivel freático depende de diversos factores: época del año, intensidad de las lluvias, cercanía con masas de agua, permeabilidad general del terreno, abatimientos locales por bombeo profundo, mareas o crecientes de ríos.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

12. REFERENCIAS

1. Alfonso Rico y Hérmilo del Castillo, *La ingeniería de suelos*, Carreteras, Ferrocarriles y aeropistas, Vol. I
2. SMMS, (2001) *Manual de cimentaciones profundas*, México, DF, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.
3. Tamez, E. (2001) *Ingeniería de Cimentaciones, Conceptos Básicos de la Practica*, México, DF, Ed. TGC Geotecnia S.A. de C.V.
4. Braja M. Das (2001) *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica,* Thomson
5. Braja M. Das (1999) *Principios de Ingeniería de Cimentaciones,* Thomson, 4ª Edición.
6. **Manual de obras Civiles de CFE. Diseño por sismo 2015.**

Atentamente

_____

Ing. José Manuel Limón Macías
Director General

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

SUELOS Y CONTROL® S.A. DE C.V.

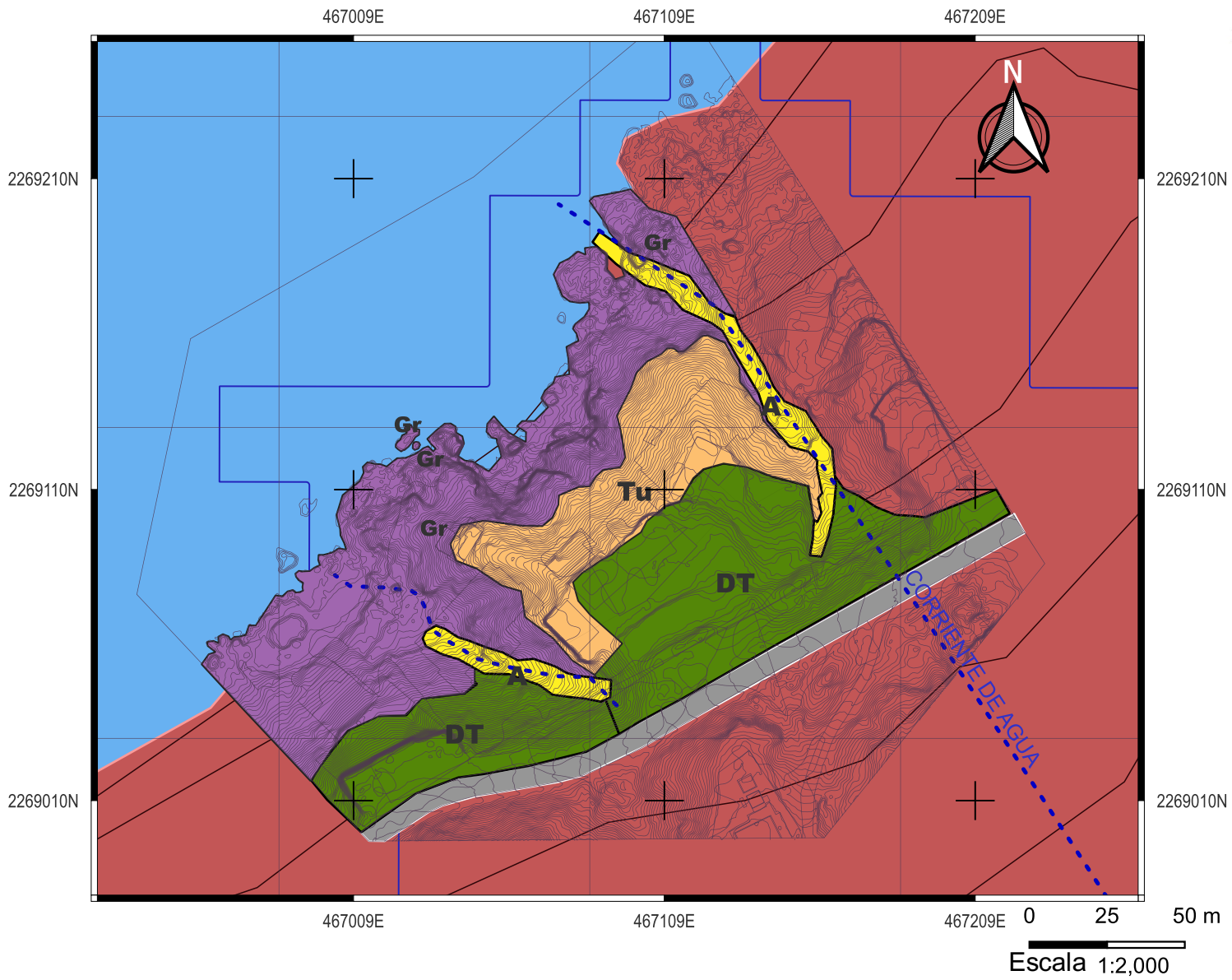
ANEXO I

PLANTA GEOLÓGICA SUPERFICIAL

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

GEOLOGIA VALLARTA SUR

SUELOS Y CONTROL S.A. DE C.V.



LEYENDA

Curvas Vallarta Sur

Poligonos

Litologia Local

RedHidro

corrientes de agua

Acarreos

Granito

Granito Alterado

Deposito de Talud

Carretera

AreaEscurrimiento

curva_nivel INEGI

Litología Regional INEGI

Granito

Proyecto: Vallarta Sur
Fecha: Septiembre 2022

Cartografia del Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000, 2019.
Modified: 2021-03-18
https://www.inegi.org.mx/app/mapas/?t=186&esc=1
Conjunto de datos Geológicos vectoriales escala 1:250 000 serie I
http://www.inegi.org.mx/terminos/terminos_info.aspx
LEVANTAMIENTO LIDAR Y FOTOGRAMÉTRICO PARA EL PREDIO UBICADO EN PUERTO VALLARTA ESTADO DE JALISCO Fecha: Del 10 al 12 de noviembre del 2021

Elaboró: Geologo Héctor Manuel Hernandez De la Torre
Dibujó: Ing. Oscar Ruiz Valdivia
Revisó: Ing. José Manuel Limón Macías

SUELOS Y CONTROL S.A. DE C.V.

ANEXO II

MEMORIA FOTOGRAFICA

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com









Obsérvese la infraestructura de concreto apoyada con pilotes sobre el granito alterado; que por el grado de alteración da la apariencia de relleno.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

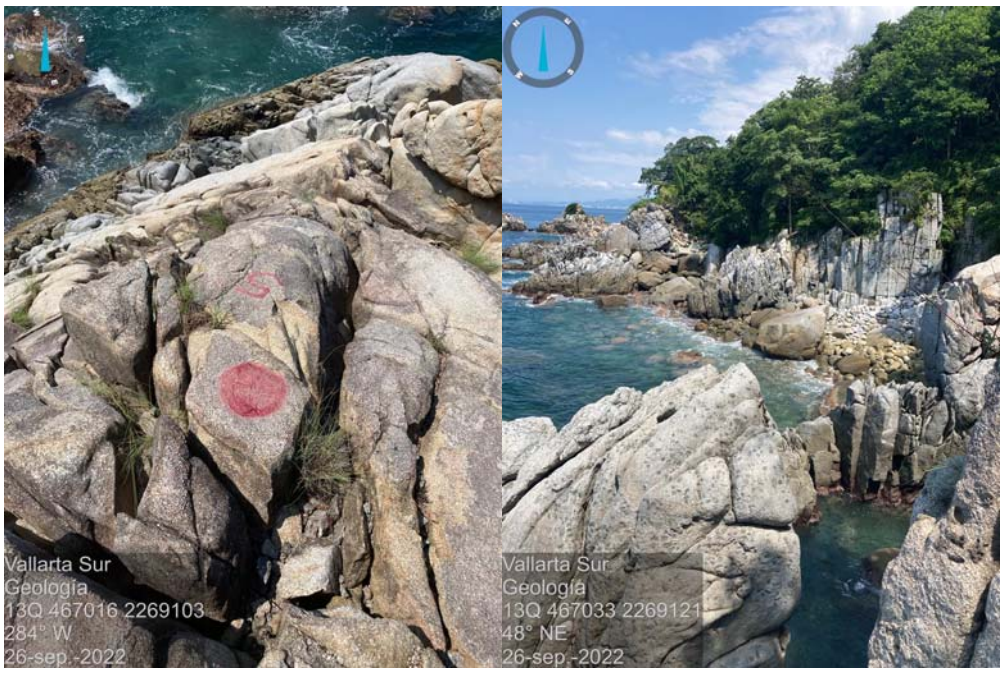


Se aprecia el granito de texturas variables, en parte cubierto por la vegetación.

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

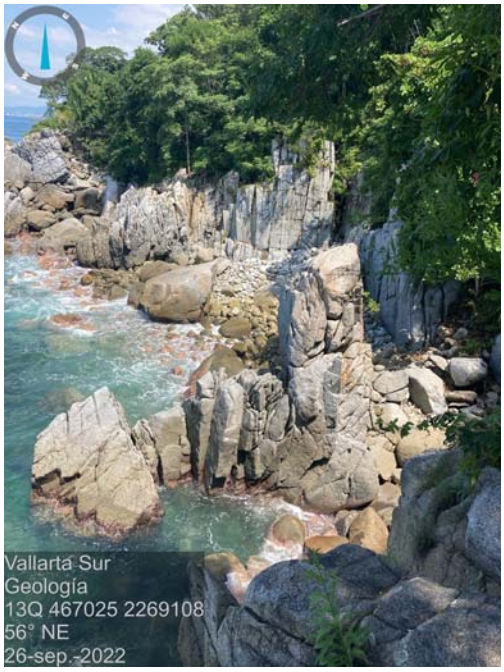


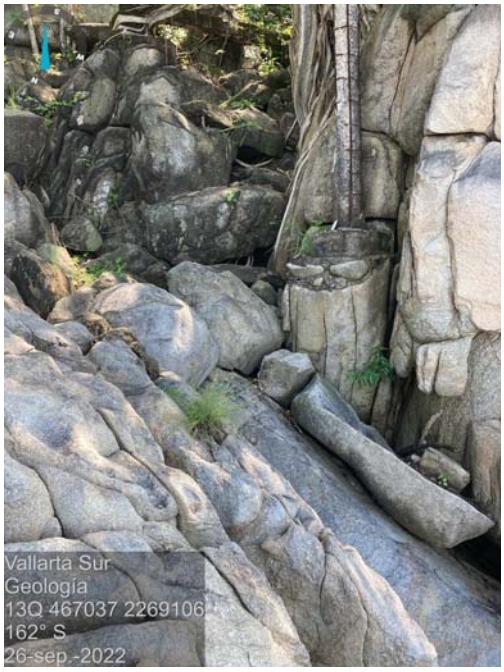
Formación de Acarreos sobre el cauce de los arroyos



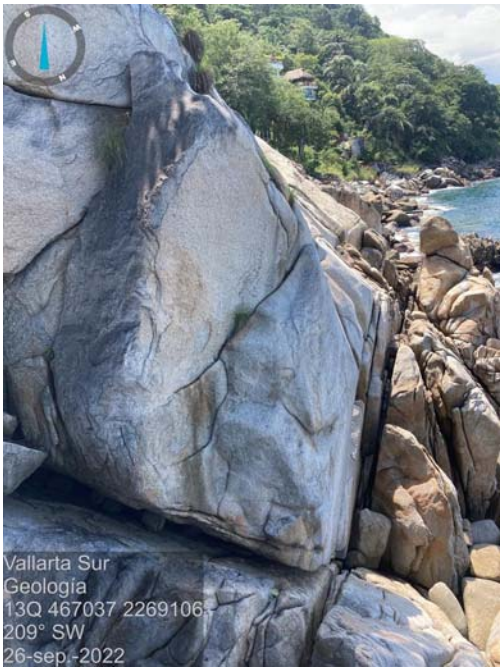
Formación Granito, Gr, en acantilado

Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com





Fracturamiento de granito en superficie, mismas que se van cerrando en profundidad.





Pepe Guizar No. 5773 Arcos de Guadalupe Zapopan, Jal.
C.P. 45037 Tels./Fax (0133) 3629 1975 3628 2734
Suc. Puerto Vallarta (01 322) 22 48 321
E-mail: suelosycontrol@hotmail.com

ASUNTO: 067/00/AU/RG-3589/24.
EXPEDIENTE:1628/2024

DICTAMEN DEFINITIVO FAVORABLE.

Propietario: Promotora y Constructora de Puerto Vallarta S.A. de C.V.
D.R.O. Ing. Luis Fernando Quezada Prieto **No. de registro D.R.O.**517.
Ubicación del Predio: Carretera a Barra de Navidad No. 5630 **Col:** Boca de Tomatlán.
Superficie: 6,229.497 m² **Según** Escritura pública no. 31,374 otorgada por la notaria no. 2 de fecha 20 de septiembre del 2024; en el salto, jalisco.

DE CONFORMIDAD A LO QUE ESTABLECE LA CONSTITUCIÓN DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS EN SUS ARTÍCULOS: 27 Y 115 FRACCIÓN V; ASÍ COMO, LO PRECEPTUADO EN EL NUMERAL 80 DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE JALISCO; ARTÍCULO 1 FRACCIÓN IV, 3 FRACCIONES XXXVIII, XXXIX Y XL, 11 FRACCIONES II, III , 47 Y 59 DE LA LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO; ARTÍCULO 9, FRACCIÓN I, INCISO A) DE LA LEY DE PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE JALISCO; ARTÍCULO 10 FRACCIÓN XX; ARTÍCULO 284 FRACCIÓN II, Y L ETRA "B" Y EL ARTÍCULO 362 FRACCIÓN I INCISO B, DEL CÓDIGO URBANO PARA EL ESTADO DE JALISCO; ARTÍCULOS 8 FRACCIÓN VI, 10, 12,13 Y 22 DEL REGLAMENTO DE GESTIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA, JALISCO; ARTÍCULO 129 DEL REGLAMENTO ORGÁNICO DEL GOBIERNO Y LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA, JALISCO, Y DEMÁS RELATIVOS APLICABLES A LAS LEYES Y REGLAMENTOS MUNICIPALES.

En atención a su solicitud de: **"Construcción de Vivienda Plurifamiliar vertical/H3/Planta Baja, Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3, Nivel 4, Nivel 5, Nivel 6, Nivel 7, Nivel 8, Nivel 9, Nivel 10, Nivel 11, nivel 12, nivel 13, Nivel 14, nivel 15, Nivel 16, nivel 17, nivel 18, Nivel 19".** Se le hace de su conocimiento que la acción urbanística antes mencionada se dictaminó con base en lo siguiente:

CON BASE EN LO DISPUESTO EN EL PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO PUBLICADO EN LA GACETA MUNICIPAL EN LA FECHA DE 24 DE DICIEMBRE DEL 2020, AÑO 3, NÚMERO 18, TOMO 01 Y REGISTRADO ANTE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DEL REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DE COMERCIO CON SEDE EN PUERTO VALLARTA, JALISCO EN LA FECHA DE 23 DE ABRIL DEL 2021 Y AL PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DENOMINADO "DISTRITO URBANO "10", PUBLICADO EN LA GACETA MUNICIPAL EN LA FECHA DE 24 DE DICIEMBRE DEL 2020, AÑO 3, NÚMERO 18, TOMO 03 Y REGISTRADO ANTE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DEL REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DE COMERCIO CON SEDE EN PUERTO VALLARTA, JALISCO EN LA FECHA DE 23 DE ABRIL DEL 2021; SU PREDIO SE LOCALIZA EN EL:

ÁREA: URBANIZADA Y URBANIZABLE AU, AUR / **H3 (10);** COLONIA ZONA HOTELERA SUR.
USO: HABITACIONAL MEDIO.

Con base en el cumplimiento del dictamen de trazos, usos y destinos específicos: **067/00/AU-AUR/RG-5736/22** del expediente número: **6474/22;** con fecha del día 13 del mes de diciembre del año **2022**; se emite lo siguiente:

"DICTAMEN DEFINITIVO FAVORABLE"

Se le hace de su conocimiento que en el área de estacionamiento no podrá realizar ningún uso diferente al que se le autoriza.

En caso de haber dado inicio en la obra sin su licencia correspondiente se hará acreedor a una multa administrativa.

Una vez cumplido con lo anterior se encuentra usted en condiciones de llevar a cabo los trámites correspondientes al permiso de construcción ante la ventanilla de tramites, dependientes de la dirección de desarrollo urbano y medio ambiente.

A t e n t a m e n t e
"2024, Año del Bicentenario del Nacimiento del Federalismo Mexicano, así como de la Libertad y Soberanía de los Estados"
Puerto Vallarta, Jalisco, a 13 de noviembre del 2024

Ing. Jorge Alberto Balderas Betancourt
Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente

PUERTO VALLARTA
DIRECCIÓN DE DESARROLLO URBANO Y MEDIO AMBIENTE
DEPTO EDIFICACIONES Y LICENCIAS

c.c.p. interesado_inf-1628 _2024
c.c.p. archivo.
El presente Dictamen no prejuzga la legal posesión del predio y/o propiedad, sólo se emite en observancia de las Normas de Zonificación, Utilización y Ocupación del Suelo.
JABB/EARC/DLC/MFR.

ASUNTO: 067/00/AU/RG-3997/24.
EXPEDIENTE:6161/2024

DICTAMEN DEFINITIVO FAVORABLE.

Propietario: Promotora y Constructora de Puerto Vallarta. S.A. de C.V.
D.R.O. Ing. Luis Fernando Quezada Prieto **No. de registro D.R.O.** 517.
Ubicación del Predio: Carretera a Barra de Navidad no. 5628 **Col:** Boca de Tomatlán.
Superficie: 6,110.589 m² **Según.** Escritura pública no. 31,373 otorgada por la notaria no. 2 de fecha 20 de septiembre del 2024; en el Salto, Jalisco.

DE CONFORMIDAD A LO QUE ESTABLECE LA CONSTITUCIÓN DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS EN SUS ARTÍCULOS: 27 Y 115 FRACCIÓN V; ASÍ COMO, LO PRECEPTUADO EN EL NUMERAL 80 DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE JALISCO; ARTÍCULO 1 FRACCIÓN IV, 3 FRACCIONES XXXVIII, XXXIX Y XL, 11 FRACCIONES II, III , 47 Y 59 DE LA LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO; ARTÍCULO 9, FRACCIÓN I, INCISO A) DE LA LEY DE PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE JALISCO; ARTÍCULO 10 FRACCIÓN XX; ARTÍCULO 284 FRACCIÓN II, Y LETRA "B" Y EL ARTÍCULO 362 FRACCIÓN I INCISO B, DEL CÓDIGO URBANO PARA EL ESTADO DE JALISCO; ARTÍCULOS 8 FRACCIÓN VI, 10, 12,13 Y 22 DEL REGLAMENTO DE GESTIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA, JALISCO; ARTÍCULO 129 DEL REGLAMENTO ORGÁNICO DEL GOBIERNO Y LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA, JALISCO, Y DEMÁS RELATIVOS APLICABLES A LAS LEYES Y REGLAMENTOS MUNICIPALES.

En atención a su solicitud de: "**Construcción de Vivienda Plurifamiliar Vertical/H3/Nivel 1, nivel 2, nivel 3, Nivel 4, Nivel 5, Nivel 6, Nivel 7, Nivel 8, Nivel 9, nivel 10, nivel 11, Nivel 12, Nivel 13, nivel 14, Nivel 15, Nivel 16, Nivel 17.** se le hace de su conocimiento que la acción urbanística antes mencionada se dictaminó con base en lo siguiente:

CON BASE EN LO DISPUESTO EN EL PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO PUBLICADO EN LA GACETA MUNICIPAL EN LA FECHA DE 24 DE DICIEMBRE DEL 2020, AÑO 3, NÚMERO 18, TOMO 01 Y REGISTRADO ANTE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DEL REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DE COMERCIO CON SEDE EN PUERTO VALLARTA, JALISCO EN LA FECHA DE 23 DE ABRIL DEL 2021 Y AL PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DENOMINADO "DISTRITO URBANO 10", PUBLICADO EN LA GACETA MUNICIPAL EN LA FECHA DE 24 DE DICIEMBRE DEL 2020, AÑO 3, NÚMERO 18, TOMO 03 Y REGISTRADO ANTE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DEL REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DE COMERCIO CON SEDE EN PUERTO VALLARTA, JALISCO EN LA FECHA DE 23 DE ABRIL DEL 2021; SU PREDIO SE LOCALIZA EN EL:

ÁREA: URBANIZADA Y URBANIZABLE AU, AUR/ **H3 (10);** COLONIA BOCA DE TOMATLAN.
USO: HABITACIONAL MEDIO.

Con base en el cumplimiento del dictamen de trazos, usos y destinos específicos: **067/00/AU, AUR/RG-5736/22** del expediente número: **5736/22;** con fecha del día 13 del mes de diciembre del año **2022**; se emite lo siguiente

"DICTAMEN DEFINITIVO FAVORABLE"

Se le hace de su conocimiento que en el área de estacionamiento no podrá realizar ningún uso diferente al que se le autoriza.

En caso de haber dado inicio en la obra sin su licencia correspondiente se hará acreedor a una multa administrativa.

Una vez cumplido con lo anterior se encuentra usted en condiciones de llevar a cabo los trámites correspondientes al permiso de construcción ante la ventanilla de tramites, dependientes de la dirección de desarrollo urbano y medio ambiente.

A t e n t a m e n t e
"2024, Año del Bicentenario del Nacimiento del Federalismo Mexicano, así como de la Libertad y Soberanía de los Estados"
Puerto Vallarta, Jalisco, a 18 de diciembre del 2024

Ing. Jorge Alberto Balderas Betancourt
Director de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente

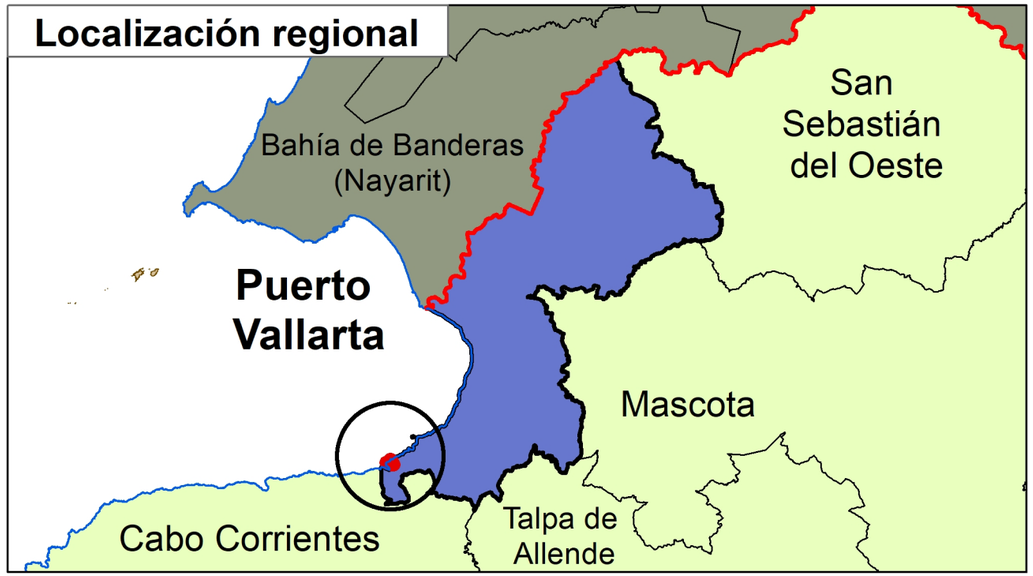
PUERTO VALLARTA
DIRECCION DE DESARROLLO
URBANO Y MEDIO AMBIENTE
DEPTO. EDIFICACIONES Y LICENCIAS

c.c.p. interesado_inf-6161_2024
c.c.p. archivo.
El presente Dictamen no prejuzga la legal posesión del predio y/o propiedad, sólo se emite en observancia de las Normas de Zonificación, Utilización y Ocupación del Suelo.
JABB/EARC/DLC/MFR.

Vallarta Sur 5630

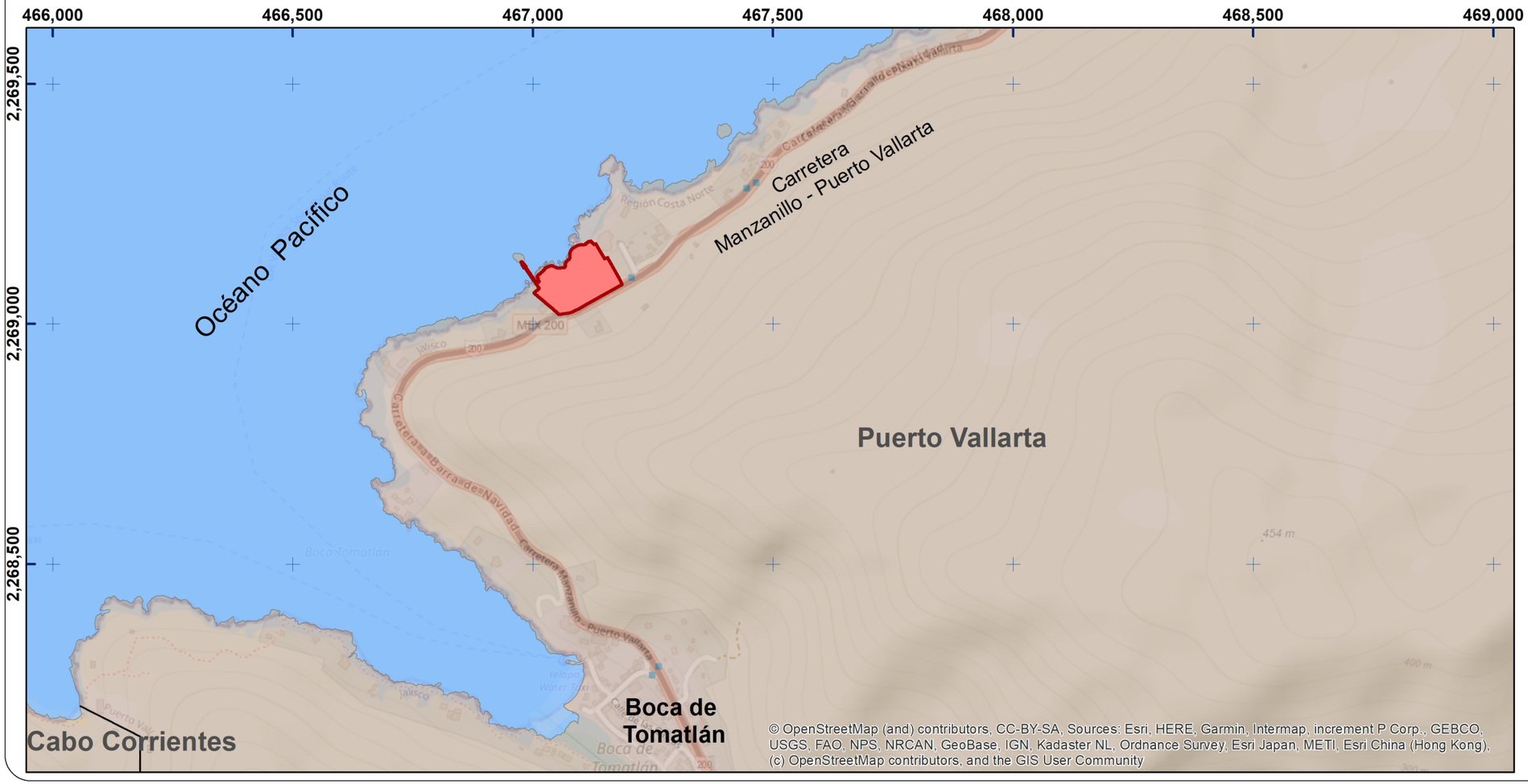
Ubicación general

Localización regional



Localización





Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:10,000

Metros

0 125 250 500 750

Fuente: • Marco geostadistico nacional, diciembre 2022
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
• OpenStreetMap http://www.OpenStreetMap.org. CC-BY-SA

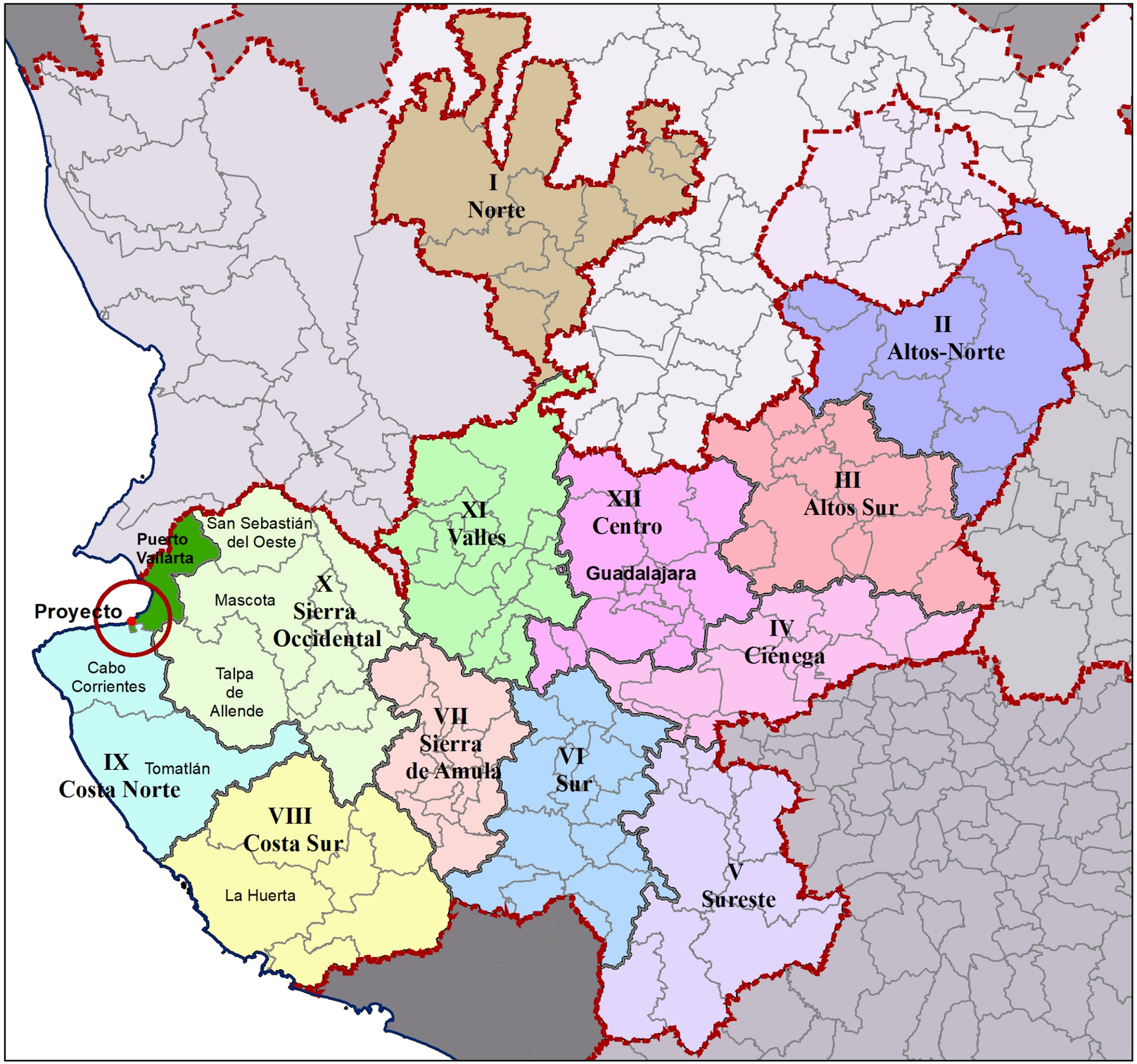
Simbología

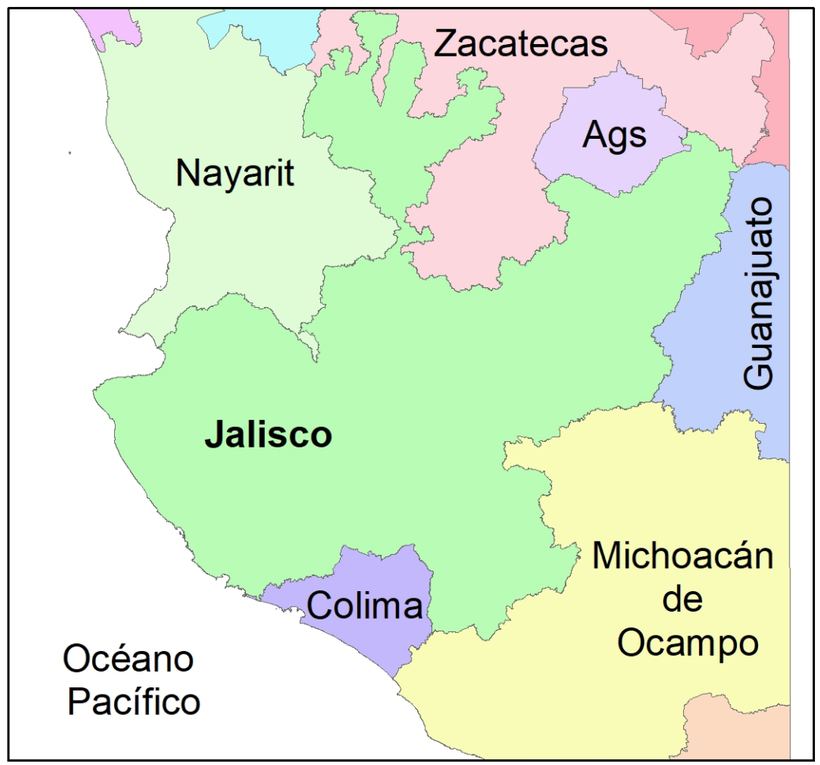
Proyecto

Vallarta Sur 5630

Ubicación general







Vallarta Sur 5630

Ubicación
Sistema ambiental regional

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:5,000 Metros

0 25 50 100 150 200 250

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

Sistema ambiental regional

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

466,000
466,500
467,000
467,500
468,000
468,500
2,269,500
2,269,000
2,268,500
2,268,000
2,267,500

RH14Cc
RH14Cb
PU
Océano Pacífico
RH13
Huicicila
RH13Ac
SAR
RH13Ab
RH13Aa
RH15Cc
RH15Ca
RH15Cb

Vallarta Sur 5630

Hidrografía vs SAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:10,000 Metros

0 100 200 400 600

Fuente: SAGARPA, FIRCO (2005). Delimitación y clasificación Nacional de microcuencas Hidrográficas
CONABIO (2007) Regiones Hidrológicas, escala 1:250000.
CONABIO (1998) Subcuencas hidrológicas

Simbología

Sistema ambiental regional (SAR)
Proyecto

Microcuencas Firco
005
006

Límite de cuenca
Línea de costa
Región hidrológica

Subcuenca
RH13Aa R. Tecomala
RH13Ab R. Cuale
RH13Ac R. Pitillal
RH13Ba R. Huicicila
RH14Cb R. Mascota
RH14Cc R. Ameca - Ixtapa
RH15Ca R. Tomatlán
RH15Cb R. Mismaloya
RH15Cc R. Tecuán

Vallarta Sur 5630

Zonas relevantes de hábitat de flora y fauna vs SAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:6,000 Metros

0 50 100 200 300 400

Fuente: INEGI. Uso del Suelo y VegetaciónSerie VII
Gaceta Municipal de Puerto Vallart. PPDU Dto10
CONANP. Áreas Naturales Protegidas.
CONABIO. AICAS, RAMSAR

Simbología

Sistema ambiental regional (SAR)
Proyecto

PP DU Dto 10

Uso de suelo actual

Forestal (Fo)
Habitacional (Ha)
Turístico (Tu)

Uso Suelo Vegetacion S.VII INEGI

Uso de suelo y vegetación

SMS Selva mediana subcaducifolia
H2O Cuerpo de agua
Islas

Área con manglar
Sitio Ramsar
Áreas Naturales Protegidas
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

466,750 467,000 467,250 467,500

2,269,250 2,269,000 2,268,750

Océano Pacífico

Vallarta Sur 5630

Batimetría vs SAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:3,000 Metros

0 25 50 100 150 200

Fuente:

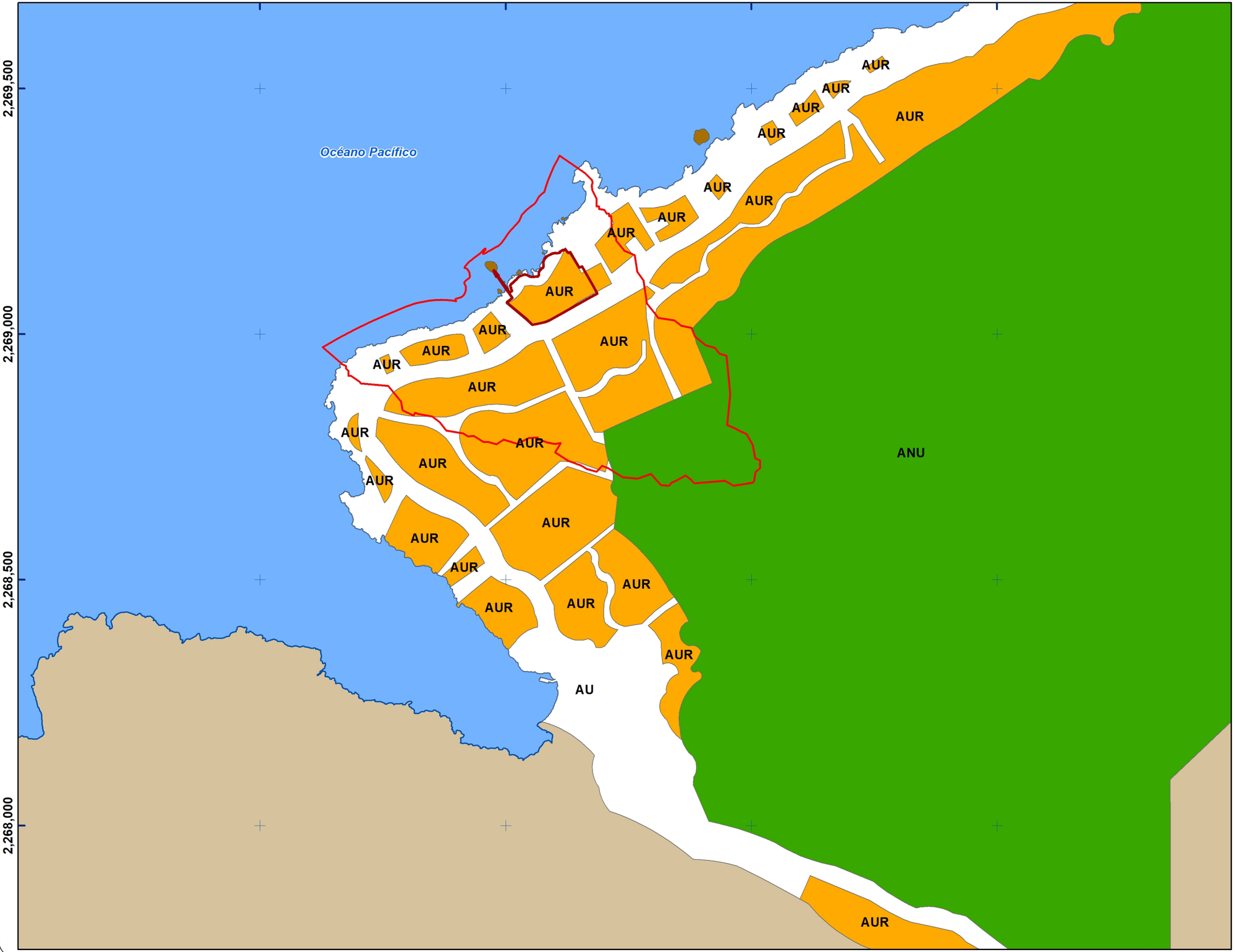
- INEGI. MDE resolución de 400 metros de relieve submarino. MDE batimetrica de la carta Batimétrica de la zona económica exclusiva de México CBII-07 Escala 1:1´000,000
- Proyecto batimétrico 2022, elaborado por el Ing. Rosendo Hernández. Ced. Prof. 3469712

Simbología

- Sistema ambiental regional (SAR)
- Proyecto
- Batimetría INEGI (Curva cada 5mts)
- Levantamiento topo batimétrico 2022 (Curva cada 50cm)

Vallarta Sur 5630

Actividades económicas vs SAR



Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:7,500 Metros

0 50 100 200 300 400

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional (SAR)
- Proyecto

Plan parcial de DU Dto 10

Clasificación de áreas

- ANU Área no urbanizable
- AU Área urbana
- AUR Área urbanizable reserva
- Isla

466,800 466,900 467,000 467,100 467,200 467,300 467,400

2,269,300 2,269,200 2,269,100 2,269,000 2,268,900

Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta

Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Vallarta Sur 5630

Área de influencia y Proyecto

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:2,000 Metros

0 12.5 25 50 75 100 125

Fuente:
Elaboración propia

Simbología

- Área de influencia (AII)
- Proyecto (AID)

466,500 466,750 467,000 467,250 467,500 467,750

2,269,500 2,269,250 2,269,000 2,268,750 2,268,500

Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta
Región Costa Norte
Jalisco
Puerto Vallarta
Vista Hermosa y Villas Capricho
MEX 200
Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta
MEX 200
Jalisco
Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Vallarta Sur 5630

Altitud vs Área de influencia

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:5,000 Metros

0 25 50 100 150 200 250 300

Fuente: INEGI. (s/f). Modelos Digitales de Elevación de Alta Resolución LiDAR, con resolución de 5m. Superficie. ASCII. F13C69D3

Simbología

- Proyecto (AID)
- Área de influencia (AII)

Hipsometría

(msnm)

- < de 20.34
- 20.34 - 61.38
- 61.39 - 102.42
- 102.43 - 143.47
- 143.48 - 181.58
- 181.59 - 219.68
- 219.69 - 257.80
- 257.81 - 292.98
- 292.99 - 331.09
- 331.10 - 366.27
- 366.28 - 401.45

Vallarta Sur 5630

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Diario Oficial de la Federación 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado en el 7 de septiembre de 2012

Simbología

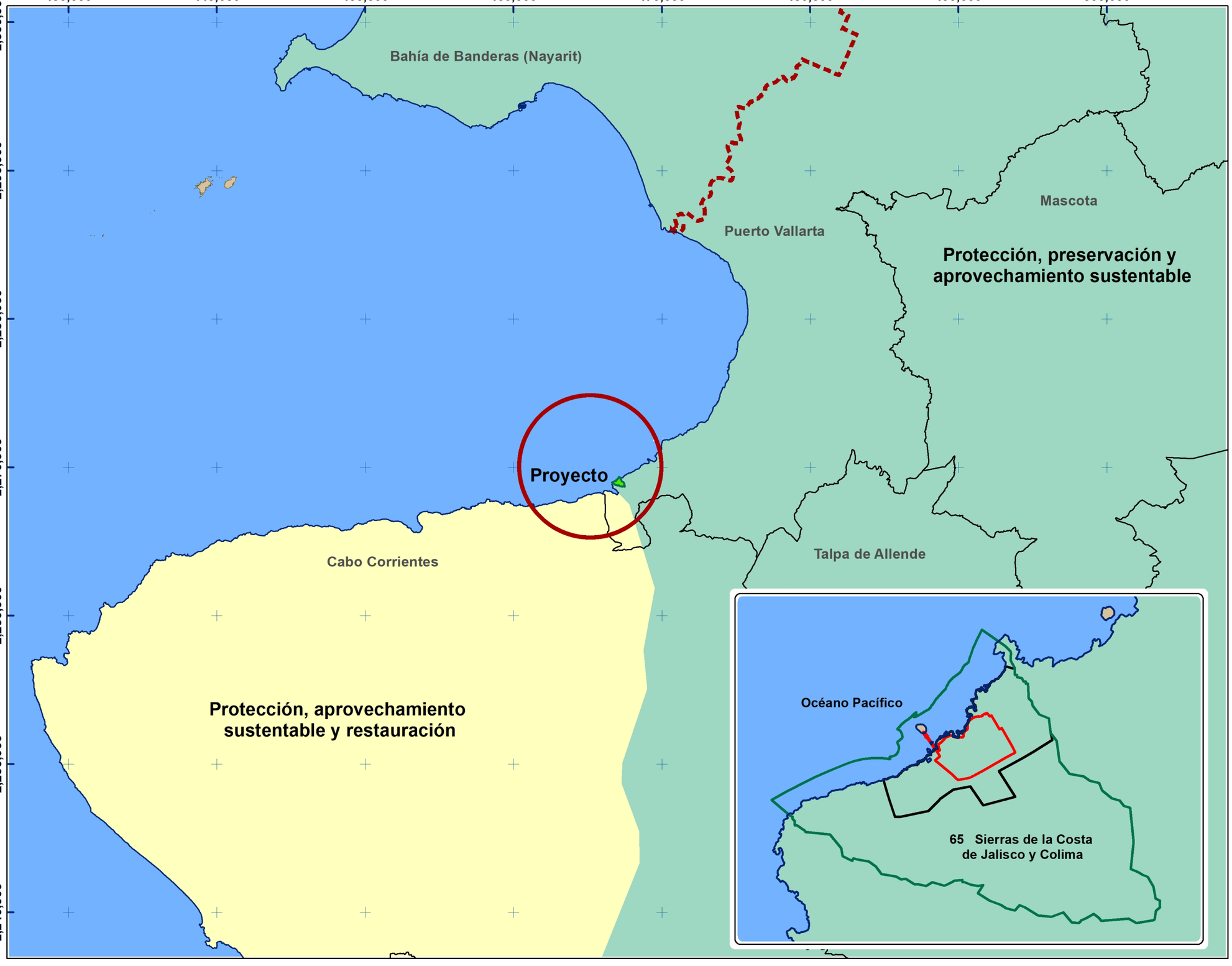
- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Estatal
- Municipal

Unidades bioambientales

- **119** Lomeríos de la Costa de Jalisco y Colima
- **65** Sierras de la Costa de Jalisco y Colima



460,000 465,000 470,000 475,000

2,270,000

2,265,000

Tu4026 C

Proyecto

Tu4026 C

Tu4026 C

Tu4026 C

Tu4026 C

Anp4004 P

Océano Pacífico

Tu4026 C

Anp4004 P

Vallarta Sur 5630

Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Costa Alegre

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Costa Alegre. Publicado el 27 de febrero de 1999. Sección II.

Simbología

Sistema ambiental regional

Área de influencia

Proyecto

Límites políticos

Municipal

Política territorial

Conservación (C)

Protección (P)

Clave de Unidad de Gestión Ambiental

Tu4020C

Uso predominante

Política territorial

Número

Claves para usos predominantes

Tu Turismo

Anp Área natural para la protección

Vallarta Sur 5630

Plan Parcial de Desarrollo Urbano.
Distritos Urbanos 10.
Uso de Suelo Actual

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:25,000 Metros

0 250 500 1,000 1,500

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

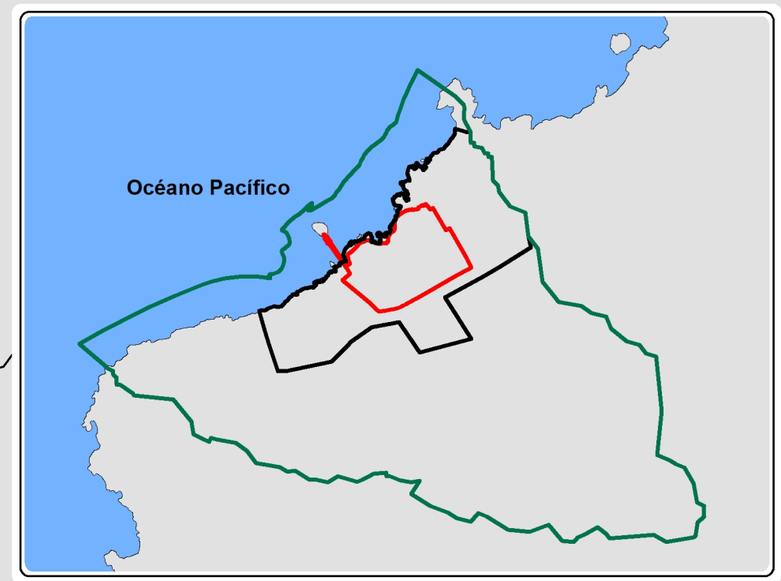
Uso de suelo actual

- Fo Forestal
- Ha Habitacional
- Tu Turístico

467,000 468,000 469,000 470,000 471,000 472,000 473,000 474,000

2,273,000 2,272,000 2,271,000 2,270,000 2,269,000 2,268,000

Tu
Fo
Fo
Ha
Tu
Jalisco
Fo
Ha



Vallarta Sur 5630

Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distritos Urbanos 10.Política

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:25,000 Metros

0 250 500 1,000 1,500

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

Politica urbana

- Conservación
- Crecimiento
- Mejoramiento

Vallarta Sur 5630

Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distritos Urbanos 10. Clasificación de Áreas

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:25,000 Metros

0 250 500 1,000 1,500

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

Clasificación de áreas

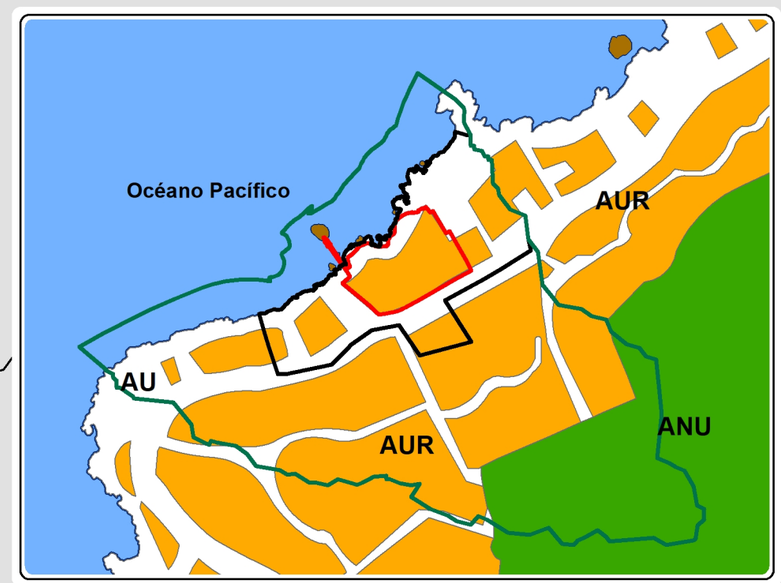
- ANU Área no urbanizable
- AU Área urbana
- AUR Área urbanizable reserva
- Isla

467,000 468,000 469,000 470,000 471,000 472,000 473,000 474,000

2,273,000 2,272,000 2,271,000 2,270,000 2,269,000 2,268,000

AUR AU AUR AUR ANU AUR AU AUR AUR ANU AUR AUR AUR AUR AUR AUR

Jalisco



Vallarta Sur 5630

Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distritos Urbanos 10. Zonificación Secundaria

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:25,000 Metros

0 250 500 1,000 1,500

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

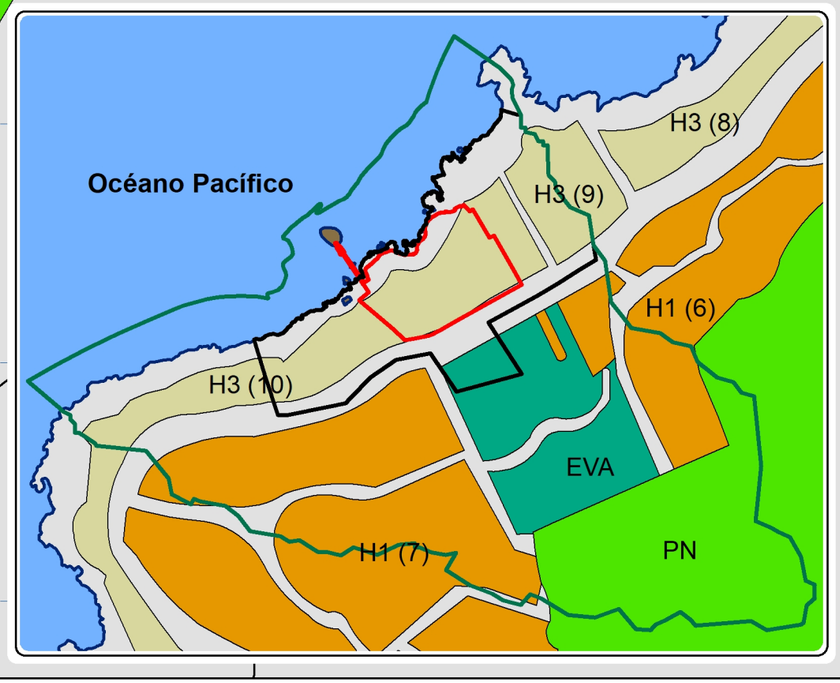
Zonificación Secundaria

Área no urbanizable

- PN Patrimonio natural
- RIS Restricción por infraestructura de servicios públicos
- PRN Protección de recursos hídricos

Área urbanizable

- TS Turismo sostenible
- TA Turismo alternativo
- H1 Habitacional básico
- H2 Habitacional bajo
- H3 Habitacional medio
- CS2 Comercial y de servicios bajo
- CS3 Comercial y de servicios medio
- EU1 Equipamiento urbano básico
- EU2 Equipamiento urbano central
- EV Espacios verdes
- EVA Espacios verdes y abiertos



Vallarta Sur 5630

Áreas Naturales Protegidas Federales y estales

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10 15

Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP. 2024". "Áreas Naturales Protegidas Federales de México".

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Áreas naturales protegidas

De juridicción estatal

Categoría / Nombre

A Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043, Nayarit

B Estero El Salado

C Playa de Mismaloya

De juridicción federal

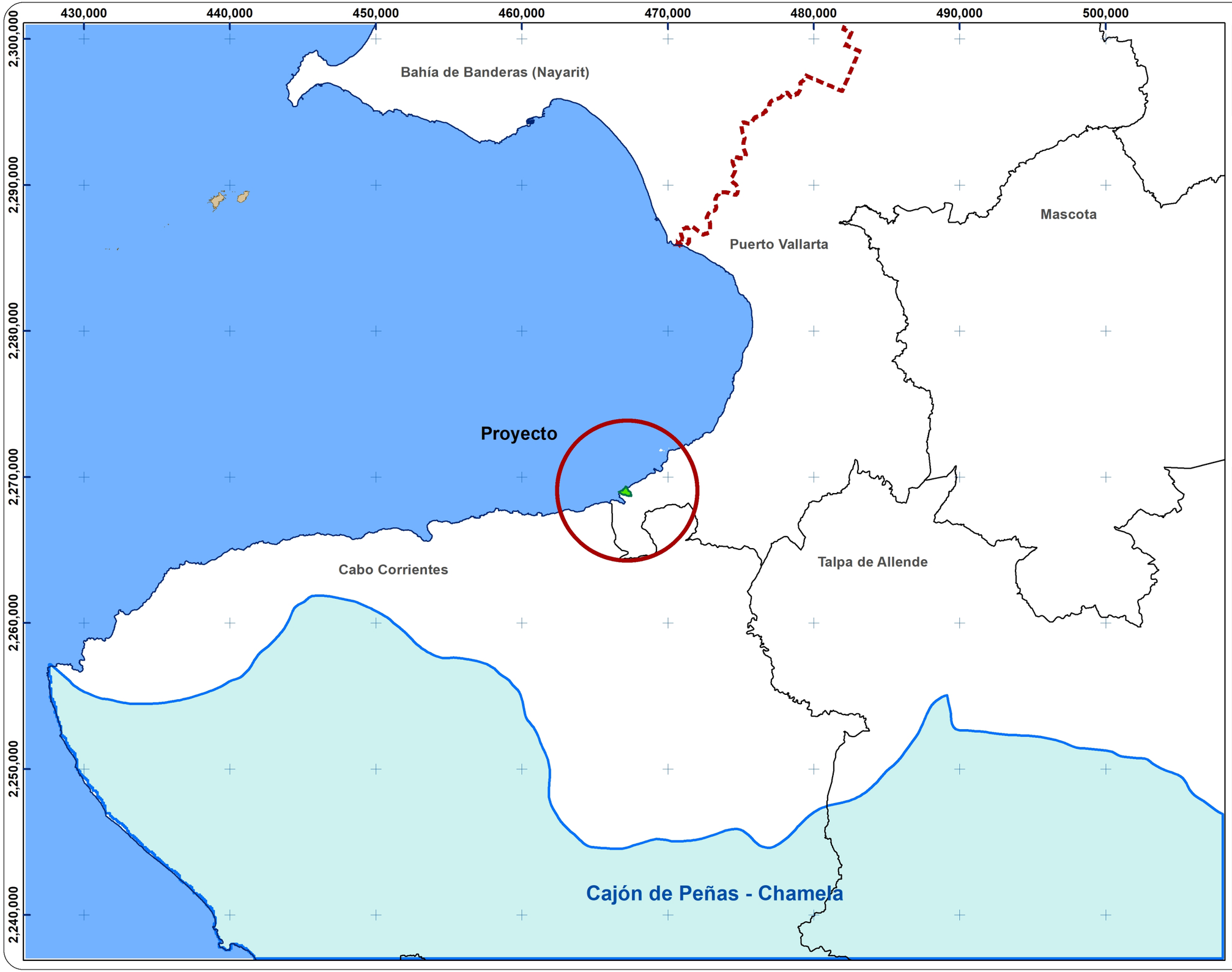
Categoría / Nombre

D Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043, Nayarit

E Islas Marietas

F Playa Mismaloya

G Sierra de Vallejo-Río Ameca



Vallarta Sur 5630

Regiones Hidrológicas Prioritarias para la conservación

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). "Aguas Continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4´000,000. México.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Cajón de Peñas - Chamela

Vallarta Sur 5630

Regiones Marinas Prioritarias de México

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, (1998). "Regiones Marinas Prioritarias de México" Escala 1:4´000,000

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Estatal
- Municipal

Nombre de la región

- Bahía de Banderas

Vallarta Sur 5630

Regiones Terrestres Prioritarias para la conservación

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), (2004). "Regiones Terrestres Prioritarias". Escala 1:1´000,000.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Estatal
- Municipal

Nombre de la región

- Chamela-Cabo Corrientes
- Sierra Vallejo-río

430,000 440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,300,000 2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000 2,240,000

Sierra Vallejo-río Ameca
Bahía de Banderas (Nayarit)
Puerto Vallarta
Mascota
Sierra Vallejo-río Ameca
Cabo Corrientes
Chamela-Cabo Corrientes
Océano Pacífico
Chamela-Cabo Corrientes
Chamela-Cabo Corrientes

Vallarta Sur 5630

Sitios RAMSAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). "Aguas Continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4´000,000. México.

Simbología

Sistema ambiental regional

Nombre del sitio

Parque Nacional Islas Marietas

Límites políticos

Estatal

Municipal

430,000 440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,300,000 2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000 2,240,000

Bahía de Banderas (Nayarit)

Parque Nacional Islas Marietas

Puerto Vallarta

Mascota

SAR

Cabo Corrientes

Talpa de Allende

Vallarta Sur 5630

Área de Importancia para la Conservación de Aves

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). "Aguas Continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4´000,000. México.

Simbología

Sistema ambiental regional

Nombre del área

Islas Marietas

Límites políticos

Estatal

Municipal

430,000 440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,300,000 2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000 2,240,000

Bahía de Banderas (Nayarit)

Islas Marietas

Puerto Vallarta

Mascota

SAR

Cabo Corrientes

Talpa de Allende

Vallarta Sur 5630

Clima

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:200,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: García, E. - CONABIO, (1998). "Climas" (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1´000,000. México

Simbología

Sistema ambiental regional
Área de influencia
Proyecto

Límites políticos

Estatal
Municipal

Tipo de clima

Awo Cálido subhúmedo
Aw1 Cálido subhúmedo
Aw2 Cálido subhúmedo
(A)C(w1) Semicálido subhúmedo C
(A)C(w2) Semicálido subhúmedo C
C(w2) Templado subhúmedo
Estación meteorológica

440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000

Aw2
Océano Pacífico
Puerto Vallarta
Mascota
Aw1
(A)C(w1)
14116
14339
Talpa de Allende
Cabo Corrientes
Aw2
Aw1
14059
Awo



Vallarta Sur 5630

Ciclones Trópicales

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: • Centro Nacional de Prevención de Desastres. Busca Ciclones Versión 3.0. 2017.
• Comisión Nacional del Agua. Servicio meteorológico Nacional. pagina Web. https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Tido de evento

Depresion Tropical

Tormenta Tropical

Huracan categoría 1

Huracan categoría 2

Vallarta Sur 5630

Geomorfología

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:240,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. (ed.). Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Lomeríos y llanuras

200-0/01 Lomerío típico

502-2/01 Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado

523-2/03 Llanura costera con lagunas costeras de piso rocoso o cementado

526-0/03 Llanura costera con deltas

Sierras y mesetas

100-0/01 Sierra alta compleja

320-0/01 Meseta basáltica con cañadas

700-0/01 Cañón típico

Valles

600-0/03 Valle intermontano

602-0/03 Valle intermontano con lomerío

430,000 440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000 2,240,000

Océano Pacífico

Bahía de Banderas (Nayarit)

Puerto Vallarta

Mascota

Talpa de Allende

Cabo Corrientes

Proyecto

502-2/01

100-0/01

526-0/03

200-0/01

320-0

700-0/01

602-0/03

600-0/03

523-2/03

Vallarta Sur 5630

Fisiografía

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:1,500,000 Kilómetros

0 25 50 100

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. (ed.). Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Límites

Límite de Provincia Fisiográfica

Subprovincia

Cuerpo de agua

Provincia Fisiográficas

III Sierra Madre Occidental

VII Llanura costera del Pacífic

IX Mesa del centro

X Eje neovolcánico

XII Sierra Madre del Sur

106°0'0"W 105°0'0"W 104°0'0"W 103°0'0"W 102°0'0"W

22°0'0"N 21°0'0"N 20°0'0"N

Proyecto

Sinaloa
Durango
Nayarit
Zacatecas
Aguascalientes
San Luis Potosí
Guanajuato
Jalisco
Colima
Michoacán de Ocampo

VII
III
IX
X
XII

Delta del Río Grande de Santiago
Pie de La Sierra
Insular de Las Tres Marías
Mesetas y Cañadas del Sur
Sierras y Valles Zacatecanos
LLanura y Sierras Potosino-Zacatecanas
LLanura de Ojuelos-Aguascalientes
Sierra Cuatralba
Sierra de Guanajuato
Altos de Jalisco
Bajío Guanajuatense
Sierras Neovolcánicas Nayaritas
Guadalajara
Chapala
Sierras de Jalisco
Sierras de La Costa de Jalisco y Colima
Sierras y Bajíos Michoacanos
Neovolcánica Tarasca
Volcanes de Colima
Cordillera Costera del Sur
Escarpa Limítrofe del Sur
Depresión del

Vallarta Sur 5630

Geología

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:250,000. Serie I.

Simbología

Sistema ambiental regional
Área de influencia
Proyecto

Límites políticos

Municipal

Litología

K(Gr) Granito
Q(al) Aluvial
Ts(ar-cg) Arenisca-Conglomerado
Fracturas

460,000 462,500 465,000 467,500 470,000 472,500 475,000

2,272,500 2,270,000 2,267,500 2,265,000 2,262,500

Océno Pacífico

Ts(ar-cg)

K(Gr)

Proyecto

Puerto Vallarta

Q(al)

K(Gr)

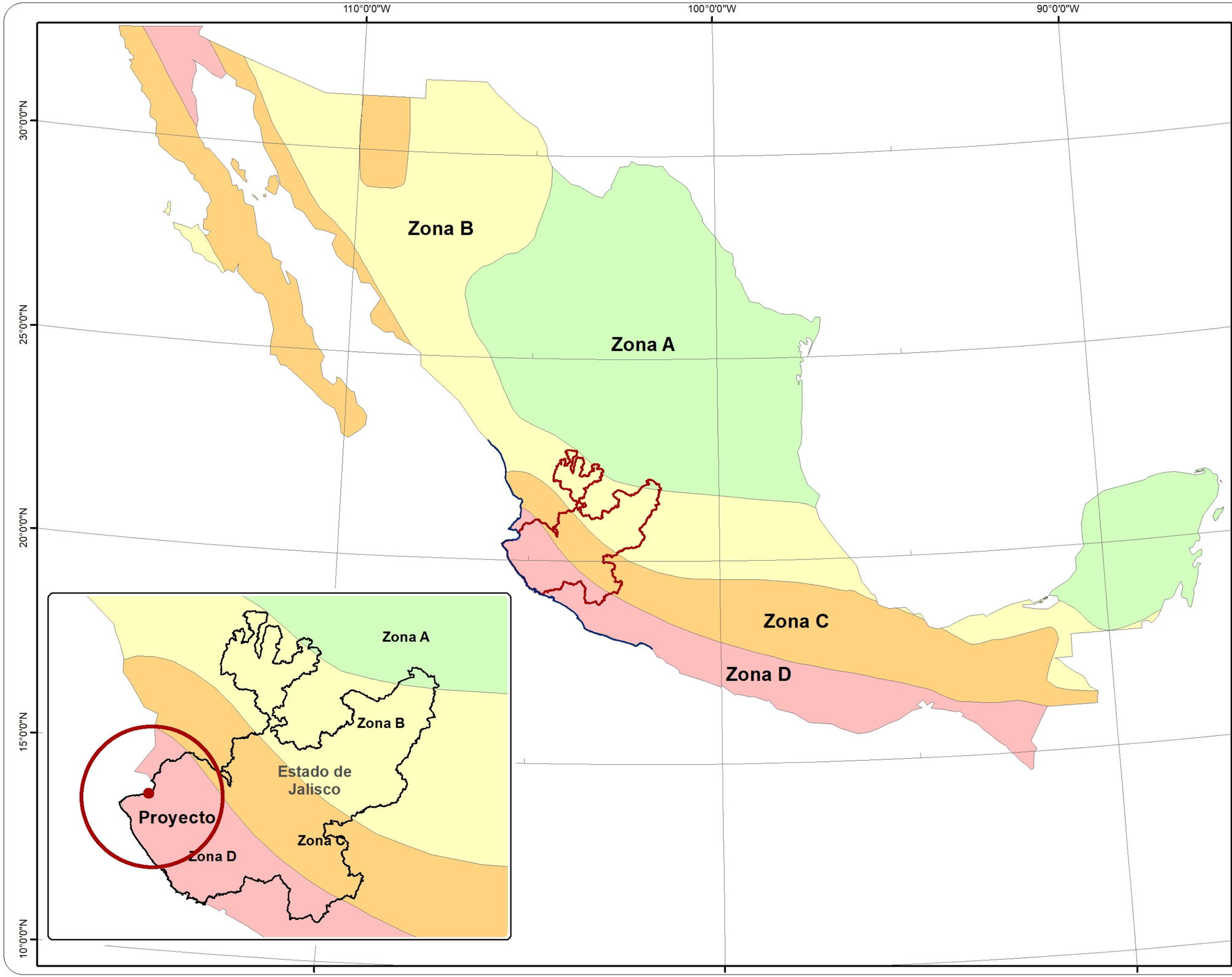
K(Gr)

Cabo Corrientes



Vallarta Sur 5630

Zonas Sísmicas



Ubicación



Referencia cartográfica

Proyección:	Conica Conforme Lamber
Datum:	WGS84
Elipsoide:	WGS84

1:10,000,000 Kilómetros

0 125 250 500

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (CFE). (1993). Manual de Obras Civiles, Capítulo Diseño por Sismo. CFE

Simbología

Zonas sísmicas

- Zona A
- Zona B
- Zona C
- Zona D

460,000 462,500 465,000 467,500 470,000 472,500 475,000

2,272,500
2,270,000
2,267,500
2,265,000
2,262,500

Océano Pacífico

Puerto Vallarta

Proyecto

Cabo Corrientes

Vallarta Sur 5630

Edafología

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI (ed.). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional)

Simbología

Sistema ambiental regional
Área de influencia
Proyecto

Límites políticos

Municipal

Suelo Principal

Leptosol
Phaeozem
Regosol

Vallarta Sur 5630

Regiones Hidrológicas

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:200,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: CONABIO (2007) Regiones Hidrológicas, escala 1:250000. República Mexicana. Catálogo demetadatos geográficos. CONABIO (1998) Subcuencas hidrológicas. Catálogo de metadatos geográficos.

Simbología

Sistema ambiental regional (proyecto)

Límites políticos

Estatal

Municipal

Límite de cuenca

Línea de costa

Región hidrológica

Subcuenca

RH13Aa R. Tecomala

RH13Ab R. Cuale

RH13Ac R. Pitillal

RH13Ba R. Huicicila

RH14Ca R. Talpa

RH14Cb R. Mascota

RH14Cc R. Ameca - Ixtapa

RH15Ca R. Tomatlán

RH15Cb R. Mismaloya

RH15Cc R. Tecuán

450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000

Océano Pacífico

Proyecto

RH13Ba RH14Cc

Puerto Vallarta

PV

Mascota

RH14Cb

RH14

Ameca

RH13Ac

RH13Ab

Talpa de Allende

RH14Ca

Cabo Corrientes

RH13Aa

RH13

Huicicila

RH15Cc

RH15

Costa de Jalisco

RH15Cb

RH15Ca

Vallarta Sur 5630

Hidrología subterránea

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10 15

Fuente: INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1993). Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Agua Superficial, Escala 1:250,000, Serie 1.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Hidrología subterránea

MC M Material consolidado con posibilidades medias

MC B Material consolidado con posibilidades bajas

MNC A Material no consolidado con posibilidades altas

MNC B Material no consolidado con posibilidades bajas

MNC M Material no consolidado con posibilidades medias

H2O Cuerpo de agua perenne

Océno Pacífico

460,000 462,500 465,000 467,500 470,000 472,500

2,275,000 2,272,500 2,270,000 2,267,500 2,265,000

13-053-01-005 Mismaloya

Proyecto

Puerto Vallarta

13-053-01-006 Boca de Tomatlan

13-053-01-007 El Columpio

Cabo Corrientes

13-053-01-008 Río Cuale

Vallarta Sur 5630

Microcuencas Firco

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente: Secretaria de agricultura, ganadería desarrollo rural, pesca y alimentos (SAGARPA). Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). 2005. Delimitación y clasificación Nacional de microcuencas Hidrográficas de la República Mexicana.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Municipal

Microcuenca (Clave/Nombre)

13-053-01-005 Mismaloya
13-053-01-006 Boca de Tomatlan
13-053-01-007 El Columpio
13-053-01-008 Río Cuale

Vallarta Sur 5630

Uso de suelo y Vegetación (Serie 7)

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente:
Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, 2021. Escala 1:250,000 – Serie VII. SNIEG.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

Vegetación secundaria

- VSA arbórea
- VSa arbustiva

Uso de suelo y vegetación

- BPQ Bosque de pino-encino
- BQ Bosque de encino
- BQP Bosque de encino-pino
- SBC Selva baja caducifolia
- SMS Selva mediana subcaducifolia
- H2O Cuerpo de agua
- TA Agricultura de temporal anual
- Islas

460,000 462,500 465,000 467,500 470,000 472,500

2,272,500 2,270,000 2,267,500 2,265,000 2,262,500

Océano Pacífico
VSA/SMS
H2O
VSa/SMS
BQP
Puerto Vallarta
VSA/BQP
SMS
VSa/SBC
TA
Cabo Corrientes
BQP
VSa/BQ
BPQ

Vallarta Sur 5630

Población por localidades, 2020.

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:200,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: INEGI (2020) Integración Territorial.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Estatal
- Municipal

Población por localidad

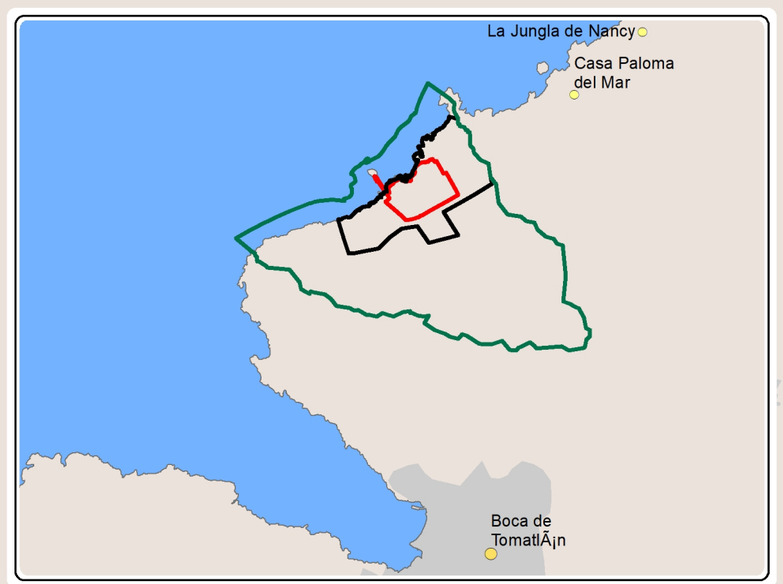
- Menos de 237 habitantes
- de 237 a 982 habitantes
- de 983 a 2,108 habitantes
- de 2,109 a 3,949 habitantes
- de 3,950 a 10,242 habitantes
- de 10,243 a 39,083 habitantes
- 224,166 habitantes

Asentamientos humanos

460,000 470,000 480,000 490,000 500,000 510,000 520,000

2,310,000 2,300,000 2,290,000 2,280,000 2,270,000

Barreras
Tebelchia (El Roble)
El LimÃ³n
El RemachÃ³n (Guadalupana)
La Palma Sola
Las Palmas de Arriba
La Boca del Arroyo del Naranjal
Agua Caliente
Palmas de Abajo
El Mirador
La Mesa del Veladero
Verde Valle
Cordoncillo
Bella Vista
El Zancudo
Las Estacas
Las Guacas
Colinas del Valle
El Colorado
La Arboleda (Lomas del Valle)
Colinas Campestres
Santa Cruz de QuelitÃ¡n (Palmillas)
Salvador Callejas
El CantÃ³n Dos
Ecoterra ParaÃ-so
Ojo de Agua
Las PeÃ±as
Colima
El CantÃ³n
El Ranchito (El Colesio)
El Guayabo
Crucero del CantÃ³n
La Desembocada
GetsemanÃ-
El Campamento
Nene GÃ³mez
Saladerito
Los Socorros
El Palmar de Rivera
Ixtapa
Los Reyes
Recinto Funeral las Lomas
La Vista
Criba de Roberto
Sandoval
Las Juntas
Los Sauces
Rancho CalderÃ³n
Rancho la Pradera
Cuatro Vientos
San NicolÃ¡s
Tres Puertas
Ladrilleras (Camino al Basurero)
Boca de Tomates
Bocanegra
El SombrÃ-o
Puerto Vallarta
Playa Grande (San Pedro)
Rancho Linda Vista OcÃ©ano
La Casa de la Gringa
Puerto Vallarta
Ramblases EcolÃ³gico
El TablÃ³n
Colonia Paso del Molino
Colonia los Robles
El AlmacÃ©n (Los Almacenes)
Las Higueras del Hundido
El Hundido
Colonia Paso del Guayabo
La Arenita
Vallejo
Casa Betania Cuatro Villas
GuÃ¡simas
La Punta Negra
El Nogalito
La Joyita
El Agua Zarca
El Jorullo
Playa Esmeralda
Sierra del Mar
Playa Gemelas
San Pedro
Los Llanitos
LeÃ³n de la Sierra
Mismaloya
El EdÃ©n
Casa Paloma del Mar
La Jungla de Nancy
Boca de TomatlÃ¡n
Rancho Viejo
San Sebastián del Oeste
Mascota
Puerto Vallarta
Talpa de Allende



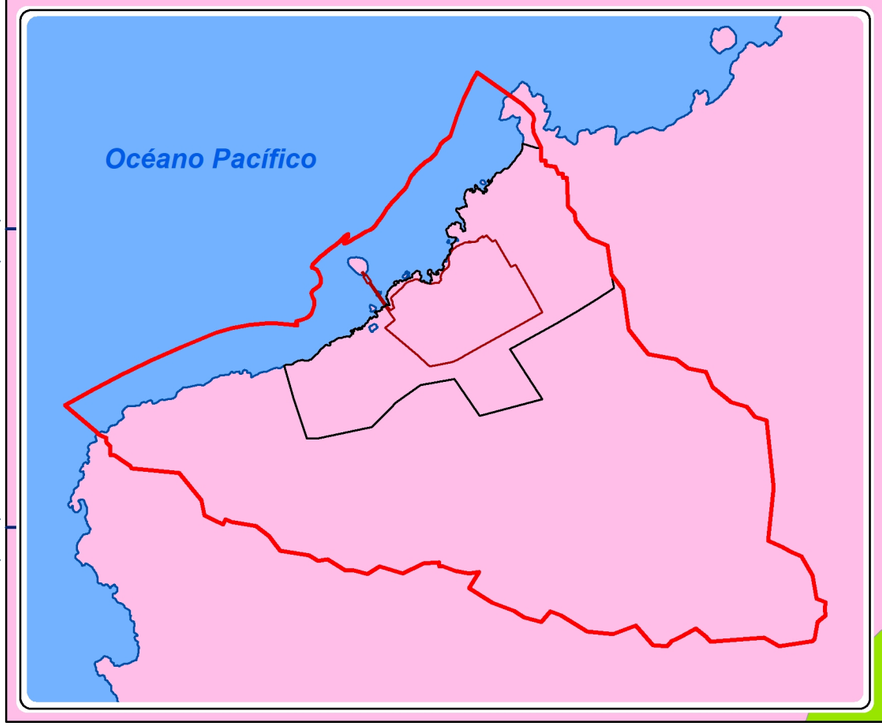
460,000
462,500
465,000
467,500
470,000
472,500

2,272,500
2,270,000
2,267,500
2,265,000
2,262,500

Océano Pacífico

Puerto Vallarta

Cabo Corrientes



Vallarta Sur 5630

Paisaje

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente:
INEGI, CONABIO e INE. 2008. 'Ecorregiones terrestres de México'. Escala 1:1000000. México.

Simbología

Sistema ambiental regional
Área de influencia
Proyecto

Límites políticos

Municipal

Ecorregiones terrestres

Planicie y Lomerios con selva mediana subperennifolia del Occidente

Sierras del Occidente de Jalisco con bosques de coniferas, encinos y mixtos

460,000
462,500
465,000
467,500
470,000
2,270,000
2,267,500
2,265,000

Océano Pacífico

Puerto Vallarta

Cabo Corrientes



Vallarta Sur 5630

Visibilidad

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:35,000 Kilómetros

0 0.5 1 2

Fuente: Cálculos propios con información de INEGI Modelo Digital de Elevación (MDE) de alta resolución LiDAR, con resolución de 5m. Clave F13 C69 D3

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal
- Observador

Cuenca visual

- No visible
- Visible

466,950 467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,200
2,269,150
2,269,100
2,269,050
2,269,000

Vallarta Sur 5630

Superficies del proyecto por tipo de área

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:1,000 Metros

0 10 20 40 60

Fuente: SEMARNAT, Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros
Elaboración propia

Simbología

Predio del proyecto

Tipos de área

Zona Terrestre
Zona Federal Marítimo Terrestre
Zona Marina

Líneas

Zona Federal Marítimo Terrestre
Pleamar

467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,150

2,269,100

2,269,050

2,269,000

Vallarta Sur 5630

Condición actual del terreno

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750

Metros

0 10 20 40

Fuente: SEMARNAT, Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros
Elaboración propia

Simbología

Predio del proyecto

Condición del terreno

- Área con vegetación zona terrestre
- Infraestructura existente
- Zona Federal Marítimo Terrestre
- Zona marina

Vallarta Sur 5630

Huella de desplante

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750

0 10 20 40 Metros

Fuente:
Elaboración propia

Simbología

- Predio del proyecto
- Límite de etapas

Elemento del proyecto

- PM Pasarela marina
- Anc Andador de acceso
- AMr Andador mar
- C Área Conservacion
- M Muros de contección
- A Andador
- AP Acceso principal
- Ac Acantilados
- Am Amenidades
- Av Área Verde
- Az Azotea
- Ch Canchas
- Cl Claro
- E Estacionamiento
- EN Edificio norte
- ES Edificio sur
- I Infraestructura
- Mc Macetas
- P Alberca
- Pl Plataforma
- Tz Terraza
- L Locales comerciales
- V Vialidades

467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,150

2,269,100

2,269,050

2,269,000

Vallarta Sur 5630

Pasarela Marina

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750 Metros

0 10 20 40

Fuente:
Elaboración propia

Simbología

Predio del proyecto

Elementos

- AMr Andador mar
- PM Pasarela marina
- Pl Plataforma
- Tz Terraza

Líneas

- Zona Federal Marítimo Terrestre
- Pleamar

466,950 467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,200 2,269,150 2,269,100 2,269,050 2,269,000

Vallarta Sur 5630

Cambio de uso de suelo de áreas forestales en selva

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:1,000 Metros

0 10 20 40 60

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

Proyecto

Cambio de uso de suelo de áreas forestales en selva

467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,150

2,269,100

2,269,050

PM AMr Ac C P Pl Tz A Mc Av Am ES Anc AP EN M L I E V Ch

Vallarta Sur 5630

Drenaje pluvial

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750 Metros

0 10 20 40

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

Proyecto

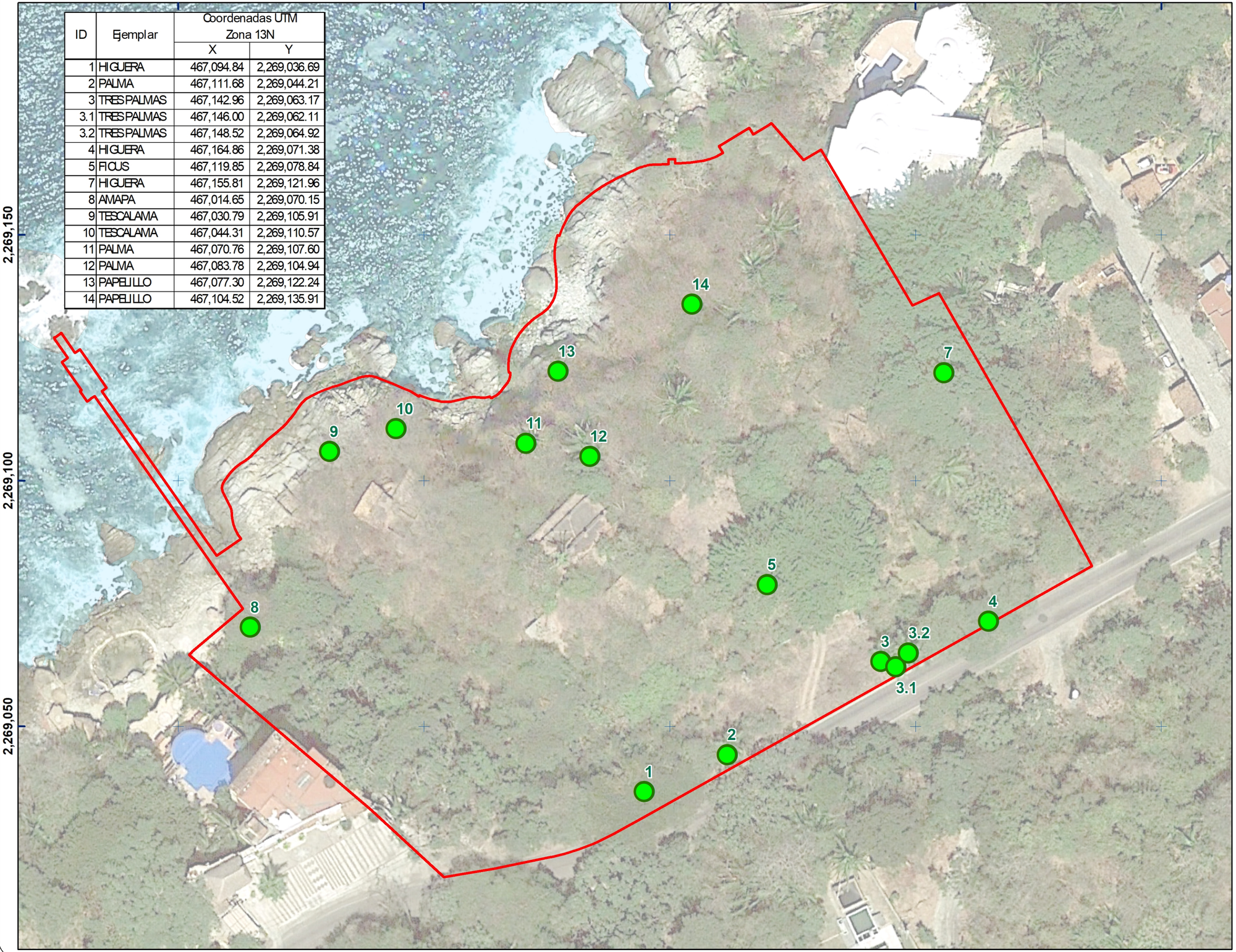
Obras de drenaje

- Eje de arroyo original
- Alcantarilla de carretera
- Colector pluvial
- Canal de concreto
- Registro con caídas escalonadas
- Bocas de tormenta
- Cárcamo
- Dirección de flujo

Elemento del proyecto

- PM Pasarela marina
- Anc Andador de acceso
- AMr Andador mar
- C Área Conservacion
- M Muros de contección
- A Andador
- AP Acceso principal
- Ac Acantilados
- Am Amenidades
- Av Área Verde
- Az Azotea
- Ch Canchas
- Cl Claro
- E Estacionamiento
- EN Edificio norte
- ES Edificio sur
- I Infraestructura
- Mc Macetas
- P Alberca
- Pl Plataforma
- Tz Terraza
- L Locales comerciales
- V Vialidades

ID	Ejemplar	Coordenadas UTM Zona 13N	
		X	Y
1	HIGUERA	467,094.84	2,269,036.69
2	PALMA	467,111.68	2,269,044.21
3	TRES PALMAS	467,142.96	2,269,063.17
3.1	TRES PALMAS	467,146.00	2,269,062.11
3.2	TRES PALMAS	467,148.52	2,269,064.92
4	HIGUERA	467,164.86	2,269,071.38
5	FICUS	467,119.85	2,269,078.84
7	HIGUERA	467,155.81	2,269,121.96
8	AMAPA	467,014.65	2,269,070.15
9	TESCALAMA	467,030.79	2,269,105.91
10	TESCALAMA	467,044.31	2,269,110.57
11	PALMA	467,070.76	2,269,107.60
12	PALMA	467,083.78	2,269,104.94
13	PAPELILLO	467,077.30	2,269,122.24
14	PAPELILLO	467,104.52	2,269,135.91



Vallarta Sur 5630

Árboles por conservar

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750 Metros

0 10 20 40

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

- Proyecto
- Árboles por conservar

467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,150

2,269,100

2,269,050

Tabla de Áreas Verdes
Etapa 1

Referencia	Superficie m²
Área 1	421.17
Área 2	155.55
Área 3	436.51
Área 4	84.43
Área 5	6.37
Área 6	11.31
Área 7	110.96
Área 8	25.72
Área 9	146.38
Área 10	64.70
Área 11	14.11
Área 12	27.72
Área 13	6.22
Área 14	26.31
Área 15	128.32
Área 16	134.22
Área 17	17.70
Área 18	114.56

Tabla de Áreas Verdes
Etapa 2

Referencia	Superficie m²
Área 19	286.53
Área 20	38.02
Área 21	10.56
Área 22	1,980.15
Área 23	56.00
Área 24	5.98
Área 25	207.28
Área 26	23.69
Área 27	16.88
Área 28	222.50
Área 29	16.66
Área 30	38.62
Área 31	9.89
Área 32	24.39
Área 33	154.20

Área 28 Área 31 Área 32 Área 33 Área 30 Área 29 Área 26 Área 25 Área 27 Área 7 Área 24 Área 8 Área 22 Área 23 Área 6 Área 5 Área 3 Área 4 Área 11 Área 10 Áea 21 Área 20 Área 19 Área 12 Área 9 Área 2 Área 13 Área 14 Área 1 Área 15 Área 16 Área 17 Área 18

Vallarta Sur 5630

Áreas por jardinar y reforestar

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750 Metros

0 10 20 40

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

Proyecto

Áreas por jardinar y reforestar

Vallarta Sur 5630

Muestreo de fauna en el SAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:3,000 Metros

0 10 20 40 60 80 100

Fuente: Elaboración propia con base a levantamiento en campo

Simbología

Sistema ambiental regional

Muestreo de fauna en el SAR

466,600 466,700 466,800 466,900 467,000 467,100 467,200 467,300 467,400 467,500

2,269,400 2,269,300 2,269,200 2,269,100 2,269,000 2,268,900 2,268,800 2,268,700

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Vallarta Sur 5630

Muestreo de fauna en el Sitio del Proyecto

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:2,000 Metros

0 25 50 100 150

Fuente: Elaboración propia con base a levantamiento en campo

Simbología

- Proyecto (AID)
- Muestreo de Fauna

466,800 466,900 467,000 467,100 467,200 467,300 467,400

2,269,300 2,269,200 2,269,100 2,269,000 2,268,900

Vallarta Sur 5630

Muestreo Vegetación

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:3,000 Metros

0 25 50 100 150

Fuente: Elaboracion propia con base a levantamiento en campo

Simbología

- Sistema ambiental regional (SAR)
- Proyecto
- Muestreos de vegetación SP
- Muestreos de vegetación SAR

Cuencas hidrográficas

Escurrimientos (ríos)

Vegetación

Batimetría

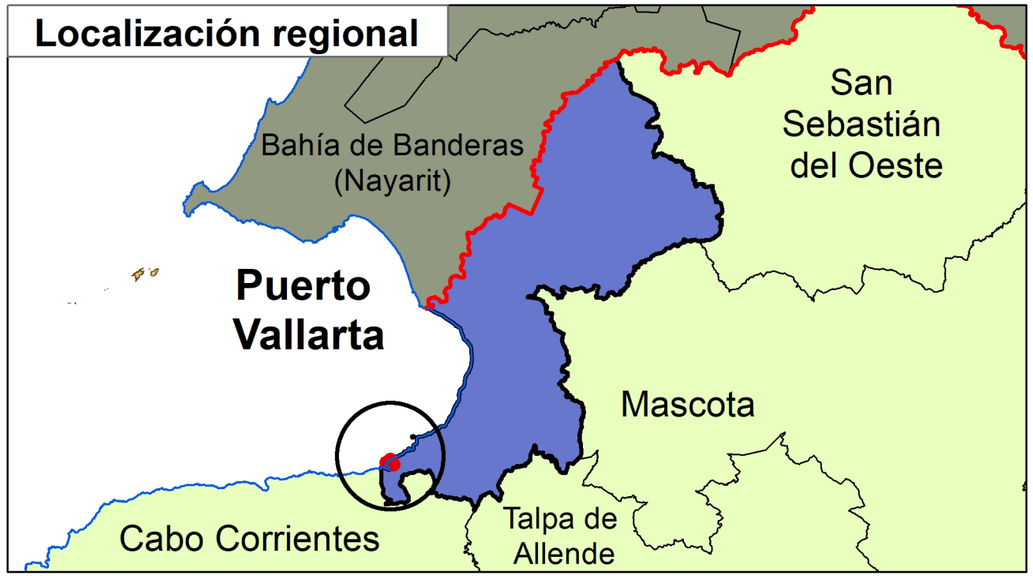
Sistema Ambiental Regional (SAR)



Vallarta Sur 5630

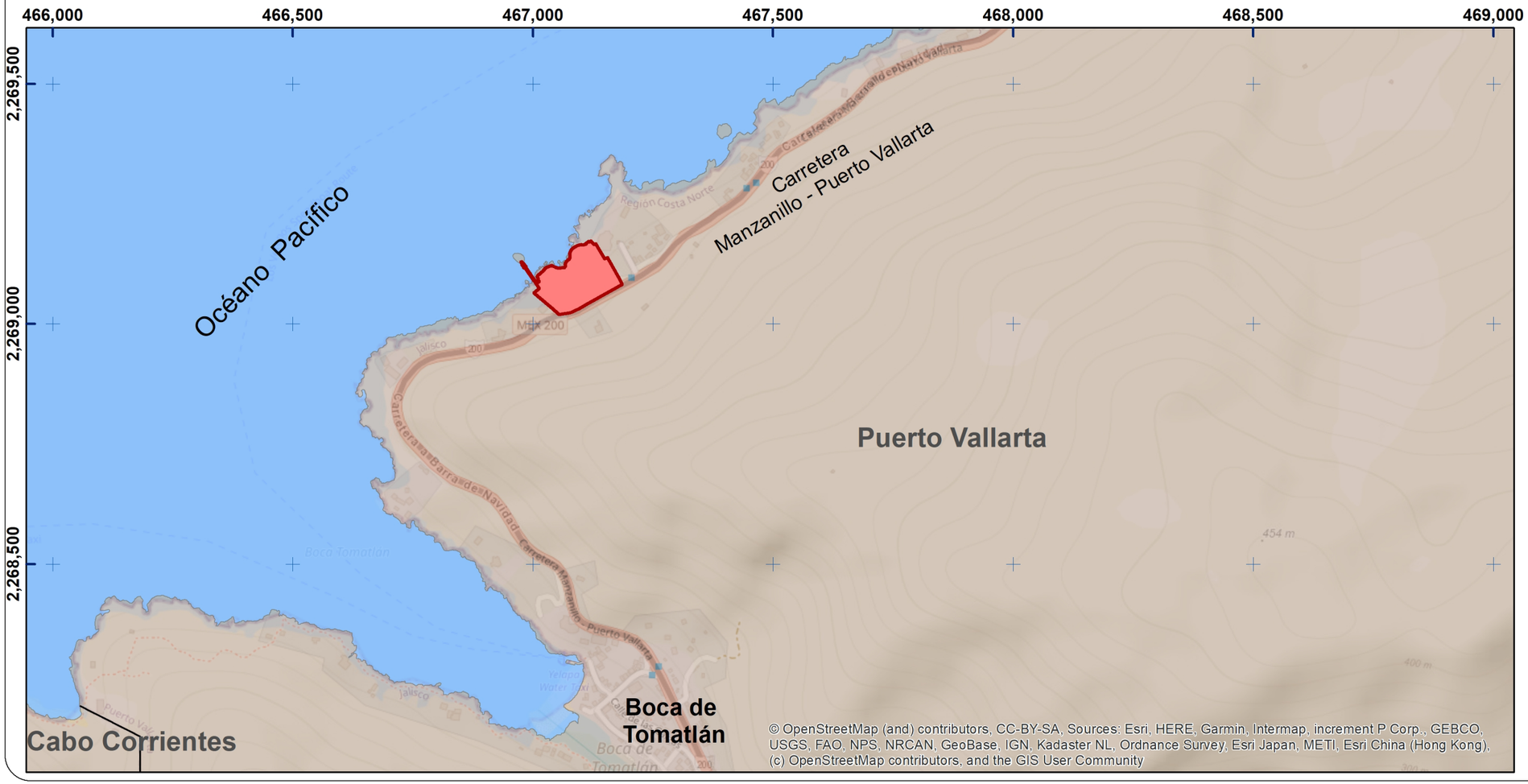
Ubicación general

Localización regional



Localización





Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:10,000

Metros

0 125 250 500 750

Fuente: • Marco geostadistico nacional, diciembre 2022
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
• OpenStreetMap http://www.OpenStreetMap.org. CC-BY-SA

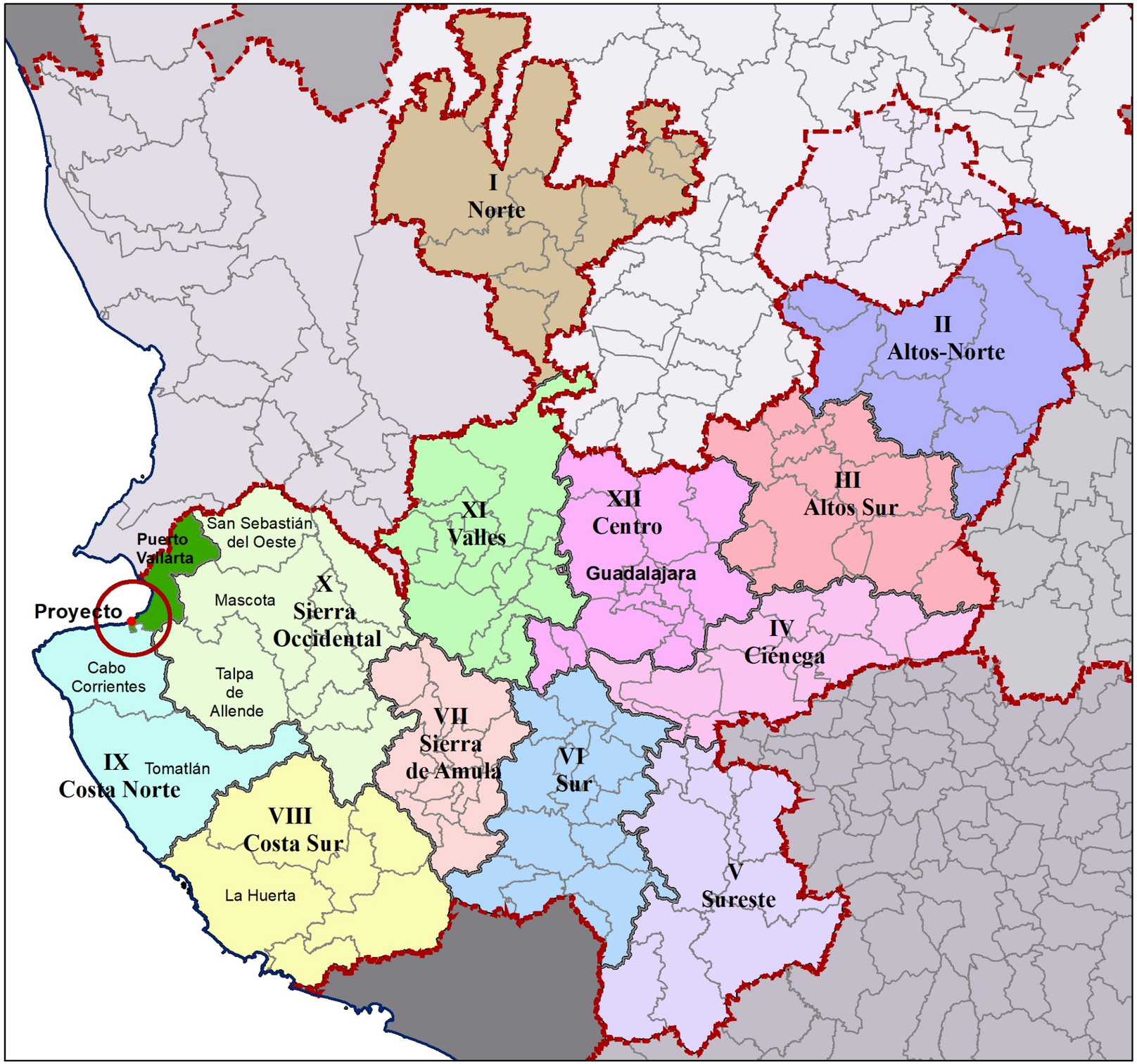
Simbología

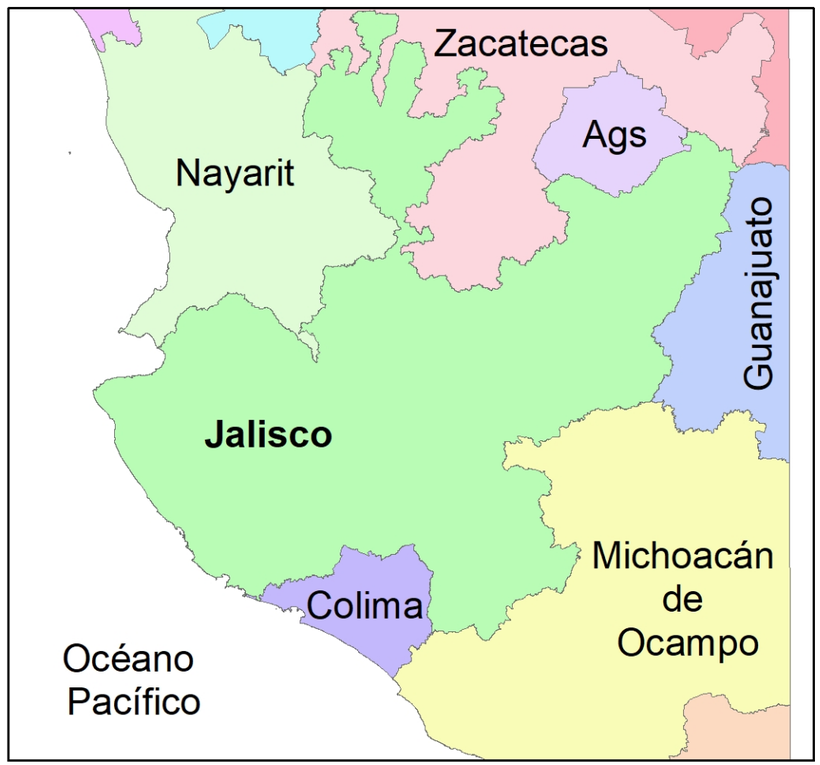
Proyecto

Vallarta Sur 5630

Ubicación general







Vallarta Sur 5630

Ubicación
Sistema ambiental regional

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:5,000 Metros

0 25 50 100 150 200 250

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

Sistema ambiental regional

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

466,000
466,500
467,000
467,500
468,000
468,500
2,269,500
2,269,000
2,268,500
2,268,000
2,267,500

RH14Cc
RH14Cb
PU
Océano Pacífico
RH13
Huicicila
RH13Ac
SAR
RH13Ab
RH13Aa
RH15Cc
RH15Ca
RH15Cb

Vallarta Sur 5630

Hidrografía vs SAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:10,000 Metros

0 100 200 400 600

Fuente: SAGARPA, FIRCO (2005). Delimitación y clasificación Nacional de microcuencas Hidrográficas
CONABIO (2007) Regiones Hidrológicas, escala 1:250000.
CONABIO (1998) Subcuencas hidrológicas

Simbología

Sistema ambiental regional (SAR)
Proyecto

Microcuencas Firco
005
006

Límite de cuenca
Línea de costa
Región hidrológica

Subcuenca
RH13Aa R. Tecomala
RH13Ab R. Cuale
RH13Ac R. Pitillal
RH13Ba R. Huicicila
RH14Cb R. Mascota
RH14Cc R. Ameca - Ixtapa
RH15Ca R. Tomatlán
RH15Cb R. Mismaloya
RH15Cc R. Tecuán

Vallarta Sur 5630

Zonas relevantes de hábitat de flora y fauna vs SAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:6,000 Metros

0 50 100 200 300 400

Fuente: INEGI. Uso del Suelo y VegetaciónSerie VII
Gaceta Municipal de Puerto Vallart. PPDU Dto10
CONANP. Áreas Naturales Protegidas.
CONABIO. AICAS, RAMSAR

Simbología

Sistema ambiental regional (SAR)
Proyecto

PP DU Dto 10

Uso de suelo actual

Forestal (Fo)
Habitacional (Ha)
Turístico (Tu)

Uso Suelo Vegetacion S.VII INEGI

Uso de suelo y vegetación

SMS Selva mediana subcaducifolia
H2O Cuerpo de agua
Islas

Área con manglar
Sitio Ramsar
Áreas Naturales Protegidas
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

466,750 467,000 467,250 467,500

2,269,250 2,269,000 2,268,750

Océano Pacífico

Vallarta Sur 5630

Batimetría vs SAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:3,000 Metros

0 25 50 100 150 200

Fuente:

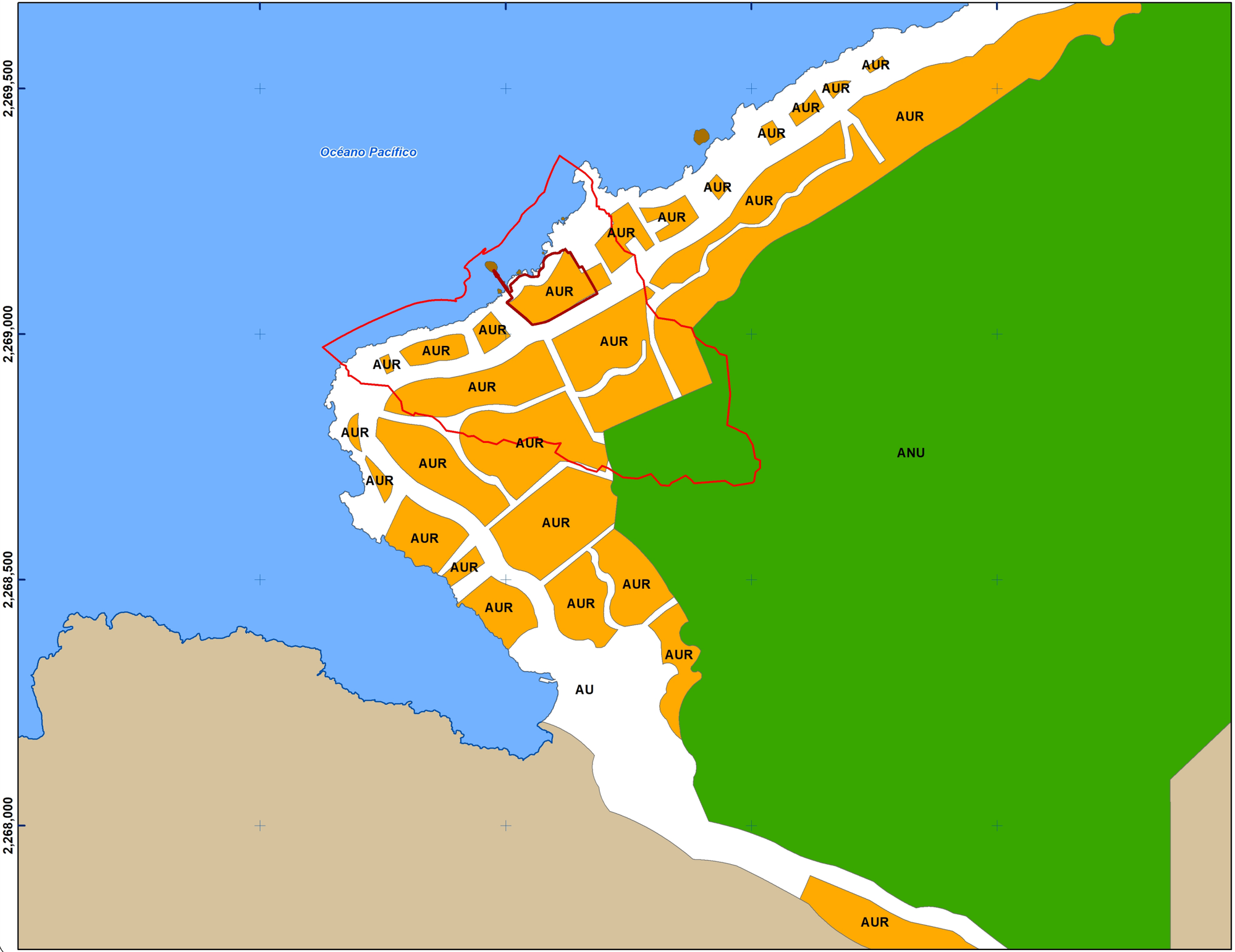
- INEGI. MDE resolución de 400 metros de relieve submarino. MDE batimetrica de la carta Batimétrica de la zona económica exclusiva de México CBII-07 Escala 1:1´000,000
- Proyecto batimétrico 2022, elaborado por el Ing. Rosendo Hernández. Ced. Prof. 3469712

Simbología

- Sistema ambiental regional (SAR)
- Proyecto
- Batimetría INEGI (Curva cada 5mts)
- Levantamiento topo batimétrico 2022 (Curva cada 50cm)

Vallarta Sur 5630

Actividades económicas vs SAR



Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:7,500 Metros

0 50 100 200 300 400

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional (SAR)
- Proyecto

Plan parcial de DU Dto 10

Clasificación de áreas

- ANU Área no urbanizable
- AU Área urbana
- AUR Área urbanizable reserva
- Isla

466,800 466,900 467,000 467,100 467,200 467,300 467,400

2,269,300 2,269,200 2,269,100 2,269,000 2,268,900

Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta

Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Vallarta Sur 5630

Área de influencia y Proyecto

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:2,000 Metros

0 12.5 25 50 75 100 125

Fuente:
Elaboración propia

Simbología

- Área de influencia (AII)
- Proyecto (AID)

466,500 466,750 467,000 467,250 467,500 467,750

2,269,500 2,269,250 2,269,000 2,268,750 2,268,500

Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta
Región Costa Norte
Jalisco
Puerto Vallarta
Vista Hermosa y Villas Capricho
MEX 200
Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta
MEX 200
Jalisco
Carretera Manzanillo - Puerto Vallarta

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Vallarta Sur 5630

Altitud vs Área de influencia

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:5,000 Metros

0 25 50 100 150 200 250 300

Fuente: INEGI. (s/f). Modelos Digitales de Elevación de Alta Resolución LiDAR, con resolución de 5m. Superficie. ASCII. F13C69D3

Simbología

- Proyecto (AID)
- Área de influencia (AII)

Hipsometría

(msnm)

- < de 20.34
- 20.34 - 61.38
- 61.39 - 102.42
- 102.43 - 143.47
- 143.48 - 181.58
- 181.59 - 219.68
- 219.69 - 257.80
- 257.81 - 292.98
- 292.99 - 331.09
- 331.10 - 366.27
- 366.28 - 401.45

Vallarta Sur 5630

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Diario Oficial de la Federación 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado en el 7 de septiembre de 2012

Simbología

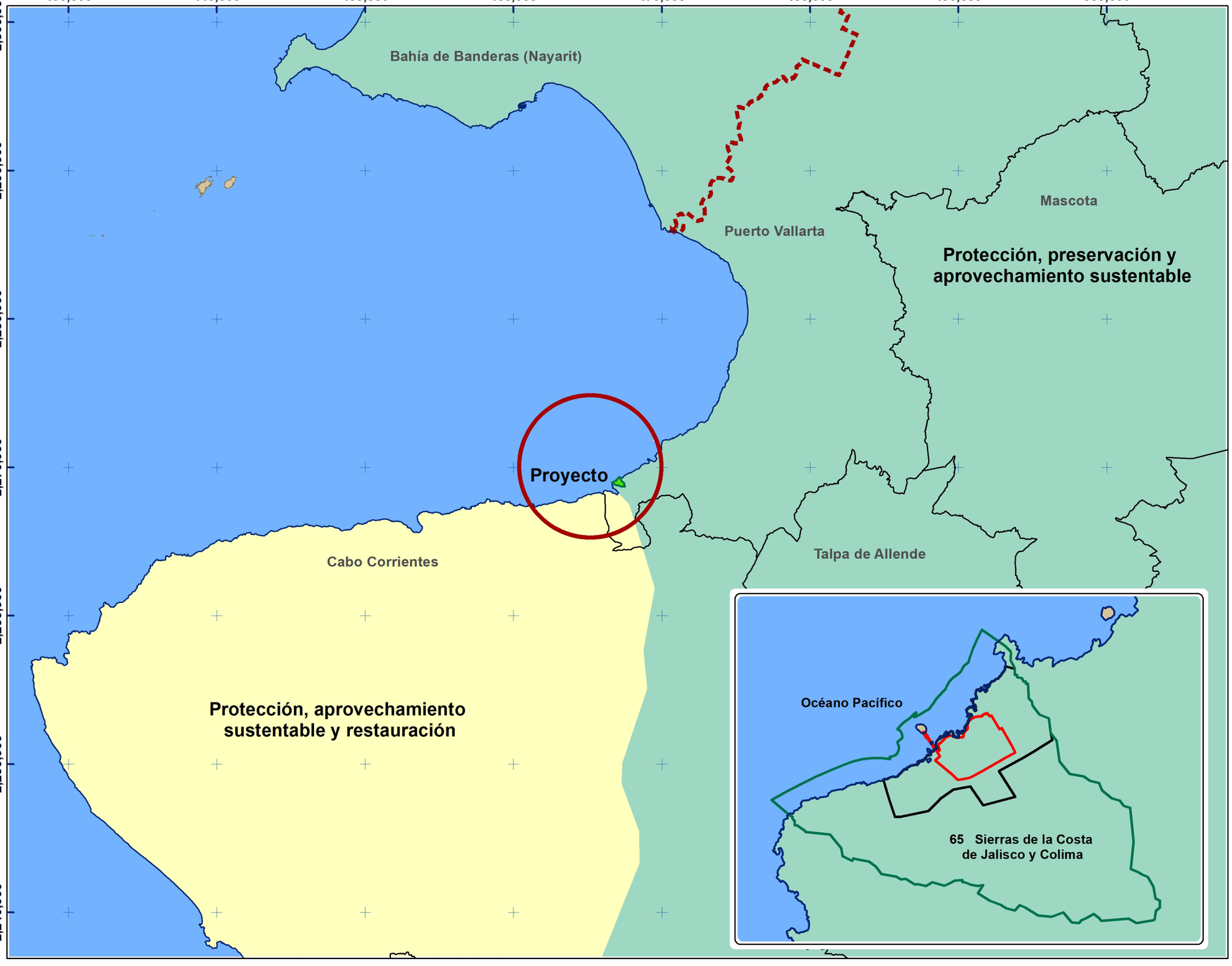
- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Estatal
- Municipal

Unidades bioambientales

- **119** Lomeríos de la Costa de Jalisco y Colima
- **65** Sierras de la Costa de Jalisco y Colima



460,000 465,000 470,000 475,000

2,270,000

2,265,000

Tu4026 C

Proyecto

Tu4026 C

Tu4026 C

Tu4026 C

Tu4026 C

Anp4004 P

Océano Pacífico

Tu4026 C

Anp4004 P

Vallarta Sur 5630

Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Costa Alegre

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada Costa Alegre. Publicado el 27 de febrero de 1999. Sección II.

Simbología

Sistema ambiental regional

Área de influencia

Proyecto

Límites políticos

Municipal

Política territorial

Conservación (C)

Protección (P)

Clave de Unidad de Gestión Ambiental

Tu4020C

Uso predominante

Política territorial

Número

Claves para usos predominantes

Tu Turismo

Anp Área natural para la protección

Vallarta Sur 5630

Plan Parcial de Desarrollo Urbano.
Distritos Urbanos 10.
Uso de Suelo Actual

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:25,000 Metros

0 250 500 1,000 1,500

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

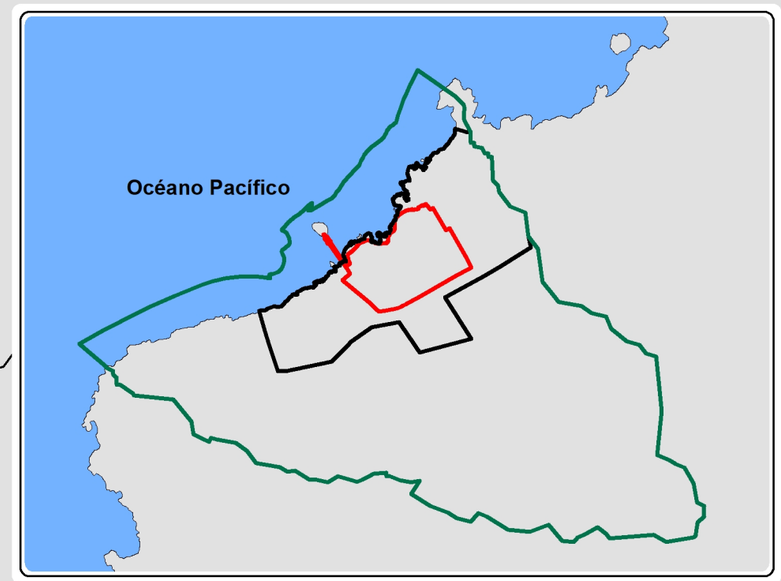
Uso de suelo actual

- Fo Forestal
- Ha Habitacional
- Tu Turístico

467,000 468,000 469,000 470,000 471,000 472,000 473,000 474,000

2,273,000 2,272,000 2,271,000 2,270,000 2,269,000 2,268,000

Tu
Fo
Fo
Ha
Tu
Jalisco
Fo
Ha



Vallarta Sur 5630

Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distritos Urbanos 10.Política

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:25,000 Metros

0 250 500 1,000 1,500

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

Politica urbana

- Conservación
- Crecimiento
- Mejoramiento

Vallarta Sur 5630

Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distritos Urbanos 10. Clasificación de Áreas

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:25,000 Metros

0 250 500 1,000 1,500

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

Clasificación de áreas

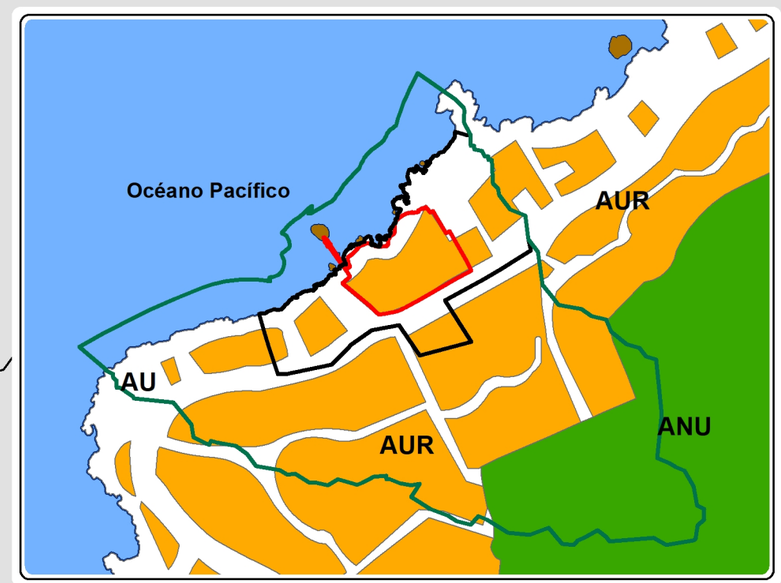
- ANU Área no urbanizable
- AU Área urbana
- AUR Área urbanizable reserva
- Isla

467,000 468,000 469,000 470,000 471,000 472,000 473,000 474,000

2,273,000 2,272,000 2,271,000 2,270,000 2,269,000 2,268,000

AUR AU AUR AUR ANU AUR AU AUR AUR ANU AUR AUR AUR AUR AUR AUR

Jalisco



Vallarta Sur 5630

Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distritos Urbanos 10. Zonificación Secundaria

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:25,000 Metros

0 250 500 1,000 1,500

Fuente: Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Distrito Urbano 10 Gaceta Municipal de Puerto Vallarta. Publicado Diciembre 2020. Tomo 3. Pag. 212.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

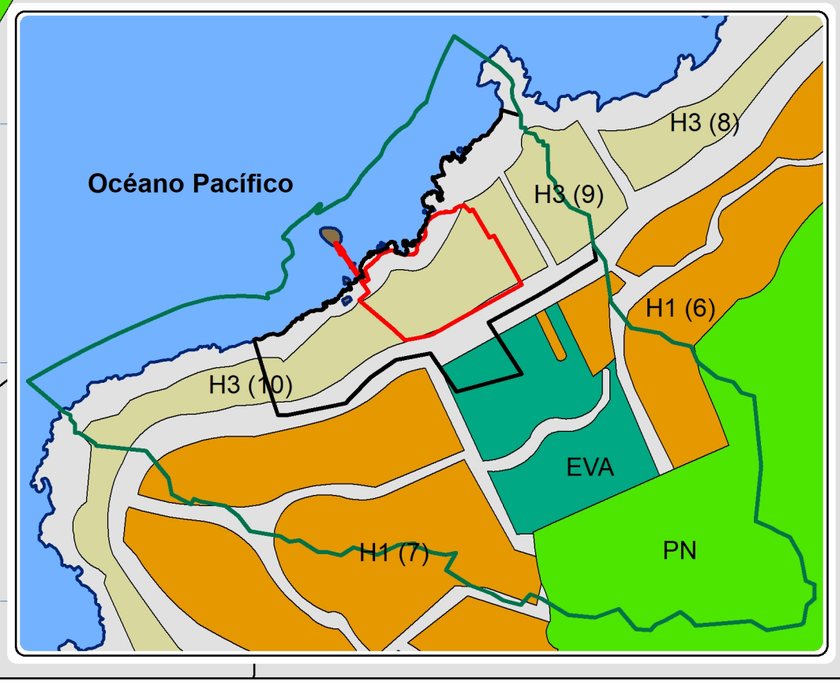
Zonificación Secundaria

Área no urbanizable

- PN Patrimonio natural
- RIS Restricción por infraestructura de servicios públicos
- PRN Protección de recursos hídricos

Área urbanizable

- TS Turismo sostenible
- TA Turismo alternativo
- H1 Habitacional básico
- H2 Habitacional bajo
- H3 Habitacional medio
- CS2 Comercial y de servicios bajo
- CS3 Comercial y de servicios medio
- EU1 Equipamiento urbano básico
- EU2 Equipamiento urbano central
- EV Espacios verdes
- EVA Espacios verdes y abiertos



Vallarta Sur 5630

Áreas Naturales Protegidas Federales y estales

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10 15

Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP. 2024". "Áreas Naturales Protegidas Federales de México".

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Áreas naturales protegidas

De juridicción estatal

Categoría / Nombre

A Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043, Nayarit

B Estero El Salado

C Playa de Mismaloya

De juridicción federal

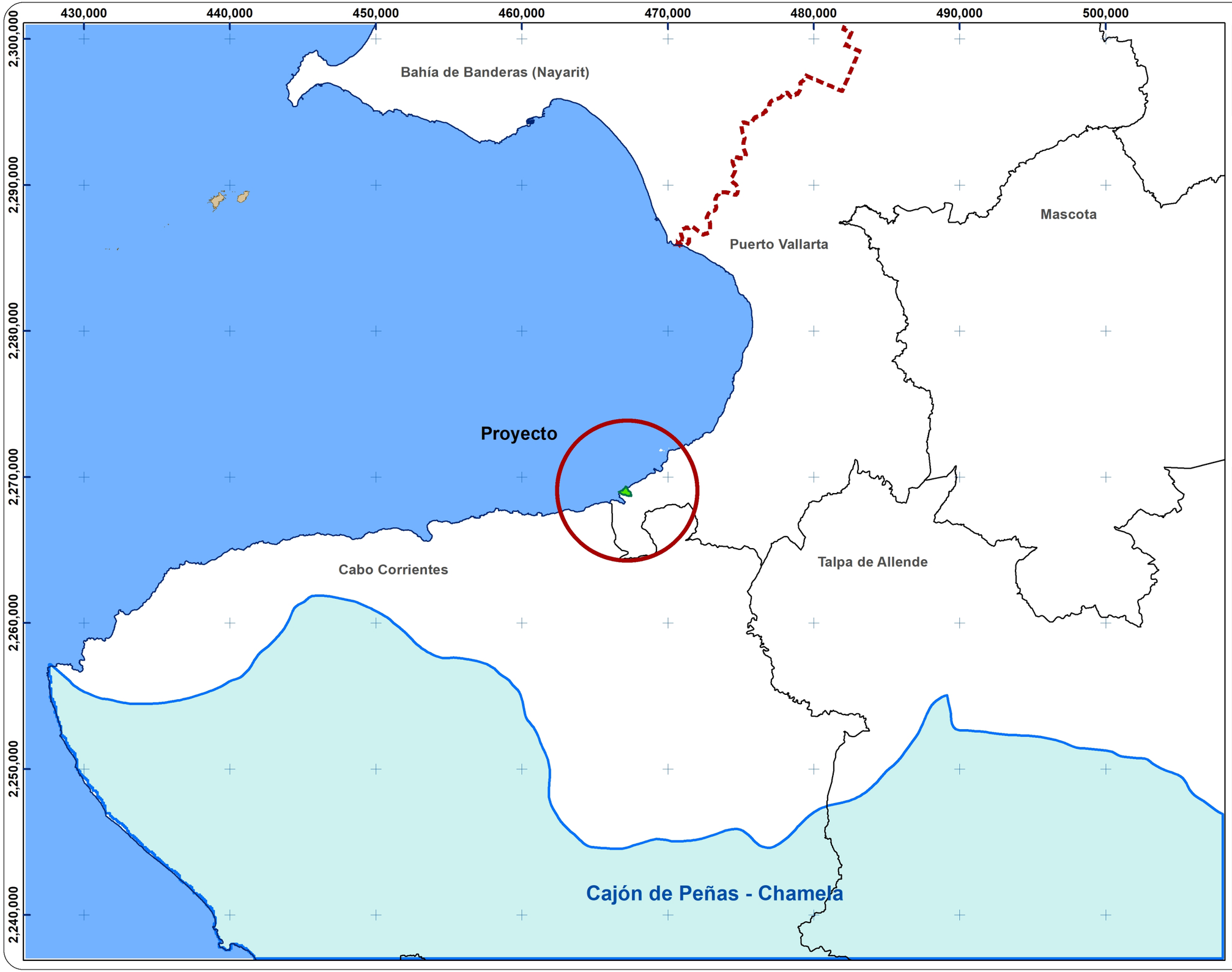
Categoría / Nombre

D Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043, Nayarit

E Islas Marietas

F Playa Mismaloya

G Sierra de Vallejo-Río Ameca



Vallarta Sur 5630

Regiones Hidrológicas Prioritarias para la conservación

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). "Aguas Continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4´000,000. México.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Cajón de Peñas - Chamela

Vallarta Sur 5630

Regiones Marinas Prioritarias de México

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, (1998). "Regiones Marinas Prioritarias de México" Escala 1:4´000,000

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Estatal
- Municipal

Nombre de la región

- Bahía de Banderas

Vallarta Sur 5630

Regiones Terrestres Prioritarias para la conservación

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), (2004). "Regiones Terrestres Prioritarias". Escala 1:1´000,000.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Estatal
- Municipal

Nombre de la región

- Chamela-Cabo Corrientes
- Sierra Vallejo-río

430,000 440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,300,000 2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000 2,240,000

Sierra Vallejo-río Ameca
Bahía de Banderas (Nayarit)
Puerto Vallarta
Mascota
Sierra Vallejo-río Ameca
Cabo Corrientes
Chamela-Cabo Corrientes
Océano Pacífico
Chamela-Cabo Corrientes
Chamela-Cabo Corrientes

Vallarta Sur 5630

Sitios RAMSAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). "Aguas Continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4´000,000. México.

Simbología

Sistema ambiental regional

Nombre del sitio

Parque Nacional Islas Marietas

Límites políticos

Estatal

Municipal

430,000 440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,300,000 2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000 2,240,000

Bahía de Banderas (Nayarit)

Parque Nacional Islas Marietas

Puerto Vallarta

Mascota

SAR

Cabo Corrientes

Talpa de Allende

Vallarta Sur 5630

Área de Importancia para la Conservación de Aves

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). "Aguas Continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1:4´000,000. México.

Simbología

Sistema ambiental regional

Nombre del área

Islas Marietas

Límites políticos

Estatal

Municipal

430,000 440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,300,000 2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000 2,240,000

Bahía de Banderas (Nayarit)

Islas Marietas

Puerto Vallarta

Mascota

SAR

Cabo Corrientes

Talpa de Allende

Vallarta Sur 5630

Clima

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:200,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: García, E. - CONABIO, (1998). "Climas" (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1´000,000. México

Simbología

Sistema ambiental regional
Área de influencia
Proyecto

Límites políticos

Estatal
Municipal

Tipo de clima

Awo Cálido subhúmedo
Aw1 Cálido subhúmedo
Aw2 Cálido subhúmedo
(A)C(w1) Semicálido subhúmedo C
(A)C(w2) Semicálido subhúmedo C
C(w2) Templado subhúmedo
Estación meteorológica

440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000

Aw2
Océano Pacífico
Puerto Vallarta
Mascota
Aw1
(A)C(w1)
14116
14339
Talpa de Allende
Cabo Corrientes
Aw2
Aw1
14059
Awo



Vallarta Sur 5630

Ciclones Trópicales

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: • Centro Nacional de Prevención de Desastres. Busca Ciclones Versión 3.0. 2017.
• Comisión Nacional del Agua. Servicio meteorológico Nacional. pagina Web. https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Tido de evento

Depresion Tropical

Tormenta Tropical

Huracan categoría 1

Huracan categoría 2

Vallarta Sur 5630

Geomorfología

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:240,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. (ed.). Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Lomeríos y llanuras

200-0/01 Lomerío típico

502-2/01 Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado

523-2/03 Llanura costera con lagunas costeras de piso rocoso o cementado

526-0/03 Llanura costera con deltas

Sierras y mesetas

100-0/01 Sierra alta compleja

320-0/01 Meseta basáltica con cañadas

700-0/01 Cañón típico

Valles

600-0/03 Valle intermontano

602-0/03 Valle intermontano con lomerío

430,000 440,000 450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000 2,240,000

Océano Pacífico

Bahía de Banderas (Nayarit)

Puerto Vallarta

Mascota

Talpa de Allende

Cabo Corrientes

Proyecto

502-2/01

100-0/01

526-0/03

200-0/01

320-0

700-0/01

602-0/03

600-0/03

523-2/03

Vallarta Sur 5630

Fisiografía

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:1,500,000 Kilómetros

0 25 50 100

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. (ed.). Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Límites

Límite de Provincia Fisiográfica

Subprovincia

Cuerpo de agua

Provincia Fisiográficas

III Sierra Madre Occidental

VII Llanura costera del Pacífic

IX Mesa del centro

X Eje neovolcánico

XII Sierra Madre del Sur

106°0'0"W 105°0'0"W 104°0'0"W 103°0'0"W 102°0'0"W

22°0'0"N 21°0'0"N 20°0'0"N

Proyecto

Sinaloa
Durango
Nayarit
Zacatecas
Aguascalientes
San Luis Potosí
Guanajuato
Jalisco
Colima
Michoacán de Ocampo

VII
III
IX
X
XII

Delta del Río Grande de Santiago
Pie de La Sierra
Insular de Las Tres Marías
Mesetas y Cañadas del Sur
Sierras y Valles Zacatecanos
LLanura y Sierras Potosino-Zacatecanas
LLanura de Ojuelos-Aguascalientes
Sierra Cuatralba
Sierra de Guanajuato
Altos de Jalisco
Bajío Guanajuatense
Sierras Neovolcánicas Nayaritas
Guadalajara
Chapala
Sierras de Jalisco
Sierras de La Costa de Jalisco y Colima
Sierras y Bajíos Michoacanos
Neovolcánica Tarasca
Volcanes de Colima
Cordillera Costera del Sur
Escarpa Limítrofe del Sur
Depresión del

Vallarta Sur 5630

Geología

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:250,000. Serie I.

Simbología

Sistema ambiental regional
Área de influencia
Proyecto

Límites políticos

Municipal

Litología

K(Gr) Granito
Q(al) Aluvial
Ts(ar-cg) Arenisca-Conglomerado
Fracturas

460,000 462,500 465,000 467,500 470,000 472,500 475,000

2,272,500 2,270,000 2,267,500 2,265,000 2,262,500

Océno Pacífico

Ts(ar-cg)

K(Gr)

Proyecto

Puerto Vallarta

Q(al)

K(Gr)

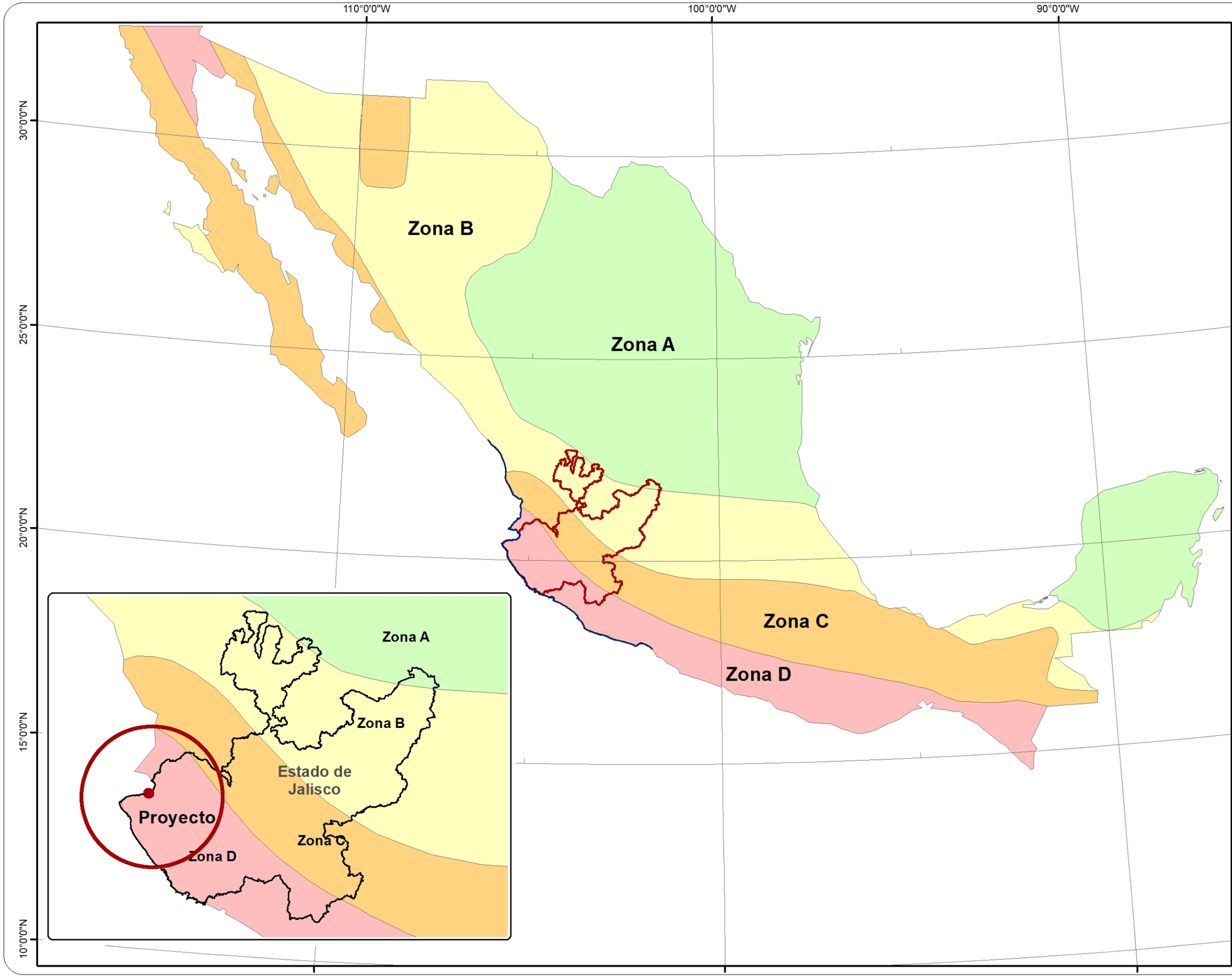
K(Gr)

Cabo Corrientes



Vallarta Sur 5630

Zonas Sísmicas



Ubicación



Referencia cartográfica

Proyección:	Conica Conforme Lamber
Datum:	WGS84
Elipsoide:	WGS84

1:10,000,000 Kilómetros

0 125 250 500

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (CFE). (1993). Manual de Obras Civiles, Capítulo Diseño por Sismo. CFE

Simbología

Zonas sísmicas

- Zona A
- Zona B
- Zona C
- Zona D

460,000 462,500 465,000 467,500 470,000 472,500 475,000

2,272,500
2,270,000
2,267,500
2,265,000
2,262,500

Océano Pacífico

Puerto Vallarta

Proyecto

Cabo Corrientes

Vallarta Sur 5630

Edafología

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI (ed.). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional)

Simbología

Sistema ambiental regional
Área de influencia
Proyecto

Límites políticos

Municipal

Suelo Principal

Leptosol
Phaeozem
Regosol

Vallarta Sur 5630

Regiones Hidrológicas

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:200,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: CONABIO (2007) Regiones Hidrológicas, escala 1:250000. República Mexicana. Catálogo demetadatos geográficos. CONABIO (1998) Subcuencas hidrológicas. Catálogo de metadatos geográficos.

Simbología

Sistema ambiental regional (proyecto)

Límites políticos

Estatal

Municipal

Límite de cuenca

Línea de costa

Región hidrológica

Subcuenca

RH13Aa R. Tecomala

RH13Ab R. Cuale

RH13Ac R. Pitillal

RH13Ba R. Huicicila

RH14Ca R. Talpa

RH14Cb R. Mascota

RH14Cc R. Ameca - Ixtapa

RH15Ca R. Tomatlán

RH15Cb R. Mismaloya

RH15Cc R. Tecuán

450,000 460,000 470,000 480,000 490,000 500,000

2,290,000 2,280,000 2,270,000 2,260,000 2,250,000

Océano Pacífico

Proyecto

RH13Ba RH14Cc

Puerto Vallarta

PV

Mascota

RH14Cb

RH14

Ameca

RH13Ac

RH13Ab

Talpa de Allende

RH14Ca

Cabo Corrientes

RH13Aa

RH13

Huicicila

RH15Cc

RH15

Costa de Jalisco

RH15Cb

RH15Ca

Vallarta Sur 5630

Hidrología subterránea

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:250,000 Kilómetros

0 2.5 5 10 15

Fuente: INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1993). Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Agua Superficial, Escala 1:250,000, Serie 1.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Estatal

Municipal

Hidrología subterránea

MC M Material consolidado con posibilidades medias

MC B Material consolidado con posibilidades bajas

MNC A Material no consolidado con posibilidades altas

MNC B Material no consolidado con posibilidades bajas

MNC M Material no consolidado con posibilidades medias

H2O Cuerpo de agua perenne

Océno Pacífico

460,000 462,500 465,000 467,500 470,000 472,500

2,275,000 2,272,500 2,270,000 2,267,500 2,265,000

13-053-01-005 Mismaloya

Proyecto

Puerto Vallarta

13-053-01-006 Boca de Tomatlan

13-053-01-007 El Columpio

Cabo Corrientes

13-053-01-008 Río Cuale

Vallarta Sur 5630

Microcuencas Firco

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente: Secretaria de agricultura, ganadería desarrollo rural, pesca y alimentos (SAGARPA). Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). 2005. Delimitación y clasificación Nacional de microcuencas Hidrográficas de la República Mexicana.

Simbología

Sistema ambiental regional

Límites políticos

Municipal

Microcuenca (Clave/Nombre)

13-053-01-005 Mismaloya
13-053-01-006 Boca de Tomatlan
13-053-01-007 El Columpio
13-053-01-008 Río Cuale

Vallarta Sur 5630

Uso de suelo y Vegetación (Serie 7)

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente:
Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, 2021. Escala 1:250,000 – Serie VII. SNIEG.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal

Vegetación secundaria

- VSA arbórea
- VSa arbustiva

Uso de suelo y vegetación

- BPQ Bosque de pino-encino
- BQ Bosque de encino
- BQP Bosque de encino-pino
- SBC Selva baja caducifolia
- SMS Selva mediana subcaducifolia
- H2O Cuerpo de agua
- TA Agricultura de temporal anual
- Islas

460,000 462,500 465,000 467,500 470,000 472,500

2,272,500 2,270,000 2,267,500 2,265,000 2,262,500

Océano Pacífico
VSA/SMS
H2O
VSa/SMS
BQP
Puerto Vallarta
VSA/BQP
SMS
VSa/SBC
TA
Cabo Corrientes
BQP
VSa/BQ
BPQ

Vallarta Sur 5630

Población por localidades, 2020.

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:200,000 Kilómetros

0 2.5 5 10

Fuente: INEGI (2020) Integración Territorial.

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Estatal
- Municipal

Población por localidad

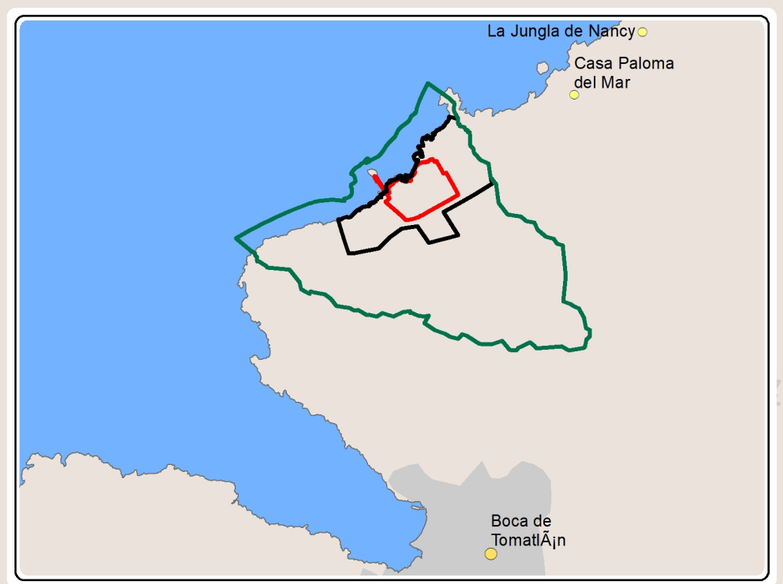
- Menos de 237 habitantes
- de 237 a 982 habitantes
- de 983 a 2,108 habitantes
- de 2,109 a 3,949 habitantes
- de 3,950 a 10,242 habitantes
- de 10,243 a 39,083 habitantes
- 224,166 habitantes

Asentamientos humanos

460,000 470,000 480,000 490,000 500,000 510,000 520,000

2,310,000 2,300,000 2,290,000 2,280,000 2,270,000

Barreras
Tebelchia (El Roble)
El LimÃ³n
El RemachÃ³n (Guadalupana)
La Palma Sola
Las Palmas de Arriba
La Boca del Arroyo del Naranjal
Agua Caliente
Palmas de Abajo
El Mirador
La Mesa del Veladero
Verde Valle
Cordoncillo
Bella Vista
El Zancudo
Las Estacas
Las Guacas
Colinas del Valle
El Colorado
La Arboleda (Lomas del Valle)
Colinas Campestres
Santa Cruz de QuelitÃ¡n (Palmillas)
Salvador Callejas
El CantÃ³n Dos
Ecoterra ParaÃ-so
Ojo de Agua
Las PeÃ±as
Colima
El CantÃ³n
El Ranchito (El Colesio)
El Guayabo
Crucero del CantÃ³n
La Desembocada
GetsemanÃ-
El Campamento
Nene GÃ³mez
Saladerito
Los Socorros
El Palmar de Rivera
Ixtapa
Los Reyes
Recinto Funeral las Lomas
La Vista
Criba de Roberto
Sandoval
Las Juntas
Los Sauces
Rancho CalderÃ³n
Rancho la Pradera
Cuatro Vientos
San NicolÃ¡s
Tres Puertas
Ladrilleras (Camino al Basurero)
Boca de Tomates
Bocanegra
El SombrÃ-o
Puerto Vallarta
Playa Grande (San Pedro)
Rancho Linda Vista OcÃ©ano
La Casa de la Gringa
Puerto Vallarta
Ramblases EcolÃ³gico
El TablÃ³n
Colonia Paso del Molino
Colonia los Robles
El AlmacÃ©n (Los Almacenes)
Las Higueras del Hundido
El Hundido
Colonia Paso del Guayabo
La Arenita
Vallejo
Casa Betania Cuatro Villas
GuÃ¡simas
La Punta Negra
El Nogalito
La Joyita
El Agua Zarca
El Jorullo
Playa Esmeralda
Sierra del Mar
Playa Gemelas
San Pedro
Los Llanitos
LeÃ³n de la Sierra
Mismaloya
El EdÃ©n
Casa Paloma del Mar
La Jungla de Nancy
Boca de TomatlÃ¡n
Rancho Viejo
San Sebastián del Oeste
Mascota
Puerto Vallarta
Talpa de Allende



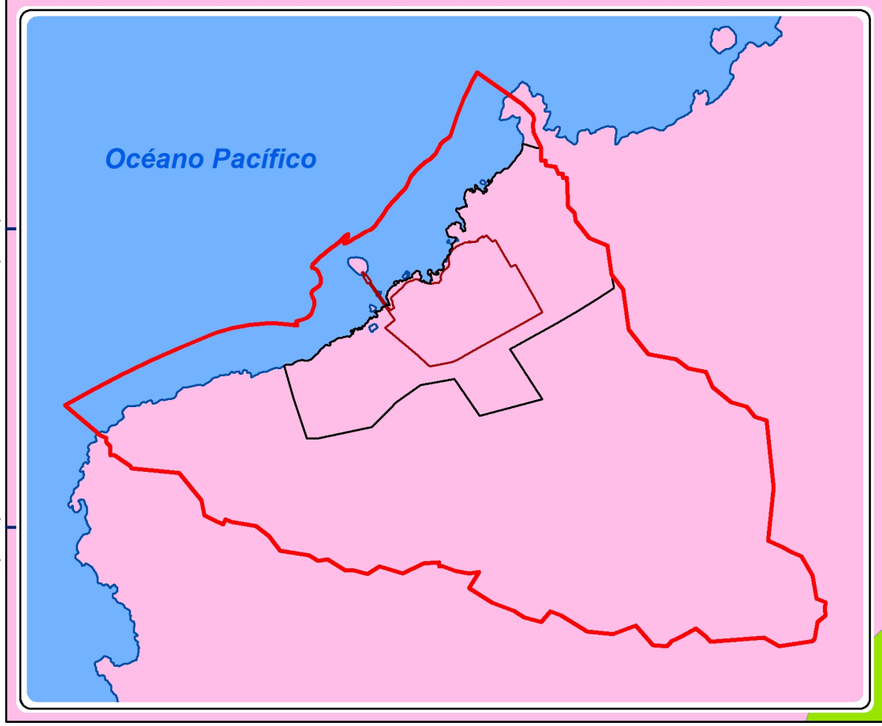
460,000
462,500
465,000
467,500
470,000
472,500

2,272,500
2,270,000
2,267,500
2,265,000
2,262,500

Océano Pacífico

Puerto Vallarta

Cabo Corrientes



Vallarta Sur 5630

Paisaje

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:50,000 Kilómetros

0 0.5 1 2 3

Fuente:
INEGI, CONABIO e INE. 2008. 'Ecorregiones terrestres de México'. Escala 1:1000000. México.

Simbología

Sistema ambiental regional
Área de influencia
Proyecto

Límites políticos

Municipal

Ecorregiones terrestres

Planicie y Lomerios con selva mediana subperennifolia del Occidente

Sierras del Occidente de Jalisco con bosques de coniferas, encinos y mixtos

460,000
462,500
465,000
467,500
470,000
2,270,000
2,267,500
2,265,000

Océano Pacífico

Puerto Vallarta

Cabo Corrientes



Vallarta Sur 5630

Visibilidad

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:35,000 Kilómetros

0 0.5 1 2

Fuente: Cálculos propios con información de INEGI Modelo Digital de Elevación (MDE) de alta resolución LiDAR, con resolución de 5m. Clave F13 C69 D3

Simbología

- Sistema ambiental regional
- Área de influencia
- Proyecto

Límites políticos

- Municipal
- Observador

Cuenca visual

- No visible
- Visible

466,950 467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,200
2,269,150
2,269,100
2,269,050
2,269,000

Vallarta Sur 5630

Superficies del proyecto por tipo de área

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:1,000 Metros

0 10 20 40 60

Fuente: SEMARNAT, Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros
Elaboración propia

Simbología

Predio del proyecto

Tipos de área

Zona Terrestre
Zona Federal Marítimo Terrestre
Zona Marina

Líneas

Zona Federal Marítimo Terrestre
Pleamar

467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,150

2,269,100

2,269,050

2,269,000

Vallarta Sur 5630

Condición actual del terreno

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750

Metros

0 10 20 40

Fuente: SEMARNAT, Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros
Elaboración propia

Simbología

Predio del proyecto

Condición del terreno

- Área con vegetación zona terrestre
- Infraestructura existente
- Zona Federal Marítimo Terrestre
- Zona marina

Vallarta Sur 5630

Huella de desplante

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750

0 10 20 40 Metros

Fuente:
Elaboración propia

Simbología

- Predio del proyecto
- Límite de etapas

Elemento del proyecto

- PM Pasarela marina
- Anc Andador de acceso
- AMr Andador mar
- C Área Conservacion
- M Muros de contección
- A Andador
- AP Acceso principal
- Ac Acantilados
- Am Amenidades
- Av Área Verde
- Az Azotea
- Ch Canchas
- Cl Claro
- E Estacionamiento
- EN Edificio norte
- ES Edificio sur
- I Infraestructura
- Mc Macetas
- P Alberca
- Pl Plataforma
- Tz Terraza
- L Locales comerciales
- V Vialidades

467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,150

2,269,100

2,269,050

2,269,000

Vallarta Sur 5630

Pasarela Marina

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750 Metros

0 10 20 40

Fuente:
Elaboración propia

Simbología

Predio del proyecto

Elementos

- AMr Andador mar
- PM Pasarela marina
- Pl Plataforma
- Tz Terraza

Líneas

- Zona Federal Marítimo Terrestre
- Pleamar

466,950 467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,200 2,269,150 2,269,100 2,269,050 2,269,000

Vallarta Sur 5630

Cambio de uso de suelo de áreas forestales en selva

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:1,000 Metros

0 10 20 40 60

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

Proyecto

Cambio de uso de suelo de áreas forestales en selva

467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,150

2,269,100

2,269,050

PM AMr Ac C P Pl Tz A Mc Av Am ES Anc AP EN M L I E V Ch

Vallarta Sur 5630

Drenaje pluvial

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750 Metros

0 10 20 40

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

Proyecto

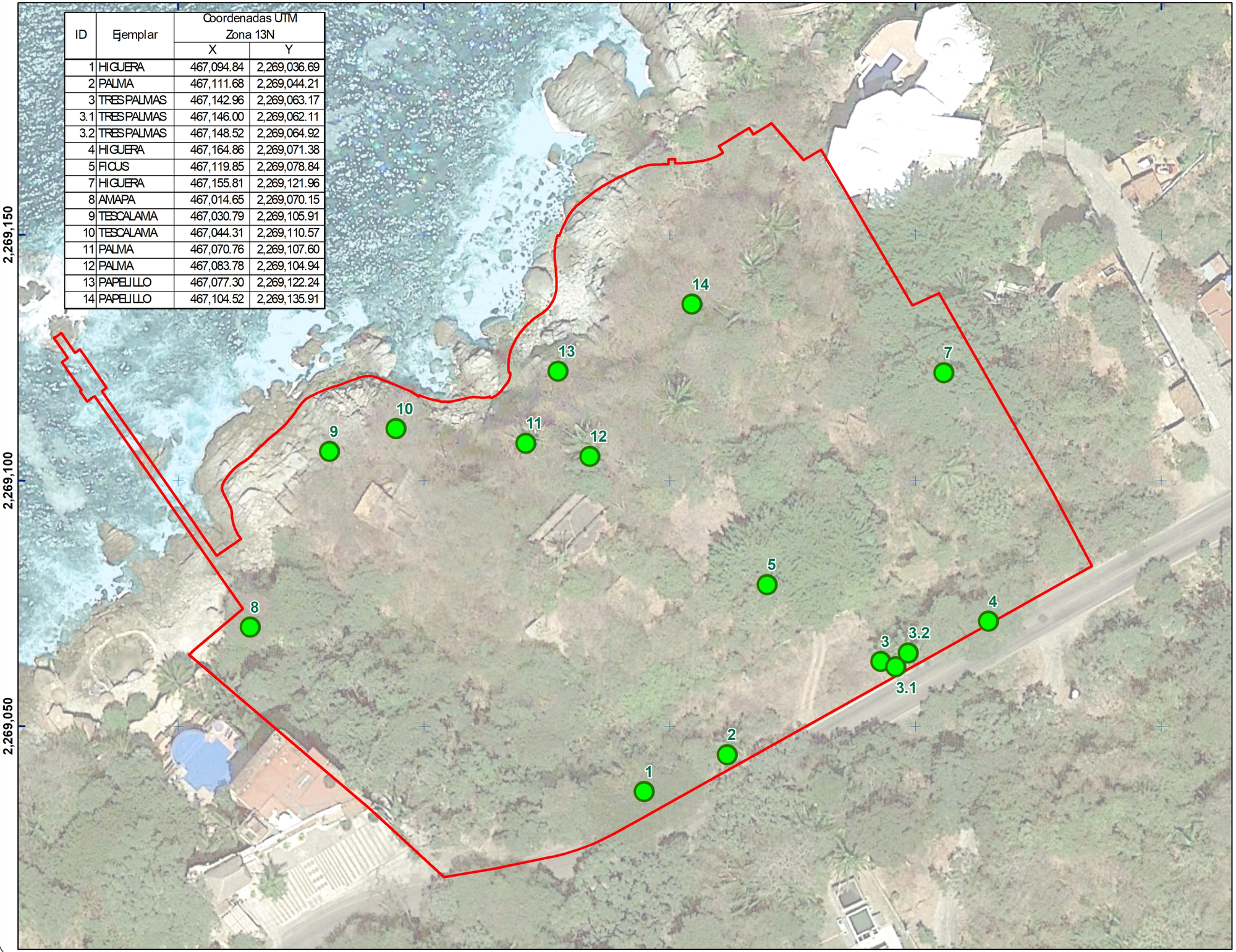
Obras de drenaje

- Eje de arroyo original
- Alcantarilla de carretera
- Colector pluvial
- Canal de concreto
- Registro con caídas escalonadas
- Bocas de tormenta
- Cárcamo
- Dirección de flujo

Elemento del proyecto

- PM Pasarela marina
- Anc Andador de acceso
- AMr Andador mar
- C Área Conservacion
- M Muros de contección
- A Andador
- AP Acceso principal
- Ac Acantilados
- Am Amenidades
- Av Área Verde
- Az Azotea
- Ch Canchas
- Cl Claro
- E Estacionamiento
- EN Edificio norte
- ES Edificio sur
- I Infraestructura
- Mc Macetas
- P Alberca
- Pl Plataforma
- Tz Terraza
- L Locales comerciales
- V Vialidades

ID	Ejemplar	Coordenadas UTM Zona 13N	
		X	Y
1	HIGUERA	467,094.84	2,269,036.69
2	PALMA	467,111.68	2,269,044.21
3	TRES PALMAS	467,142.96	2,269,063.17
3.1	TRES PALMAS	467,146.00	2,269,062.11
3.2	TRES PALMAS	467,148.52	2,269,064.92
4	HIGUERA	467,164.86	2,269,071.38
5	FICUS	467,119.85	2,269,078.84
7	HIGUERA	467,155.81	2,269,121.96
8	AMAPA	467,014.65	2,269,070.15
9	TESCALAMA	467,030.79	2,269,105.91
10	TESCALAMA	467,044.31	2,269,110.57
11	PALMA	467,070.76	2,269,107.60
12	PALMA	467,083.78	2,269,104.94
13	PAPELILLO	467,077.30	2,269,122.24
14	PAPELILLO	467,104.52	2,269,135.91



Vallarta Sur 5630

Árboles por conservar

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750 Metros

0 10 20 40

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

- Proyecto
- Árboles por conservar

467,000 467,050 467,100 467,150 467,200

2,269,150

2,269,100

2,269,050

Tabla de Áreas Verdes
Etapa 1

Referencia	Superficie m²
Área 1	421.17
Área 2	155.55
Área 3	436.51
Área 4	84.43
Área 5	6.37
Área 6	11.31
Área 7	110.96
Área 8	25.72
Área 9	146.38
Área 10	64.70
Área 11	14.11
Área 12	27.72
Área 13	6.22
Área 14	26.31
Área 15	128.32
Área 16	134.22
Área 17	17.70
Área 18	114.56

Tabla de Áreas Verdes
Etapa 2

Referencia	Superficie m²
Área 19	286.53
Área 20	38.02
Área 21	10.56
Área 22	1,980.15
Área 23	56.00
Área 24	5.98
Área 25	207.28
Área 26	23.69
Área 27	16.88
Área 28	222.50
Área 29	16.66
Área 30	38.62
Área 31	9.89
Área 32	24.39
Área 33	154.20

Área 28 Área 31 Área 32 Área 33 Área 30 Área 29 Área 26 Área 25 Área 27 Área 7 Área 24 Área 8 Área 22 Área 23 Área 6 Área 5 Área 3 Área 4 Área 11 Área 10 Áea 21 Área 20 Área 19 Área 12 Área 9 Área 2 Área 13 Área 14 Área 1 Área 15 Área 16 Área 17 Área 18

Vallarta Sur 5630

Áreas por jardinar y reforestar

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:750 Metros

0 10 20 40

Fuente:

Elaboración propia

Simbología

Proyecto

Áreas por jardinar y reforestar

Cuencas hidrográficas

Escurrimientos (ríos)

Vegetación

Batimetría

Sistema Ambiental Regional (SAR)



Vallarta Sur 5630

Muestreo de fauna en el SAR

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:3,000 Metros

0 10 20 40 60 80 100

Fuente: Elaboración propia con base a levantamiento en campo

Simbología

Sistema ambiental regional

Muestreo de fauna en el SAR

466,600 466,700 466,800 466,900 467,000 467,100 467,200 467,300 467,400 467,500

2,269,400 2,269,300 2,269,200 2,269,100 2,269,000 2,268,900 2,268,800 2,268,700

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Vallarta Sur 5630

Muestreo de fauna en el Sitio del Proyecto

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:2,000 Metros

0 25 50 100 150

Fuente: Elaboración propia con base a levantamiento en campo

Simbología

- Proyecto (AID)
- Muestreo de Fauna

466,800 466,900 467,000 467,100 467,200 467,300 467,400

2,269,300 2,269,200 2,269,100 2,269,000 2,268,900

Vallarta Sur 5630

Muestreo Vegetación

Ubicación



Referencia cartográfica

Sistema de Coordenadas:	UTM Zona 13 N
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	WGS84
Elipsoide:	GRS1980

1:3,000 Metros

0 25 50 100 150

Fuente: Elaboracion propia con base a levantamiento en campo

Simbología

- Sistema ambiental regional (SAR)
- Proyecto
- Muestreos de vegetación SP
- Muestreos de vegetación SAR

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL, CON ACTIVIDAD QUE NO INCLUYE RIESGO

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Promotora y Constructora de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Octubre 2025

MEMORIA FOTOGRÁFICA

Estructuras existentes en el predio









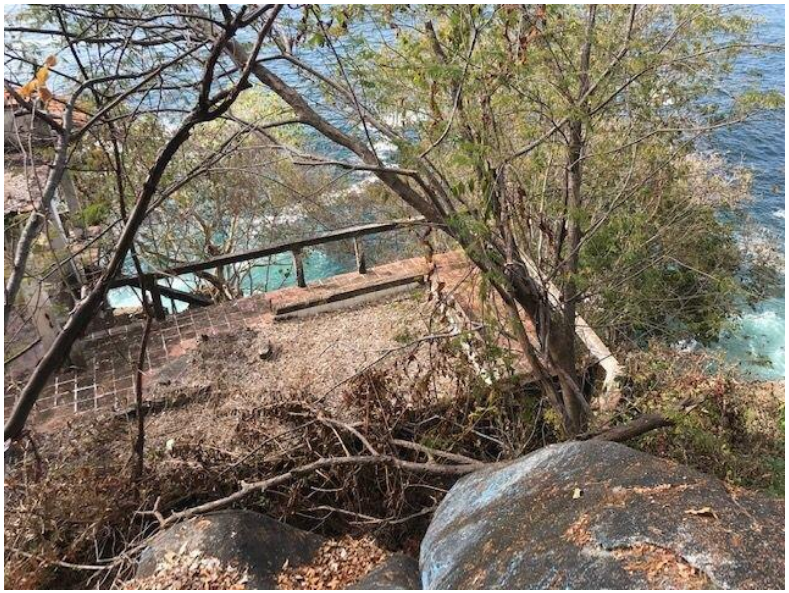












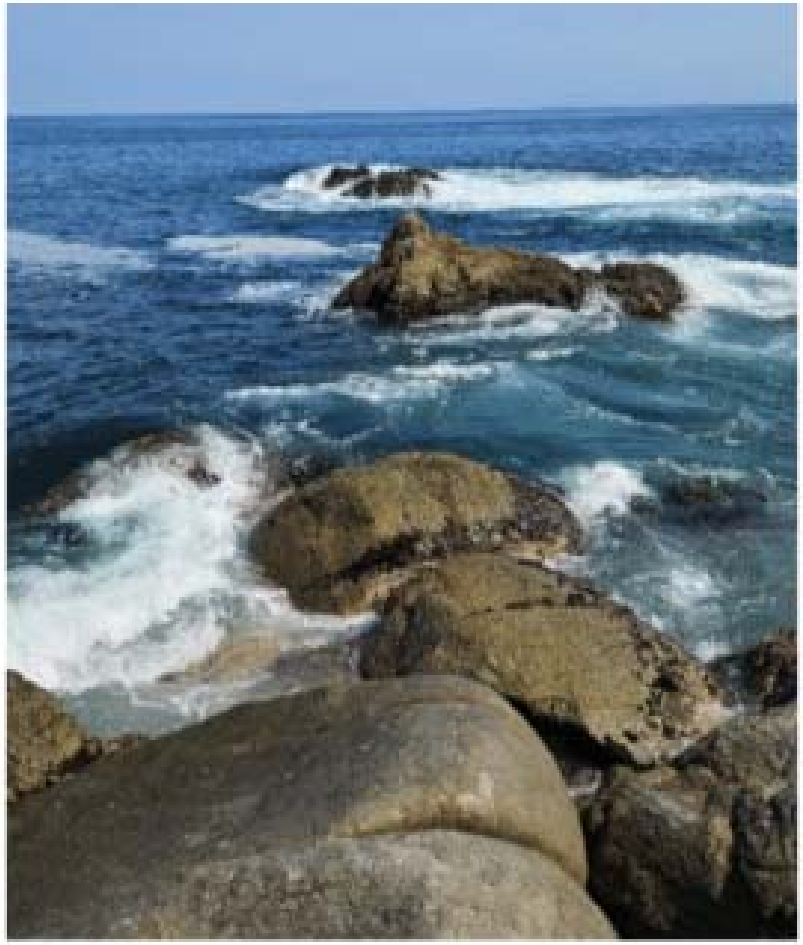




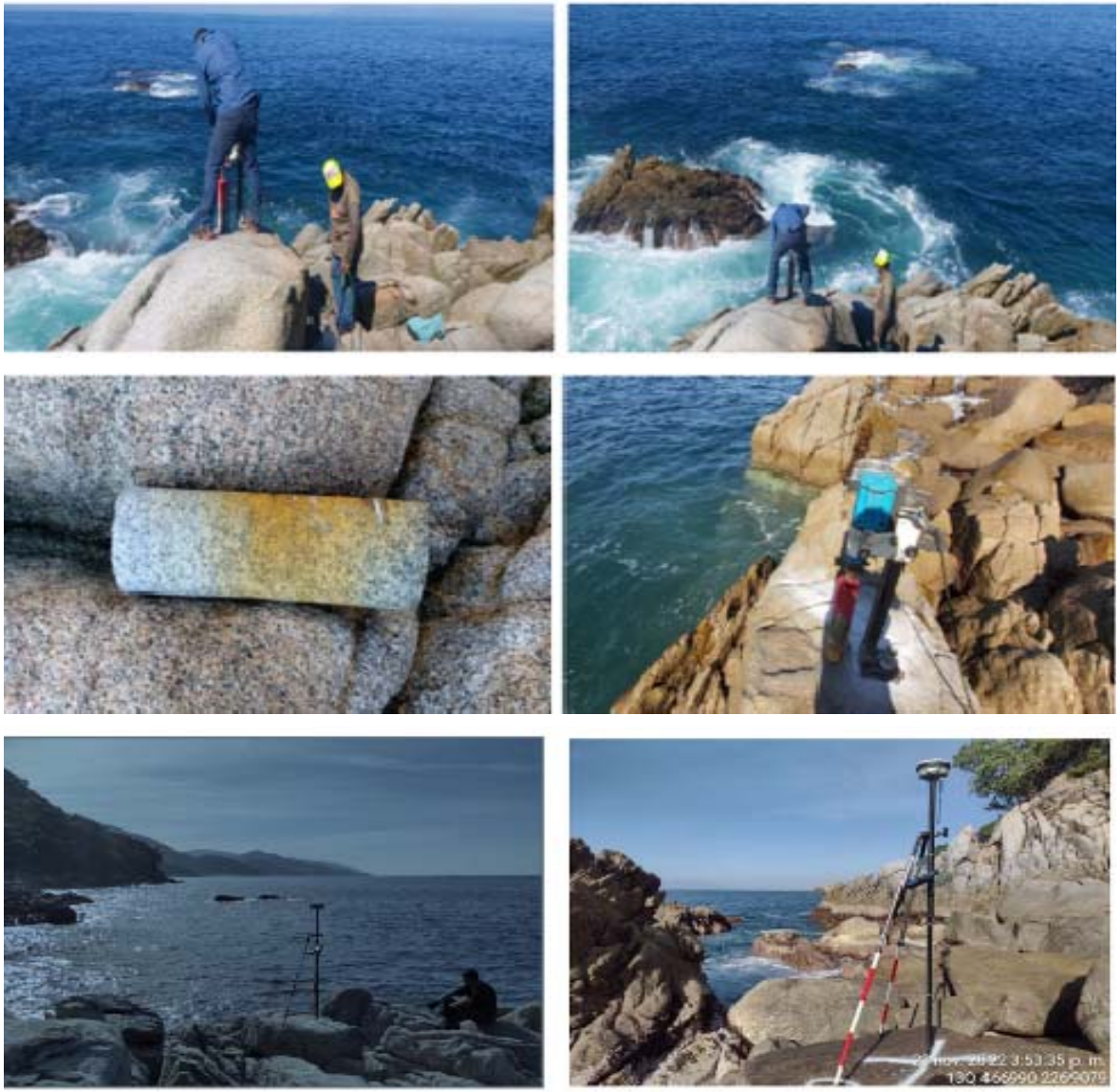


Afloramientos rocosos visibles en el área del proyecto





Levantamiento de datos en la porción marina del SAR del proyecto



Vista Panorámica del SAR y SP, se aprecian la porción terrestre, litoral y franja marina





Vista panorámica del litoral y frente marino del área donde se ubica el SP



Norte ajustado, inicio de registro y conteo de árboles



Trazo sitios circulares, 500 y 100 m^2



Trazo de parcelas de 1 m para herbáceas



Normalización diámetro de fuste



Uso de clinómetro para medir altura de árboles



Marcaje de cada árbol con número de registro



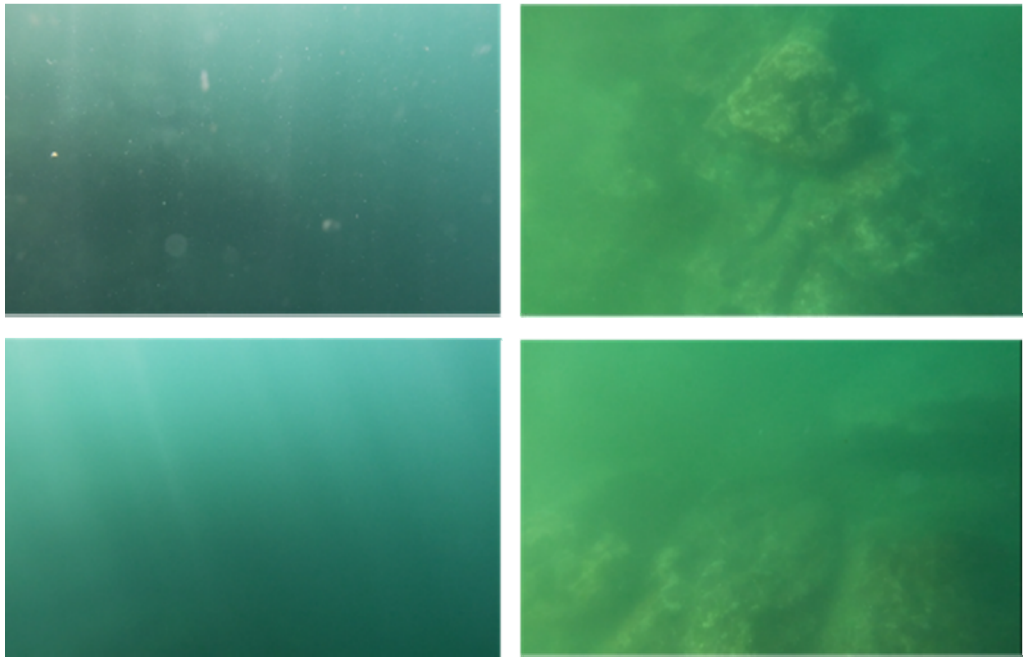
Condiciones de la zona federal marítimo terrestre donde se ubicarán las plataformas frente al mar



Actividad hidrodinámica del frente marino del área del proyecto



Condiciones de columna de agua en la zona frente al sitio del proyecto



Vistas panorámicas del sitio donde pretende instalarse la pasarela marina

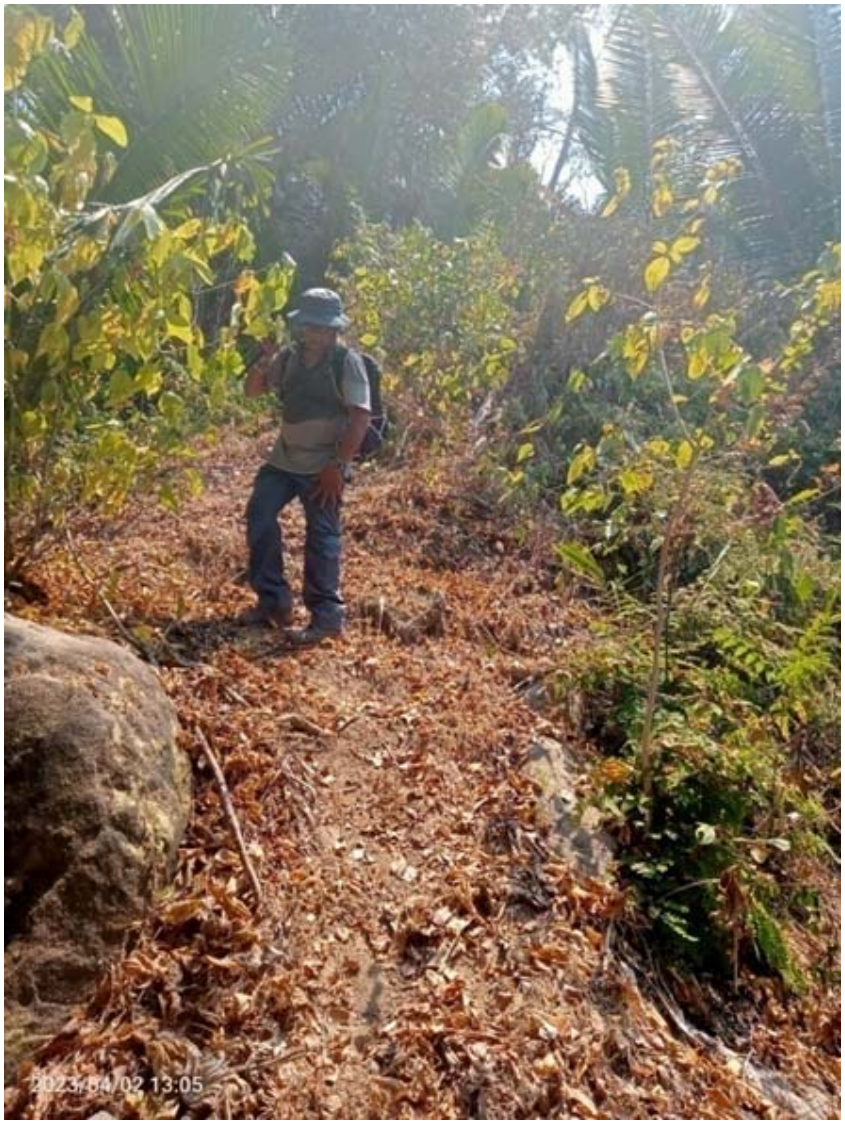








Recorridos en transecto lineal en búsqueda de herpetofauna





Reconocimiento auditivo y observación de avifauna





Instalación de cámara de fototrampeo y red de niebla





Fauna marina de distribución potencial en el SAR



Aetobatus narinari



Arothron meleagris



Holacanthus passer



Tylosurus crocodilus

OCEANO PACIFICO

CASA MARIPOSA DEL MAR

CASA

CASA

CALLE MERO

HOTEL MAR SERENO

zona de rocas y acantilado

zona de rocas y acantilado

zona de rocas y acantilado

zona de rocas y acantilado

desfogue norte

desfogue sur

LIMITE DE ZONA FEDERAL MARITIMO TERRESTRE SEGUN PLANO 14/07/2022/01 FOJA 15 DE 16, DE AGOSTO 2022, REALIZADOS POR LA DIRECCION GENERAL DE ZONA FEDERAL MARITIMO TERRESTRE Y AMBIENTES COSTEROS, DE LA SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

ALBERCA

CANCHAS

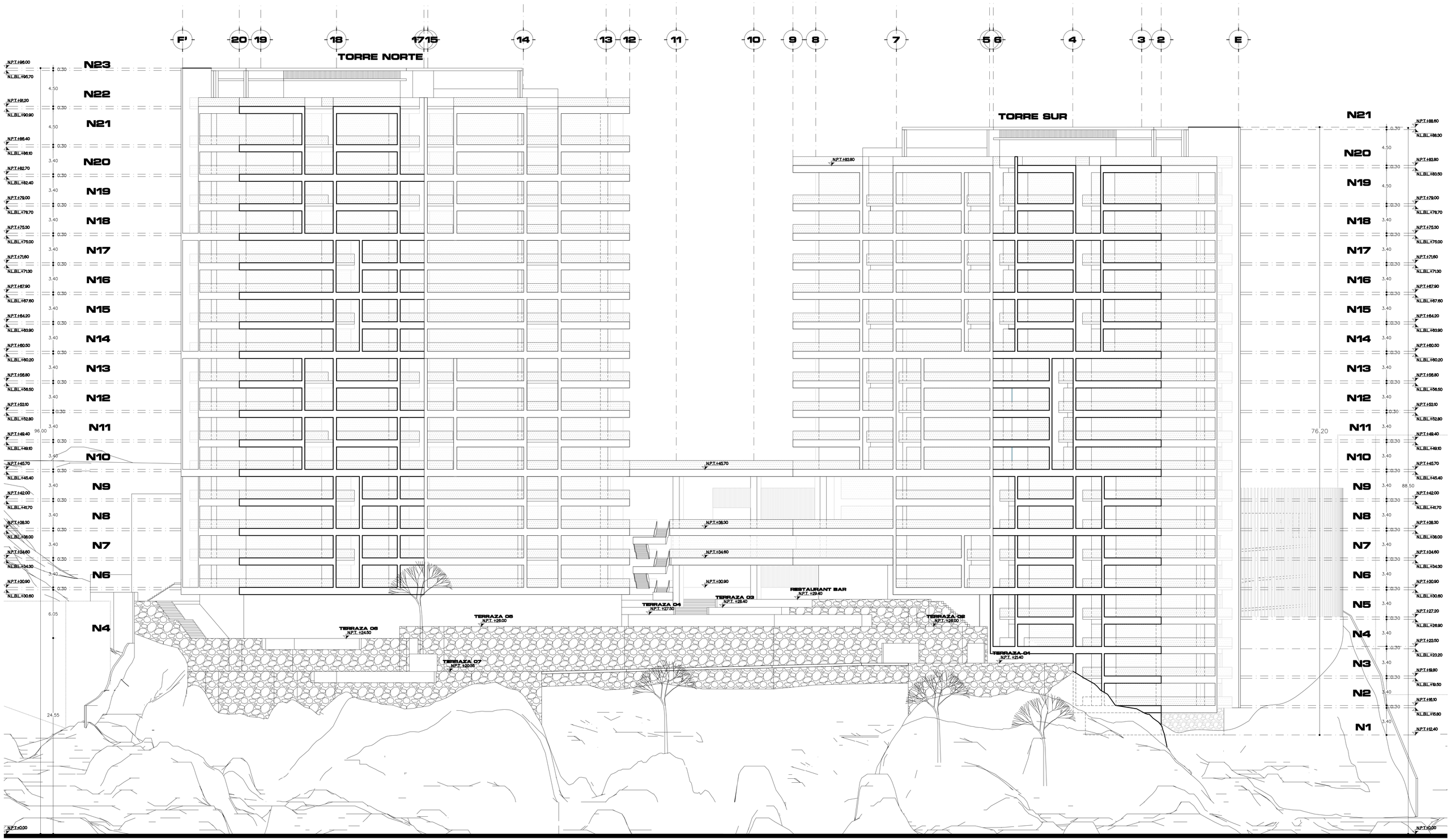
ESTACIONAMIENTO 18 CAJONES

TERRAZA

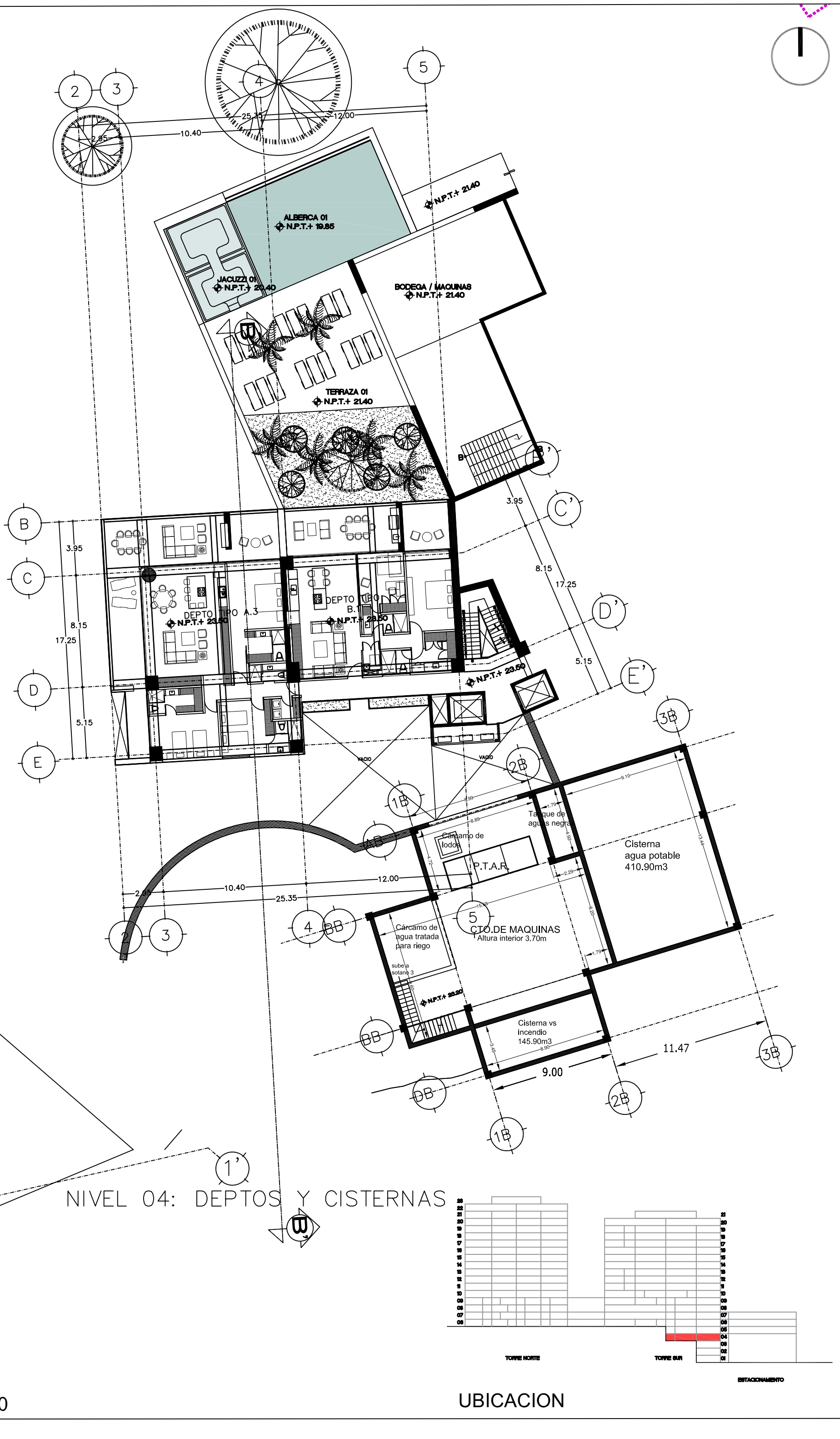
ALBERCA

ALBERCA

ALBERC



ALZADO PONIENTE



NIVEL 04: DEPTOS Y CISTERNAS

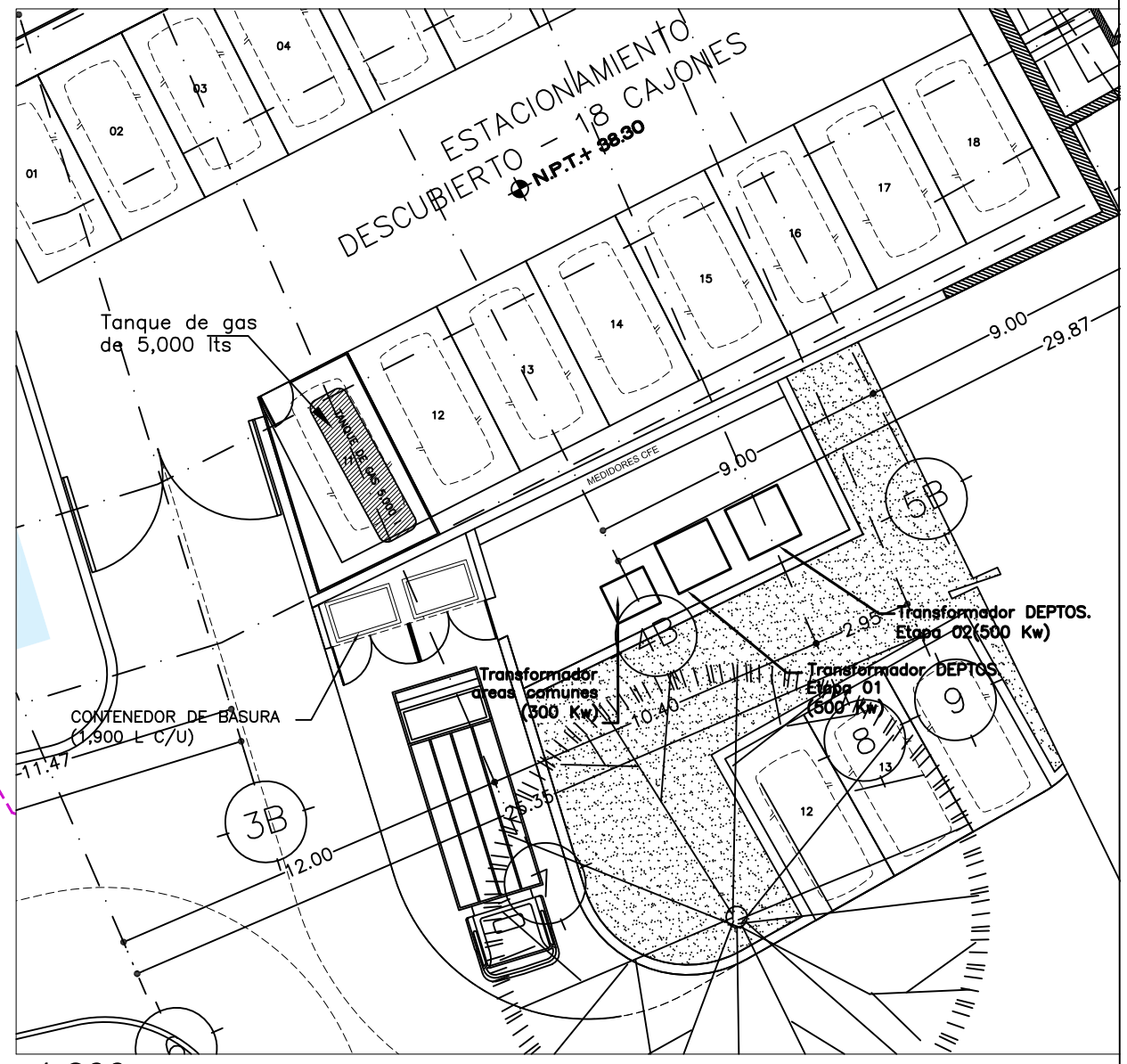
1:250

UBICACION

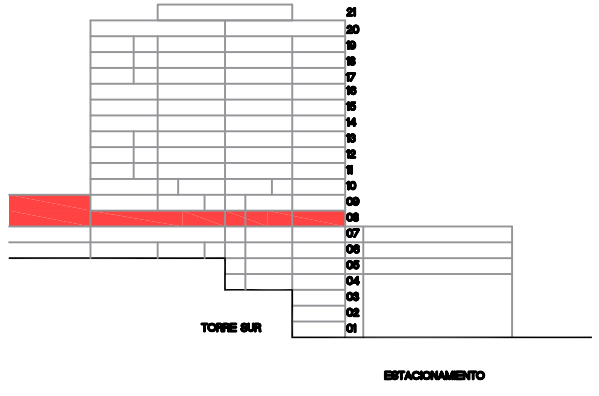
ETAPA 02
ETAPA 01

NIVEL 08: DEPTOS–LOBBY

1:500



1:200



UBICACION

NIVEL 07: DEPTOS – CISTERNAS

1:400

UBICACION

