Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular (MIA-P)

Del proyecto:

Construcción de la Villa NK-33-LIN,

en la Zona Cliff Estates del Desarrollo Turístico Nauka.

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSA BLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

Promovente:

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6

I.1 Nombre del Proyecto 6

I.2. Datos Generales del Promovente 6

I.2.1. Nombre o razón social 6

I.2.2. Clave única del Registro de Población (CURP) del Promovente 6

I.2.3. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 6

I.3. Responsable de la elaboración el estudio de impacto ambiental 6

1.3.1 Nombre o Razón Social 6

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del responsable del estudio 6

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio 7

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio 7

I.3.5. Participantes de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental 7

I.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO 8

I.5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS 9

I.5.1. Descripción de los espacios de la vivienda y sus obras complementarias 9

I.5.2. Superficies generales del predio 9

I.5.3. Obras temporales previstas 16

I.5.4. Tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 18

I.5.5. Costo de inversión del Proyecto ($) 18

I.5.6. Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración en pesos mexicanos 18

I.5.7 Calendario de actividades 19

I.6. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 21

I.6.1 Consumo de energía eléctrica 21

I.6.2. Consumo de agua 29

I.6.3. Generación de Residuos 47

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura I.1. Polígono del Lote 33 del Desarrollo Turístico Nauka. 8

Figura I.2. Superficies del predio. 9

Figura I.3. Distribución de los espacios de la planta cuarto de máquinas. 11

Figura I.4. Distribución de los espacios de la planta *sótano*. 12

Figura I.5. Distribución de los espacios de la planta baja. 13

Figura I.6. Distribución de los espacios de la planta alta. 14

Figura I.7. Los doce equipos considerados en el proyecto que consumen mayor energía al año en kWh. 27

Figura I.8. Distribución del consumo de energía eléctrica por sistema demandante representado en porcentaje. 28

Figura I.9. Perfil mensual estimado de consumo eléctrico en kWh. 29

Figura I.10. Acumulado del consumo de agua durante la operación durante los meses del año en m^3. 44

Figura I.11. Porcentaje de residuos por tipo que se estima se generarán en la etapa de operación del proyecto. 59

Figura I.12. Emisiones de CO_{2e} por fuente (toneladas). 78

Figura I.13. Ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales del complejo turístico en relación al proyecto constructivo 80

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla I.1. Resumen de las superficies generales del proyecto 16

Tabla I.3. Espacios provisionales considerados en el proyecto. 17

Tabla I.4. Costo estimado de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración en pesos mexicanos. 18
Tabla I.5. Calendario de actividades — Preparación del sitio 19
Tabla I.6. Programa general de obra (21 meses). 20
Tabla I.7 .División por temporada de la operación de los equipos. 22
Tabla I.8. Distribución del consumo por sistema en kWh/año 26
Tabla I.9. Estimado total del consumo de energía eléctrica anual, promedio mensual, demanda máxima estimada y costo anual estimado. 28
Tabla I.10. Parámetros, valores aplicados y consideraciones. 31
Tabla I.11. Datos clave para los cálculos. 31
Tabla I.12. Datos clave para los cálculos. 31
Tabla I.13. Datos clave para los cálculos. 31
Tabla I.14. Resumen de los requerimientos de los trabajadores en la etapa de preparación del sitio de agua purificada para beber. 32
Tabla I.15. Plan horario de hidratación. Protocolo basado en NOM-015-STPS-2001 y guías NIOSH: 250 ml cada 15–20 min | 1 litro/hora/trabajador. 33
Tabla I.16. Requerimiento básico de agua para los colaboradores en el proyecto. 35
Tabla I.17. Número de contenedores de agua recomendados para el proyecto. 35
Tabla I.18. Temperatura del agua sugerida para los colaboradores en el proyecto. 35
Tabla I.19. Temperatura del agua sugerida para brindar a los colaboradores en el proyecto. 36
Tabla I.20. Consideraciones generales respecto a los untos de hidratación en el proyecto. 36
Tabla I.21. Datos de entrada para realizar el cálculo. 36
Tabla I.22. Volumen de agua de mezclado requerida para el concreto estructural. 38
Tabla I.23. Estimado del agua de mezclado total. 38
Tabla I.24. Estimado del agua de mezclado total. 39
Tabla I.25. Estimado del agua de mezclado total. 39
Tabla I.26. Total de agua cruda requerida para la obra. 39
Tabla I.27. Requerimiento de agua para riego — supuestos. 45
Tabla I.28. Memoria de cálculo para estimar el volumen necesario para la alberca. 46
Tabla 29. Volumen de agua necesaria para el jacuzzi. 46
Tabla I.30. Total de agua requerida tanto para la alberca como para el jacuzzi. 47

Tabla I.31. Parámetros de entrada para realizar los cálculos. 51
Tabla I.32. Residuos por árbol (peso verde). 53
Tabla I.33. Resumen para las 18 palmeras a derribar (peso verde). 53
Tabla I.34. Resultados consolidados. 59
Tabla I.35. Componentes del agua residual. 61
Tabla I.36. Datos de partida para el cálculo de aguas negras que se generarán en las etapas de reparación del sitio y construcción. 63
Tabla I.37. Análisis de sensibilidad para la etapa de construcción. 65
Tabla I.38. Resultados consolidados por etapa. 65
Tabla I.39. acumulado por etapa de aguas negras en m^3. 66
Tabla I.40. Resumen diferenciado de las aguas residuales que se generarán en un año. 70
Tabla I.41. Resumen diferenciado de las Unidades de descarga (UD). 71
Tabla I.42. Supuestos y factores utilizados en los cálculos. 73
Tabla I.43. Resultado de las estimaciones para la Retroexcavadora CAT 420F2 IT. 76
Tabla I.44. Resultado de las estimaciones para los vehículos de transporte de técnicos y personal operativo. 76
Tabla I.45. Resultado de las estimaciones para los vehículos de suministro de materiales e insumos. 76
Tabla I.46. Resumen de los resultados de las estimaciones de CO_{2e} (t). 77
Tabla I.47. Resumen de las características del proyecto. 78

CAPÍTULO I

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

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto: Construcción de la Villa NK-33-LIN, en la zona Cliff Estates del Desarrollo Turístico Nauka.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

I.2.2. Clave única del Registro de Población (CURP) del Promovente

I.2.3. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1 Nombre o Razón Social

BIO Ingeniería Supervisión, Gestión y Asesoría Jurídico-Ambiental S.C.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del responsable del estudio

La clave del RFC de BIO Ingeniería Supervisión, Gestión y Asesoría Jurídico-Ambiental S.C., es BIS-150630-CR5.

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

Cédula profesional: 7031901

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio

I.3.5. Participantes de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

Coordinador

Colaboradores

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

Nombre y firma digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el estado de Nayarit, específicamente en la Villa NK-33-LIN, situada en la zona conocida como Cliff Estates, dentro del desarrollo Nauka, Nayarit. Este desarrollo pertenece al municipio de Compostela y se encuentra cerca de las localidades de La Peñita de Jaltemba y La Lima de Abajo. Su principal vía de comunicación es la carretera Federal No. 200, y además cuenta con un acceso cercano a la Autopista Las Varas-Puerto Vallarta, ubicado a aproximadamente 500 metros de la entrada al desarrollo.

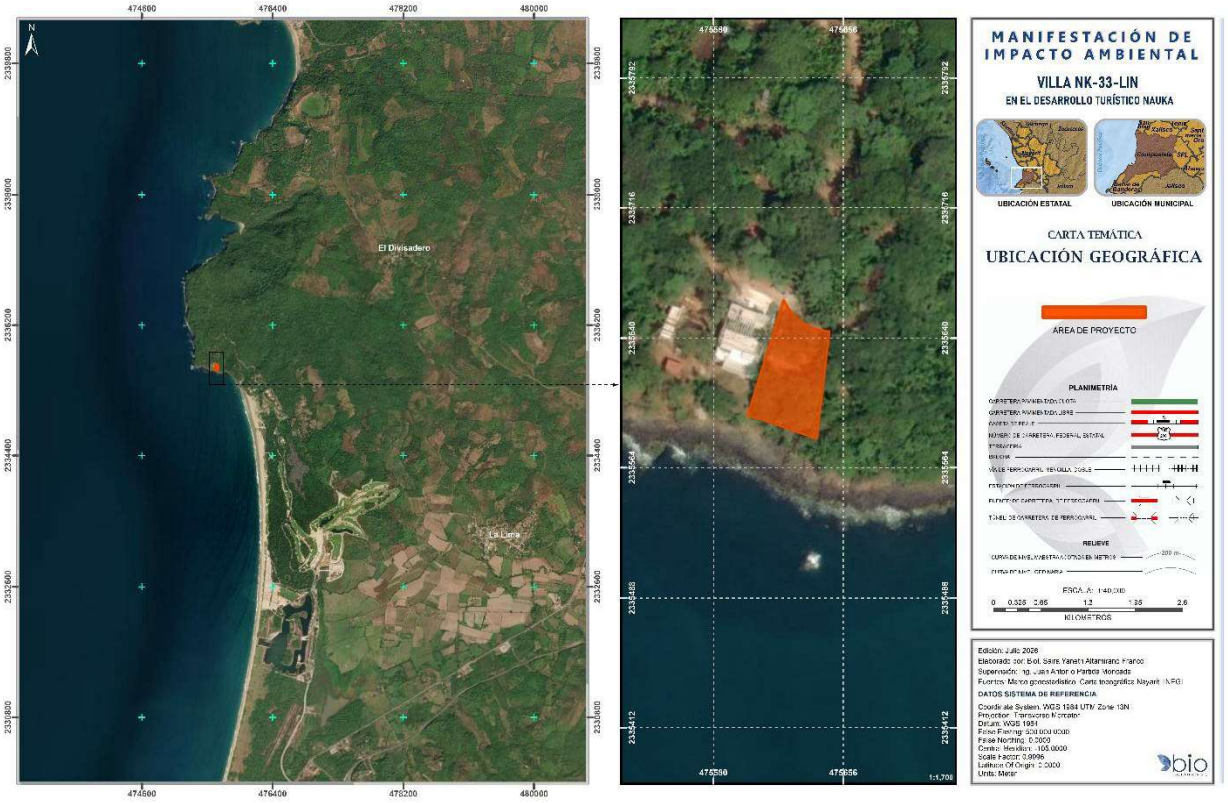


Figura I.1. Polígono del Lote 33 del Desarrollo Turístico Nauka.

I.5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

I.5.1. Descripción de los espacios de la vivienda y sus obras complementarias

A continuación, se presenta el listado de los espacios que integran la vivienda Villa NK-33-LIN, organizados por nivel constructivo, así como el listado de las obras provisionales asociadas a la etapa de preparación del sitio y construcción. La información se obtuvo del levantamiento arquitectónico proporcionado (planos NK33_0100 y NK-33-OP).

I.5.2. Superficies generales del predio

Concepto	Superficie (m²)	Porcentaje
Superficie total del predio (Lote 33)	2,210.230 m²	100%
Área no permeable (huella de construcción y superficies pavimentadas)	801.034 m²	36.24%
Área permeable (jardín / vegetación conservada)	1,409.196 m²	63.76%

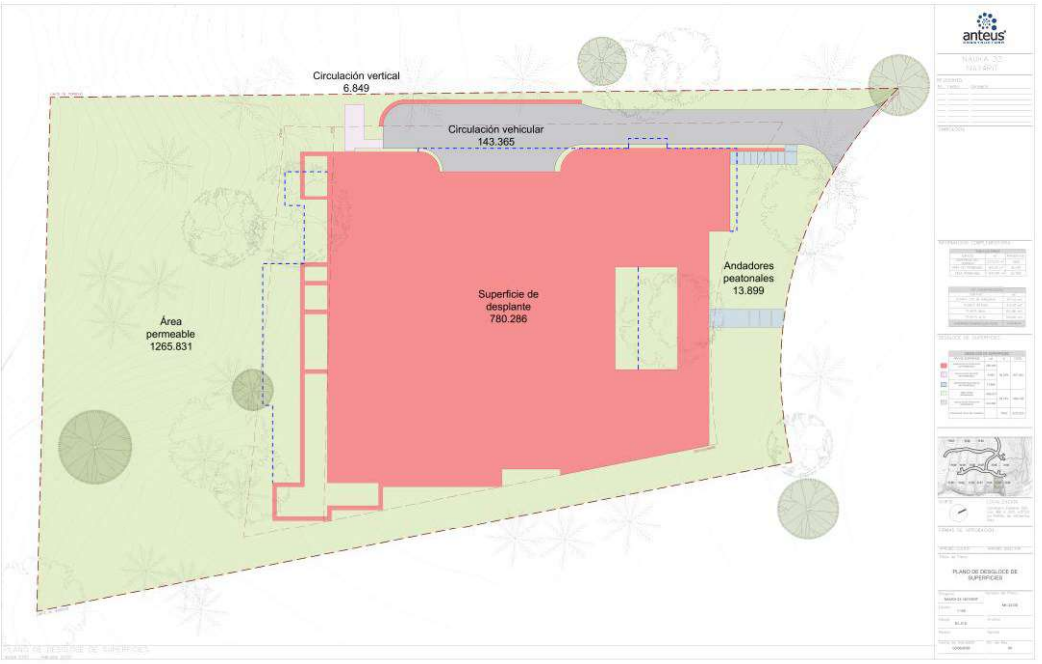


Figura I.2. Superficies del predio.

I.5.2.1. Superficie de construcción por nivel

Nivel	Superficie construida (m^2)	Fuente
Planta Cuarto de Máquinas	327.43 m^2	Tabla de áreas del plano
Planta Sótano	914.50 m^2	Tabla de áreas del plano
Planta Baja	602.86 m^2	Tabla de áreas del plano
Planta Alta	533.60 m^2	Tabla de áreas del plano
SUPERFICIE DE CONSTRUCCIÓN TOTAL	**2,378.39 m^2**	Tabla de áreas del plano

Nivel: Planta Cuarto de Máquinas (327.43 m^2)

Este nivel alberga el cuarto de instalaciones y equipos electromecánicos de la vivienda:

Espacio / local	Superficie	Observaciones
Cuarto de bombas, filtros y equipo de alberca, y cuarto eléctrico	30.00 m^2	*Área acotada en plano*
Cuarto de condensadoras y bomba de calor	38.00 m^2	*Área acotada en plano*
Cuarto eléctrico	16.00 m^2	*Área acotada en plano*
Planta de emergencia (150 kW) con caseta acústica	Sin acotar	*Equipo Cat. SD150, Mca. GENERAC, AVR 13200 (planos L33.IE.AG.01.CM-PA)*
Espacio requerido para calentadores	Sin acotar	*Espacio señalado en plano, sin cotas*
Equipo de filtrado (alberca)	Sin acotar	*Equipo señalado, sin cotas*
Cisternas (2)	Sin acotar	*Alimentadas por toma municipal, con medidor volumétrico y válvula flotadora (planos L33.IH.TM.CM.01 y L33.IH.AG series); sin cotas de tanque*
Regulador de voltaje	Sin acotar	*Equipo señalado en plano, sin cotas*

Espacio / local	Superficie	Observaciones
Transformador pedestal trifásico	Sin acotar	*150 kVA, 220/127V (plano L33.IE.AG.01.CM-PA)*
Trituradora sanitaria (bombeo E-ONE)	Sin acotar	*Equipo de bombeo sanitario para el desnivel del predio hacia la red de drenaje (planos L33.IS.CM.01 y L33.IS.SOT.02)*

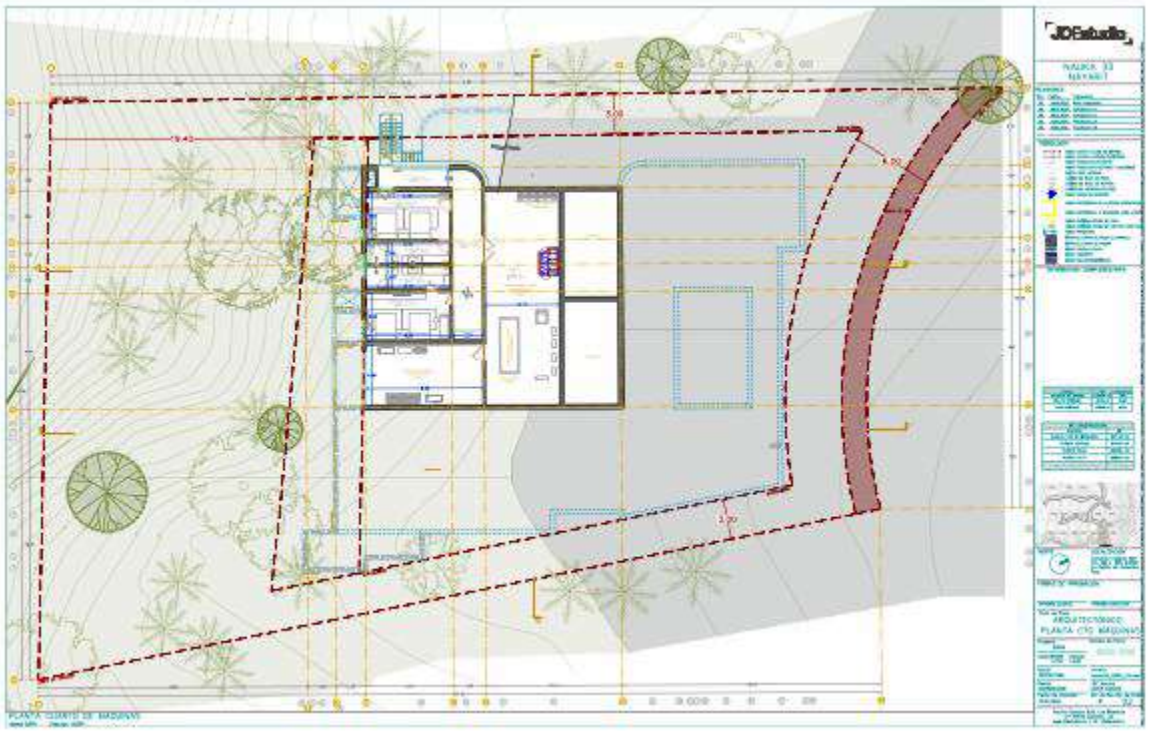


Figura I.3. Distribución de los espacios de la planta cuarto de máquinas.

Nivel: Planta Sótano (914.50 m²)

Los espacios identificados en el levantamiento arquitectónico son:

- Cochera / garage cubierto (área para 4 vehículos, con cajones marcados)
- Cuarto de juegos (billar, barra y bar)
- Bodegas 01, 02 y 03 (almacenaje)
- Cava / cámara fría y congelador
- Lavandería y alacena

- Cuarto de tableros eléctricos
- Vestidores y lockers de staff
- Baño de hombres y baño de mujeres (con regaderas)
- Patio inglés
- Terreno permeable (área verde bajo cubierta, ligada al patio inglés)
- Núcleo de escaleras y elevador
- Área de entrada y salida de residuos



Figura I.4. Distribución de los espacios de la planta *sótano*.

Nivel: Planta Baja (602.86 m²)

Los espacios identificados en este nivel son:

- Alberca y terraza de alberca
- Sala y comedor principal
- Cocina
- Recámaras / estancias de la planta baja (con closets y baños)

- Terraza techada y área de estar exterior
- Área de servicio (acceso independiente)
- Vestíbulo de acceso y escaleras

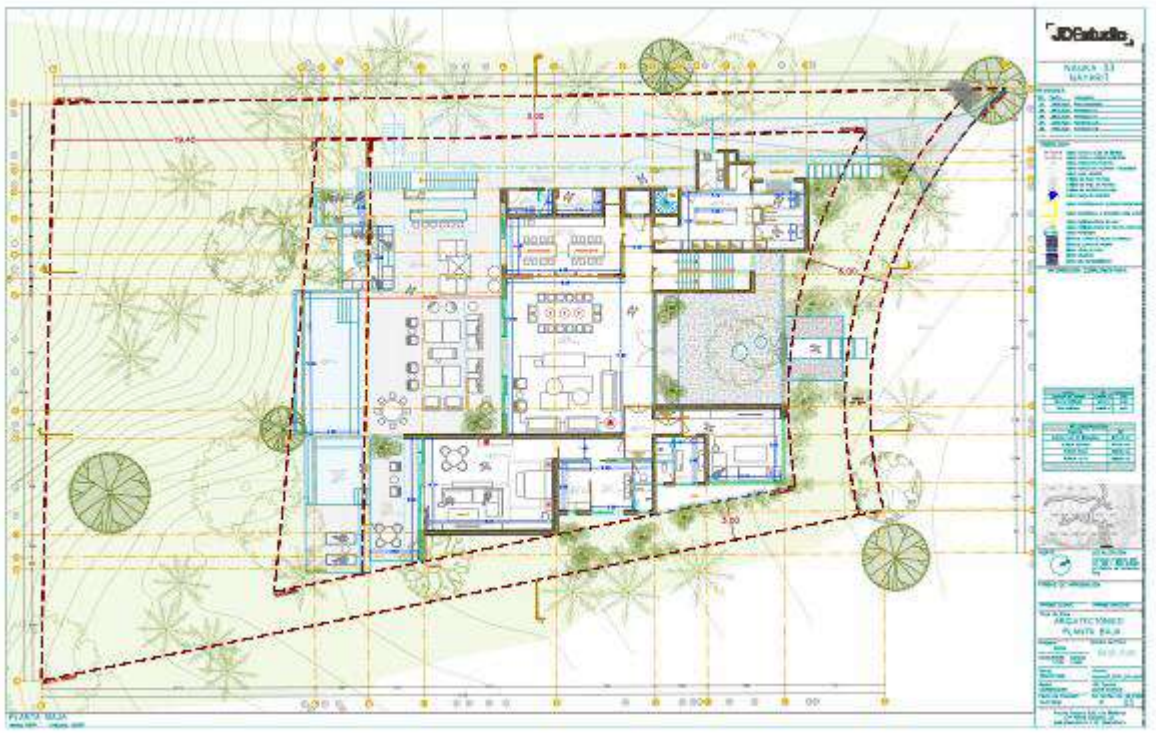


Figura I.5. Distribución de los espacios de la planta baja.

Nivel: Planta Alta (533.60 m²)

La Planta Alta corresponde al nivel privado de recámaras de la vivienda, organizado de forma simétrica en dos alas alrededor de un núcleo central de circulación. Los espacios identificados son:

- Recámaras secundarias (distribuidas en dos alas simétricas, cada una con closet y baño en suite)
- Núcleo central de circulación vertical (escalera de caracol)
- Patio de luz / vacío central
- Terrazas privadas asociadas a las recámaras, siguiendo el límite irregular del predio
- Posible área de estar / distribuidor común en el núcleo central.



Figura I.6. Distribución de los espacios de la planta alta.

Cotas interiores acotadas por espacio

Las siguientes cotas corresponden a acotamientos obtenidos de los planos.

PLANTA SOTANO	
Espacio	Cotas acotadas
Wellness — jacuzzi / cold plunge	4.14 m (paño a paño)
Wellness — sauna	2.15 × 3.20 m
Wellness — regadera / vapor / wc	1.40, 1.50, 2.00, 1.40 m (anchos de módulos)
Wellness — salida a playa y mirador	2.50 m
Bodega / cava / lavandería	3.75, 6.28, 1.80, 2.25, 1.65, 2.47, 3.77, 1.90 m
Cochera / garage	8.80 m (ancho) × 12.70 m (fondo); 9.80 m módulo adicional
Cuarto de juegos (billar / bar)	10.97 × 8.56 m
Recámaras de servicio y baños	6.75, 5.26, 3.82, 4.40, 3.00, 4.74, 7.38, 5.52, 4.14 m

PLANTA BAJA	
Espacio	Cotas acotadas
Suite principal — plunge pool / terraza privada	8.92 m
Suite principal — sala tv	9.50 × 6.74 m
Suite principal — walk-in closet	3.50 m
Suite principal — baño	6.90 × 3.00 m
Bar / barra fría / comedor	4.20, 8.35, 8.58, 14.95, 11.50 m
Alberca infinity / terraza	10.50 m
Jardín de higuera	4.68 × 2.40 m
Cocina (barra de trabajo, zona fuego, zona fría)	5.12, 3.00, 3.93, 4.30 m; vanos de 1.20 m
Baño terraza / butler station	3.35, 3.39 m; vanos de 1.80 m
Flex room / estudio / habitación	5.40 × 5.26 m; baño 3.32 × 3.67 m

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las superficies generales del proyecto.

Tabla I.1. Resumen de las superficies generales del proyecto

Superficies generales del proyecto		
Concepto	Superficie	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto	2,210.230 m²	
Superficie no permeable[1]	801.034 m²	
Superficie permeable[2]	1,409.196 m²	
Superficie total de vegetación[3]	Existente	Por afectar
	2,210.230	944.399
Superficie por cada tipo de vegetación forestal		
VSA/SMS	2,210.230 m²	944.399 m²
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	0.00 m²	0.00 m²
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	0.00 m²	0.00 m²
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	0.00 m²	0.00 m²

La Villa "NK-33-LIN", forma parte del Desarrollo Turístico Nauka, el cual ha obtenido las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales que permiten la remoción de vegetación en la superficie de desplante de obras en el Lote 33, donde se construirá la Villa NK-33-LIN. Al presente estudio se anexan los oficios de autorización de cambio de uso de suelo correspondientes.

I.5.3. Obras temporales previstas

Este proyecto se encuentra dentro de un desarrollo que ya se han realizado construcciones previas que aseguran tanto el acceso al lugar mediante vialidades, como la disponibilidad de servicios esenciales, como red de agua potable, drenaje, suministro eléctrico y seguridad al interior del complejo.

No obstante, será necesario incorporar ciertos elementos, como un puesto de vigilancia para un velador y un almacén destinado a resguardar algunos equipos y materiales. Las herramientas e

[1] Considera la superficie de desplante, circulación vertical y andadores verticales.
[2] Considera la superficie a ocupar por áreas verdes y circulación vehicular.
[3] El predio cuenta con autorización en materia de cambio de uso de suelo mediante los oficios No. 138.01.01/3849/2022 y No. 138.01.01/2533/2025.

instrumentos más delicados, susceptibles a daños por exposición al intemperismo o daño por manipulación inadecuada, serán retirados del sitio al término de cada jornada y regresados en el momento en que su uso sea necesario.

Asimismo, está previsto instalar una oficina móvil, la cual servirá para que el residente de obra tenga a mano los planos del proyecto, gestione trámites con proveedores y coordine actividades con los colaboradores. Para facilidad de los trabajadores de la obra, se instalará un comedor de servicios con una estructura temporal que será desmantelada al termino de los trabajos.

Concluidas las etapas de Preparación del sitio y Construcción, las instalaciones provisionales asociadas al proyecto que se indican en la tabla siguiente serán retiradas.

Tabla I.2. Espacios provisionales considerados en el proyecto.

Espacio provisional	Ancho (m)	Fondo (m)	Superficie (m²)
Comedor de empleados	4.00	3.00	12.00
Espacio para módulos de WC	3.60	1.40	5.04
Almacén de obra	4.80	2.40	11.52
Almacén provisional de residuos sólidos urbanos — bahía "Acero"	2.40	2.40	5.76
Almacén provisional de residuos sólidos urbanos — bahía "Desperdicios de madera"	2.40	2.40	5.76
Almacén provisional de residuos sólidos urbanos — bahía "Basura"	2.40	2.40	5.76
Camper de obra / oficina	10.00	2.55	25.50
Almacén de residuos peligrosos	2.00	2.00	4.00
SUPERFICIE TOTAL DE OBRAS PROVISIONALES (suma de módulos)			75.34

El almacén provisional de residuos sólidos urbanos se compone de tres bahías contiguas (acero, desperdicios de madera y basura) de 2.40 × 2.40 m cada una.

Adicionalmente, el plano señala perimetralmente al predio un tapial de malla ciclónica en todo el límite de la obra, con un portón de ingreso sobre el frente de acceso.

I.5.4. Tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El tipo de obra que se pretende construir se constituye de conformidad al Reglamento, como un Desarrollo Inmobiliario que afecta un Ecosistema Costero.

El Artículo 5° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambienta señala: *Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental*:

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.

I.5.5. Costo de inversión del Proyecto ($)

Este proyecto se estima que tendrá un costo de $136,600,809.43 (ciento treinta y seis millones seiscientos mil ochocientos nueve pesos 43/100 M.N.).

I.5.6. Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración en pesos mexicanos

La totalidad de las medidas que en este proyecto se habrán de implementar, tendrán un costo de $843,300.00.

Las medidas mencionadas se describen en detalle en el apartado del Programa de Vigilancia Ambiental de este documento. Además, la memoria de cálculo utilizada para obtener este monto se adjunta como un anexo del mismo. A continuación, se presenta un resumen de sus costos:

Tabla I.3. Costo estimado de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración en pesos mexicanos.

Medida	Parámetro de diseño calculado	Resultado	Costo estimado (MXN)
C1 — Reforestación compensatoria	Número de individuos a reforestar (relación 3:1 sobre 18 removidos)	54 individuos en ≥ 864 m^2	$ 51,000.00
M5 — Captación pluvial	Volumen anual captable (techo de 533.6 m^2, escenario medio)	544,272 L/año (~19.6% de la demanda de riego)	210,000.00
M6 — Tratamiento de aguas residuales	Caudal de diseño y volumen de tanque primario	0.72 m^3/día; tanque de 1.5–2.0 m^3	185,000.00
P4 — Manejo de residuos sólidos	Generación diaria total y fracción a compostaje	10.62 kg/día; 59% compostable (RME)	55,000.00
P5 — Control de erosión y sedimentos	Longitud de barrera de contención en lindero costero	≈ 53 metros lineales	11,700.00
Resto de medidas (P1–P3, M1–M4, C2, R1)	Ver numeral 4.7 Capítulo IV	Ver numeral 7	330,600.00
		TOTAL	**$843,300.00**

I.5.7 Calendario de actividades

A continuación, se presenta el calendario de actividades del proyecto, organizado en dos etapas: preparación del sitio (2 meses, control semanal) y programa general de construcción (21 meses, agrupados en 7 trimestres). Las barras señaladas indican el periodo estimado de ejecución de cada actividad.

Tabla I.4. Calendario de actividades — Preparación del sitio

Actividad	Mes 1				Mes 2			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Estructuras								
Trazo			■	■	■	■	■	
Desmonte								■
Despalme								

■ Periodo de ejecución de la actividad

Tabla I.5. Programa general de obra (21 meses).

Actividad	Trimestre 1			Trimestre 2			Trimestre 3			Trimestre 4			Trimestre 5			Trimestre 6			Trimestre 7		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21
Estructura																					
Excavación																					
Zapatas aisladas y corridas																					
Impermeabilizante																					
Rellenos																					
Muros en cimentación																					
Muros en sótanos																					
Muros y losa de alberca																					
Muros y losa jacuzzi																					
Muros y losa plunge pool																					
Muros de block en ductos de servicio																					
Losa tapa																					
Muros P.B.																					
Losa tapa P.B.																					
Losa tapa recámara principal																					
Muros P.A.																					
Losa tapa P.A.																					
Losa tapa linternilla y sobre paso de escaleras																					
Motivo de acceso																					
Muro																					
Losa motivo de ingreso principal																					

Actividad	Trimestre 1			Trimestre 2			Trimestre 3			Trimestre 4			Trimestre 5			Trimestre 6			Trimestre 7		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21
Rellenos																					
Rampa																					
Acabados																					
Albañilerías																					
Impermeabilizantes																					
Tablaroca																					
Cancelería																					
Carpintería																					
Instalaciones																					
Dren francés																					
Hidrosanitario																					
Eléctrico																					
HVAC																					
Sistemas especiales																					
Alberca																					

Periodo de ejecución de la actividad

I.6. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

I.6.1 Consumo de energía eléctrica

a) Consideraciones generales y metodología

En este apartado se estima el consumo eléctrico anual de una residencia de 4 niveles y 2,378.39 m^2 de construcción (Planta Cuarto de Máquinas, Planta Sótano, Planta Baja y Planta Alta, conforme a la Tabla 2), ubicada en la franja costera del Pacífico mexicano sobre el paralelo 21°N (región que comprende, la zona de Bahía de Banderas). El cálculo se basa en potencias nominales típicas de equipos comerciales de las capacidades y medidas indicadas en el

proyecto ejecutivo, en los límites y categorías de eficiencia energética establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vigentes para electrodomésticos y equipos de climatización, y en patrones de uso razonables para una vivienda de este nivel en clima tropical cálido-húmedo.

Al no contar con mediciones reales (sub-medición por circuito o histórico de recibos de la Comisión Federal de Electricidad), los resultados deben interpretarse como una estimación de ingeniería de primer nivel, útil para orientar aspectos de evaluación de impactos ambientales y decisiones de eficiencia. La explosión de insumos a suministrar, confirma que el proyecto incorpora un arreglo fotovoltaico de generación distribuida presupuestado y un sistema de domótica; es decir, la generación solar es ya una decisión de diseño tomada y no una propuesta pendiente de evaluar.

b) Contexto climático de la zona

La franja del paralelo 21°N en el Pacífico mexicano presenta temperaturas medias elevadas durante todo el año y humedad relativa alta, con un periodo de mayor exigencia térmica entre mayo y octubre. Para efectos del cálculo se dividió el año en dos temporadas de operación de los equipos de climatización.

Tabla I.6 .División por temporada de la operación de los equipos.

Temporada	Días	Horas equivalentes de operación a carga plena
Cálida-húmeda (mayo–octubre)	184	10 h/día
Templada-cálida (noviembre–abril)	181	6 h/día

c) Climatización en las diferentes zonas de la residencia

El proyecto como ya se señaló, considera una vivienda de 4 niveles, 2,378.39 m^2 de construcción, teniendo de manera ahora desagregada, un total de 6 recámaras secundarias en Planta Alta más suite principal en Planta Baja, alberca infinity, jacuzzi, cold plunge y plunge pool privado, spa (sauna/vapor), elevador Kone MonoSpace, sistema VRF de climatización, y equipo de cocina y cuarto frío/congelador.

I.6.1.1. Climatización por zona

Zona	Capacidad equivalente	Potencia estimada (kW)
Suite principal (Planta Baja)	24,000 BTU (2 TR)	2.0
Sala principal (Planta Baja)	24,000 BTU (2 TR)	2.0
Comedor / bar interior (Planta Baja)	18,000 BTU	1.6
Flex room / estudio (Planta Baja)	12,000 BTU	1.1
Cuarto de juegos — billar/bar (Sótano)	18,000 BTU	1.6
Salita lounge — wellness (Sótano)	12,000 BTU	1.1
Recámara secundaria 1 (Planta Alta)	12,000 BTU	1.1
Recámara secundaria 2 (Planta Alta)	12,000 BTU	1.1
Recámara secundaria 3 (Planta Alta)	12,000 BTU	1.1
Recámara secundaria 4 (Planta Alta)	12,000 BTU	1.1
Recámara secundaria 5 (Planta Alta)	12,000 BTU	1.1
Recámara secundaria 6 (Planta Alta)	12,000 BTU	1.1

Total conectado (climatización): 16.0 kW en 12 zonas.

Nota: El sistema de climatización r del proyecto es tipo VRF (Variable Refrigerant Flow). La estimación por zona que se presenta abajo usa una equivalencia térmica por espacio.

Factor anual de horas-equivalentes = (10 h × 184 días) + (6 h × 181 días) = 2,926 horas-equivalentes/año. Aplicando este factor a la potencia nominal de cada una de las 12 zonas consideradas en los planos, se obtiene un subtotal de climatización de 46,820 kWh/año.

I.6.1.2. Refrigeración de cocina y cuartos fríos

El proyecto considera 5 refrigeradores panelables, 1 centro de bebidas, 1 refrigerador exterior, 2 congeladores verticales adicionales, más el equipo dedicado de cuarto frío y cuarto congelador.

Equipo	Régimen	kWh/año
Refrigerador panelable 30" (cocina, 5 unidades)	5 × 650 kWh/año	3,250
Centro de bebidas bajo cubierta 24"	Continuo	200
Refrigerador exterior bajo cubierta 24"	Continuo	450
Congelador vertical doble (Migassa UR-54F-2G)	Continuo	900
Congelador vertical (mod. DW-40L262)	Continuo	750
Cuarto frío	Compresor ~1 HP, ciclo 45%, 24 h	3,329
Cuarto congelador	Compresor ~1.5 HP, ciclo 55%, 24 h	6,263

Subtotal refrigeración ≈ 15,142 kWh/año.

I.6.1.3. Electrodomésticos de uso intermitente

Equipo	Potencia	Frecuencia	kWh/año
Lavadora/secadora 22 kg (2 unidades, Samsung WD22T6300)	0.5 kW × 1.2 h	5 días/sem.	312
Lavadora 26 kg (2 unidades, Samsung WF90F26)	0.6 kW × 1.2 h	5 días/sem.	374
Lavavajillas 24"	~1.2 kWh/ciclo	1 ciclo/día	438
Horno eléctrico	2.5 kW × 1 h	5 días/sem.	650
Microondas profesional	1.2 kW × 0.5 h	Diario	219
Microondas Smeg (sótano)	0.9 kW × 0.3 h	Diario	99
Cajón calentador panelable	0.6 kW × 1 h	Diario	219
3 campanas de isla (extracción, 42")	0.25 kW c/u × 2 h	Diario	548
Parrillas de gas (2) y asador Wolf OG42	Gas — sin carga eléctrica relevante	—	0

Subtotal electrodomésticos ≈ 2,859 kWh/año.

I.6.1.4. Elevador, alberca, spa y equipos de máquinas

Equipo	Supuesto	kWh/año
Elevador Kone MonoSpace 1000 kg, 1 m/s, 3 niveles	Motor ~4 kW; supuesto conservador de 8 viajes/día × 20 s c/u + standby controlador	550
Domótica (controladores, standby)	~80 W continuos (estimado, pendiente ficha técnica)	700
Equipo hidroneumático — alberca infinity	1.5 HP ≈ 1.12 kW × 8 h/día filtración	3,270
Jacuzzi (wellness, sótano) — bomba + calentador	Uso intermitente estimado	1,500
Cold plunge (wellness, sótano) — enfriador	Compresor pequeño, ciclo moderado	2,500
Plunge pool privado (suite principal)	0.5 HP ≈ 0.37 kW × 6 h/día	810
Sauna (sótano)	6 kW × 1 h, 5 días/sem.	1,560
Vapor / steam (sótano)	6 kW × 1 h, 5 días/sem.	1,560
Cuarto de condensadoras y bomba de calor (Cto. Máquinas)	Apoyo climatización/agua caliente — pendiente ficha técnica del proyecto mecánico	8,000
Luminarias exteriores (LED, fotocelda)	~300 W × 11 h/noche	1,205

Subtotal ≈ 21,655 kWh/año.

I.6.1.5. Consumo total anual estimado

Categoría	kWh/año
Climatización (12 zonas, VRF)	46,820
Refrigeración cocina y cuartos fríos	15,142
Electrodomésticos intermitentes	2,859
Elevador, alberca, spa y máquinas	21,655

TOTAL ANUAL ESTIMADO ≈ 86,476 kWh/año.

g) Demanda de potencia

La suma de potencias nominales de todos los equipos instalados (sin coincidencia simultánea total) asciende a aproximadamente 22.8 kW conectados. Aplicando un factor de demanda residencial típico de 0.6 a 0.7, la demanda máxima esperada se ubica entre 14 y 16 kW.

h) Distribución del consumo anual por sistema

De conformidad a la modelación que se realizó, la distribución del consumo por sistema que integra la residencia, el porcentaje que se utilizará se presenta en el grafico a siguiente.

Tabla I.7. Distribución del consumo por sistema en kWh/año

Equipo	kWh/año	Categoría
Cuarto congelador	6,263	Refrigeración
Climatización — Sala	5,852	Climatización
Climatización — Comedor	4,682	Climatización
Climatización — Recámara principal	4,682	Climatización
Cuarto frío	3,329	Refrigeración
Equipo hidroneumático (alberca)	3,270	Refrigeración
Climatización — Recámara 2	3,219	Climatización
Climatización — Recámara 3	3,219	Climatización
Climatización — Recámara 4	3,219	Climatización
Climatización — Estudio	3,219	Climatización
Climatización — Cuarto de TV	3,219	Climatización
Luminarias exteriores (LED)	1,205	Refrigeración
3 televisores (conjunto)	657	Electrodomésticos
Refrigerador panelable 30"	650	Refrigeración
Horno eléctrico	650	Electrodomésticos
Refrigerador exterior 24"	450	Refrigeración
Lavavajillas 24"	438	Electrodomésticos
Microondas	219	Electrodomésticos
Cajón calentador panelable	219	Electrodomésticos
Centro de bebidas 24"	200	Refrigeración
Lavadora 26 kg	187	Electrodomésticos

Equipo	kWh/año	Categoría
Lavadora 22 kg	130	Electrodomésticos
Asador exterior (a gas)	0	Electrodomésticos

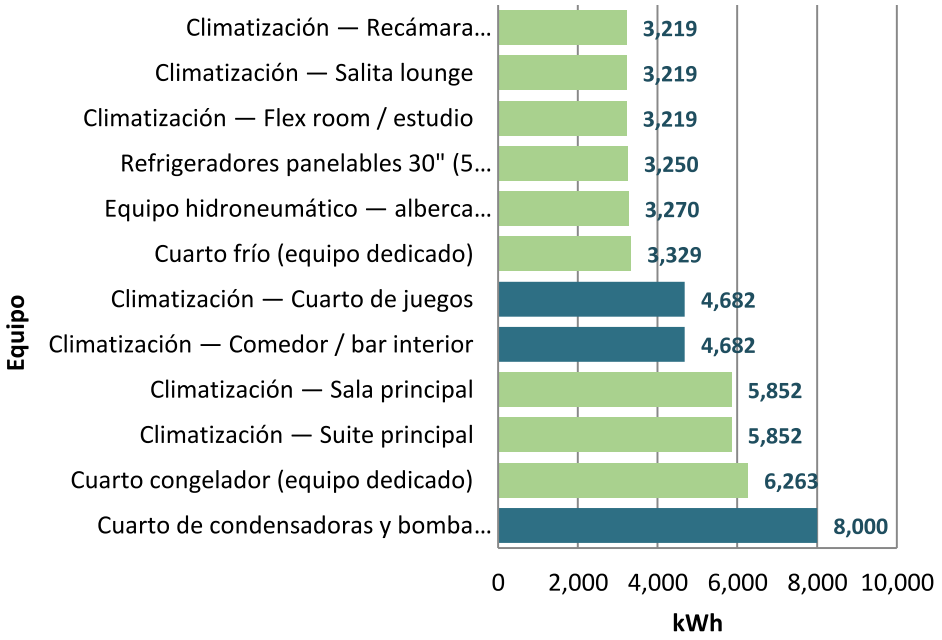


Figura I.7. Los doce equipos considerados en el proyecto que consumen mayor energía al año en kWh.

En el gráfico siguiente podemos observar cómo se divide el consumo de energía en razón del sistema que lo demandará.

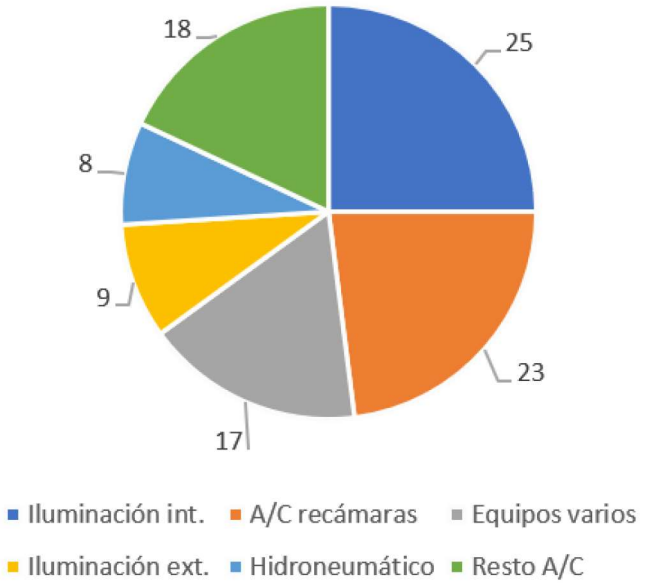


Figura I.8. Distribución del consumo de energía eléctrica por sistema demandante representado en porcentaje.

De esta manera, presentamos a continuación el consumo total de kWh de manera diferenciada, estimado en la tabla siguiente.

Tabla I.8. Estimado total del consumo de energía eléctrica anual, promedio mensual, demanda máxima estimada y costo anual estimado.

CONSUMO TOTAL ANUAL	PROMEDIO MENSUAL	DEMANDA MÁXIMA ESTIMADA	COSTO ANUAL ESTIMADO (Tarifa DAC)
86,476	7,206	15	$563,803
kWh	*kWh*	*kW*	*MXN*

Al presentar estos datos de manera mensual, se pueden ver reflejados en el siguiente gráfico. Este nos muestra cómo la demanda incrementa durante los meses más cálidos en la zona elegida para la ubicación del proyecto.

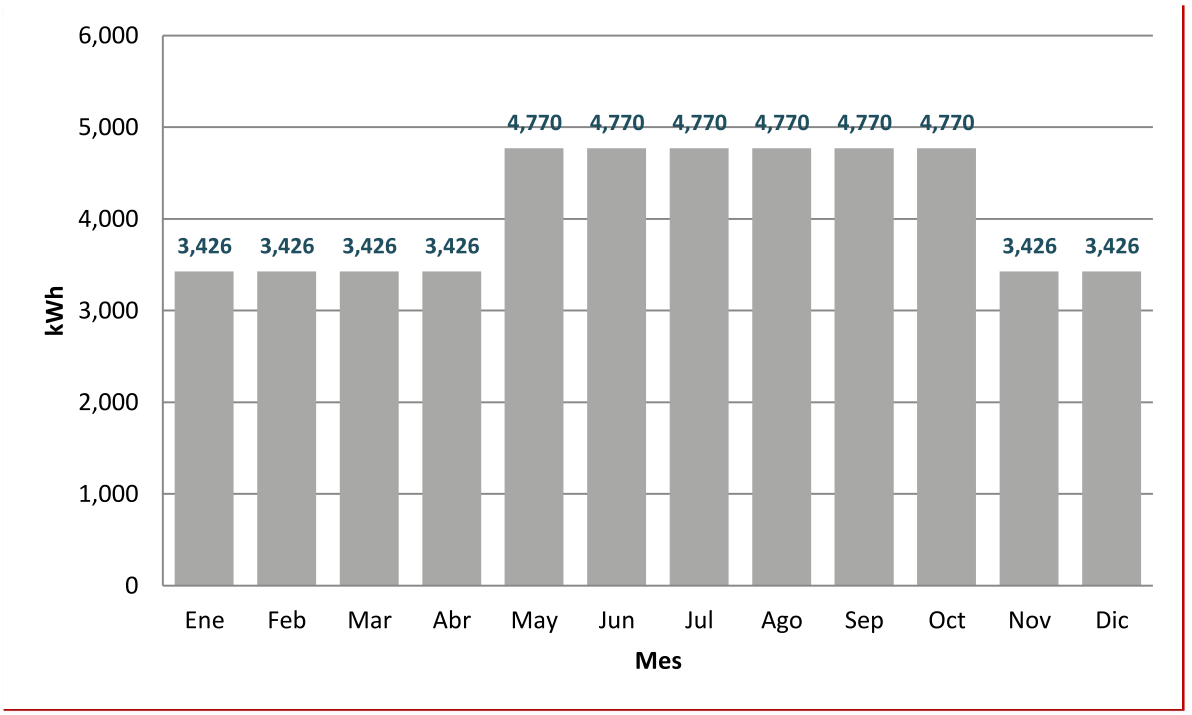


Figura I.9. Perfil mensual estimado de consumo eléctrico en kWh.

I.6.2. Consumo de agua

a) Preparación del sitio

El cálculo de este recurso se contempló exclusivamente para el suministro destinado al personal involucrado en las actividades de desmonte, deshierbe y trazo, las que se agrupan en las tareas contempladas en la preparación del sitio. Dado que estas tareas, por sus características, no requerirán el uso de maquinaria o instrumentos que demanden el líquido, no se consideraron otros factores adicionales.

La estimación, además, considera las condiciones del sitio y su ubicación geográfica para trabajadores en actividades de alto esfuerzo físico al aire libre.

Tareas: Desmonte, deshierbe y trazo de predio de 2,210.230m^2

Fuerza laboral: 6 trabajadores

Duración: 36 días laborales

Jornada: 8 horas/día

Fundamento Técnico y Normativo

Las tareas de desmonte, deshierbe y trazado implican un trabajo físico intenso realizado al aire libre, con una exposición directa a la radiación solar. Estas actividades están clasificadas como de alto riesgo térmico por organismos internacionales como la OSHA, el NIOSH y el IMSS.

Tanto la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) como el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) recomiendan que los trabajadores sometidos a calor extremo y esfuerzo físico elevado consuman 1 litro de agua por hora, lo que equivale aproximadamente a una taza cada 15 o 20 minutos. Sin embargo, establecen un límite máximo de 48 onzas (aproximadamente 1.4 litros) por hora para evitar problemas como la hiponatremia.[4] [5] [6] [7].

El requerimiento de agua para personas que desempeñan actividades físicas intensas, como en los sectores de la construcción, la agricultura u oficios similares, tiende a ser considerablemente mayor debido a las pérdidas de líquidos ocasionadas por la sudoración. En estos casos, se recomienda un consumo diario que puede oscilar entre 3 y 4 litros o incluso superar esta cantidad. Según las directrices emitidas por el Instituto Mexicano del Seguro Social y la Secretaría de Salud, resulta fundamental incrementar significativamente la ingesta de agua cuando se está expuesto a condiciones de calor extremo durante períodos prolongados. En este contexto, sugieren consumir aproximadamente una taza de agua (equivalente a 240 ml) cada 15 o 20 minutos, lo que representa entre 0.75 y 1 litro por hora[8].

Parámetros base utilizados

[4] Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2024). Proteger a los trabajadores de los efectos del calor (Publicación OSHA-4371). Departamento de Trabajo de los Estados Unidos. https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA4371.pdf.

[5] Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (INSST). (1992). NTP 279: Ambiente térmico y deshidratación. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/8-serie-ntp-numeros-261-a-295-ano-1992/ntp-279-ambiente-termico-y-deshidratacion.

[6] TRADESAFE. (2024). Regulaciones de calor de OSHA: todo lo que necesita saber. https://trdsf.com/es/blogs/news/regulaciones-de-calor-de-osha-para-el-lugar-de-trabajo.

[7] Centers for Disease Control and Prevention – NIOSH. (2011). Hoja informativa de OSHA/NIOSH: Protección de los trabajadores contra las enfermedades por calor (Publicación núm. 2011-174). Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE. UU. https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2011-174_sp/default.html.

[8] Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (INSST). (1992). NTP 279: Ambiente térmico y deshidratación. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/8-serie-ntp-numeros-261-a-295-ano-1992/ntp-279-ambiente-termico-y-deshidratacion.

Los datos que se emplearon para la estimación, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla I.9. Parámetros, valores aplicados y consideraciones.

Parámetro	Valor	Observación
Número de trabajadores	6	*personas*
Duración del proyecto	36	*días hábiles*
Jornada laboral	8	*horas/día*
Área del predio	2,210.230	*m^2*
Latitud	21° N	*Zona Tropical Costera*
Temperatura ambiente estimada	32–40°C	*Condición severa (NOM-015)*
Tipo de actividad física	Pesada	*Desmonte / Deshierbe / Trazo*
Índice de estrés térmico	Alto–Muy Alto	*WBGT > 28°C en horario central*

Tabla I.10. Datos clave para los cálculos.

Consumo por trabajador / hora	Consumo por trabajador / jornada
1.0 L	8.0 L

Nota técnica: Se adopta el valor de 1.0 L/hora como estándar de referencia para trabajo físico intenso al exterior con exposición solar, en lugar del mínimo de 0.75 L/h, conforme al principio de precaución en salud ocupacional y las condiciones climáticas características de la zona donde se realizarán las tareas. No incluye agua para higiene, mezclas, ni contingencias.

Tabla I.11. Datos clave para los cálculos.

Consumo del equipo / día (6 personas)	Consumo TOTAL 36 días
48.0 L	1,728 L

Con base en los datos proporcionados, se llevó a cabo una estimación de la necesidad de agua potable para el grupo de trabajadores que participará en las labores. Los resultados obtenidos se detallan en la tabla adjunta.

Tabla I.12. Datos clave para los cálculos.

Semana	Fase Predominante	Días Laboarbles	L/Trabajador (semana)	L/Equipo (6 personas)	L Acumulados (semana)
Semana 1	Desmonte inicial	6	48.0 L	288.0 L	288.0 L
Semana 2	Desmonte avanzado	6	48.0 L	288.0 L	576.0 L
Semana 3	Deshierbe activo	6	48.0 L	288.0 L	864.0 L
Semana 4	Deshierbe fino	6	48.0 L	288.0 L	1,152.0 L
Semana 5	Trazo topográfico	6	48.0 L	288.0 L	1,440.0 L
Semana 6	Trazo final / Entrega	6	48.0 L	288.0 L	1,728.0 L

Resumen de Resultados

De esta forma, los resultados que arrojaron nuestras estimaciones se presentan en la tabla siguiente:

Tabla I.13. Resumen de los requerimientos de los trabajadores en la etapa de preparación del sitio de agua purificada para beber.

Concepto	Resultado
Consumo por trabajador por hora	1.00 L
Consumo por trabajador por jornada (8 h)	8.00 L
Consumo diario del equipo completo (6 trabajadores)	48.00 L
Consumo total para 36 días (6 trabajadores)	1,728.00 L

Recomendaciones adicionales de seguridad e higiene

Cuando se presenta una sudoración excesiva, se recomienda consumir bebidas ricas en electrolitos, especialmente con cloruro de sodio, pero con bajo contenido de azúcar. Además, es fundamental que los trabajadores incluyan en su alimentación diaria alimentos con alto contenido de agua, como frutas y verduras, para ayudar a restaurar electrolitos esenciales como el potasio.

Es fundamental recordar a los empleados la importancia de ingerir agua en pequeñas cantidades de manera regular, incluso antes de sentir sed, ya que esta sensación generalmente indica el comienzo de la deshidratación. Un buen signo de hidratación adecuada es que la orina

se mantenga clara o en un tono claro. La deshidratación puede aumentar el riesgo de sufrir un golpe de calor, una condición potencialmente mortal. De hecho, pérdidas que superan el 11% del peso corporal se consideran incompatibles con la supervivencia. En trabajos físicamente demandantes al aire libre, las pérdidas de líquidos pueden ser significativas debido no solo a la intensidad del esfuerzo físico, sino también a la naturaleza constante de las tareas laborales.

Para prevenir estos riesgos, se recomienda implementar las siguientes medidas:

- Colocar puntos de agua a una distancia máxima de 50 metros de cada sitio de trabajo.
- Establecer pausas obligatorias para hidratación cada 20 minutos.
- Proveer contenedores herméticos con agua potable y fresca disponibles en el área de trabajo.
- Mantener un margen de reserva operativa del 5% en el suministro de agua, equivalente a 2,117 litros.

Estas acciones buscan garantizar condiciones seguras y saludables para los trabajadores en entornos exigentes.

Tabla I.14. Plan horario de hidratación. Protocolo basado en NOM-015-STPS-2001 y guías NIOSH: 250 ml cada 15–20 min | 1 litro/hora/trabajador.

Hora	Actividad / Evento	mL por Trabajador	L por Trabajador	L por Equipo (6)	Recomendación SSO
07:00	Inicio de jornada – Hidratación previa	250 ml	0.250 L	1.500 L	Agua fresca antes de iniciar trabajos
07:15	Trabajo activo – Desmonte/Deshierbe/Trazo	250 ml	0.250 L	1.500 L	Primera toma programada
07:30	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	Hidratación continua
07:45	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	Cuarta toma – hora completa
08:00	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	Inicio segunda hora
08:15	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
08:30	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
08:45	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
09:00	⛱ PAUSA HIDRATACIÓN + SOMBRA (10 min)	500 ml	0.500 L	3.000 L	Pausa obligatoria NOM-015 – doble ración
09:30	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
09:45	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--

Hora	Actividad / Evento	mL por Trabajador	L por Trabajador	L por Equipo (6)	Recomendación SSO
10:00	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
10:15	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
10:30	DESCANSO MEDIA MAÑANA (15 min) + Agua	500 ml	0.500 L	3.000 L	Verificar color de orina (debe ser amarillo claro)
11:00	Trabajo activo – Hora pico de calor	250 ml	0.250 L	1.500 L	⚠ Vigilancia de signos de golpe de calor
11:15	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
11:30	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
11:45	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
12:00	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
12:15	COMIDA + HIDRATACIÓN (45 min – sombra)	1,000 ml	1.000 L	6.000 L	⚠ Hora más crítica – sol cenital. Descanso obligatorio
13:00	Reanudación – trabajo vespertino	250 ml	0.250 L	1.500 L	Pre-hidratación antes de retomar
13:15	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
13:30	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
13:45	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
14:00	PAUSA HIDRATACIÓN + SOMBRA (10 min)	500 ml	0.500 L	3.000 L	Segunda pausa obligatoria
14:30	Trabajo activo – calor acumulado	250 ml	0.250 L	1.500 L	Mayor riesgo de fatiga térmica
14:45	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
15:00	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
15:15	PAUSA TARDE + Hidratación	500 ml	0.500 L	3.000 L	Revisar estado físico del personal
15:30	Trabajo activo – cierre de jornada	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
15:45	Trabajo activo	250 ml	0.250 L	1.500 L	--
16:00	FIN DE JORNADA – Hidratación final	250 ml	0.250 L	1.500 L	Registro de consumo del día

Plan de provisión y logística de agua en obra

En el proyecto, será fundamental gestionar correctamente el abastecimiento de agua. Esto implica que el agua debe llegar a tiempo y en la cantidad necesaria al lugar, asegurándose de su potabilidad y almacenamiento en recipientes resistentes al calor, como termos. También es

esencial disponer de hielo purificado para conservar el agua a una temperatura adecuada y placentera para los trabajadores que deseen beberla. Además, se debe colocar señalización en la zona de la estación de hidratación y asegurar que el recipiente se mantenga a la sombra.

Tabla I.15. Requerimiento básico de agua para los colaboradores en el proyecto.

REQUERIMIENTO BASE		
Consumo diario mínimo (6 personas)	48.0 L	Base calculada
Reserva operativa (+15%)	7.20	Contingencias, derrames, higiene
Total agua a proveer / día	55.20	Litros totales diarios a gestionar
Total proyecto (36 días)	1,987.20	Litros totales para toda la obra

Tabla I.16. Número de contenedores de agua recomendados para el proyecto.

CONTENEDORES RECOMENDADOS			
Garrafones 20L (c/u)	3.00	Unidades/día	Para distribución en obra
Tinacos portátiles (200 L) c/u	1.00	Unid. mínimo	Con grifo y tapa

Se debe además procurar que el agua de beber como se ha mencionado con anterioridad, se encuentre a una temperatura adecuada, la sugerencia es que esta se proporcione en hieleras portátiles y a la temperatura que se señala en la tabla siguiente.

Tabla I.17. Temperatura del agua sugerida para los colaboradores en el proyecto.

TEMPERATURA DEL AGUA			
Temperatura óptima de consumo	10–15°C	°C	Agua fría pero no helada – NOM-127-SSA1-2021[9]
Hieleras portátiles recomendadas	2	Unidades	1 por cada 3 trabajadores

En cuanto a la ubicación de los puntos de hidratación, es fundamental que se les dé una alta prioridad, ya que representan la culminación del trabajo de planificación del área de seguridad

[9] Secretaría de Salud. (2022). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5650705

e higiene en una obra de construcción. En este sentido, nuestra propuesta es que se sigan los siguientes criterios.

Tabla I.18. Temperatura del agua sugerida para brindar a los colaboradores en el proyecto.

PUNTOS DE HIDRATACIÓN EN PREDIO 2,210.230 m²			
Área por trabajador	381.64	m²/trabajador	Alta dispersión → múltiples puntos
Puntos de agua recomendados	3	puntos	Distribución triangular en el predio
Distancia máx. al punto de agua	≤ 50 m	metros	Criterio OSHA / NIOSH

Tabla I.19. Consideraciones generales respecto a los untos de hidratación en el proyecto.

SEÑALÉTICA Y PROTOCOLO SSO			
Señal 'Área de Hidratación' (mínimo)	3	Letreros	Visibles desde cualquier punto del predio
Registro de consumo diario	Obligatorio	Formato SSO	Firma del responsable de seguridad
Supervisión de signos de deshidratación	Cada 2 h	Frecuencia	Jefe de cuadrilla o auxiliar seguridad
Capacitación en golpe de calor	Día 1	Antes de iniciar	Charla de 15 min

b) Construcción

Para el caso del concreto estructural que se empleará, independientemente del Módulo que se trate. La estimación de la cantidad de agua cruda a utilizar se estimó de la siguiente manera:

Datos de entrada

Los siguientes datos para el análisis del consumo hídrico total en la construcción fueron obtenidos del proyecto ejecutivo:

Tabla I.20. Datos de entrada para realizar el cálculo.

Concepto	Cantidad (m^3)	Observaciones
Concreto Estructural f'c=250 kg/cm² Resistente a Sulfatos	96.65 m^3	Cemento Tipo RS / Tipo V
Agua a pie de obra (suministrada)	104.113051 m^3	Dato provisto de proyecto
Agua para otras actividades constructivas	162.314348 m^3	Limpieza, curado, etc.

Parámetros normativos aplicados

La explosión de insumos confirma una segunda etapa, de acabados e instalaciones, con agua en pie de obra de acarreo de 185.552271 m^3 adicionales.

Memoria de cálculo: Agua a pie de obra total = Etapa estructural + Etapa de acabados = 104.113051 m^3 + 185.552271 m^3 = 289.6653 m^3.

Sumando el manejo de agua (162.314348 m^3, misma etapa estructural), el TOTAL AGUA A PIE DE OBRA, incluyendo manejo de agua = 289.6653 m^3 + 162.314348 m^3 = **451.9797 m^3.**

Nota metodológica: el concreto del proyecto se suministra premezclado y se coloca con bomba pluma (partidas 1-11-0729, 1-11-0742 y 1-11-0750 de la explosión de insumos), por lo que el agua de mezclado del concreto se produce e incorpora en la planta concretera, no con el agua que se acarrea a pie de obra. El cálculo teórico ACI 211.1 que se presenta a continuación (agua de mezclado + curado, 23.7759 m^3) se conserva únicamente como verificación cruzada de orden de magnitud y NO debe sumarse al dato real de agua a pie de obra, ya que representaría un doble conteo. La cifra rectora del requerimiento hídrico de la etapa de construcción es 451.9797 m^3 (451,980 litros), no la suma aritmética de ambos conceptos.

Parámetros normativos aplicados (verificación cruzada ACI 211.1[10])

– Relación agua/cemento (a/c) — ACI 318

Para concreto expuesto a ambientes con sulfatos (Clase de exposición S1, S2 o S3), la norma ACI 318[11] establece una relación agua/cemento máxima de 0.45 cuando se utiliza cemento Resistente a Sulfatos (Tipo V o Tipo RS conforme a la NMX-C-414-ONNCCE) [12]. Esta limitación no es por resistencia sino por durabilidad.

– Agua de mezclado — ACI 211.1

Para un concreto, con revenimiento de 7 a 10 cm (3" a 4") y Tamaño Máximo de Agregado (TMA) de 3/4" (19 mm), el contenido de agua de mezclado es de 205 litros/m^3 de concreto producido.

– Factor de desperdicio

[10] American Concrete Institute. (2009). Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete (ACI 211.1-91) (Reaprobado en 2009). ACI.
[11] American Concrete Institute. (2019). Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19) and commentary (ACI 318R-19). American Concrete Institute.
[12] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. (2017). Industria de la construcción-Cementantes hidráulicos-Especificaciones y métodos de ensayo (NMX-C-414-ONNCCE-2017). ONNCCE.

Se aplica un factor de desperdicio del 10% al agua de mezclado, considerando pérdidas por evaporación, sangrado de la mezcla y operación de equipos. Este factor es ampliamente aceptado en la práctica constructiva mexicana[13].

–Agua de curado

El curado húmedo es indispensable para que el concreto resistente a sulfatos alcance su resistencia de diseño. Se estima un consumo de agua de curado equivalente al 10% del volumen de agua de mezclado neta, distribuido durante los primeros 7 días mínimo (ACI 308R) [14]

Memoria de cálculo

- **Agua de mezclado neta para el concreto estructural**

La siguiente tabla, resume los requerimientos estimados.

Tabla I.21. Volumen de agua de mezclado requerida para el concreto estructural.

Concepto	Fórmula / Valor	Resultado
Volumen de concreto	Dato de entrada	96.65 m^3
Agua de mezclado unitaria (ACI 211.1)	205 L/m^3 = 0.205 m^3	—
Agua de mezclado neta	96.65 × 0.205	19.8133 m^3

- **Agua de mezclado total (con factor de desperdicio)**

El agua de mezclado total que se empleará, se ha estimado de la manera que se presenta en la tabla siguiente.

Tabla I.22. Estimado del agua de mezclado total.

Concepto	Fórmula / Valor	Resultado
Agua mezclado neta	19.8133 m^3	—
Factor desperdicio	10% = × 1.10	—
Agua de mezclado total	19.8133 × 1.10	21.7946 m^3

[13] Construyendo.co. (s.f.). Concreto - Dosificación concreto para diferentes resistencias. Recuperado el 30 de junio de 2026, de https://construyendo.co/concreto/index.php
[14] American Concrete Institute. (s.f.). Prácticas estándar para el curado del concreto (ACI 308). Studocu. https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-experimental-francisco-de-miranda/contabilidad-general/415706850-practicas-estandar-para-el-curado-del-concreto-aci-308-pdf/79087519

- Agua de curado estimada

Por su parte, el agua de curado estimada, resulta del cálculo como a continuación de presenta.

Tabla I.23. Estimado del agua de mezclado total.

Concepto	Fórmula / Valor	Resultado
Agua curado (10% del agua neta)	19.8133 × 0.10	1.9813 m^3

Es así que el Subtotal agua para el concreto estructural se indica a continuación.

Tabla I.24. Estimado del agua de mezclado total.

Concepto	Fórmula / Valor	Resultado
Agua mezclado total	21.7946 m^3	—
Agua de curado	1.9813 m^3	—
SUBTOTAL CONCRETO	Suma	23.7759 m^3

– Resumen del agua cruda total requerida

Sumando todos los conceptos de consumo hídrico de la obra se obtiene el volumen total de agua cruda necesaria:

Tabla I.25. Total de agua cruda requerida para la obra.

Concepto	Subtotal (m^3)	Acumulado (m^3)
Agua de mezclado con desperdicio (concreto f'c=250 RS)	21.7946	21.7946
Agua de curado del concreto (ACI 308R)	1.9813	23.7759
Agua a pie de obra	104.1131	127.8890
Agua para otras actividades	162.3143	290.2033
SUBTOTAL VERIFICACIÓN ACI 211.1	290.2033 m^3	29,0203 L

TOTAL AGUA CRUDA REQUERIDA PARA LA OBRA = 289.6653 m^3 (agua a pie de obra de acarreo, ambas etapas) + 162.3143 m^3 (manejo de agua) = 451.9797 m^3 = 451,980 litros.

– Consideraciones técnicas finales

• El cemento a utilizar será Tipo RS (Resistente a Sulfatos) conforme a NMX-C-414-ONNCCE-2017 [15], equivalente al Tipo V de la norma ASTM C150 [16].

• La relación a/c de 0.45 es un límite de durabilidad. La verificación por resistencia (a/c ≈ 0.55 para f'c=250) resulta más permisiva, por lo que prevalece el criterio de durabilidad.

• El agua utilizada para mezclado debe cumplir con NMX-C-122-ONNCCE-2019 [17]o ser potable, libre de sulfatos, cloruros en exceso, materia orgánica y aceites.

• Para esta obra que tendrá un suministro irregular, se recomienda contar con una reserva mínima del 15% adicional al total calculado, equivalente a 67.80 m^3 (15% de 451.9797 m^3, la cifra rectora real, no del subtotal de verificación ACI).

• El curado con agua es especialmente crítico en concreto resistente a sulfatos para garantizar la hidratación completa del cemento y la densificación de la pasta.

c) Operación y mantenimiento

En este caso, se utilizó como base para su modelamiento la NOM-230-SSA1[18] y los criterios de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para uso doméstico en zonas cálidas[19]. Para esta zona costera del Pacífico, ubicada en las inmediaciones de la latitud 21° N, se ha considerado un incremento del 20% en el consumo personal y del 30% en el riego en comparación con las dotaciones base del altiplano.

Volumen de llenado inicial — alberca infinity y jacuzzi

[15] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. (2017). Industria de la construcción-Cementantes hidráulicos-Especificaciones y métodos de ensayo (NMX-C-414-ONNCCE-2017). ONNCCE.
[16] ASTM International. (2024). Standard specification for Portland cement (ASTM C150/C150M-24). ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0150_C0150M-24
[17] Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. (2019). Industria de la construcción-Agua para concreto-Especificaciones (NMX-C-122-ONNCCE-2019).
[18] Secretaría de Salud. (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo. *Diario Oficial de la Federación*. https://vlex.com.mx/vid/cumplir-abastecimiento-privados-muestreo-28133924
[19] Comisión Nacional del Agua. (2015). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado (SGAPDS-1-15-Libro 4). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/sgapds-1-15-libro4.pdf.

Adicional al consumo recurrente de operación (filtración, retrolavado y reposición por evaporación, ya contemplado en la sección de energía y en el balance de aguas residuales), se estima el volumen de agua cruda requerido para el llenado inicial de estos dos cuerpos de agua.

Memoria de cálculo — alberca: Volumen = Largo × Ancho × Profundidad = 3 m × 3 m × 1.5 m = 13.5 m^3 (13,500 litros).

Jacuzzi: al no existir una norma única de fabricación, se adopta un valor de referencia de mercado para modelos de 4 plazas (rango 1,200 a 1,800 L; promedio 1,500 L = 1.5 m^3). Volumen total de llenado inicial = 13.5 m^3 + 1.5 m^3 = 15.0 m^3 (15,000 litros), volumen que se requiere una sola vez al concluir la construcción de estos elementos, no de forma recurrente.

Factor climático general: La costa del Pacífico mexicano a 21°N presenta temperaturas medias anuales de 24–28 °C, humedad relativa del 75–85% y vientos marinos que incrementan la evapotranspiración[20]. El coeficiente de variación diaria de 1.35 sobre consumos exteriores es conservador y acorde con datos de la CONAGUA para esa región[21].

Con base en esto, el análisis del consumo hídrico anual estimado para la propiedad es el siguiente:

Consumo interior de la vivienda:

– Marco normativo y de referencia

La NOM-127-SSA1-2021, "Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua", establece los límites permisibles de calidad físico-química, microbiológica y radiactiva del agua destinada al consumo humano; no define por sí misma dotaciones de diseño (litros/habitante/día)[22].

[20] Velázquez-Ruiz, A., Martínez, R. L. M., y Carrillo-González, F. M. (2012). Caracterización climática para la región de Bahía de Banderas mediante el sistema de Köppen, modificado por García, y técnicas de sistemas de información geográfica. *Investigaciones Geográficas*, (79), 7–19. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112012000300002&script=sci_arttext

[21] Comisión Nacional del Agua. (2015). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado (SGAPDS-1-15-Libro 4). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/sgapds-1-15-libro4.pdf

[22] Secretaría de Salud. (2022). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5650705

Los valores de dotación per cápita utilizados para el dimensionamiento de sistemas de agua potable en México provienen típicamente del "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento" (MAPAS) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)[23], que asigna dotaciones según el tamaño de población y el clima de la región. Para clima cálido —como el correspondiente a la franja del paralelo 21° N en el Pacífico mexicano— dicho manual reporta valores del orden de 150 L/hab/día, consistentes con el dato proporcionado para este cálculo.

Para efectos de este documento se conserva el valor de 150 L/hab/día indicado, dejando establecida la precisión anterior sobre su origen normativo.

– Datos de entrada

Parámetro	Valor
Dotación de agua potable	150 L/persona/día
Número de habitantes (promedio por vivienda)	4 personas
Ubicación del proyecto	Paralelo 21° N, litoral del Pacífico mexicano
Clasificación climática de referencia	Cálido / semicálido
Periodo de análisis	365 días (1 año)

– Metodología de cálculo

El consumo se determina multiplicando la dotación *per cápita* por el número de habitantes, para obtener el consumo diario; éste se escala después a base mensual y anual.

Consumo diario

$$\text{Consumo diario (L/día)} = \text{Dotación (L/hab/día)} \times \text{N° habitantes}$$

Consumo diario = 150 L/hab/día × 4 hab = 600 L/día (0.60 m^3/día)

Consumo mensual

$$\text{Consumo mensual (L/mes)} = \text{Consumo diario (L/día)} \times \text{días del mes}$$

[23] Comisión Nacional del Agua. (2015). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado (Libro 4). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf.

Se calculó el consumo de cada mes del año considerando su número real de días (ver Tabla).

Consumo anual

Consumo anual (L/año) = Consumo diario (L/día) × 365 días

Consumo anual = 600 L/día × 365 días = 219,000 L/año (219.0 m^3/año)

– Resultados

Resumen de resultados

Indicador	Resultado
Consumo diario	600 L/día (0.60 m^3/día)
Consumo mensual promedio	18,250 L/mes (18.25 m^3/mes)
Consumo anual (365 días)	219,000 L/año (219.0 m^3/año)
Consumo anual (año bisiesto, 366 días)	219,600 L/año (219.6 m^3/año)

– Conclusión

Con una dotación de 150 L/hab/día y una ocupación de 4 habitantes permanentes promedio, la vivienda del proyecto tendría un consumo estimado de 600 litros diarios, equivalentes a 219,000 litros (219.0 m^3) al año.

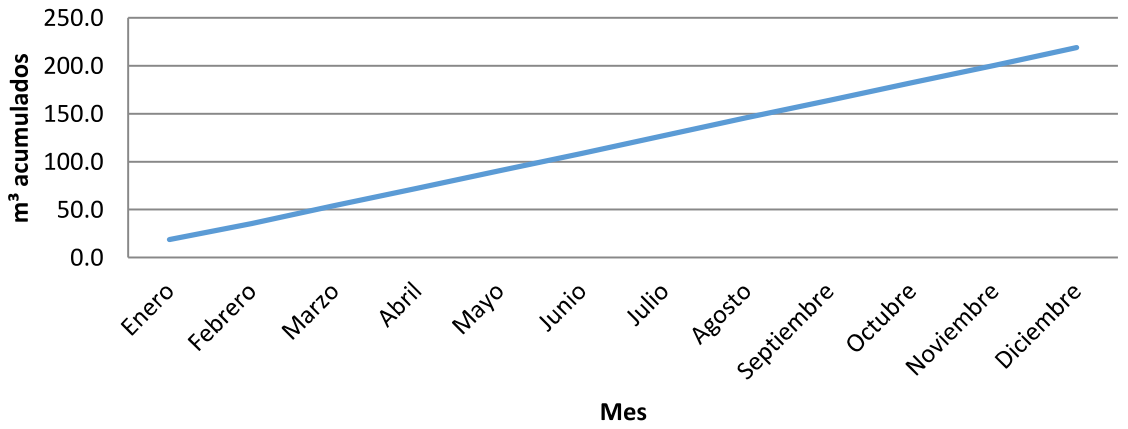


Figura I.10. Acumulado del consumo de agua durante la operación durante los meses del año en m^3.

Jardín:

Con una superficie de 1,409.196 m^2, el jardín representa el mayor porcentaje del consumo total de agua. En la zona costera del Pacífico mexicano, a una latitud de 21° norte (Bahía de Banderas / Riviera Nayarit), la evapotranspiración potencial (ETP) varía entre 1,100 y 1,300 mm anuales, según el método Penman-Monteith[24]. Esto eleva la dotación base de riego a aproximadamente 5.4 litros por metro cuadrado al día, lo que supone el 63% del consumo total anual.

– Contexto y metodología

El predio se ubica en la franja costera del Pacífico mexicano, a 21° de latitud norte (Bahía de Banderas/Riviera Nayarit), zona de clima cálido subhúmedo donde la evapotranspiración potencial (ETP), calculada con el método Penman-Monteith, oscila entre 1,100 y 1,300 mm anuales. A partir de este rango de ETP, aplicando el coeficiente de cultivo (Kc) para vegetación ornamental/césped y un factor de eficiencia del sistema de riego, se deriva una dotación bruta de riego de 5.4 L/m^2/día, valor proporcionado como parámetro de diseño para este cálculo.

Se asume que la superficie de 1,409.196 m^2 corresponde al área de jardín efectivamente irrigada del predio donde se ubicará la vivienda. El riego representa el 63% del consumo total de agua de la vivienda (el 37% restante corresponde al uso doméstico), proporción también indicada como dato de partida.

– Datos de entrada

Parámetro	Valor
Superficie de jardín a irrigar	1,409.196 m^2
Ubicación	Bahía de Banderas / Riviera Nayarit (21° N, litoral del Pacífico)
Evapotranspiración potencial (ETP) anual	1,100 – 1,300 mm (Penman-Monteith)

[24] Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Dotación de riego derivada	5.4 L/m²/día

Con esos datos construimos la tabla de supuestos y datos de entrada que a continuación presentamos.

Tabla I.26. Requerimiento de agua para riego — supuestos.

Parámetro	Valor	Unidad	Fuente / Justificación
Superficie de jardín a irrigar	1342.32	m²	Dato proporcionado en proyecto; se asume que corresponde al área verde efectivamente irrigada del predio
ETP anual (rango, Penman-Monteith)	1,100 – 1,300	mm/año	Allen et al. (1998), FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56
Dotación de riego derivada	5.4	L/m²/día	Valor derivado de la ETP, coeficiente de cultivo (Kc) y eficiencia del sistema de riego (dato proporcionado)
Días del año	365	días	Año no bisiesto

– Memoria de cálculo

Consumo diario de riego (L/día) = Dotación (L/m²/día) × Superficie (m²)

Consumo diario de riego = 5.4 L/m²/día × 1,409.196 m² = 7,609.7 L/día (7.61 m³/día)

Consumo anual de riego (L/año) = Consumo diario × 365 días

Consumo anual de riego = 7,609.7 L/día × 365 días = 2,777,541 L/año (2,777.5 m³/año)

– Resultados

Indicador	Resultado
Riego — consumo diario	7,609.7 L/día (7.61 m³/día)
Riego — consumo anual	2,777,541 L/año (2,777.5 m³/año)

– Conclusión

El jardín del predio requeriría aproximadamente 2,777.5 m³ de agua al año para su riego. Esta dotación de riego, considerablemente más alta que la de climas templados, refleja la elevada

demanda evapotranspirativa característica de la costa del Pacífico a 21° N, y debe considerarse desde el punto de vista ambiental, en su caso, alternativas de riego de mayor eficiencia (goteo, sensores de humedad, especies de bajo requerimiento hídrico) para reducir el consumo.

Alberca:

La alberca que se pretende construir no es de grandes dimensiones, esta tendrá un arreglo de 3 × 3 × 1.5 m. Ahora bien, el jacuzzi será del tamaño estándar para 4 personas.

El cálculo del volumen de agua necesario para llenar dichos dos cuerpos de agua consideró de esta manera lo siguiente: Una alberca rectangular, y un jacuzzi estándar con capacidad para 4 personas. El volumen de la alberca se obtiene multiplicando largo x ancho x profundidad, y convirtiendo el resultado de metros cúbicos (m^3) a litros, considerando que 1 m^3 equivale a 1,000 litros.

Tabla I.27. Memoria de cálculo para estimar el volumen necesario para la alberca.

ALBERCA — MEMORIA DE CÁLCULO					
Concepto	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Volumen (m^3)	Volumen (litros)
Alberca 3x3x1.5 m	3	3	1.5	13.50	13,500

Para el jacuzzi, al no existir una norma única de fabricación, se presenta un rango típico de mercado (1,200 a 1,800 litros) reportado por fabricantes comerciales para modelos de 4 plazas, junto con un valor promedio de referencia de 1,500 litros.

Tabla 28. Volumen de agua necesaria para el jacuzzi.

JACUZZI ESTÁNDAR (4 PERSONAS) — RANGO DE MERCADO					
Referencia	Litros (mínimo)	Litros (promedio)	Litros (máximo)	Galones (aprox.)	Notas
Jacuzzi 4 plazas	1,200	1,500	1,800	396	Valor de referencia; varía según marca/modelo

Tabla I.29. Total de agua requerida tanto para la alberca como para el jacuzzi.

RESUMEN COMPARATIVO			
Elemento	Litros (aprox.)	m^3	% respecto a la alberca
Alberca (3x3x1.5 m)	13,500	13.50	100.0%
Jacuzzi (promedio, 4 personas)	1,500	1.50	11.1%
TOTAL	15,000		

Nota: la alberca requiere aproximadamente 9 veces más agua que el jacuzzi. Cifras de jacuzzi son estimaciones de mercado.

Se considera el llenado inicial más las reposiciones por evaporación (≈7.5% del volumen por mes en clima cálido-húmedo), purgas de mantenimiento y ajuste de químicos, lo que se traduce en aproximadamente 9.15 recargas equivalentes al año sobre un volumen base de 15,000 litros.

Captación pluvial como estrategia ambiental: Con una precipitación media anual de ~1,200 mm/año y una superficie de captación de 533.6 m^2 (techo de la planta alta), aplicando un coeficiente de escorrentía de 0.85 (valor típico de literatura para techos impermeables), el potencial de captación pluvial se estima mediante la memoria de cálculo siguiente: Volumen anual captable (L/año) = Precipitación (mm/año) × Superficie (m^2) × Coeficiente de escorrentía = 1,200 mm/año × 533.6 m^2 × 0.85 = 544,272 L/año (544.3 m^3/año). Esta cifra representa aproximadamente el 19.6% de la demanda anual de riego (2,777,541 L/año), por lo que puede cubrir una parte relevante, aunque no la totalidad, del consumo exterior, lo que puede reducir el consumo de agua potable de forma significativa. De esta manera, en este estudio que ponemos bajo evaluación, sugerimos la posibilidad de implementar un sistema de captación que contribuya al aprovechamiento de estas aguas para ser empleadas en el riego de jardines durante parte de la temporada de estiaje.

I.6.3. Generación de Residuos

La estimación de la generación de residuos se realizó utilizando los factores de emisión oficiales publicados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), complementados con información extraída de literatura científica revisada por pares específica para México. Según el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2026 (DBGIR) emitido por la SEMARNAT, la generación diaria per cápita de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el país es de 1.076 kg por habitante, dato que representa la referencia más actualizada y que se empleó como parámetro principal de cálculo. La estimación se basó en que la vivienda

tuviera la presencia en promedio de cuatro personas y una mascota mediana, tratándose en este último caso de un perro.

La localización del proyecto alrededor del paralelo 21°N en la costa del Pacífico corresponde a la región sur del estado de Nayarit, que presenta un clima cálido-húmedo clasificado como Aw/Am según la clasificación climática de Köppen. Esta zona registra una precipitación anual que oscila entre los 800 y los 1,500 mm y prácticamente está libre de heladas. Estas condiciones favorecen el crecimiento vegetativo durante prácticamente todo el año, lo que implica una proporción considerablemente mayor de residuos provenientes de actividades de jardinería en comparación con zonas de clima templado.

a) Preparación del sitio

Conforme a proyecto, se estima que se deberá de intervenir el terreno en un área de 2,290 m^2, que considera el derribo de 18 elementos de palmeras *Orbignya guacuyule* de entre 1 y 15 m de altura con tallos solitarios de 30 a 50 cm de diámetro de acuerdo a proyecto. En tal caso se realizó el cálculo de la cantidad de RME que se generará durante esta etapa.

– RSU

Los trabajadores que realicen las tareas de derribo, trazo y nivelación se estima que van a generar un total de **232.42 kg**. En base a la siguiente memoria de cálculo.

i) Parámetro base

De acuerdo con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2026 (DBGIR) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)[25], la generación per cápita nacional de residuos sólidos urbanos en México es de:

$$G = 1.076\ kg/habitante/día$$

ii) Fórmula de cálculo

$$RSU_total = N \times G \times D$$

Donde:

[25] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2026). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2026. Gobierno de México.

- N = número de trabajadores = 6
- G = generación per cápita = 1.076 kg/persona/día
- D = duración de la etapa de preparación del sitio = 36 días

iii) Desarrollo del cálculo

Paso	Operación	Resultado
Generación diaria de la cuadrilla	6 trab. × 1.076 kg/persona/día	6.456 kg/día
Generación total del periodo	6.456 kg/día × 36 días	232.42 kg

RSU total estimado ≈ 232.42 kg (≈ 0.232 toneladas) durante los 36 días de preparación del sitio.

iv) Nota metodológica

Esta cifra corresponde a residuos sólidos urbanos (domésticos/asimilables, no de manejo especial ni peligrosos) generados por la presencia humana del personal en obra —alimentos, envases, etc.— y no incluye residuos de construcción y demolición (RCD), los cuales se calculan por separado mediante un método distinto (volumen de obra, no *per cápita*).

El valor de 1.076 kg/hab/día corresponde al promedio nacional más reciente (2026); no existe un valor específico para la región costera de Nayarit, aunque existen cifras regionales que pueden diferir (típicamente entre 0.8 y 1.1 kg/hab/día).

b) Construcción

i) Parámetro base (estimación oficial)

De acuerdo con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2026 (DBGIR) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la generación per cápita nacional de residuos sólidos urbanos en México es de:

$$G = 1.076\ kg/habitante/día$$

ii) Fórmula de cálculo

$$RSU_total = N \times G \times D$$

Donde:

- N = número de trabajadores (ocupación pico en obra) = 17
- G = generación per cápita = 1.076 kg/persona/día
- D = duración de la etapa de construcción = 60 días

iii) Desarrollo del cálculo

Paso	Operación	Resultado
Generación diaria de la cuadrilla	17 trab. × 1.076 kg/persona/día	18.292 kg/día
Generación total del periodo	18.292 kg/día × 60 días	1,097.52 kg

RSU total estimado ≈ 1,097.52 kg (≈ 1.098 toneladas) durante los 60 días de la etapa de construcción.

iv) Nota metodológica

El valor de N = 17 trabajadores y D = 60 días corresponde a la ocupación pico en obra ya documentada para el cálculo de agua de construcción. Esta cifra de RSU es adicional e independiente de la calculada para la etapa de preparación del sitio (6 trabajadores × 36 días ≈ 232.42 kg, ya que corresponden a etapas distintas del proyecto con cuadrillas y duraciones diferentes.

Por otra parte, corresponde a residuos sólidos urbanos (domésticos/asimilables, no de manejo especial ni peligrosos) generados por la presencia humana del personal en obra —alimentos, envases, etc.— y no incluye residuos de construcción y demolición (RCD), los cuales se calculan por separado mediante un método distinto (volumen de obra, no per cápita).

RME

Preparación del sitio

– Derribo de palmeras

Consideraciones taxonómicas y morfológicas

Antes de proceder a mostrar el cálculo, es fundamental aclarar que *Orbignya guacuyule* es sinónimo aceptado de *Attalea cohune* Mart., y sus nombres equivalentes incluyen *Cocos guacuyule*, *Cocos cocoyule* y *Orbignya cohune*, conforme al registro oficial de Kew Gardens (Plants of the World Online). Esta sinonimia es relevante porque permite utilizar la ecuación alométrica específica para *Attalea cohune* validada por el ITP, que es un proyecto de colaboración entre el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el Laboratorio de Tecnología de Identificación de Plagas (PITL) de Ciencia y Tecnología (S&T) de Protección y Cuarentena Vegetal (PPQ), el Departamento de Biología de la Universidad Estatal de Colorado, el Centro de Manejo Integrado de Plagas de la Universidad Estatal de Carolina del Norte y el Centro de Especies Invasoras y Salud de los Ecosistemas de la Universidad de Georgia (https://idtools.org/aboutITP.cfm).

– Metodología de cálculo

Ecuación alométrica aplicada (fuste principal):

$Y = 10.856 + 176.76 \cdot (HT) - 6.898 \cdot (HT)^2$

con $R^2 = 0.94$ y rango de validez 0.5–15.7 m,

donde:

Y = biomasa seca aérea en kg por árbol, y

HT = altura del fuste en metros.

– Parámetros de entrada

Tabla I.30. Parámetros de entrada para realizar los cálculos.

Parámetro	Valor
Especie	*Orbignya guacuyule*
Número de individuos	18 palmeras
Altura de fuste (HT)	15 m
Diámetro de fuste	30–50 cm (valor medio: 40 cm)
Condición	Troceado + picado (astillado)

– Cálculo de biomasa aérea seca por árbol (fuste)

Sustituyendo HT = 15 m en la ecuación:

$Y = 10.856 + 176.76 \times (15) - 6.898 \times (15)^2$

$Y = 10.856 + 2{,}651.4 - 6.898 \times 225$

$Y = 10.856 + 2{,}651.4 - 1{,}552.05$

$Y = 1{,}110.206$ kg por árbol (biomasa seca)

– Conversión a peso verde (fresco)

Las palmeras recién derribadas tienen una humedad relativa en el fuste que oscila entre 40 y 60%. En palmeras tropicales, la densidad en estado verde es significativamente mayor que en seco; por ejemplo, en la periferia del fuste se registran densidades de 960–1,026 kg/m^3 en estado verde frente a 754–827 kg/m^3 en estado seco[26].

Usando un factor de corrección de humedad de campo estándar (Factor de conversión seco → verde = 1.4, equivalente a ~30% de contenido de humedad en base seca):

Peso verde del fuste por árbol = $1{,}110.206 \times 1.4 = 1{,}554.3$ kg

– Biomasa de hojas (palmas/frondas)

En palmas aceiteras de tamaño comparable, el tallo representa el 73% de la biomasa aérea total; las hojas (folíolos) contribuyen en promedio un 6%, y los raquis un 13%.

– Calculando la biomasa foliar y de raquis (fracción aérea no-fuste ≈ 27%):

Biomasa seca total por árbol = $1{,}110.206 / 0.73 = 1{,}520.8$ kg

Fracción foliar + raquis = $1{,}520.8 \times 0.27 = 410.6$ kg (seco)

Peso verde frondas = $410.6 \times 1.4 = 574.8$ kg

– Componentes y cuantificación de residuos

Cuando las palmeras son troceadas y picadas, los residuos forestales incluyen ramas, hojas, cortezas y trozos de madera que no son adecuados para la venta. En el caso de palmeras sin

[26] Acheampong, J. B., Effah, B., Antwi, K. y Achana, E. (2022). Propiedades físicas de la madera de palma palmira para su utilización sostenible como material estructural. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 24, 08. Epub 01 de diciembre de 2021. https://dx.doi.org/10.4067/s0718-221x2022000100408

aprovechamiento comercial del fuste, la totalidad de la biomasa aérea constituye residuo forestal[27].

Tabla I.31. Residuos por árbol (peso verde).

Componente	kg/árbol (seco)	kg/árbol (verde)	% del total
Fuste (troceado)	1,110.2	1,554.3	73%
Frondas + peciolo (picado)	274.6	384.4	18%
Raquis (picado)	136.1	190.5	9%
Total por árbol	1,520.9	2,129.2	100%

– Resumen para 18 palmeras

Tabla I.32. Resumen para las 18 palmeras a derribar (peso verde).

Concepto	Resultado
Biomasa seca aérea por árbol	1,520.9 kg
Biomasa seca total (18 árboles)	27,376.2 kg
Peso verde total (18 árboles)	38,325.6 kg
Equivalente en toneladas (seco)	27.4 t
Equivalente en toneladas (verde)	38.3

– Interpretación técnica

- En peso seco: se generarán aproximadamente 27,376 kg (27.4 t) de residuos forestales.
- En peso verde (fresco al momento del corte): la cifra asciende a 38,326 kg (38.3 t), que es el valor operativo para estimar carga de trabajo de maquinaria trituradora/chipeadora y transporte.
- Dado que el proceso incluye troceado y picado (chipeado), el material resultante reducirá su volumen aparente entre un 30–50% respecto al fuste original, aunque su peso permanece igual.

[27] ECOFOREST (s.f). Biomasa y residuos: ¿Qué residuos produce la biomasa?. https://ecoforest.com/es/blog/que-residuos-produce-la-biomasa/

- El volumen de residuos puede ser convertido a toneladas de biomasa empleando los valores de densidad de la madera para posteriormente transformarse a unidades de energía, representando una fuente de energía renovable con potencial subutilizado en México[28].
- Se sugiere, además, que el material resultante del troceado sea empleado en actividades de compostaje.

Construcción

i) Marco normativo aplicable

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) clasifica a los residuos de la construcción y demolición (RCD) como Residuos de Manejo Especial (RME), conforme a su artículo 19, fracción X, al no reunir las características para ser considerados residuos peligrosos ni residuos sólidos urbanos, y por su volumen de generación.

La Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011[29] establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo, incluyendo dentro de su listado a los residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

ii) Alcance y componentes considerados

La presente estimación cuantifica el total de RME generado durante la etapa de construcción del proyecto, integrando de manera conjunta: demoliciones parciales y ajustes de obra, descartes de materiales de construcción, cascajo (concreto, block, tabique, mortero), pedacería de varilla, alambre y alambrón, restos de cimbra de madera, empaques y demás residuos característicos de esta actividad.

iii) Parámetro base y factor de generación

Ante la ausencia de una caracterización de residuos *in situ* (cuarteo) para el proyecto, se aplica el factor de generación de RCD por unidad de superficie construida reportado en la literatura técnica para obra nueva:

[28] Villela-Suárez, J. M., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., y Vargas-Larreta, B. (2018). Disponibilidad de residuos forestales y su potencial para la generación de energía en los bosques templados de El Salto, Durango. *Madera y Bosques*, *24*(3). https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431529
[29] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). 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. Diario Oficial de la Federación.

$$F = 200\ kg/m^2\ (obra\ nueva)$$

Valor documentado por Castells (2000), como se citó en Hernández Espinosa de los Monteros et al. (2008)[30], con base en un peso volumétrico promedio de 1.50 ton/m³ para residuos de construcción.

iv) Fórmula de cálculo

$$RME_total = A \times F$$

Donde:

- A = área total de construcción del proyecto = 2,378 m²
- F = factor de generación de RCD para obra nueva = 200 kg/m²

v) Desarrollo del cálculo

Paso	Operación	Resultado
Área total de construcción	A = 2,378 m²	2,378 m²
Factor de generación (obra nueva)	F = 200 kg/m² (Castells, 2000)	200 kg/m²
RME total estimado	2,378 m² × 200 kg/m²	475,600 kg

RME total estimado ≈ 475,600 kg (≈ 475.6 toneladas) para la totalidad de la etapa de construcción.

vi) Clasificación cualitativa por tipo de residuo

De acuerdo con la clasificación de RCD empleada en los Planes de Manejo de la industria de la construcción en México (CMIC, 2013[31]) y con la Norma Ambiental NADF-007-RNAT-2013[32] (referencia técnica de clasificación, aplicada aquí de forma orientativa ante la ausencia de una

[30] Hernández Espinosa de los Monteros, J. D., Rodríguez Salinas, M. A., Macht, A., y Ramos Guevara, E. (2008). El manejo de los residuos de la construcción en el Estado de México en el marco de la cooperación técnica alemana en México. DELOS: *Desarrollo Local Sostenible*, 1(3). https://www.eumed.net/rev/delos/03/msmg.htm

[31] Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2013). Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición. CMIC.

[32] Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2013). Norma Ambiental NADF-007-RNAT-2013, Que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción y demolición, en el Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

norma estatal específica en Nayarit), el total estimado se distribuye cualitativamente en las siguientes categorías:

Categoría	Componentes típicos	Origen en obra
Cascajo (pétreos)	Concreto, block, tabique, mortero, piedra, tierra producto de excavación y nivelación	Cimentación, muros, firmes, demoliciones parciales
Materiales metálicos	Pedacería de varilla, alambre, alambrón, lámina y perfiles metálicos	Habilitado y colocación de acero de refuerzo, cimbra metálica
Madera	Cimbra de madera, tarimas, polines, empaques	Cimbrado de elementos de concreto, embalaje de materiales
Otros (empaques y varios)	Cartón, plástico, costales, yeso, cerámica, plafón, residuos orgánicos de despalme	Suministro de materiales, acabados, despalme inicial

vii) Nota metodológica

El factor de 200 kg/m^2 es un valor promedio nacional de literatura para obra nueva; no proviene de una caracterización específica del proyecto Lote 33, por lo que constituye una estimación de primera aproximación, como práctica común en esta etapa de la MIA ante la falta de datos de campo.

La distribución porcentual exacta entre cascajo, metales (varilla/alambre/alambrón), madera y otros requiere una caracterización de residuos *in situ* (método de cuarteo) conforme a los lineamientos de la NOM-161-SEMARNAT-2011, la cual se recomienda realizar durante la ejecución de la obra para ajustar el Plan de Manejo de RME correspondiente; por ello, en este documento dicha distribución se presenta de forma cualitativa (categorías y componentes) y no

como porcentajes numéricos, para no reportar una precisión que los datos disponibles no respaldan.

b) Operación y mantenimiento

Fundamentos y alcance metodológico del cálculo

– Marco de referencia normativo

El ejercicio se encuadra en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGGIR) [33], que establece la distinción operativa entre RSU y RME. Los RSU son aquellos que se producen en los domicilios (casas habitación, oficinas o pequeños comercios) así como los que provienen de cualquier otra actividad realizada en establecimientos o en la vía pública con características domiciliarias, siempre que no sean considerados como residuos de otra índole.

Por su parte, los RME son aquellos generados en procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados peligrosos ni como RSU, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

– Parámetros de generación aplicados

– Residuos de jardín (RME)

Investigaciones disponibles, indican que los hogares producen en promedio 0.79 kg de residuos de jardín por día, equivalentes a 288 kg por año por hogar[34] [35]. Para el contexto tropical del Pacífico mexicano (paralelo 21 N), la cifra se eleva significativamente dado el crecimiento perenne de la vegetación sin dormancia invernal. En jardines privados el césped predomina ampliamente, y la variación estacional hace que el corte de pasto contribuya aproximadamente a la mitad de los residuos verdes durante el periodo húmedo.

Los factores diferenciados aplicados (1.80 kg/m^2/año para césped, 0.55 para arbustos, 0.38 para hojarasca, 0.12 para ramas y 0.05 para frutos) resultan en un total que, conforme a la NOM-

[33] Diario Oficial de la Federación. (2003, 8 de octubre). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Secretaría de Gobernación, Gobierno de México.
[34] Voice, S., & Shaw, P. J. (2020). Estimating the generation of garden waste in England and the differences between rural and urban areas. *Resources*, 9(1), 8. https://doi.org/10.3390/resources9010008
[35] Springer, M. (2012). Estimation of garden waste in urban households: a unit-area approach. Referenciado en: Xing, Y., et al. (2022). Green waste characteristics and sustainable recycling options. *Bioresource Reports*, 2(1). https://doi.org/10.1016/j.biori.2022.100037

161-SEMARNAT-2011[36], que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo, no supera el umbral de 10 toneladas anuales obligatorio para formulación de plan de manejo formal. A pesar de lo anterior, al final de este análisis hacemos unas sugerencias a efecto de que se destinen hacia destino final de manera adecuada estos RME.

Memoria de cálculo: la Tabla 2 (Superficies del predio) señala que el área permeable del predio es de 1,409.196 m². Conservando la tasa efectiva blended derivada del análisis base (Tasa efectiva = 2,282 kg/año ÷ 1,342.32 m² = 1.70 kg/m²/año, resultante de los factores diferenciados por tipo de vegetación): RME = 1.70 kg/m²/año × 1,409.196 m² = ***2,396 kg/año****.*

– Residuos de la mascota

Un perro de tamaño mediano evacúa un promedio de 600 gramos de excremento al día, lo que representa un total de 18.14 kg de excremento al mes[37]. Proyectado a escala anual, esto equivale a aproximadamente 219 kg considerando heces, pelo y empaques de alimento. Por el volumen que genera, los residuos de mascotas al día se pueden considerar, de acuerdo con la normativa, como RSU; en este sentido facilita su manejo y disposición final, ya que lo más común es que se entreguen junto con los demás residuos generados en casa al servicio municipal de recolección[38].

Nota final: Los residuos de jardín constituyen el flujo dominante (~60.1% del total), lo cual es característico de propiedades con amplia superficie verde en climas tropicales. La estrategia más eficaz (tanto en reducción de huella como en circularidad) es que se destine al compostaje, lo que permitiría desviar hasta 2,000 kg/año a la disposición final, transformando un pasivo ambiental en insumo productivo para el propio ecosistema del jardín costero. Esto se lograría consolidando la totalidad de los residuos de este tipo de todo el desarrollo Nauka, a partir de un proyecto conjunto.

[36] Diario Oficial de la Federación. (2013, 1 de febrero). 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. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013

[37] Transformando MX. (2020). Analiza la cantidad de residuos de mascotas. https://transformandomx.com/residuos-de-mascotas/analiza-cantidad-residuos-mascotas/

[38] Grupo GISA. (2023). ¿Cómo tirar los residuos de las mascotas? https://grupogisa.mx/como-tirar-los-residuos-de-las-mascotas/

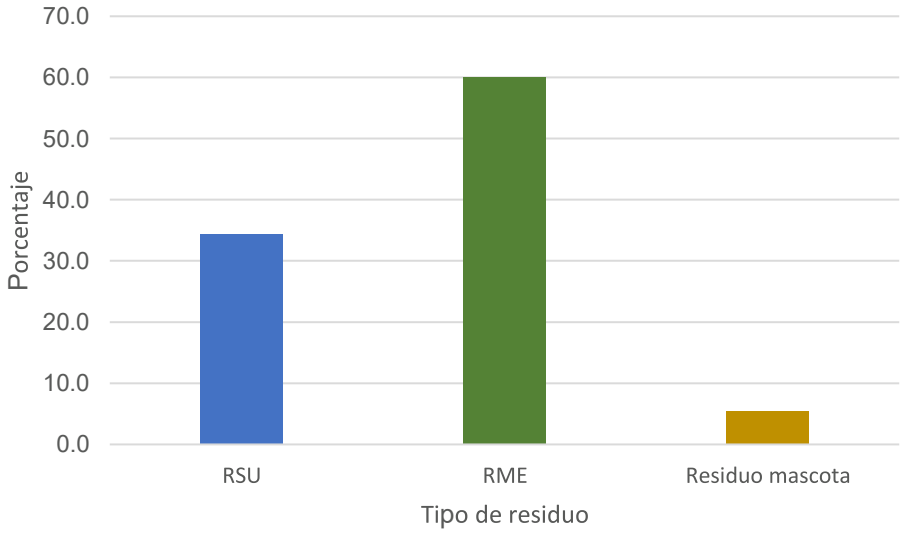


Figura I.11. Porcentaje de residuos por tipo que se estima se generarán en la etapa de operación del proyecto.

A continuación, se muestran los resultados consolidados de los diferentes tipos de residuos que se producirán.

Tabla I.33. Resultados consolidados.

Flujo	Clasificación	kg/año
RSU domiciliario (4 personas, factor costero)	RSU	~1,374
RME jardín tropical (1,409.196 m²)	RME	~2,396
Residuos de mascota (1 perro mediano)	RSU	~219
Gran total		**~3,989**

c) Descargas de aguas residuales

Su definición oficial establece que las aguas residuales domésticas son aquellas provenientes de inodoros, regaderas, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos, compuestas por sólidos suspendidos —generalmente materia orgánica biodegradable—, sólidos sedimentables —principalmente materia inorgánica—, nutrientes como nitrógeno y fósforo, y organismos patógenos[39].

[39] Comisión Nacional del Agua. (2015). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario.

En el ámbito doméstico, las aguas residuales suelen clasificarse según el punto de la casa del que provienen y su nivel de contaminación:

Aguas negras (o aguas fecales/cloacales)

Son las que provienen del inodoro y arrastran orina, materia fecal, papel higiénico y otros desechos sólidos orgánicos. Tienen una carga orgánica elevada y presencia significativa de patógenos, por lo que exigen un tratamiento intensivo. Suelen contener un alto porcentaje de bacterias fecales como *Escherichia coli*.

Aguas grises

Provienen de duchas, lavabos, lavadoras y, según algunos autores, también de la cocina. En su forma más simple carecen de partículas en suspensión relevantes y no contienen grasas ni productos químicos adicionales a los jabones de uso doméstico, aunque otras fuentes señalan que pueden contener detergentes, grasas y sólidos en suspensión, con una carga orgánica menor que las aguas negras[40]. Una distinción común dentro de esta categoría es[41]:

- Aguas grises de baño: mezcla de agua, jabón y restos de uso corporal.

- Aguas grises de cocina: mezcla de agua, jabón, aceites y grasas, generalmente con mayor concentración de grasas que las del baño.

Las aguas grises pueden reutilizarse con relativa facilidad tras un tratamiento sencillo, por ejemplo, para rellenar cisternas de inodoros, riego de áreas verdes o limpieza de exteriores[42].

Aguas pluviales (cuando aplica)

Aunque el agua de lluvia en estado natural se considera "limpia", al entrar en contacto con techos, pavimentos o zonas industriales arrastra sedimentos, hidrocarburos y otros

https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/02AlcantarilladoSanitario.pdf

[40] Hidrotec. (2025, 30 de junio). Tipos de aguas residuales: conoce las diferencias. https://www.hidrotec.com/blog/tipos-de-aguas-residuales/

[41] Sintech Pumps. (2021, 13 de enero). Diferentes tipos de aguas residuales: ¿Qué son y por qué es importante? https://www.sintechpumps.com/bomba-de-aguas-residuales/diferentes-tipos-de-aguas-residuales-que-son-y-por-que-es-importante/

[42] Acuatécnica. (2025, 6 de agosto). Conozca los tipos de aguas residuales y sus características. https://acuatecnica.com/conozca-los-tipos-aguas-residuales-caracteristicas/

contaminantes, por lo que en sistemas de alcantarillado combinado (frecuentes en México) termina mezclándose con las aguas residuales domésticas y requiere el mismo tratamiento[43].

– Caracterización técnica de los sus parámetros

La literatura especializada[44], agrupa los componentes del agua residual doméstica en tres bloques analíticos:

Tabla I.34. Componentes del agua residual.

Tipo de parámetro	Indicadores	Qué mide
Físicos.	Sólidos totales, suspendidos y volátiles; temperatura; turbiedad; color	Permiten valorar la concentración y el estado físico de la materia presente en el agua
Químicos (materia orgánica)	DBO_5, DQO, pH, alcalinidad	La DBO se relaciona con el oxígeno disuelto que consumen los microorganismos al oxidar la materia orgánica; junto con la DQO y el carbono orgánico total son los parámetros de materia orgánica

– Contexto normativo en México

A nivel regulatorio, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y SEMARNAT no distinguen oficialmente entre "aguas grises" y "negras" como categorías legales, sino que regulan el conjunto bajo el concepto de aguas residuales domésticas o municipales. Las normas clave son:

[43] Lloyd Mexicano. (2026, 26 de enero). Aguas residuales en México: Clasificación, normatividad y gestión profesional. https://lloydmex.com/tipos-de-aguas-residuales-y-su-tratamiento-domesticas-industriales-y-agricolas/
[44] Metcalf & Eddy, Inc. (2014). Wastewater engineering: Treatment and resource recovery (5ª ed.). McGraw-Hill Education.

- NOM-001-SEMARNAT-1996: establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.[45].

- NOM-002-SEMARNAT-1996: límites para descargas a sistemas de alcantarillado urbano o municipal[46].

- NOM-003-SEMARNAT-1997: límites para aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público[47].

Esto significa que, aunque en la práctica doméstica diferenciamos aguas grises y negras, para fines de cumplimiento ambiental en México lo relevante es la caracterización fisicoquímica del efluente combinado (DBO, DQO, sólidos suspendidos, grasas y aceites, coliformes fecales, etc.).

Preparación del sitio y construcción

En este apartado se presenta el estimado el volumen de aguas residuales de tipo sanitario (aguas negras) que se generará por el uso de sanitarios portátiles durante la etapa de preparación del sitio y construcción, con el fin de dimensionar la cantidad de aguas negras que se generarán y de identificar el marco jurídico mexicano aplicable al manejo, mantenimiento y disposición final de dicho efluente.

- Datos de partida

La estimación se ha calculado por separado para las dos etapas del Proyecto que involucran personal en sitio, ya que se asume que difieren en número de trabajadores y duración:

[45] Comisión Nacional del Agua. (1996). NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación. https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAA-15-13.pdf

[46] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1998, 3 de junio). Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4883492&fecha=03/06/1998

[47] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1998, 21 de septiembre). Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/index_113.php?year=1998&month=09&day=21

Tabla I.35. Datos de partida para el cálculo de aguas negras que se generarán en las etapas de reparación del sitio y construcción.

Parámetro	Etapa 1 — Preparación del sitio	Etapa 2 — Construcción
Personal en obra	6 trabajadores	Promedio de 5 a 10 (8 como base)
Duración	6 semanas	21 meses
Jornada laboral	8 horas por turno	8 horas por turno
Régimen de trabajo	6 días por semana (lunes a sábado) *	6 días por semana (lunes a sábado)
Días laborables totales	36 días (6 sem. X 6 días/sem.)	546 días (26 días/mes X 21 meses)
Servicio sanitario	Sanitarios portátiles autocontenidos	Sanitarios portátiles autocontenidos

** Para ambas etapas se utilizó el mismo criterio de aportación unitaria (Escenario A conservador = 4 L/trabajador/jornada; Escenario B amplio = 20 L/trabajador/jornada).*

- Memoria de cálculo

Criterio de aportación unitaria de aguas negras

No existe en la normatividad mexicana un valor único de aportación (litros por persona por día) específico para sanitarios portátiles autocontenidos, ya que estos equipos no están conectados a una red de suministro de agua ni de alcantarillado. El Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) de la Comisión Nacional del Agua define la aportación de aguas residuales domésticas como una fracción de la dotación de agua potable —comúnmente el 75 % de la dotación— criterio aplicable a sistemas convencionales con descarga hídrica[48].

Dado que un sanitario portátil no recibe agua de la red, dicho criterio no puede aplicarse de forma directa. Por ello, esta memoria de cálculo presenta dos escenarios de referencia:

- Escenario A — Conservador (sanitario químico/portátil sin agua corriente): considera únicamente la producción fisiológica de excretas y orina por persona, más el líquido desodorizante-biodegradable del propio equipo. Se adopta un valor de diseño de 4 L/trabajador/jornada, congruente con la producción fisiológica humana aproximada, aunque

[48] Comisión Nacional del Agua. (2015). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Datos básicos (Libro de Datos Básicos, SGAPDS-1-15-Libro4). https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf

no existe una referencia reportada en la literatura de ingeniería sanitaria (del orden de 1.0 a 1.5 L/persona/día) más un margen por el aditivo químico y el arrastre del propio sanitario.

- Escenario B — Amplio (módulo sanitario con dotación mínima de agua, por ejemplo, si se integra lavamanos con suministro propio): se adopta un valor de 20 L/trabajador/jornada, análogo a la dotación mínima de subsistencia (50–100 L/hab/día según la Organización Mundial de la Salud) aplicada únicamente al componente sanitario, y coherente con el orden de magnitud utilizado en manifestaciones de impacto ambiental previas para campamentos de obra en México.

- Fórmulas empleadas

$$V_d = N \times D \times f$$

Donde: V_d = volumen diario generado (L/día); N = número de trabajadores; D = dotación unitaria de aguas negras (L/trabajador/jornada); f = factor de jornada (1 turno de 8 h/día).

$$V_m = V_d \times d_m$$

Donde: V_m = volumen mensual (L/mes); d_m = días laborables promedio por mes (26 días).

$$V_T = V_d \times d_T = N \times D \times d_T$$

Donde: V_T = volumen total generado durante toda la etapa (L); d_T = días laborables totales del periodo (546 días para 21 meses).

Cálculo diferenciado — Etapa 1: Preparación del sitio (N = 6 trabajadores, 36 días)

Escenario A — Conservador (D = 4 L/trabajador/jornada)

V_d = 6 trabajadores × 4 L/trabajador/día = 24 L/día
V_T = 24 L/día × 36 días = 864 L ≈ 0.86 m^3 en las 6 semanas

Escenario B — Amplio (D = 20 L/trabajador/jornada)

V_d = 6 trabajadores × 20 L/trabajador/día = 120 L/día
V_T = 120 L/día × 36 días = 4,320 L ≈ 4.32 m^3 en las 6 semanas

Cálculo diferenciado — Etapa 2: Construcción (N = 8 trabajadores base, 546 días)

Escenario A — Conservador (D = 4 L/trabajador/jornada)

V_d = 8 trabajadores × 4 L/trabajador/día = 32 L/día
V_m = 32 L/día × 26 días/mes = 832 L/mes ≈ 0.83 m^3/mes
V_T = 32 L/día × 546 días = 17,472 L ≈ 17.47 m^3 en 21 meses

Escenario B — Amplio (D = 20 L/trabajador/jornada)

V_d = 8 trabajadores × 20 L/trabajador/día = 160 L/día
V_m = 160 L/día × 26 días/mes = 4,160 L/mes ≈ 4.16 m³/mes
V_T = 160 L/día × 546 días = 87,360 L ≈ 87.36 m³ en 21 meses

Análisis de sensibilidad — Etapa 2 (N = 5 a 10 trabajadores)

Tabla I.36. Análisis de sensibilidad para la etapa de construcción.

Trabajadores	V_d Escenario A (L/día)	V_T Escenario A (m³ / 21 meses)	V_d Escenario B (L/día)	V_T Escenario B (m³ / 21 meses)
5	20	10.92	100	54.60
8 (base)	32	17.47	160	87.36
10	40	21.84	200	109.20

Nota: presentamos este análisis en razón de que puede llegar a ser variable el número de trabajadores en razón de la intensidad de las obras utilizando un rango que va de entre 5 a 10 trabajadores tomando como dato base 8.

Tabla I.37. Resultados consolidados por etapa.

Etapa	Volumen total Escenario A (m³)	Volumen total Escenario B (m³)
Etapa 1 — Preparación del sitio (6 sem.)	0.86	4.32
Etapa 2 — Construcción (21 meses, 8 trab. base)	17.47	87.36
Total del periodo con personal en obra	18.34	91.68

Resultado y criterio adoptado

Diferenciando ambas etapas, el volumen de aguas negras esperado es de **0.86 a 4.32 m³** durante las 6 semanas de preparación del sitio (6 trabajadores), y de **17.47 a 87.36 m³** durante los 21 meses de construcción (escenario base de 8 trabajadores, con un intervalo de 10.92 a 109.20 m³ si la cuadrilla real se mueve entre 5 y 10 trabajadores). Para todo el periodo con personal permanente en obra, el volumen acumulado se ubica entre **18.34 y 91.68 m³**. En este estudio de ha decidido emplear el valor conservador de cada etapa **Escenario A: 24 L/día en**

preparación del sitio y 32 L/día en construcción. El acumulado por etapa, en función de su duración en días, es el siguiente:

Tabla I.38. acumulado por etapa de aguas negras en m^3.

Etapa	Caudal (L/día)	Duración (días)	Acumulado (m^3)
1 — Preparación del sitio	24	36	0.864
2 — Construcción	32	546	17.472
Total (ambas etapas)	—	582	18.336

Número de unidades sanitarias y frecuencia de servicio

Considerando la relación empleada en manifestaciones de impacto ambiental previas para proyectos comparables en playa, de 1 sanitario portátil por cada 25 trabajadores[49], y las recomendaciones usuales de higiene ocupacional de no exceder 10-15 trabajadores por unidad, tanto para la Etapa 1 (6 trabajadores) como para la Etapa 2 (5 a 10 trabajadores) resulta suficiente 1 unidad sanitaria portátil, sin descartar una segunda unidad como respaldo operativo durante los picos de obra de la Etapa 2.

En vista de que en los años recientes se ha incrementado la participación de mujeres en actividades relacionadas con la construcción, el medio ambiente y la seguridad e higiene, se recomienda la instalación de dos unidades sanitarias portátiles. Esta medida tiene como objetivo facilitar un uso más cómodo de las instalaciones para todos.

Considerando una capacidad típica de tanque de 200 a 250 L por unidad comercial: en la Etapa 1 (24 L/día, Escenario A) el llenado ocurriría en 8 a 10 días, y en la Etapa 2 (32 L/día, Escenario A) en 6 a 8 días. En ambos casos, un servicio de vaciado, limpieza y desinfección con periodicidad semanal resulta operativamente adecuado; dicha periodicidad deberá confirmarse con la ficha técnica del proveedor contratado.

[49] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Guerrero. (2002). Resumen de la manifestación de impacto ambiental—Modalidad regional [Documento técnico]. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SINAT). http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/gro/resumenes/2002/12GE2002G0011.html

Contexto ambiental

Aunque el volumen estimado es reducido en comparación con las descargas domésticas o turísticas de la región, su manejo inadecuado no es ambientalmente trivial en el contexto específico del Proyecto:

- El predio se ubica en la franja costera de la bahía de Jaltemba, inmediata a playas de anidación de tortuga marina protegidas por el campamento tortuguero El Naranjo (Grupos Ecologistas de Nayarit A.C., certificado por PROFEPA); un vertido o fuga de aguas negras hacia el suelo o la duna costera podría generar contaminación por nutrientes y patógenos entéricos en un hábitat crítico para especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010[50].
- La bahía ya recibe una carga de nutrientes proveniente de la zona hotelera consolidada de Rincón de Guayabitos y La Peñita de Jaltemba; cualquier aporte adicional de aguas negras sin manejo adecuado —aun de volumen menor— es acumulativo con esa carga preexistente sobre la calidad del agua marina, conforme se documentó en el numeral 4.3 del Capítulo IV.
- Un manejo correcto (sanitarios autocontenidos, sin descarga al suelo, con retiro y transporte por proveedor autorizado hacia una planta de tratamiento) evita que este componente de la obra se convierta en una fuente de impacto negativo adicional, y es consistente con el principio de prevención que rige la evaluación de impacto ambiental en México.

- Requisitos de mantenimiento y sitio de descarga

- Contratación de una empresa de servicios de sanitarios portátiles legalmente registrada, con permiso vigente para el manejo y transporte de aguas negras.
- Prohibición absoluta de verter el contenido de los sanitarios portátiles al suelo, a la duna costera, a cuerpos de agua superficiales o subterráneos, o a cualquier drenaje pluvial del predio.
- El contenido deberá transportarse mediante vehículo cisterna autorizado hacia una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) municipal o privada que cuente con la

[50] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). 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. Diario Oficial de la Federación.

autorización correspondiente para recibir este tipo de efluente, cumpliendo los parámetros de admisión de la NOM-002-SEMARNAT-1996[51] si la descarga es al alcantarillado municipal, o de la NOM-001-SEMARNAT-2021[52] si en algún punto existiera vertido a un cuerpo receptor nacional.

- Se deberá conservar evidencia documental de cada servicio de retiro (bitácora de mantenimiento, comprobantes o manifiestos de la empresa prestadora del servicio) para su integración al programa de supervisión ambiental de la obra y su presentación ante la autoridad en caso de auditoría o requerimiento de PROFEPA.
- Ubicación de las unidades sanitarias en sitios alejados de la zona de anidación de tortuga marina, de escurrimientos naturales y de la línea de playa, y sobre superficies que faciliten la contención de un eventual derrame accidental durante el servicio de vaciado.

Conclusión

Diferenciando las dos etapas del Proyecto que requieren personal permanente en obra, el volumen de aguas negras generado en los sanitarios portátiles se estima en 0.86 a 4.32 m^3 durante las 6 semanas de preparación del sitio (6 trabajadores) y en 17.47 a 87.36 m^3 durante los 21 meses de construcción (escenario base de 8 trabajadores, con un intervalo de 10.92 a 109.20 m^3 para una cuadrilla de 5 a 10 trabajadores), en jornadas de 8 horas, 6 días por semana. El volumen acumulado para todo el periodo con personal en obra se ubica entre 18.34 y 91.68 m^3. Este volumen, aunque reducido en ambas etapas, debe gestionarse mediante sanitarios autocontenidos sin descarga al suelo, con retiro periódico por proveedor autorizado y disposición final en una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla la normatividad aplicable, en atención a la sensibilidad ambiental del entorno costero y del hábitat de anidación de tortuga marina inmediato al Proyecto.

Operación

[51] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1998). NOM-002-SEMARNAT-1996, Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Diario Oficial de la Federación.
[52] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374

– Cálculo de la cantidad de aguas residuales que se generarán

Para el diseño y cálculo de la generación de aguas residuales de esta propiedad, tomamos como base los parámetros resultados del cálculo de la cantidad de agua que se requerirá durante su operación, descartando la que se empleará en la alberca y jacuzzi. Estos elementos no se suman al cálculo diario de aguas residuales, ya que operan por recirculación. Su aportación al drenaje ocurre únicamente durante el retrolavado de los filtros (aguas grises) o en un vaciado de mantenimiento preventivo, lo cual se calcula como un gasto extraordinario, no constante.

Parámetros Base y Criterios de Diseño

- Población de diseño (P): 4 habitantes permanentes en promedio.
- Dotación de agua (D): 150 L/hab/día (Aporte estrictamente doméstico).
- Coeficiente de Retorno (C_R): 0.80 (80%). En ingeniería sanitaria, se asume que entre el 75% y el 80% del agua potable consumida ingresa a la red de alcantarillado; el resto se pierde por evaporación, consumo directo o riego.
- Temporalidad (t): 365 días (1 año).

Memoria de Cálculo General

Consumo Total Anual (V_{agua}):

$$V_{agua} = P \times D \times t$$

$$V_{agua} = 4 \times 150 \times 365 = 219{,}000 \text{ L/año}$$

Generación Total de Aguas Residuales ($V_{residual}$):

$$V_{residual} = V_{agua} \times C_R$$

$$V_{residual} = 219{,}000 \times 0.80 = 175{,}200 \text{ L/año}$$

Segregación de Caudales: Aguas Grises vs. Aguas Negras

Para diferenciar los volúmenes, debemos analizar las instalaciones de la vivienda:

1. Inodoros de bajo consumo (6 L): Minimizan significativamente el volumen de aguas negras.

2. **Lavadoras de alta capacidad (22 kg)**: Representan descargas puntuales de alto volumen (aguas grises).
3. **Clima cálido (Paralelo 21° N)**: Incrementa la frecuencia de uso de las duchas (aguas grises).

Bajo este perfil de infraestructura y clima, la distribución del caudal residual se fracciona aproximadamente en un **70% de aguas grises** (duchas, lavadoras, lavabos) y un **30% de aguas negras** (inodoros y lavado de vajilla).

Cálculo de Aguas Negras (Inodoros y trampa de sólidos en cocina):

$$V_{negras} = V_{residual} \times 0.30$$

$$V_{negras} = 175{,}200 \times 0.30 = 52{,}560" \text{ L/año}$$

Cálculo de Aguas Grises (Duchas, lavabos y cuarto de lavado):

$$V_{grises} = V_{residual} \times 0.70$$

$$V_{grises} = 175{,}200 \times 0.70 = 122{,}640 \text{ L/año}$$

Resumen de Resultados

Después de realizar los cálculos pertinentes, ofrecemos un resumen que presenta de manera diferenciada las aguas residuales que se generarán.

Tabla I.39. Resumen diferenciado de las aguas residuales que se generarán en un año.

Tipo de Efluente	Volumen Generado (Litros / Año)	Porcentaje del Caudal Residual
Aguas Negras	52,560 L	30%
Aguas Grises	122,640 L	70%
Total Residual	175,200 L	100%

Validación por Unidades de Descarga (UD)

Se aplicó el método de nidades de Descarga (Drainage Fixture Units, DFU) del International Plumbing Code / Uniform Plumbing Code[53] [54], criterio equivalente al empleado en el diseño de instalaciones hidrosanitarias en México, para verificar el reparto 70/30 (grises/negras) contra el inventario de muebles sanitarios confirmado en la explosión de insumos del proyecto.

Tabla I.40. Resumen diferenciado de las Unidades de descarga (UD).

Mueble	UD unitaria (DFU)	Cantidad real	UD totales
Inodoro (WC)	4	9	36
Regadera	2	18	36
Lavabo	1	19	19
Lavadora	3	4	12
Tarja de cocina	2	8	16
Lavavajillas	2	1	2
TOTAL	—	**59**	**121**

Memoria de cálculo: % Aguas negras = UD del inodoro ÷ UD totales = 36 ÷ 121 = 29.75%. Este resultado es consistente con el 30% ya adoptado a partir de un criterio genérico de instalación (Tabla 52); por tanto, se mantiene sin cambios el reparto 70/30 y sus volúmenes anuales del escenario base (52,560 L negras / 122,640 L grises, base 4 habitantes).

Ocupación pico racional

Por las características de la vivienda, se incorpora un escenario de ocupación pico, adicional al escenario base de 4 residentes permanentes, para reflejar la capacidad real de alojamiento de la vivienda.

Memoria de cálculo:

Ocupación pico = (7 recámaras tipo huésped × 2 personas) + (3 habitaciones de servicio × 1 persona) = 14 + 3 = 17 personas.

[53] International Code Council. (2024). 2024 International Plumbing Code. ICC.
[54] International Association of Plumbing and Mechanical Officials. (2021). 2021 Uniform Plumbing Code. IAPMO

El criterio de ocupación (2 personas/recámara tipo huésped; 1 persona/habitación de servicio) y el supuesto de 60 días/año de ocupación pico fueron revisados y confirmados por el promovente como criterio de trabajo para esta memoria.

Escenario combinado (régimen permanente + régimen pico):

Agua potable anual = (4 personas × 150 L/hab/día × 305 días) + (17 personas × 150 L/hab/día × 60 días) = 183,000 L + 153,000 L = 336,000 L/año = 336.0 m^3/año.

Aguas residuales anuales = 336,000 L × 0.80 (coeficiente de retorno) = 268,800 L/año = 268.8 m^3/año. Aguas negras (30%) = 268,800 × 0.30 = 80,640 L/año = 80.64 m^3/año.

Aguas grises (70%) = 268,800 × 0.70 = 188,160 L/año = 188.16 m^3/año.

Capacidad de diseño del día pico:

Agua potable día pico = 17 personas × 150 L/hab/día = 2,550 L/día.

Aguas residuales día pico = 2,550 × 0.80 = 2,040 L/día (612 L negras + 1,428 L grises). Esta capacidad de día pico, no el promedio anual, sino el que se debe de emplear para dimensionar la fosa séptica de la vivienda.

d) Emisiones de gases efecto invernadero

Se presenta la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), expresadas como CO_2 equivalente (CO_2e), asociadas a la maquinaria y los vehículos automotores que intervendrán en la etapa de construcción de la residencia.

La etapa de operación no fue considerada, puesto que en este proyecto se ha planificado el uso de vehículos eléctricos para los desplazamientos internos de los residentes hacia las diversas amenidades disponibles.

El alcance considera: (1) el consumo de combustible de una retroexcavadora Caterpillar 420F2 IT durante su operación en sitio; y (2) los recorridos de ida y vuelta de los vehículos de personal técnico y de los vehículos de suministro de materiales (grava/arena, agua, concreto y bombeo).

La metodología empleada sigue el enfoque de "Nivel 1" del IPCC (2006)[55] y los factores de emisión publicados por la EPA (2025)[56] para combustión móvil: se calcula el consumo de combustible (litros) de cada fuente y se multiplica por su factor de emisión de CO_2 correspondiente (diésel o gasolina). Para la retroexcavadora, el consumo de combustible se estimó con la metodología del modelo NONROAD de la EPA[57], usando la potencia nominal del fabricante y el factor de carga por defecto para retroexcavadoras.

Tabla I.41. Supuestos y factores utilizados en los cálculos.

Parámetro	Valor	Unidad	Fuente / Justificación
Factor de emisión — Diésel (CO_2)	2.689	kg CO_2/L	EPA (2025), GHG Emission Factors Hub: 10.180 kg CO2/galón ÷ 3.78541 L/galón
Factor de emisión — Gasolina (CO_2)	2.348	kg CO_2/L	EPA (2025), GHG Emission Factors Hub: 8.887 kg CO2/galón ÷ 3.78541 L/galón
Densidad del diésel	0.850	kg/L	Valor típico de referencia para diésel automotriz
— RETROEXCAVADORA CAT 420F2 IT —			
Potencia neta (SAE J1349)	69.000	kW	Caterpillar (2019), ficha técnica 420F2/420F2 IT Backhoe Loader
Factor de carga (retroexcavadora)	0.210	adim.	U.S. EPA (2004), Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling (NR-005B)
Consumo específico de combustible (BSFC)	223.000	g/kWh	Valor típico de motores diésel no-viales (EPA NONROAD, equivalente a 0.367 lb/hp-hr)
Horas de operación en sitio	24.000	h	Dato estimado: 24 h de trabajo
— VEHÍCULOS DE PERSONAL —			

[55] Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 2. Energy. IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html
[56] U.S. Department of Energy & U.S. Environmental Protection Agency. (2026). Fuel economy guide. FuelEconomy.gov. https://www.fueleconomy.gov
[57] U.S. Environmental Protection Agency, Office of Transportation and Air Quality, Assessment and Standards Division. (2005). User's guide for the final NONROAD2005 model (EPA420-R-05-013). https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P1004L24.txt

Parámetro	Valor	Unidad	Fuente / Justificación
Días laborales por mes (supuesto)	20.000	días/mes	Supuesto estándar de jornada de 6 días/semana
Duración del proyecto	21.000	meses	Dato proporcionado en proyecto
Distancia origen–proyecto (personal)	5.000	km (sencillo)	Dato proporcionado en proyecto
Rendimiento Ford Ranger 4 cil. (gasolina)	10.500	km/L	Estimado con base en EPA FuelEconomy.gov para Ford Ranger motor 4 cilindros (ciclo combinado ~25 mpg)
Rendimiento Ford F-350 (gasolina)	5.500	km/L	Estimado con base en EPA FuelEconomy.gov para Ford F-350 gasolina (ciclo combinado ~13 mpg)
— VEHÍCULOS DE SUMINISTRO —			
Distancia banco de material (Dodge D-600)	25.000	km (sencillo)	Dato estimado
Ocasiones — Dodge D-600	4.000	viajes	Dato obtenido en proyecto
Rendimiento Dodge D-600 (diésel)	3.000	km/L	Estimación ingenieril para camión de carga mediano diésel (valor de referencia)
Distancia pipa de agua Kodiak	10.000	km (sencillo)	Dato estimado
Ocasiones — Pipa Kodiak	3.000	viajes	Dato estimado
Rendimiento Pipa Kodiak (diésel)	3.500	km/L	Estimación ingenieril para camión pipa diésel mediano (valor de referencia)
Distancia revolvedora Kenworth	45.000	km (sencillo)	Dato estimado
Ocasiones — Revolvedora Kenworth	1.000	viajes	Se asume 1 viaje (supuesto, editable)
Rendimiento Revolvedora Kenworth (diésel)	2.300	km/L	Estimación ingenieril para camión revolvedor (mezclador) diésel pesado (valor de referencia)

Parámetro	Valor	Unidad	Fuente / Justificación
Distancia bomba telescópica Mack	45.000	km (sencillo)	Se asume igual a la revolvedora por operar típicamente desde la misma planta (supuesto)
Ocasiones — Bomba telescópica Mack	1.000	viajes	Se asume 1 viaje (supuesto)
Rendimiento Bomba telescópica Mack (diésel)	2.000	km/L	Estimación ingenieril para camión bomba de concreto pesado (valor de referencia)

Teniendo en cuenta los supuestos mencionados y los factores aplicados a los cálculos, se presentan a continuación los resultados para cada caso de la maquinaria y los vehículos que se utilizarán en la fase de preparación del sitio y construcción.

Tabla I.42. Resultado de las estimaciones para la Retroexcavadora CAT 420F2 IT.

1. RETROEXCAVADORA CAT 420F2 IT (consumo por potencia y factor de carga — metodología EPA NO						
Concepto	Potencia (kW)	Factor de carga	BSFC (g/kWh)	Consumo (L/h)	Horas op. (h)	Diésel
Retroexcavadora CAT 420F2 IT	69	0.21	223	3.80	24	9

Tabla I.43. Resultado de las estimaciones para los vehículos de transporte de técnicos y personal op

2. VEHÍCULOS DE PERSONAL TÉCNICO (recorrido diario, ida y vuelta, durante 21 meses)						
Vehículo	Distancia sencilla (km)	Días totales	Km totales (ida y vuelta)	Rendimiento (km/L)	Combustible (L)	Factor em (kg/L
Ford Ranger 4 cil. (gasolina)	5	420	4,200	10.50	400.0	2.348
Ford F-350 (gasolina)	5	420	4,200	5.50	763.6	2.348

Tabla I.44. Resultado de las estimaciones para los vehículos de suministro de materiales e insum

3. VEHÍCULOS DE SUMINISTRO DE MATERIALES (por número de ocasiones, ida y vuelta)					
Vehículo	Distancia sencilla (km)	Ocasiones	Km totales (ida y vuelta)	Rendimiento (km/L)	Combustible (L)
Camión Dodge D-600 (diésel) — material pétreo	25	4	200	3.00	66.7
Pipa de agua Kodiak (diésel)	10	3	60	3.50	17.1

3. VEHÍCULOS DE SUMINISTRO DE MATERIALES (por número de ocasiones, ida y vuelta)					
Vehículo	Distancia sencilla (km)	Ocasiones	Km totales (ida y vuelta)	Rendimiento (km/L)	Combustible (L)
Revolvedora Kenworth (diésel)	45	1	90	2.30	39.1
Bomba telescópica Mack (diésel)	45	1	90	2.00	45.0

Tabla I.45. Resumen de los resultados de las estimaciones de CO_{2e} (t).

Fuente	Tipo de combustible	Combustible (L)	CO2e (t)
Retroexcavadora CAT 420F2 IT	Diésel	91.2	0.245
Ford Ranger (personal)	Gasolina	400.0	0.939
Ford F-350 (personal)	Gasolina	763.6	1.793
Camión Dodge D-600 (material pétreo)	Diésel	66.7	0.179
Pipa de agua Kodiak	Diésel	17.1	0.046
Revolvedora Kenworth	Diésel	39.1	0.105
Bomba telescópica Mack	Diésel	45.0	0.121
	TOTAL	1,422.8	3.429

De manera grafica, en la siguiente figura reresentamos los resultados ara cada caso.

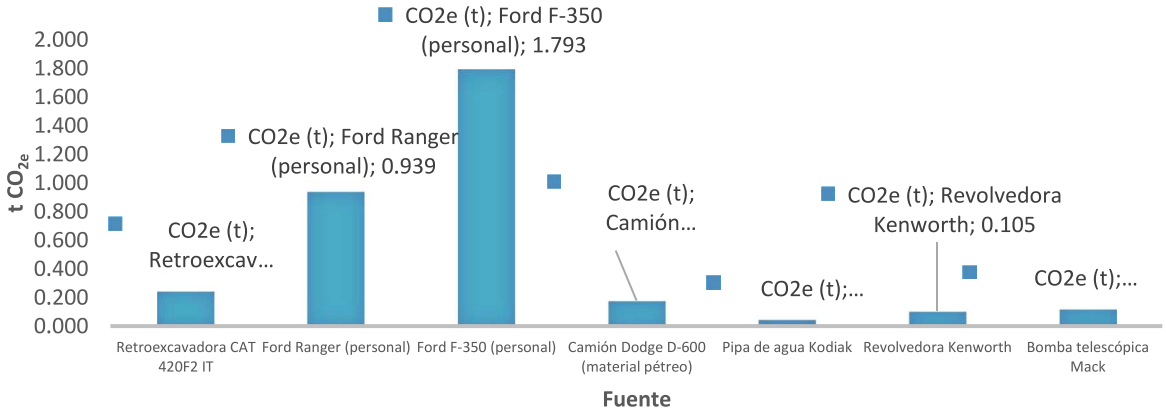


Figura I.12. Emisiones de CO_{2e} por fuente (toneladas).

Nota técnica final: $CO_{2e} \approx CO_2$ de combustión directa. El CO_2 representa >99% del CO_{2e} total en la combustión de gasolina y diésel; se omiten CH_4/N_2O por su contribución marginal (EPA, 2025)[58] .

En este punto, hemos llegado a la parte en la que presentamos la información consolidada solicitada en la guía para la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental, proporcionada por la autoridad competente.

Tabla I.46. Resumen de las características del proyecto.

TABLA RESUMEN DE CARCTERÍSTICAS DEL PROYECTO		
Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación y mantenimiento*
Consumo de agua	45,367.2 L	2,949,543.0 L/año
Emisiones de gases efecto invernadero	3.429 CO_{2e} (t)	--------

[58] U.S. Environmental Protection Agency. (2025). GHG emission factors hub. https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub

TABLA RESUMEN DE CARCTERÍSTICAS DEL PROYECTO			
Concepto		Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación y mantenimiento*
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)		--------	--------
Generación de residuos	Peligrosos	--------	--------
	Manejo especial	513,925.60 kg**	2,396 kg/año
	Sólidos urbanos	~ 537,84 kg ***	~1,592 kg/año
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación específica de descarga, georreferenciado en UTM Datum WGS84		18,336 L Las aguas residuales que se generen serán conducidas en un vehículo cisterna adecuado, propiedad de un prestador de servicios que cuente con autorización del municipio para su descarga en una planta de tratamiento.	175,200 L/año. Estas aguas residuales se destinarán mediante el sistema de drenaje del complejo turístico hacia la planta de tratamiento sobre la cual este cuenta con una autorización para su operación[59], siendo necesario instalar un sistema para retenerlas temporalmente.
Otros en su caso (especificar)		--------	--------

[59] La PTAR está autorizada mediante el oficio número 138.01.03/3222/2023 de fecha 14 de agosto de 2023.

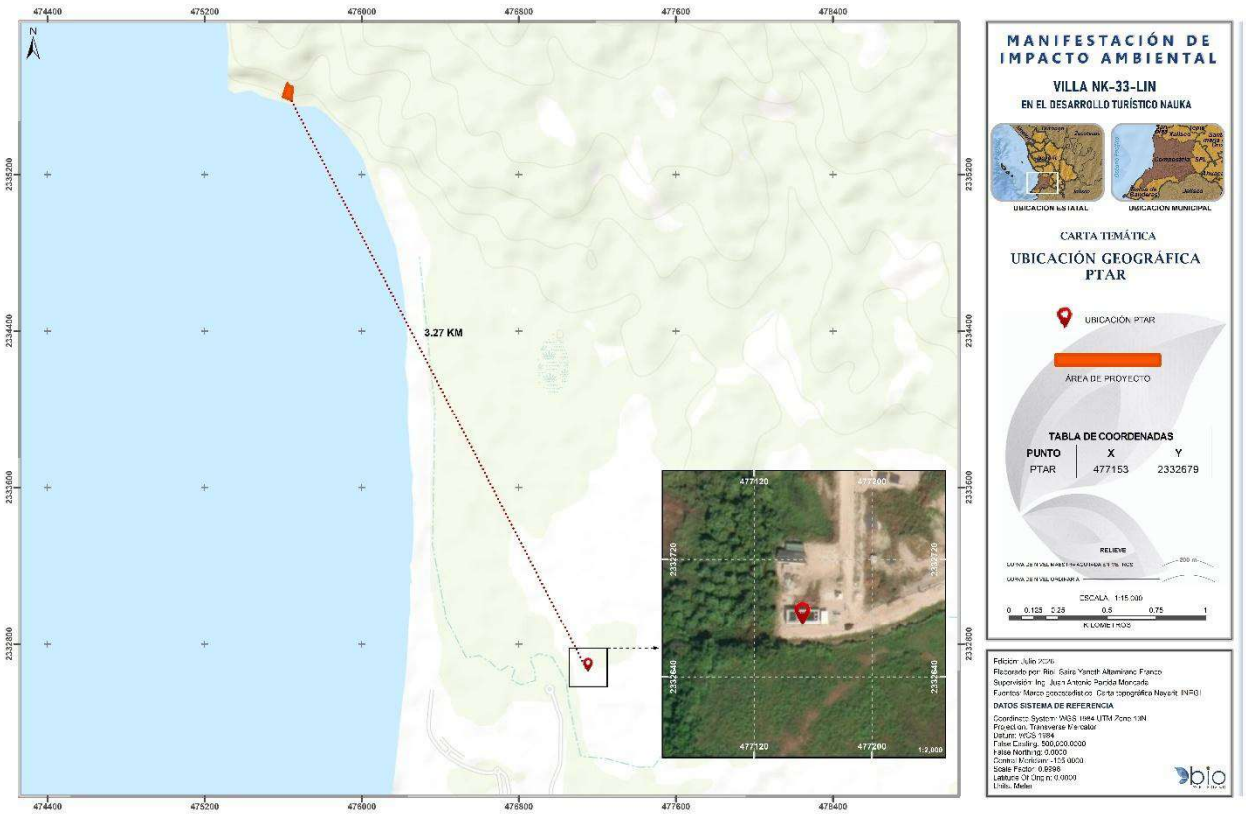


Figura I.13. Ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales del complejo turístico en relación al proyecto constructivo.

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular (MIA-P)

Del proyecto:

Construcción de la Villa NK-33-LIN,

en la Zona Cliff Estates del Desarrollo Turístico Nauka.

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIAL AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DEL SUELO

Promovente:

VIVIANA ALVAREZ VEGA

CONTENIDO

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIAL AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DEL SUELO 5

II.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE 6

II.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico 9

II.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (GENERAL DEL TERRITORIO, REGIONAL, LOCAL Y MARINO) 11

II.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (ámbito general/nacional) 11

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional (ámbito marino) 11

II.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional (ámbito estatal/regional) 12

II.2.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local 13

II.3. PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO 13

II.4. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 15

II.4.1. Áreas Naturales Protegidas Identificadas 15

II.4.2. Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación (ADVCs) 22

II.4.3. Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) 23

II.4.4. Regiones Prioritarias para la Biodiversidad 24

II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS 31

II.6. VINCULACIÓN CON OTROS INSTRUMENTOS JURIDICOS APLICABLES A LA OBRA O ACTIVIDAD DE ACUERDO A LO INDICADO EN LOS ANEXOS POR SECTOR 34

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura II.1. Áreas Naturales Protegidas Federales y su distancia a que se encuentra del proyecto..... 17
Figura II.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales y su distancia a que se encuentra del proyecto 20
Figura II.3. Ubicación del proyecto respecto a la RTP 25
Figura II.4. Ubicación del proyecto respecto a la RMP 26
Figura II.5. Ubicación del proyecto respecto a la RHP 27
Figura II.6. Ubicación del proyecto respecto a las AICAs 29
Figura II.7. Ubicación del proyecto respecto a los Sitios Ramsar 30
Figura II.8. Desglose de Superficies correspondiente al Lote 33 del proyecto Villa NK-33-LIN dentro del desarrollo Nauka 37
Figura II.9. Plano de alzado/fachadas del Lote 33 del proyecto Villa NK-33-LIN dentro del desarrollo Nauka. 38

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla II.1. Distancias de la Áreas Naturales Protegidas respecto al proyecto 15
Tabla II.2. Áreas Naturales Protegidas (ANP) – verificación cuantitativa SIGEIA. 19
Tabla II.3. Regiones prioritarias para la biodiversidad (RTP, RMP, RHP) – verificación cuantitativa SIGEIA. 20
Tabla II.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y Sitios Ramsar – verificación cuantitativa SIGEIA. 21
Tabla II.5. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs) conforme al análisis SIGEIA (2026). 22
Tabla II.6. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) conforme al análisis SIGEIA (2026). 23
Tabla II.7. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs) conforme al análisis SIGEIA (2026) 24
Tabla II.8. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Regiones Marinas Prioritarias (RMPs) conforme al análisis SIGEIA (2026). 26
Tabla II.9. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs) conforme al análisis SIGEIA (2026). 27
Tabla II.10. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) conforme al análisis SIGEIA (2026). 28
Tabla II.11. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Sitios Ramsar conforme al análisis SIGEIA (2026). 30

Tabla II.12. Desglose de Superficies correspondiente al Lote 33 del proyecto Villa NK-33-LIN dentro del desarrollo Nauka dentro del desarrollo Nauka. 36
Tabla II.13. Parámetros por tipo de obras y actividades..... 37
Tabla II.14. Parámetros urbanos establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Costa Canuva y verificación de cumplimiento del proyecto. 39

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIAL AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DEL SUELO

Ficha técnica de referencia

Tipo de obra: Desarrollo inmobiliario habitacional (residencia de dos niveles) que afecta un ecosistema costero, conforme al artículo 5°, fracción Q, del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. El centroide del polígono se ubica en 21.121572° N, -105.234703° W, (WGS 1984, UTM Zona 13N), zona costera de La Peñita de Jaltemba, municipio de Compostela, Nayarit (corredor Riviera Nayarit). Superficie total a intervenir: 1,342 m^2 con de deshierve y con derribo de 18 individuos de *Attalea cohune* (sin. *Orbignya guacuyule*). Modalidad: Manifestación de Impacto Ambiental Particular. Inversión estimada: $136,600,809.43 M.N.

El presente capítulo desarrolla, de manera separada e independiente para cada instrumento solicitado, (a) las disposiciones y restricciones jurídicas y técnicas aplicables al Proyecto y (b) el análisis de congruencia o cumplimiento del Proyecto respecto de dicho instrumento —incluyendo los argumentos jurídico-técnicos y las acciones concretas mediante las cuales el Proyecto se ajustará a sus disposiciones—. Al final se incorpora un apartado de vinculación con otros ordenamientos jurídicos aplicables a la obra, así como las referencias documentales.

Nota metodológica: la ubicación del predio fue determinada mediante la conversión de las coordenadas proyectadas proporcionadas (UTM Zona 13N, WGS 1984) a coordenadas geográficas, resultando en 21.121572° N, -105.234703° W, punto que se localiza en la franja costera del municipio de Compostela, Nayarit, en las inmediaciones de La Peñita de Jaltemba y Rincón de Guayabitos.

II.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Disposiciones y restricciones aplicables

La LGEEPA es la ley marco de la política ambiental nacional y el fundamento de todo el sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en México. Al Proyecto le resultan aplicables, entre otras, las siguientes disposiciones:

- Artículo 1°, fracciones I, III, IV y V: fija como objeto de la Ley garantizar el derecho a un ambiente sano y establecer las bases para la preservación, restauración y mejoramiento del ambiente, así como la evaluación del impacto ambiental de obras y actividades, y la preservación y protección de la biodiversidad, criterios que enmarcan cualquier desarrollo inmobiliario en zona costera.
- Artículo 3°, fracción XX: define «impacto ambiental» como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza, definición aplicable al desmonte, despalme y edificación previstos por el Proyecto.
- Artículo 5°, fracción X, y artículo 28: reservan a la Federación, por conducto de la SEMARNAT, la evaluación en materia de impacto ambiental de las obras y actividades señaladas en el artículo 28, entre ellas (fracción X) las obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales, y (fracción XI) los cambios de uso del suelo de áreas forestales y selvas, supuestos ambos potencialmente concurrentes con un desarrollo inmobiliario costero con remoción de vegetación forestal.
- Artículo 30: obliga a quien pretenda realizar alguna de las obras o actividades del artículo 28 a presentar ante la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental (MIA), describiendo los posibles efectos al o los ecosistemas de que se trate.
- Artículos 34 y 35: regulan el procedimiento de evaluación, la posible consulta pública y los criterios que la Secretaría debe ponderar para resolver (condicionar, negar o autorizar),

incluyendo la congruencia del proyecto con los ordenamientos ecológicos y con las demás disposiciones aplicables en materia de asentamientos humanos.

- Artículo 35 Bis y 35 Bis 1: establecen el derecho de los particulares a la garantía y la responsabilidad solidaria del promovente por el cumplimiento de las condicionantes de la autorización.
- Artículos 79 a 87 Bis 2 (Título II, Capítulo III): disponen los criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, aplicables a las 18 palmeras *Attalea cohune* por remover y a la fauna asociada al predio.
- Artículo 98: fija los criterios ecológicos para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, entre ellos evitar la erosión, degradación y modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos, criterio relevante por tratarse de un predio en acantilado costero.
- Artículos 109, 111 y 117 a 133: establecen las bases para la prevención y control de la contaminación atmosférica y del agua, aplicables a las emisiones de la maquinaria de obra y a las descargas de aguas residuales del proyecto.
- Artículos 136 a 152 (en lo compatible con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, que reglamenta actualmente la materia): manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos generados durante la preparación del sitio y construcción.
- Artículos 155 a 159: previenen y controlan la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, aplicables a la etapa constructiva y a la operación de la vivienda.
- Artículo 170: faculta a la autoridad para ordenar medidas de seguridad cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico o daño grave a los recursos naturales.

Congruencia o cumplimiento del Proyecto

El Proyecto reconoce expresamente su condición de obra sujeta a evaluación federal de impacto ambiental y, en tal virtud, adopta las siguientes acciones de ajuste normativo:

- El promovente presentará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (Delegación Nayarit) la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad

particular, en cumplimiento de los artículos 28 y 30 de la LGEEPA, documento del cual el presente análisis de vinculación forma parte integrante (Capítulo IV de la MIA).

- Se acredita que el estudio se elaboró aplicando las mejores técnicas y metodologías disponibles, conforme a la declaración bajo protesta contenida en el propio expediente, en línea con el espíritu del artículo 35 de la LGEEPA.
- Respecto de la flora forestal (18 individuos de *Attalea cohune*), el Proyecto presenta la cuantificación de biomasa y el cálculo de residuos vegetales mediante la ecuación alométrica validada, y ya se gestionó -de manera concurrente y previa al derribo- la autorización de cambio de uso de suelo en terreno forestal ante la SEMARNAT, en términos del artículo 28, fracción XI de la LGEEPA, en vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (véase apartado 8).
- Para la prevención de la erosión del suelo (artículo 98 LGEEPA), el Proyecto prevé mantener la vegetación perimetral no afectada por el desplante de la construcción, así como obras de contención y manejo pluvial que se detallarán en el capítulo de medidas de mitigación de la MIA.
- El manejo de aguas residuales se sujetará a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001, NOM-002 y NOM-003-SEMARNAT (véase apartado 7), dando cumplimiento a los artículos 117 a 133 de la LGEEPA.
- El manejo de los residuos de la construcción (RCD) y de manejo especial se realizará conforme al Programa de Manejo de Residuos del Proyecto que se detallará en el capítulo en el que se detallan las acciones de vigilancia ambiental de la MIA y que se basa en la NOM-161-SEMARNAT-2011, en los términos exigidos por la LGEEPA y su legislación reglamentaria en materia de residuos.
- El Proyecto acepta, desde ahora, sujetarse a las condicionantes específicas que en su caso imponga la autoridad en la resolución de impacto ambiental, así como a rendir los informes de cumplimiento e inspecciones a que haya lugar (artículos 35 Bis, 160 y 161 LGEEPA).

II.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico

Disposiciones y restricciones aplicables

- **Artículo 5°, fracción Q:** sujeta a autorización previa de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental a los «desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros», entre ellos la construcción y operación de villas y desarrollos habitacionales que afecten dichos ecosistemas — supuesto en el cual el propio promovente ha encuadrado el Proyecto, según consta en el expediente técnico.
- **Artículo 9°:** distingue las modalidades de evaluación (informe preventivo o manifestación de impacto ambiental, particular o regional); al tratarse de una obra expresamente listada en el artículo 5°, no procede la vía de informe preventivo, sino la Manifestación de Impacto Ambiental.
- **Artículo 10:** define los supuestos para presentar la MIA en su modalidad regional (proyectos que formen parte de un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de una unidad de gestión ambiental, entre otros); dado que se trata de un lote individual dentro de un desarrollo inmobiliario ya subdivido y con infraestructura preexistente, corresponde la modalidad particular.
- **Artículos 11 y 12:** detallan el contenido mínimo de la MIA particular (datos generales, descripción del proyecto, vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables y con el uso del suelo, descripción del sistema ambiental, identificación y evaluación de impactos, medidas de mitigación, pronósticos ambientales, e identificación de los instrumentos metodológicos utilizados), estructura que el presente documento y el resto del expediente satisfacen.
- **Artículo 13:** fija en 60 días hábiles el plazo máximo con que cuenta la Secretaría para resolver una MIA particular, contado a partir de que se integre debidamente el expediente.
- **Artículos 17 y 18:** enuncian los tipos de resolución (autorización, autorización condicionada, o negativa) y las causales para negarla, entre ellas cuando el proyecto contravenga las disposiciones de un ordenamiento ecológico, de las Normas Oficiales Mexicanas, o de las declaratorias de áreas naturales protegidas.

- **Artículos 44 a 48**: regulan la consulta pública del proyecto (publicación en Gaceta Ecológica, posibilidad de solicitud de reunión pública de información), procedimiento aplicable de oficio o a solicitud de parte interesada.
- **Artículo 58**: dispone que la Secretaría podrá exigir el establecimiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condicionantes impuestas en la autorización cuando se trate de obras que impliquen riesgos graves para los ecosistemas.

Congruencia o cumplimiento del Proyecto

- El promovente encuadra correctamente al Proyecto en el supuesto del artículo 5°, fracción Q, reconociendo la necesidad de autorización previa en materia de impacto ambiental antes de iniciar cualquier obra, en cumplimiento del principio de prevención que rige la EIA.
- El expediente se integra en la modalidad de MIA particular conforme a los artículos 9° a 12, incorporando los capítulos exigidos: datos generales del proyecto y del promovente, descripción de obras y actividades (incluidas las temporales), vinculación con los instrumentos de planeación (el presente documento), descripción del sistema ambiental, identificación de impactos y medidas de mitigación, y cálculo de residuos y de biomasa vegetal a remover.
- El Proyecto se abstendrá de dar inicio a cualquier obra de preparación del sitio, desmonte o construcción hasta contar con la resolución favorable de la SEMARNAT, dando cumplimiento al carácter previo de la autorización (artículos 28 y 30 LGEEPA, y 5° del REIA).
- En caso de que la autoridad determine procedente una reunión pública de información o de que un tercero interesado la solicite, el promovente facilitará la información técnica correspondiente conforme a los artículos 44 a 48 del REIA.
- El promovente manifiesta su disposición a aceptar y ejecutar las condicionantes técnicas que en su caso se impongan en la resolución (autorización condicionada), así como a constituir las garantías que llegara a requerir la autoridad conforme al artículo 58, particularmente en lo relativo a la restauración de la cobertura vegetal y a la protección del talud costero.

II.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (GENERAL DEL TERRITORIO, REGIONAL, LOCAL Y MARINO)

II.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (ámbito general/nacional)

Disposiciones aplicables: el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado por la SEMARNAT, establece la política ambiental a nivel macro-regional para todo el territorio nacional mediante unidades de gestión ambiental de carácter general, orientando -sin determinar usos de suelo parcelarios- las vocaciones productivas y de conservación del país. El predio se ubica dentro de la región funcional del Pacífico Centro-Occidente, con vocación mixta de aprovechamiento turístico y conservación de ecosistemas costeros.

Congruencia o cumplimiento: por su escala y naturaleza (villa, 2,210.233 m^2), el Proyecto no es de los que el POEGT regula de manera directa o determinante; no obstante, es congruente con la política general del instrumento en tanto no promueve un cambio de vocación regional, se ubica dentro de un desarrollo turístico-residencial ya consolidado y no incide en las Unidades de Gestión Ambiental de conservación estricta identificadas a nivel nacional para la costa de Nayarit. El promovente adoptará como criterio rector la compatibilización de la actividad turístico-habitacional con la conservación de los servicios ambientales costeros, en línea con las disposiciones generales del POEGT.

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional (ámbito marino).

Disposiciones aplicables: el Estado de Nayarit forma parte de los cinco estados coordinados en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (OEMGC), decretado el 29 de noviembre de 2006 y expedido el 15 de diciembre del mismo año, cuyo ámbito de regulación comprende las aguas marinas mexicanas del Golfo de California y una franja terrestre asociada, con el objetivo de orientar las actividades productivas —pesca, turismo y acuacultura— hacia zonas de mayor aptitud y menor impacto ambiental.

Congruencia o cumplimiento: el predio del Proyecto es de naturaleza terrestre (lote residencial en acantilado) y no contempla obras marítimas, de dragado, muelles o infraestructura que incida directamente en la zona marina regulada por el OEMGC. En tanto el Proyecto no desarrolla actividades pesqueras, acuícolas o de navegación, no se contrapone a las Unidades de Gestión Costera del ordenamiento marino. Como medida de diligencia, la SEMARNAT a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial verificará si la franja terrestre inmediata al predio se encuentra comprendida en la porción terrestre del OEMGC y, de no ser el caso, el promovente solicitará el dictamen de congruencia correspondiente antes del inicio de obras.

II.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional (ámbito estatal/regional).

Disposiciones aplicables: el municipio de Compostela cuenta con antecedentes de ordenamiento ecológico regional a través del «Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de los Municipios de Bahía de Banderas, Compostela y San Blas» (POER), instrumento tomado como referencia técnica para la planeación municipal, así como del proceso en curso del Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico Territorial de Nayarit (PEOET), impulsado por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado (SDS) y el CENITT-UAN como parte de la política de ordenamiento territorial y ecológico estatal derivada del Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027. Estos instrumentos regionales asignan a cada Unidad de Gestión Ambiental (UGA) una política ambiental (aprovechamiento, conservación, protección o restauración) y los criterios de regulación ecológica correspondientes.

Congruencia o cumplimiento: dado que, a la fecha de este análisis, el Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico Territorial de Nayarit se encuentra en fase de publicación de sus documentos técnicos, no se cuenta con información sobre la Unidad de Gestión Ambiental que corresponda al predio, Sin embargo al contarse con un programa parcial de desarrollo, este proceso se deberá de omitir, es decir no será necesario realizar el trámite estatal de «dictamen de factibilidad» previsto en la normativa de servicios de la Secretaría de Desarrollo Sustentable. Por tanto, el Proyecto se ajusta como criterio precautorio a una política de aprovechamiento turístico de baja densidad compatible con la conservación del ecosistema costero, evitando el desmonte fuera del polígono estrictamente necesario para el desplante de la construcción.

II.2.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local

Disposiciones aplicables: el municipio de Compostela cuenta con un ejercicio de ordenamiento ecológico local (primera versión), en un proceso de elaboración y actualización coordinado por la SDS estatal conforme al Reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Nayarit en Materia de Ordenamiento Ecológico, que atribuye a los municipios la gestión de los procesos de ordenamiento ecológico de carácter local.

Congruencia o cumplimiento: al no encontrarse plenamente publicado y vigente un Programa de Ordenamiento Ecológico Local específico y georreferenciado para la zona de La Peñita de Jaltemba a la fecha de este análisis, el instrumento de mayor especificidad y vigencia aplicable a nivel local es el Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada La Peñita de Jaltemba-Rincón de Guayabitos-Los Ayala, de naturaleza mixta urbano-ecológica, el cual se analiza y vincula en el apartado 4 de este capítulo (Programas de Desarrollo Urbano). El promovente dará seguimiento a la publicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Compostela y, en su caso, el Desarrollo Turístico Nauka tramitará la constancia de compatibilidad correspondiente una vez que dicho instrumento entre en vigor.

II.3. PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO

Disposiciones y restricciones aplicables

Al predio le resultan aplicables, en orden de escala, los siguientes instrumentos de planeación urbana:

- **Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Compostela, Nayarit:** instrumento rector municipal que reconoce como antecedentes el «Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Nuevo Vallarta-Compostela-San Blas» y el «Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de los Municipios de Bahía de Banderas, Compostela y San Blas» (POER), y clasifica a la franja costera —incluida la conurbación La Peñita de Jaltemba-Rincón de Guayabitos-Los Ayala— como área de aprovechamiento turístico, orientada a la preservación ecológica, el impulso a la costa y el fomento de un turismo de alto nivel y baja densidad.

- **Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada La Peñita de Jaltemba-Rincón de Guayabitos-Los Ayala:** instrumento de planeación de centro de población que delimita los usos de suelo (habitacional, turístico-habitacional, de preservación ecológica, equipamiento) y los parámetros normativos (densidad, coeficiente de ocupación y utilización del suelo -COS y CUS-, altura máxima, restricciones frontales, laterales y de acantilado o cauce, si aplica) para la zona en que se ubica el predio.
- **Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Nayarit**: dispone en su artículo 6° que las acciones e inversiones de particulares en el territorio estatal deben mantener congruencia con los programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano vigentes.
- **Reglamento de Construcción y normatividad de fraccionamientos del municipio de Compostela (Ley de Fraccionamiento y Acciones de Urbanización del Estado de Nayarit):** regula los requisitos técnicos de licencia de construcción, alineamiento y factibilidad de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica) para desarrollos dentro de fraccionamientos ya autorizados, como es el caso del desarrollo Nauka/Cliff Estates.

Congruencia o cumplimiento del Proyecto

- El Proyecto se ubica dentro de un desarrollo inmobiliario (Nauka, Lote 33, Cliff Estates) que cuenta ya con vialidades, red de agua potable, drenaje y suministro eléctrico, lo que denota un fraccionamiento previamente autorizado por la autoridad municipal bajo un uso de suelo turístico-residencial, congruente con la vocación de «área de aprovechamiento turístico» asignada por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Compostela a la franja costera de La Peñita de Jaltemba.
- Previo al inicio de obras, el promovente obtendrá o exhibirá ante la SEMARNAT la constancia de uso de suelo/alineamiento y la licencia de construcción expedidas por la autoridad municipal de desarrollo urbano de Compostela, documentos que acreditan formalmente la congruencia del Proyecto con el Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada La Peñita de Jaltemba-Rincón de Guayabitos-Los Ayala.
- El diseño arquitectónico de la Villa NK-33-LIN (edificio principal de dos niveles) se ajustará a los parámetros de altura, densidad y restricciones de construcción (COS/CUS) fijados

para el polígono en el plan de centro de población aplicable, y a las restricciones de colindancia con el frente de acantilado que, en su caso, imponga el reglamento municipal de construcción por razones de estabilidad de talud y seguridad estructural.

- Las obras temporales (caseta de vigilancia, almacén, oficina móvil y comedor de obra) se instalarán y retirarán en los términos y plazos descritos en el programa de obra, evitando afectaciones permanentes al entorno o a las áreas de uso común del desarrollo.
- El Proyecto no propone cambios de uso de suelo urbano (de conservación a habitacional, o de baja a alta densidad) respecto de lo ya previsto en los instrumentos de desarrollo urbano vigentes para el lote, por lo que no se requiere modificación o actualización de dichos planes para dar cabida al Proyecto.

II.4. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Método de análisis

Este numeral se elaboró a partir de fuentes públicas (decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación, separatas de la CONANP y cartografía de referencia además del empleo del visor SIGEIA de SEMARNAT. La distancia reportada para la Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo-Río Ameca es una aproximación cualitativa (colindancia/proximidad inmediata) y no una medición geodésica exacta al límite del polígono.

II.4.1. Áreas Naturales Protegidas Identificadas

A partir de la revisión de las ANP existentes en la región de la Riviera Nayarit y su cercanía respecto al centroide del Proyecto (21.121572° N, -105.234703° W), se obtuvo lo siguiente:

Tabla II.1. Distancias de la Áreas Naturales Protegidas respecto al proyecto

Área Natural Protegida	Tipo de decreto y año	Distancia al centroide (línea recta)
Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo-Río Ameca	Decreto estatal (Reserva de la Biosfera Estatal Sierra de Vallejo),	Muy próxima al predio 5.61 km.

Área Natural Protegida	Tipo de decreto y año	Distancia al centroide (línea recta)
	Periódico Oficial de Nayarit, 1 de diciembre de 2004. Ampliada y recategorizada a nivel federal mediante Decreto de Reserva de la Biosfera, DOF, 8 de enero de 2024.	
Parque Nacional Islas Marietas	Decreto federal, Parque Nacional, DOF, 25 de abril de 2005.	56.13 Km
Santuario Playa Platanitos (protección de tortugas marinas)	Decreto federal, Santuario, DOF, 29 de octubre de 2002.	13.95 Km
Parque Nacional Isla Isabel	Decreto federal, Parque Nacional, DOF, 8 de diciembre de 1980.	104.21 Km
Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit	Decreto federal, Reserva de la Biosfera, DOF, 12 de mayo de 2010.	73.29 Km

Fuentes: Diario Oficial de la Federación (decretos citados); CONANP, separatas oficiales de áreas naturales protegidas (conanp.gob.mx); Gobierno del Estado de Nayarit, decreto de la Reserva de la Biosfera Estatal Sierra de Vallejo (2004).

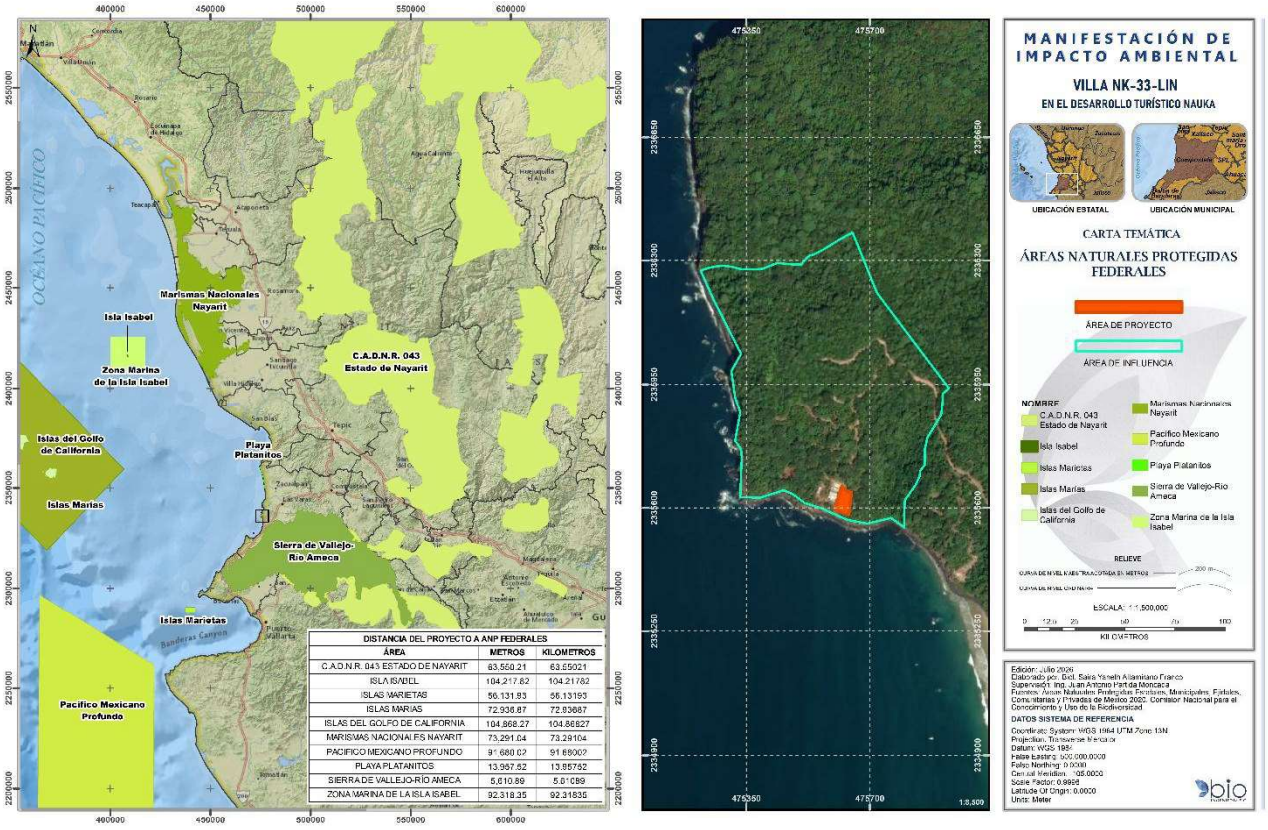


Figura II.1. Áreas Naturales Protegidas Federales y su distancia a que se encuentra del proyecto

En razón de que el predio o su área de influencia inmediata no se ubicará dentro de la poligonal de alguna área natural protegida, no resultan aplicables, entre otras, las siguientes restricciones: (i) sujeción a la zonificación y subzonificación que establezca su Programa de Manejo; (ii) necesidad de opinión previa favorable de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) dentro del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, conforme al artículo 28, párrafo segundo, de la LGEEPA y al artículo 5°, fracción XI, del REIA; y (iii) prohibición absoluta de nuevas obras dentro de zonas núcleo.

Congruencia o cumplimiento del Proyecto

- El predio del Proyecto se localiza en la franja costera de baja elevación de La Peñita de Jaltemba (acantilado sobre el nivel del mar), en tanto que la Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo-Río Ameca protege primordialmente los ecosistemas de bosque templado, bosque mesófilo de montaña y selva mediana/baja caducifolia de la sierra homónima y de la cuenca alta y media del río Ameca, de mayor elevación y ubicados tierra adentro respecto

de la costa. Con base en la información cartográfica que se generó, el predio no se ubica dentro de las zonas núcleo ni de amortiguamiento identificadas para dicha reserva.

- No obstante lo anterior, y como medida de diligencia jurídica y técnica, en caso de que se le solicite, el promovente pedirá a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (a través del Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación -SIMEC-, o mediante consulta formal a la Dirección del ANP) la constancia de no afectación o, en su caso, el dictamen de ubicación del predio respecto de la poligonal oficial georreferenciada de la Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo-Río Ameca, en caso de que la autoridad así lo determine, previo al inicio de cualquier obra.
- En el supuesto —no esperado conforme al análisis anterior— de que la autoridad determinara que el predio se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva, el Proyecto se comprometería a tramitar la opinión técnica de la CONANP dentro del procedimiento de los estudios de impacto ambiental y a ajustar sus obras y actividades a lo permitido para la subzona correspondiente, absteniéndose en todo caso de intervenir cualquier área que llegara a corresponder a zona núcleo.
- Respecto de las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), no se identificó, una ADVC formalmente inscrita ante la CONANP (artículos 55 a 58 de la LGEEPA y Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas) que comprenda el predio o al Desarrollo Nauka. Como medida voluntaria de buena práctica ambiental y de compensación, el Desarrollo ya ha destinado una porción de sus terrenos a la conservación de la vegetación nativa remanente, lo cual podría, en su caso, formalizarse en el futuro mediante el certificado respectivo ante la CONANP.

Verificación cuantitativa complementaria mediante el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)

Con el objeto de homologar la metodología de este apartado con el estándar de análisis espacial actualmente empleado por la DGIRA-SEMARNAT y de robustecer la conclusión de no afectación alcanzada en el numeral 5.2, este apartado incorpora la verificación cuantitativa de incidencia (m^2) y cercanía (km) del polígono del Proyecto respecto de las siguientes categorías de instrumentos de conservación, mediante la carga directa de la geometría georreferenciada del

Proyecto (vértices UTM Zona 13N/WGS84 reportados en el numeral 2 del apartado 9 de este capítulo) en el visor SIGEIA de SEMARNAT (https://servicios.semarnat.gob.mx/sigeia-web/#/publico): Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales y estatales/municipales; Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC); Unidades de Manejo Ambiental (UMA); Regiones Terrestres Prioritarias (RTP); Regiones Marinas Prioritarias (RMP); Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP); Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA); y Sitios Ramsar.

Nota metodológica y estado de la verificación: Con base en el decreto federal del área natural protegida más cercana (Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo-Río Ameca) y en la ubicación del Proyecto dentro de la cuenca costera de Bahía de Banderas, el Proyecto presenta cercanía respecto de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) Sierra de Vallejo-Río Ameca y dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) Bahía de Banderas. Esto se apoya en las corridas SIGEIA (2026), con lo que se confirma de manera consistente la cercanía inmediata a la RTP 62 Sierra de Vallejo-Río Ameca y dentro de la RMP 22 Bahía de Banderas, así como la ausencia de incidencia en UMA, AICA y Sitios Ramsar; además, la UMA El Jardín del Jaguar, registrada en el municipio de Compostela, es un elemento regional relevante para este apartado, pero lejana al proyecto.

Tabla II.2. Áreas Naturales Protegidas (ANP) – verificación cuantitativa SIGEIA.

Área Natural Protegida	Incidencia (m^2)	Cercanía (km)
Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo–Río Ameca	Sin incidencia	5.61
Otras ANP federales/estatales en el ámbito regional (Sierra de Vallejo)	Sin incidencia	5.02

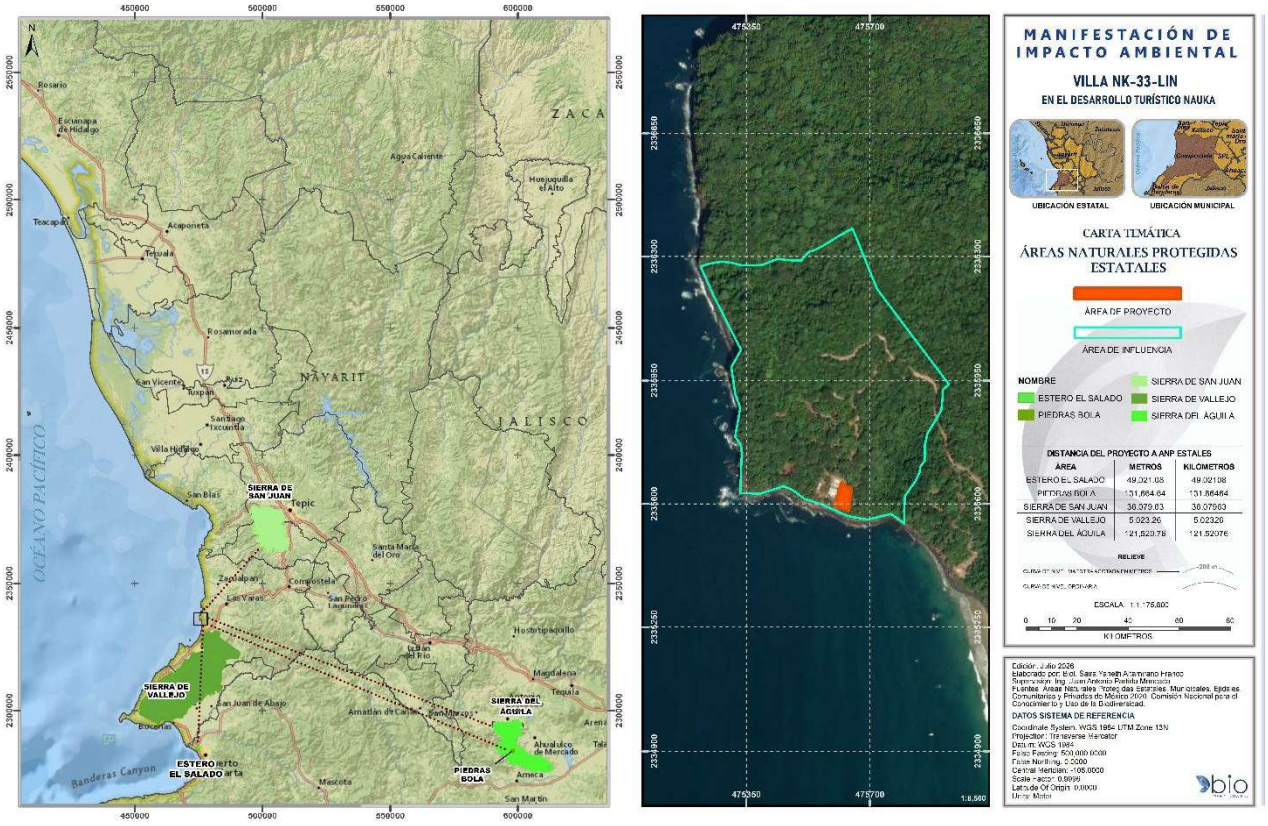


Figura II.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales y su distancia a que se encuentra del proyecto

Tabla II.3. Regiones prioritarias para la biodiversidad (RTP, RMP, RHP) – verificación cuantitativa SIGEIA.

Región prioritaria	Incidencia (m^2)	Cercanía (km)
Región Terrestre Prioritaria (RTP) Sierra de Vallejo–Río Ameca	2,210.233	Dentro de ella
Región Marina Prioritaria (RMP) Bahía de Banderas	2,210.233	Dentro de ella
Región Hidrológica Prioritaria (RHP) San Blas-La Tobara	Sin incidencia	16.89

Tabla II.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y Sitios Ramsar – verificación cuantitativa SIGEIA.

Instrumento	Incidencia (m^2)	Cercanía (km)
Reserva Ecológica Sierra de San Juan	Sin incidencia	38.11
Sitio Ramsar Islas Marietas	Sin incidencia	54.90

En congruencia con el criterio adoptado, a partir de que la corrida SIGEIA confirma no incidencia directa del polígono del Proyecto dentro de alguna de las categorías anteriores, no es necesario que el promovente ajuste el presente documento incorporando el análisis de vinculación específico correspondiente y, las medidas de prevención, mitigación y compensación adicionales.

II.4.2. Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación (ADVCs)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de polígonos de declaratoria de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs). Por otro lado, las ADVCs más cercanas al proyecto son Jalcote a 7.09 Km, Reserva de Pajaritos a 14.97 Km y Cerro del Negro a 18.66 Km. A continuación, se presenta la tabla sobre estas incidencias y cercanías.

Tabla II.5. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs) conforme al análisis SIGEIA (2026).

Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC)	Incidencia (m^2)	Cercanía (Km)
Jalcote	-----	7.09
Reserva Pajaritos	-----	14.97
Cerro del Negro	-----	18.66



II.4.3. Unidades de Manejo Ambiental (UMAs)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de polígonos autorizados como Unidades de Manejo Ambiental (UMAs). A continuación, se presenta la tabla sobre estas incidencias y cercanías.

Tabla II.6. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) conforme al análisis SIGEIA (2026).

Unidades de Manejo Ambiental (UMAs)	Municipio	Superficie de la UMA (Ha)	Incidencia (m^2)	Cercanía (Km)
Ejido de Bella	Compostela	2,024.24	-----	12.67



II.4.4. Regiones Prioritarias para la Biodiversidad

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) desarrolló el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad con el fin de identificar áreas cuyas características físicas y bióticas promuevan la biodiversidad, considerando los campos terrestres, marinos e hidrológicos tal y como se muestra a continuación.

- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP);
- Regiones Marinas Prioritarias (RMP);
- Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP); y
- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

A continuación, se realiza el análisis de incidencia respecto a estas regiones prioritarias, así como también la distancia del proyecto respecto a estas.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El presente proyecto **PRESENTA** incidencia parcial dentro de la **RTP 62 Sierra Vallejo - Río Ameca**, mientras que no hay otras RTPs a menos de 10,000 m de cercanía. A continuación, se presenta la tabla sobre estas incidencias y cercanías.

Tabla II.7. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs) conforme al análisis SIGEIA (2026)

Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Sierra de Vallejo – Río Ameca	188.82	Parcialmente inmerso
Marismas Nacionales	0.00	43,400.93

Asimismo, en la siguiente figura se hace la representación gráfica de la ubicación del proyecto respecto a las RTP.

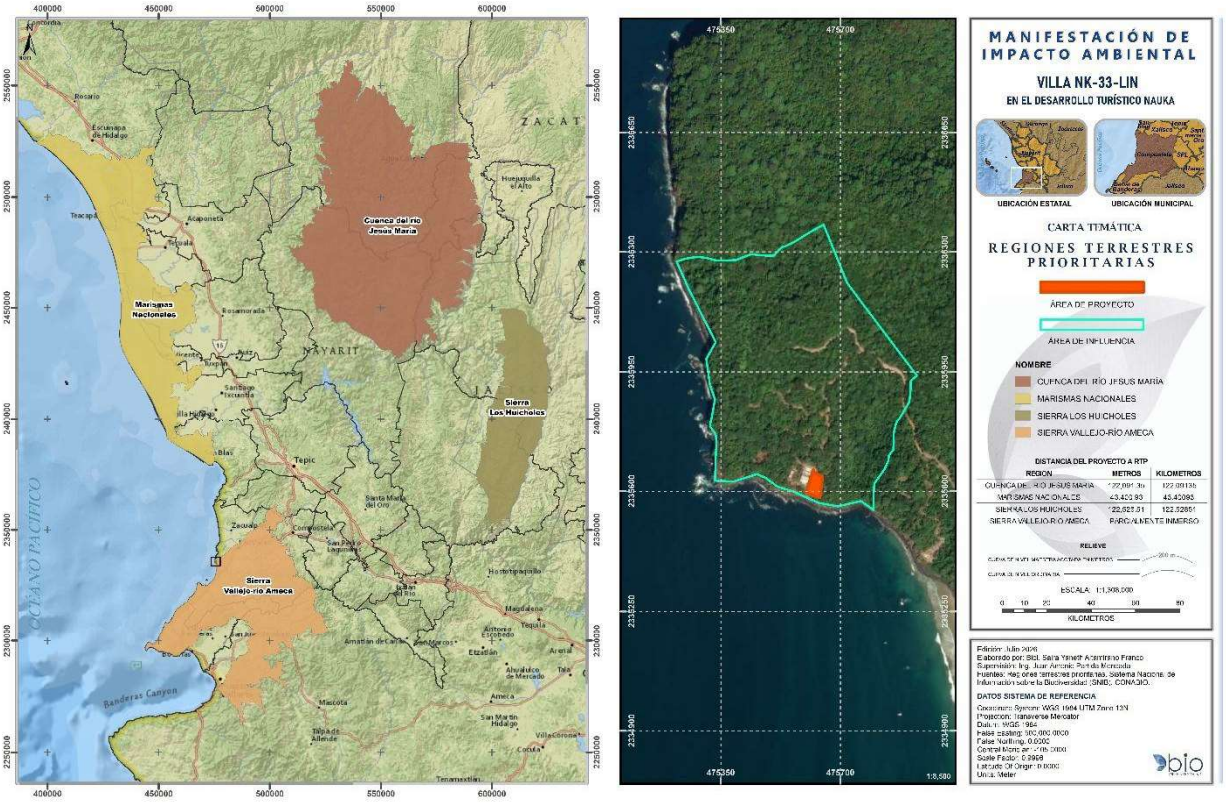


Figura II.3. Ubicación del proyecto respecto a la RTP

Vinculación: el presente proyecto incide parcialmente dentro de la RTP 62 Sierra de Vallejo - Río Ameca, en donde, como se ha mencionado antes, las principales problemáticas están relacionadas con la agricultura, ganadería y minería, así como con el tráfico de especies. Por ello, se resalta que este proyecto es de carácter turístico, en donde se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación con la finalidad no incrementar las problemáticas ya existentes dentro de esta Región Terrestre Prioritaria (RTP).

Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

El presente proyecto **PRESENTA** incidencia dentro de la **RMP 22 Bahía de Banderas** en una superficie de 2,210.23 m^2, mientras que no hay otras RMPs a menos de 10,000 m de cercanía. A continuación, se presenta la tabla sobre estas incidencias y cercanías.

Tabla II.8. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Regiones Marinas Prioritarias (RMPs) conforme al análisis SIGEIA (2026).

Regiones Marinas Prioritarias (RMPs)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Bahía de Banderas	2,210.23	Inmerso
Marismas Nacionales	0.00	35,878.59

Asimismo, en la siguiente figura se hace la representación gráfica de la ubicación del proyecto respecto a las RMP.

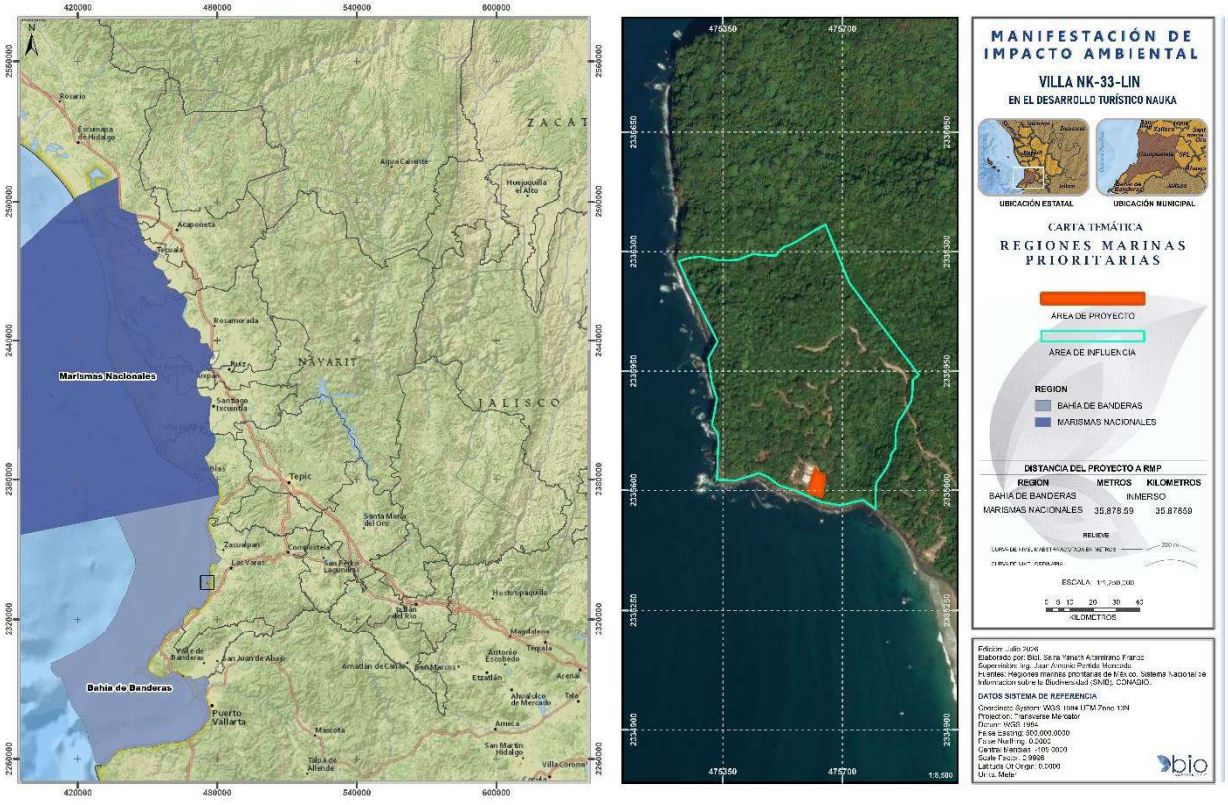


Figura II.4. Ubicación del proyecto respecto a la RMP

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de las superficies de agua continental o costera definida como Región Hidrológica Prioritaria. A continuación, se presenta la tabla de cercanías.

Tabla II.9. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs) conforme al análisis SIGEIA (2026).

Regiones Marinas Prioritarias (RMPs)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
San Blas – La Tovara	-----	16,489.91
Lagos-Cráter de Nayarit	-----	54,553.84
Río Baluarte-Marismas Nacionales	-----	58,852.35

Asimismo, en la siguiente figura se hace la representación gráfica de la ubicación del proyecto respecto a las RHP.

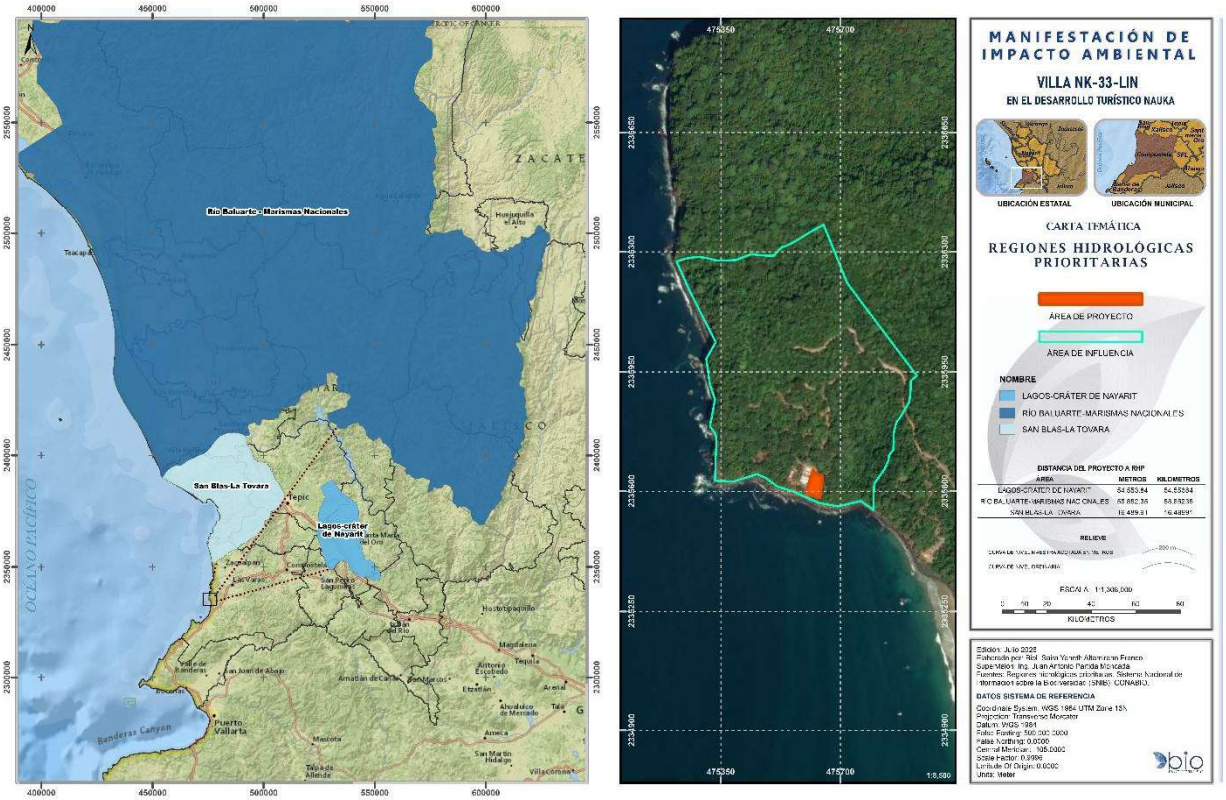


Figura II.5. Ubicación del proyecto respecto a la RHP

Vinculación: aunque el proyecto no incide en las RHP definidas, se resalta que este proyecto es de carácter turístico, en donde se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación con la finalidad no incrementar las problemáticas existentes en las RHP más próximas.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs). Por otro lado, las AICAs más cercanas al proyecto son la Reserva Ecológica Sierra de San Juan a 38,111.37 m y Marismas Nacionales a 41,254.35 m. A continuación, se presenta la tabla sobre estas incidencias y cercanías.

Tabla II.10. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Islas Marietas	-----	54,905.35
Reserva Ecológica Sierra de San Juan	-----	38,111.37
Marismas Nacionales	-----	41,254.35

Asimismo, en la siguiente figura se hace la representación gráfica de la ubicación del proyecto respecto a las AICAs.

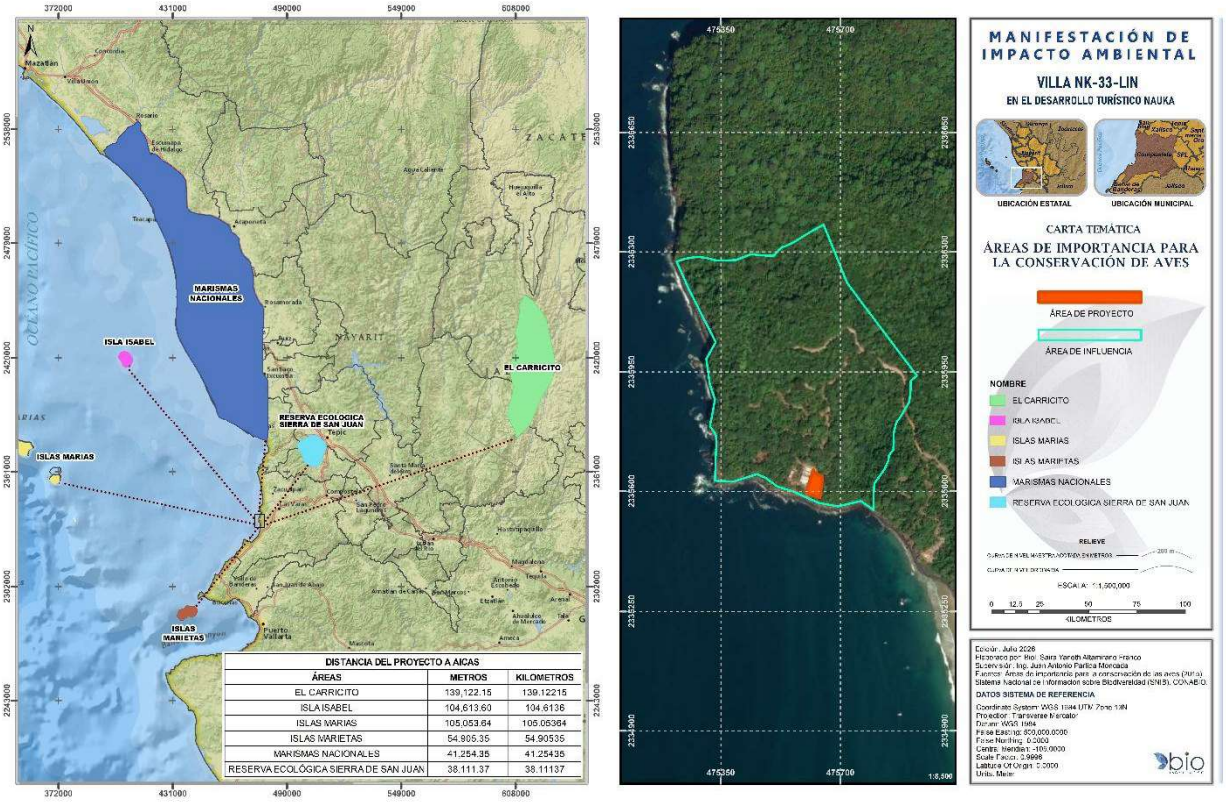


Figura II.6. Ubicación del proyecto respecto a las AICAs

Sitios Ramsar

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de Sitios Ramsar. Por otro lado, los más cercanos al proyecto son La Tovara y Marismas Nacionales. A continuación, se presenta la tabla sobre estas incidencias y cercanías.

Tabla II.11. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Sitios Ramsar conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Marismas Nacionales	-----	43,378.81
La Tovara	-----	43,823.35

Asimismo, en la siguiente figura se hace la representación gráfica de la ubicación del proyecto respecto a los Sitios Ramsar.

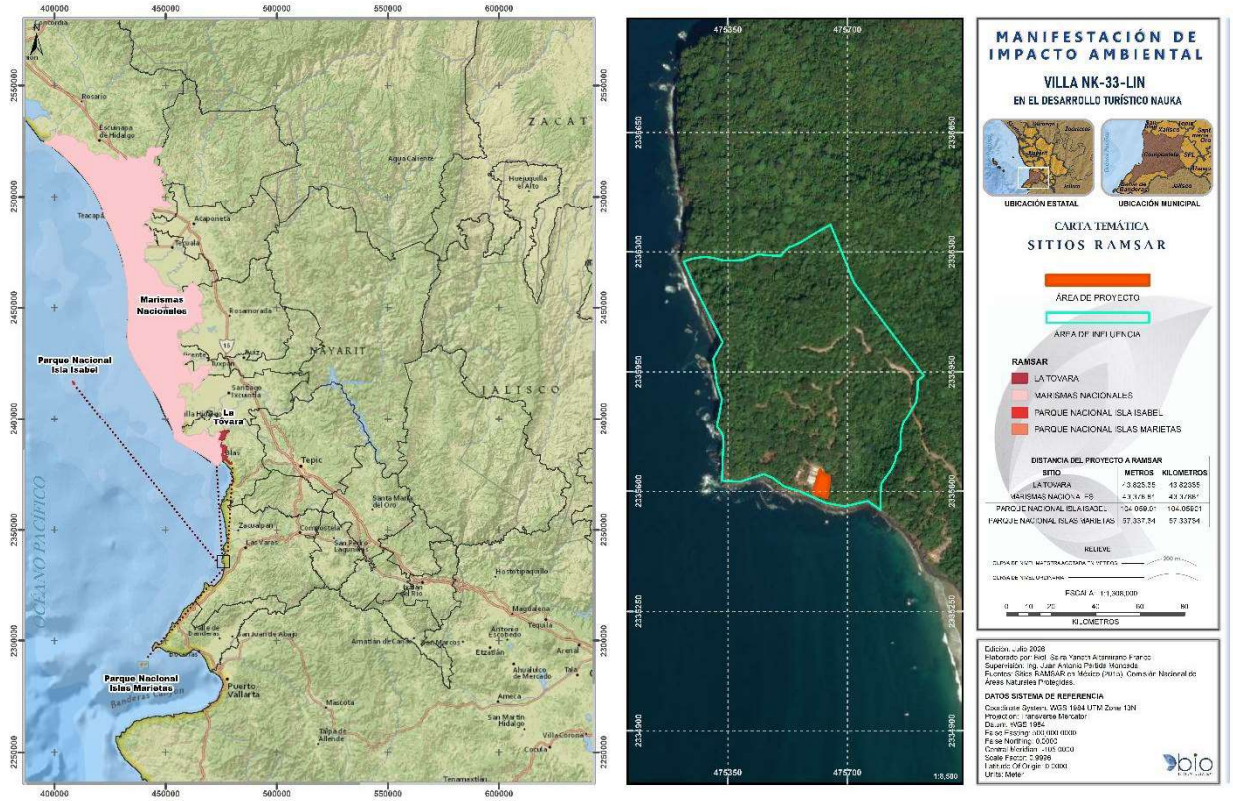


Figura II.7. Ubicación del proyecto respecto a los Sitios Ramsar

CONCLUSIONES:

Con base en el análisis SIGEIA, se identificó que el proyecto **NO INCIDE** dentro de Áreas Naturales Protegidas en todos sus niveles de jurisdicción, así como tampoco dentro de UMAs, RHP, AICAs ni Sitios Ramsar. En tanto, sí presenta incidencias dentro de RMPs y RTPs.

En ese sentido, se manifiesta que este proyecto está diseñado considerando criterios de sustentabilidad desde las primeras fases del proyecto. Asimismo, se ejecutarán medidas de prevención, mitigación y compensación con la finalidad de no provocar un desequilibrio ecológico en el marco de este proyecto y no aumentar las problemáticos en los sitios de importancia para la conservación tanto de incidencia como de los más cercanos.

II.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Disposiciones y restricciones aplicables

Del análisis de las características del Proyecto (obra civil costera, generación de residuos vegetales y de construcción, descargas de aguas residuales, aprovechamiento de agua para consumo humano y remoción de vegetación) se identifican como aplicables, entre otras, las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- NOM-001-SEMARNAT-1996: establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-002-SEMARNAT-1996: establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- NOM-003-SEMARNAT-1997: establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
- NOM-127-SSA1-2021: establece los límites permisibles de calidad del agua para uso y consumo humano, aplicable al suministro de agua potable de la vivienda.
- NOM-059-SEMARNAT-2010: establece las categorías de riesgo y especificaciones para la protección de especies nativas de flora y fauna silvestres; el promovente deberá verificar, previo al derribo, si *Attalea cohune* (sin. *Orbignya guacuyule*) se encuentra enlistada en el

Anexo Normativo III vigente de dicha norma, así como constatar la presencia de fauna silvestre enlistada asociada al predio, a efecto de aplicar, en su caso, el protocolo de ahuyentamiento y rescate correspondiente.

- NOM-161-SEMARNAT-2011: establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial (entre ellos los residuos de la construcción y demolición) y determina los que están sujetos a plan de manejo.
- NOM-052-SEMARNAT-2005: establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, aplicable a solventes, pinturas, aceites y demás residuos peligrosos que llegaran a generarse durante la construcción.
- NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994: establecen los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes móviles y fijas, respectivamente, aplicables a la maquinaria de construcción y a los equipos de climatización de la vivienda ya operando.
- NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017: establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases y humo, respectivamente, para vehículos e implementos que utilicen motores de combustión interna, aplicables a la maquinaria y transporte de materiales de la obra.
- NOM-044-SEMARNAT-2017: establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano y partículas provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible, aplicable a la maquinaria pesada de construcción y vehículos de carga con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kg que llegaran a emplearse en la obra.
- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012: establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y los lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación, aplicable en caso de derrames o fugas de combustibles y lubricantes de la maquinaria durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

- NOM-006-CNA-1997 (si el Proyecto llegara a contemplar un pozo de extracción de agua): establece las especificaciones y el método de prueba para determinar la estanqueidad de pozos, aplicable en caso de aprovechamiento de agua subterránea.
- NOM-015-ENER-2018, NOM-023-ENER-2018 y NOM-026-ENER-2015: normas de eficiencia energética de refrigeradores, aires acondicionados y equipos de flujo variable, ya consideradas expresamente por el promovente en el diseño de la climatización de la vivienda, según consta en el Capítulo I de este documento.

Congruencia o cumplimiento del Proyecto

- El Proyecto ya incorpora en su análisis técnico el cumplimiento proyectado de las NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997 en materia de descargas de aguas residuales, así como de la NOM-127-SSA1-2021 en materia de calidad del agua potable, con los cálculos de balance hídrico correspondientes.
- El promovente incorporó dentro de este documento, previo al derribo de las 18 palmeras *Attalea cohune*, el resultado de la consulta formal del listado vigente de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (y de sus modificaciones al Anexo Normativo III) para descartar o, en su caso, atender cualquier categoría de riesgo aplicable a la especie, así como realizar un recorrido de verificación de fauna silvestre previo al desmonte.
- La gestión de los residuos de manejo especial se sujetará a un plan de manejo elaborado conforme a la NOM-161-SEMARNAT-2011, que, en su momento, el Desarrollo Nauka pudiera implementar con el concurso de todos los moradores del Desarrollo Nauka. En todo caso, el promovente se compromete a incorporarse a esta iniciativa en el momento en que se implemente.
- Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se implementará un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria para dar cumplimiento a las NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017, así como horarios restringidos de operación de equipo ruidoso para observar los límites de las NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT- 1994.

Asimismo, el promovente incorporará al programa de mantenimiento de maquinaria la verificación de cumplimiento de la NOM-044-SEMARNAT-2017 para los vehículos y equipo pesado a diésel con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kg, y establecerá un procedimiento de atención inmediata a derrames de combustibles y lubricantes conforme a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, incluyendo el resguardo temporal de suelos afectados para su caracterización y, en su caso, remediación.

- En la etapa de operación, la vivienda incorporará equipos de refrigeración y climatización que cumplan con las NOM-015-ENER-2018, NOM-023-ENER-2018 y NOM-026-ENER-2015, según ya fue calculado y documentado en el Capítulo I, donde se determinó la eficiencia energética de los equipos que se emplearán en el Proyecto.

II.6. VINCULACIÓN CON OTROS INSTRUMENTOS JURIDICOS APLICABLES A LA OBRA O ACTIVIDAD DE ACUERDO A LO INDICADO EN LOS ANEXOS POR SECTOR

Metodología

Los valores de superficie que se presentan en la Tabla 1 se obtuvieron directamente del plano "Plano de Desglose de Superficies" (clave NK-33-DS, escala 1:100, elaborado el 03/06/2026), correspondiente al Lote 33 del proyecto Villa NK-33-LIN dentro del desarrollo Nauka. Los valores fueron verificados de forma cruzada: la suma de las superficies por planta (cuarto de máquinas, sótano, planta baja y planta alta) reproduce exactamente el total de construcción indicado en el plano (2,378.39 m^2), y la suma de las superficies permeables y no permeables reproduce exactamente la superficie total del terreno (2,210.33 m^2).

Los valores de superficie de la Tabla 4 se obtuvieron del plano "Plano de Desglose de Superficies" (clave NK-33-DS, escala 1:100, 03/06/2026). Los valores fueron verificados de forma cruzada: la suma de las superficies por planta (cuarto de máquinas 327.43 m^2 + sótano 914.50 m^2 + planta baja 602.86 m^2 + planta alta 533.60 m^2) reproduce exactamente el total de construcción del plano (2,378.39 m^2), y la suma de superficies permeables/no permeables reproduce exactamente la superficie total del terreno (2,210.233 m^2).

Verificación geométrica del instrumento aplicable: a partir de las coordenadas UTM (zona 13N) del polígono "Obra" del proyecto (vértices en X≈475,600–475,648, Y≈2,335,581–2,335,662) y del polígono que delimita el área de aplicación del Plan Parcial de Desarrollo Urbano Costa Canuva[1] (Cuadro 1 del propio Plan Parcial), se construyó y verificó computacionalmente que los cuatro vértices del polígono del proyecto se ubican dentro del polígono del PTI Costa Canuva, a una distancia de entre 172 y 227 metros de su límite más cercano. Esto confirma que el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Costa Canuva (Periódico Oficial del Estado de Nayarit, 18 de abril de 2018)[2] es el instrumento de planeación específico y vigente aplicable al predio, con precedencia sobre la zonificación general del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Compostela para esta área, en términos del artículo 263 fracción VI del Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo del Municipio de Compostela (2013)[3], que establece que el programa parcial de desarrollo urbano precisará la zonificación de un área específica.

Dado que el proyecto consiste en una vivienda residencial ("villa"), a continuación, se presentan los parámetros normativos de las tres subzonas de uso Turístico Residencial (TRB, TRM y TRA), que son las que explícitamente permiten "vivienda residencial" como uso específico permitido, y se muestra que el proyecto cumple con los límites de las tres, independientemente de cuál sea la subzona donde se ubica, que para nuestro caso corresponde a TRB.

[1] H. Ayuntamiento de Compostela, Nayarit. (2018). Plan Parcial de Desarrollo Urbano Costa Canuva, Municipio de Compostela, Nayarit (enero de 2018). Periódico Oficial del Estado de Nayarit, Tomo CCII, Número 077, Sección Tercera (18 de abril de 2018).

[2] H. Ayuntamiento de Compostela, Nayarit. (2018). Plan Parcial de Desarrollo Urbano Costa Canuva, Municipio de Compostela, Nayarit (enero de 2018). Periódico Oficial del Estado de Nayarit, Tomo CCII, Número 077, Sección Tercera (18 de abril de 2018).

[3] H. Ayuntamiento de Compostela, Nayarit. (2013). Reglamento de Zonificación y Usos del Suelo del Municipio de Compostela, Nayarit. Periódico Oficial del Estado de Nayarit, Tomo CXCIII, Número 117, Sección Octava (18 de diciembre de 2013).

Superficies por tipo de obras y actividades

Tabla II.12. Desglose de Superficies correspondiente al Lote 33 del proyecto Villa NK-33-LIN dentro del desarrollo N
desarrollo Nauka.

Polígono/predio	Obra/componente	Superficie por obra/componente (m²)	Superficie techada/edificada/construida (m²)	Superficie abierta/área libre (m²)	N.° de viviendas/ cuartos	Superficie de cambio de uso de suelo forestal/selvas/ zonas áridas (m²)	Sup per
Lote 33 (Villa NK-33-LIN)	Edificación (vivienda residencial: superficie de desplante)	780.286	2,378.39 (327.43 + 914.50 + 602.86 + 533.60)	0.000	1	780.286	0
Lote 33 (Villa NK-33-LIN)	Circulación vertical (exterior)	6.849	0.000	6.849	—	6.849	0
Lote 33 (Villa NK-33-LIN)	Andadores peatonales	13.899	0.000	13.899	—	13.899	0
Lote 33 (Villa NK-33-LIN)	Circulación vehicular	143.365	0.000	143.365	—	143.365	14
Lote 33 (Villa NK-33-LIN)	Área verde / permeable	1,265.831	0.000	1,265.831	—	—	1,2
Lote 33 (Villa NK-33-LIN)	TOTAL	2,210.230	2,378.39	1,429.944	1	944.399	1,4

Nota: la "superficie por obra/componente" corresponde a la huella (proyección en planta) de cada elemento, cuya suma reproduce la terreno. La "superficie techada/edificada/construida" corresponde a la suma de niveles construidos superpuestos a la misma huella, po al total de superficie del predio.

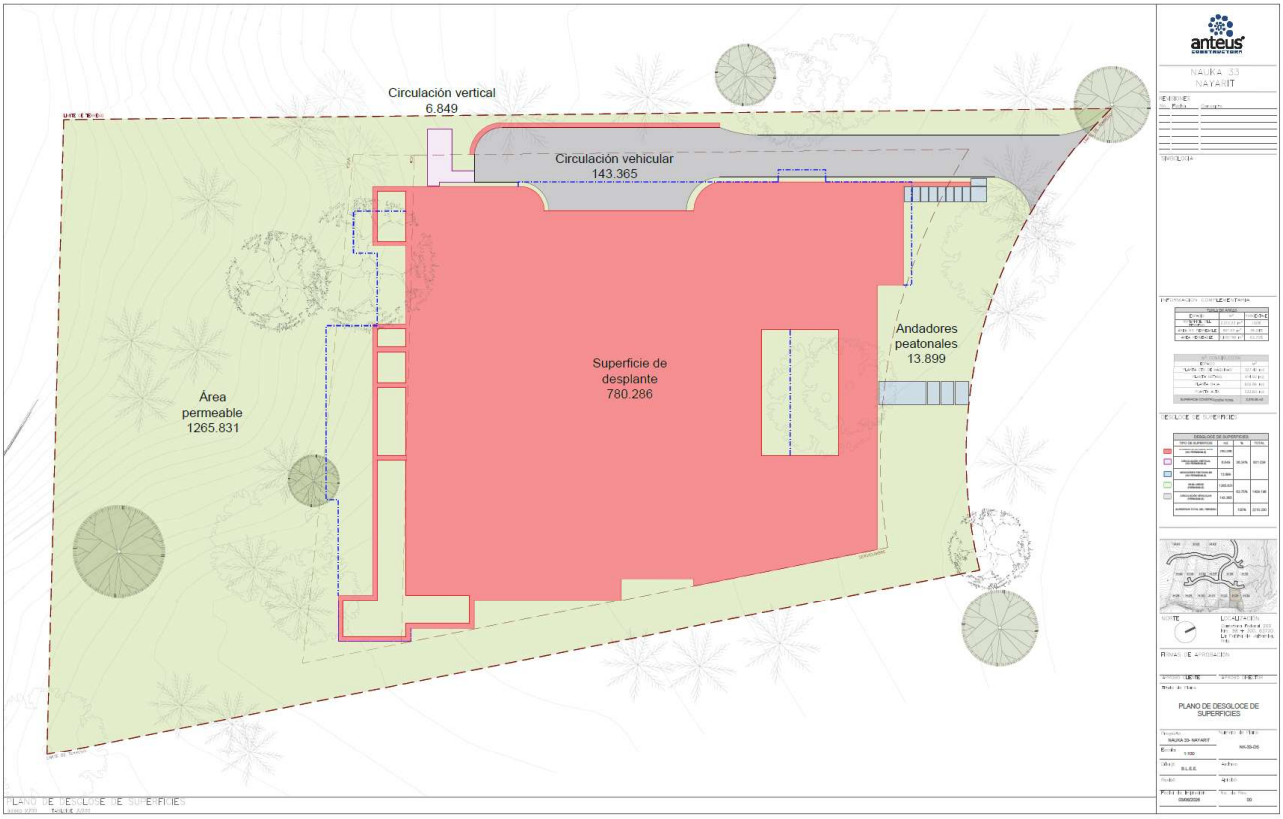


Figura II.8. Desglose de Superficies correspondiente al Lote 33 del proyecto Villa NK-33-LIN dentro del desarrollo Nauka

Parámetros urbanos por tipo de obras y actividades

Parámetros que presenta el proyecto (calculados a partir de los datos verificados del plano NK-33-DS).

Tabla II.13. Parámetros por tipo de obras y actividades.

Parámetro	Valor que presenta el proyecto	Cálculo
Uso	Turístico residencial (vivienda residencial)	Conforme al plano NK-33-DS: 1 villa (Villa NK-33-LIN)
Densidad	1 vivienda / 0.229 ha ≈ 4.37 viviendas/ha (a nivel de lote individual)	1 vivienda ÷ 0.2210230 ha
Superficie de lote	2,210.230 m²	Tomado del plano NK-33-DS

Parámetro	Valor que presenta el proyecto	Cálculo
COS (Coeficiente de Ocupación del Suelo)	0.34	780.286 m² (desplante) ÷ 2,210230 m²
CUS (Coeficiente de Utilización del Suelo)	1.04	2,378.39 m² (construcción total) ÷ 2,210.230 m²
Coeficiente de área permeable	0.65	1,488.827 m² ÷ 2,210.230 m²
Niveles / Altura	4 niveles (cuarto de máquinas, sótano, planta baja, planta alta)	Verificación en directo del plano correspondiente

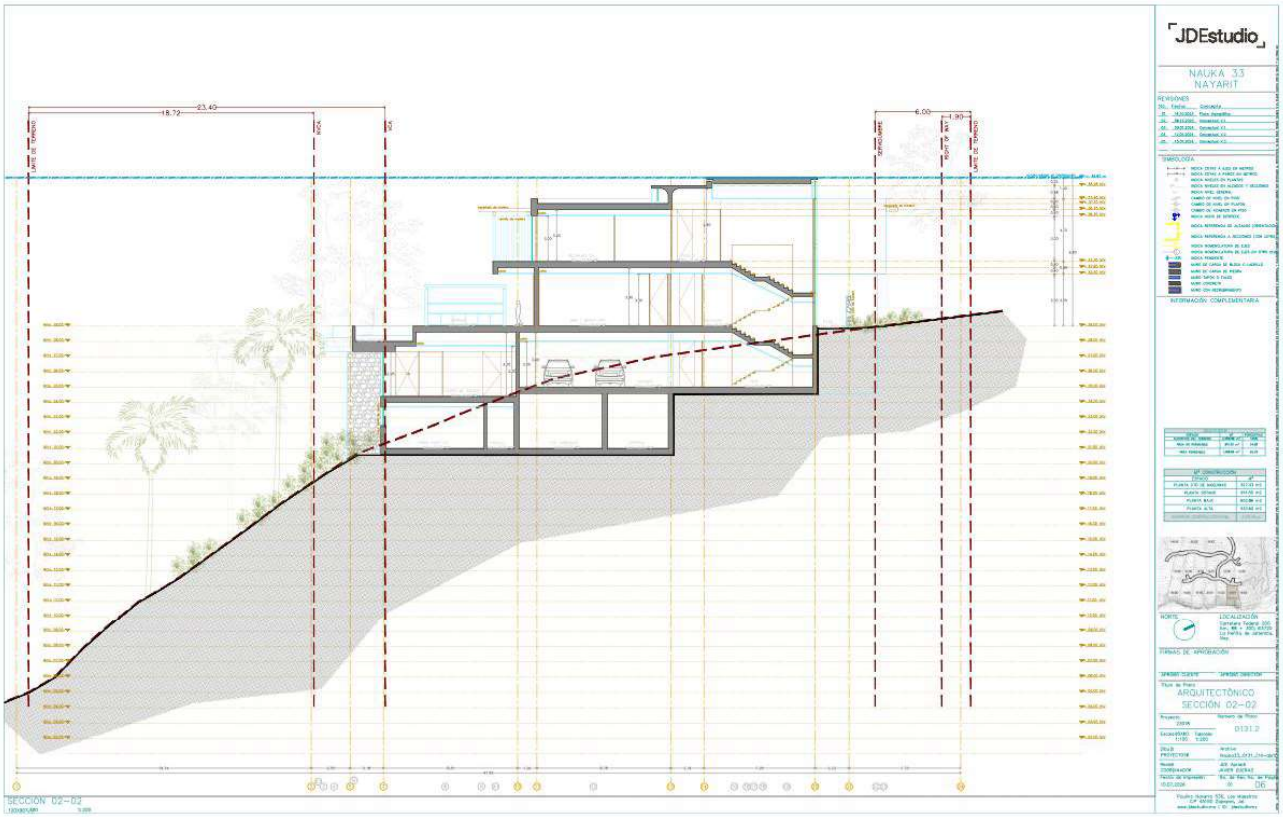


Figura II.9. Plano de alzado/fachadas del Lote 33 del proyecto Villa NK-33-LIN dentro del desarrollo Nauka.

Parámetros urbanos establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Costa Canuva (2018) para las subzonas de uso Turístico Residencial — únicas que permiten explícitamente "vivienda residencial" como uso específico permitido — y verificación de cumplimiento del proyecto se presentan a continuación.

Tabla II.14. Parámetros urbanos establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Costa Canuva y verificación de cumplimiento del proyecto.

Clave	Uso del suelo	Densidad máxima	COS máximo	CUS máximo	Niveles / Altura máx.	¿Proyecto cumple? (COS 0.34 / CUS 1.04)
TRB	Turístico Residencial Densidad Baja	50 viviendas/ha	0.5	5	10 niveles / 40 m	Cumple (0.34 < 0.5; 1.04 < 5)
TRM	Turístico Residencial Densidad Media	110 viviendas/ha	0.5	5	10 niveles / 40 m	Cumple (0.34 < 0.5; 1.04 < 5)
TRA	Turístico Residencial Densidad Alta	130 viviendas/ha	0.6	6	10 niveles / 40 m	Cumple (0.34 < 0.6; 1.04 < 6)

Fuente de la tabla normativa: Plan Parcial de Desarrollo Urbano Costa Canuva, Municipio de Compostela, Nayarit (enero de 2018), Mapa 17 "Zonificación secundaria del PTI Costa Canuva" y tablas de normatividad de las claves TRB, TRM y TRA. El proyecto cumple con los tres juegos de parámetros normativos de uso Turístico Residencial, por lo que la conclusión de congruencia de uso de suelo es válida.

CONCLUSIÓN

En conjunto, el Proyecto resulta jurídica y técnicamente congruente con el marco normativo ambiental y territorial vigente aplicable a la franja costera del municipio de Compostela, Nayarit, condicionado a: (i) la obtención de la autorización de impacto ambiental federal (LGEEPA/REIA); (ii) la obtención de la constancia municipal de uso de suelo y licencia de construcción; (iii) el

cumplimiento continuo de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Referencias

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025). Ley Federal de Responsabilidad Ambiental [Texto vigente, última reforma DOF 14 de noviembre de 2025]. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos [Texto vigente, última reforma DOF 14 de noviembre de 2025]. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFMZAAH.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018, 19 de febrero). Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría de Salud. (2013, 10 de septiembre). Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley General de Vida Silvestre [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley de Aguas Nacionales [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley General de Cambio Climático [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley General de Bienes Nacionales [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2024, 13 de enero). Con la Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo-Río Ameca se protegen bosques y selvas en Nayarit y Jalisco [Comunicado de prensa]. Gobierno de México. https://www.gob.mx/conanp/prensa/con-la-reserva-de-la-biosfera-sierra-de-vallejo-rio-ameca-se-protegen-bosques-y-selvas-en-nayarit-y-jalisco-355398

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2025). Sierra de Vallejo-Río Ameca [Ficha informativa]. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC). https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=226&reg=6

Diario Oficial de la Federación. (2024, 8 de enero). Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de reserva de la biosfera, la Sierra de Vallejo-Río Ameca. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5713962&fecha=08/01/2024

Diario Oficial de la Federación. (2006, 15 de diciembre). Acuerdo por el que se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

H. Ayuntamiento de Compostela y Gobierno del Estado de Nayarit. (s.f.). Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Compostela, Nayarit.

H. Congreso del Estado de Nayarit. (s.f.). Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Nayarit. https://congresonayarit.gob.mx/wp-content/uploads/QUE_HACEMOS/LEGISLACION_ESTATAL/leyes/equilibrio_ecologico_y_proteccion_al_ambiente_del_estado_de_nayarit_ley_estatal_del.pdf

H. Congreso del Estado de Nayarit. (s.f.). Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Nayarit. https://implancompostela.gob.mx/documentos/LEYES%20Y%20REGLAMENTOS/Ley%20de%20Asentamientos_Humanos_Ordenamiento_Territorial-_Desarrollo_Urbano_Estado_Nayarit_Ley_de_vigente.pdf

Presidencia de la República. (2017). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación.

Presidencia de la República. (2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas [Texto vigente]. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf

Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nayarit. (2023). Trabajos del Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico de Nayarit. https://sds.nayarit.gob.mx/index.php/trabajos-del-programa-estatal-de-ordenamiento-ecologico-de-nayarit/

Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nayarit. (2022, 13 de diciembre). Programa Sectorial de Ordenamiento Territorial 2022. Periódico Oficial del Estado de Nayarit. https://sds.nayarit.gob.mx/Content/files/OTerritorial/ProgSectoriales/PSOT.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010, 30 de diciembre). 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. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). Bitácora Ambiental del Golfo de California. Gobierno de México. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/bitacora-ambiental-golfo-de-california

Secretaría de Salud. (2021). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad del agua. Diario Oficial de la Federación.

Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología, A.C. (2023). Modelo de Ordenamiento Ecológico. Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico. https://cenitt.uan.mx/storage/ordenamiento/fichasEcologicas/Modelo-de-Ordenamiento-Ecologico.pdf

Gobierno del Estado de Nayarit. (2025). Registro de trámites y servicios: Dictamen de factibilidad en materia de ordenamiento territorial y ecológico. https://tramites.nayarit.gob.mx/ciudadano/ficha/2371

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular (MIA-P)

Del proyecto:

Construcción de la Villa NK-33-LIN,

en la Zona Cliff Estates del Desarrollo Turístico Nauka.

III. DESCRIPCION DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

Promovente:

VIVIANA ALVAREZ VEGA

CONTENIDO

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGION ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.....3

III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la Región Ecológica.....9

III.1.1. Criterios para la delimitación 9

III.1.2. Superficie de la Región Ecológica..... 12

III.2. Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región Ecológica .. 16

III.3. Especies potenciales.....21

III.3.1. Listado de especies potenciales de flora..... 22

III.3.1. Listado de especies potenciales de fauna..... 24

III.4. Resumen y metodología de muestreo 26

III.4.1. Flora..... 26

III.4.2. Fauna..... 40

III.5. Especies endémicas identificadas en campo o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 53

III.5.1. Flora..... 53

III.5.2. Fauna..... 54

III.6. Índices de diversidad biológica 56

III.6.1. Flora..... 56

III.6.1. Fauna..... 60

III.7. Análisis de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto.....66

III.7.1. Biótico..... 66

III.7.2. Abiótico 67

III.7.3. Socioeconómico..... 92

III.8. Diagnóstico y problemáticas ambientales de la Región Ecológica..... 105

III.8.1. Componentes ambientales de la Región Ecológica..... 105

III.8.2 Diagnóstico ambiental: condición actual y grado de conservación o deterioro..... 111

Evidencia documental de presión de desarrollo reciente en la zona 112

III.9. Problemáticas ambientales identificadas en la Región Ecológica 113

III.10. Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI 115

III.10.1. Uso de suelo y vegetación 115

III.10.2. Áreas Naturales Protegidas 115

III.10.3. Áreas de importancia ambiental 117

III.10.4. Manglares 119

III.10.5. Humedales 119

III.10.6. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs) 120

III.10.7. Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) 121

III.10.8. Campamentos tortugueros 122

III.10.9. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs) 123

III.10.10. Regiones Marinas Prioritarias (RMPs) 124

III.10.11. Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs) 125

III.10.12. Sitios RAMSAR 126

III.10.12. Corrientes y cuerpos de agua 127

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura III.1. Criterios hidrológicos y de cambio de uso de suelo y vegetación empleados para la delimitación de la Región Ecológica..... 11
Figura III.2. Región ecológica delimitada para el proyecto..... 12
Figura III.3. Representación esquemática de las interacciones consideradas para la delimitación del área de influencia. (Tomado de Milne *et al* 1996)..... 13
Figura III.4. Área de influencia del proyecto..... 15
Figura III.5. Ubicación de la R.E. en las provincias florísticas..... 16
Figura III.6. Carta temática de uso de suelo y vegetación de la región ecológica y área de influencia. .. 18
Figura III.7. Condiciones de la Región Ecológica 19
Figura III.8. Carta temática de uso de suelo y vegetación del área de influencia y área de proyecto. 20
Figura III.9. Condiciones del área de proyecto (A.P.) 21
Figura III.10. Distribución y endemismo de especies potenciales en R.E. 23
Figura III.11. Esquema de la unidad de muestreo establecida en la evaluación de la vegetación en la Región Ecológica. 27
Figura III.12. Sitios de muestre de flora silvestre en la R.E. 28
Figura III.13. Desarrollo del muestreo de vegetación en la R.E. 31
Figura III.14. Curva de acumulación de especies R.E. 32
Figura III.15. Unidades de muestreo de flora en la A.I. 33
Figura III.16. Desarrollo del muestreo de vegetación en A.I. 35
Figura III.17. Curva de acumulación de especies en A.I. 36
Figura III.18. Individuos registrados por conteo directo en A.P. 37
Figura III.19. Desarrollo del muestreo de vegetación en A.P. 40
Figura III.20. Punto de conteo de aves. Modificado de PROALAS. 41
Figura III.21. Transecto para muestreo de herpetofauna y mastofauna. Modificado de PROALAS. 41
Figura III.22. Sitios de muestreo de fauna en la RE. 44
Figura III.23. Registros fotográficos de algunas especies de fauna silvestre en la RE. 46
Figura III.24. Curva de rarefacción y extrapolación de la riqueza de especies (Chao1) en la RE. 47
Figura III.25. Sitios de muestreo en el AI. 48
Figura III.26. Registros fotográficos de algunas especies de fauna silvestre en el AI. 49
Figura III.27. Curva de rarefacción y extrapolación de la riqueza de especies (Chao1) en el AI. 50
Figura III.28. Sitios de muestreo en el AP. 51
Figura III.29. Registros fotográficos de algunas especies de fauna silvestre en el AP. 52
Figura III.30. Curva de rarefacción y extrapolación de la riqueza de especies (Chao1) en el AP. 53

Figura III.31. Riqueza por estrato dentro de la RE, AI y el AP. 59
Figura III.32. Valores de diversidad y números efectivos de especies. 65
Figura III.33. Climatología de la R.E. 68
Figura III.34. Zonificación de vientos en la Región Ecológica. 72
Figura III.35. Fenómenos climatológicos durante la Temporada 2025 en el Pacífico Mexicano. 75
Figura III.36. Geología de la Región Ecológica 77
Figura III.37. Sismicidad en la R.E. de acuerdo a la Regionalización de la República Mexicana 78
Figura III.38. Carta de Regionalización Fisiográfica de la Región Ecológica. 80
Figura III.39. Sistema de topoformas en la R.E. 81
Figura III.40. Carta edafológica para la R.E. 82
Figura III.41. Pendientes en la RE. 85
Figura III.42. Factor C en la RE. 86
Figura III.43. Población por municipio 92
Figura III.44. Pirámide poblacional a nivel municipal 93
Figura III.45. Porcentaje de migración a nivel municipal. 95
Figura III.46. Porcentaje de PEA a nivel municipal 98
Figura III.47. Porcentaje de PNEA a nivel municipal 98
Figura III.48. Nivel de escolaridad de la población de 15 años y más en Compostela. 99
Figura III.49. Nivel de escolaridad en el Municipio 99
Figura III.50. Afiliación a servicios de salud en el municipio. 100
Figura III.51. Viviendas particulares habitadas en el municipio (2010-2020) 101
Figura III.52. Disponibilidad de servicios y equipamiento. 101
Figura III.53. Disponibilidad en el municipio a tecnologías de información y comunicación 102
Figura III.54 Grado de marginación por municipio del estado de Nayarit, 2020. 103
Figura III.55. Valores de diversidad de Shannon en la Región Ecológica. 107
Figura III.56. Área de Proyecto con los individuos georreferenciados. 108
Figura III.57. Riqueza y abundancia de fauna silvestre en las áreas bajo evaluación. 109
Figura III.58. Áreas Naturales Protegidas Federales. Cercanías con respecto al AP. 116
Figura III.59. Áreas Naturales Protegidas Federales. Cercanías con respecto al AP. 117
Figura III.60. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Cercanías con respecto al AP. 118
Figura III.61. Regiones Hidrológicas Prioritarias. Cercanías con respecto al AP. 124
Figura III.62. Regiones Marinas Prioritarias. Incidencias en el AP y AI. 125
Figura III.63. Regiones Terrestres Prioritarias y su incidencia en el AP y AI. 126
Figura III.64. Sitios RAMSAR. Cercanía al proyecto. 127

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla III.1. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la R.E. de acuerdo con el SIGEIA. 17
Tabla III.2. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro del AP. 20
Tabla III.3. Flora potencial de acuerdo a categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 24
Tabla III.4. Fauna potencial en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. 25
Tabla III.5. Resumen de la metodología implementada en la evaluación de R.E. 29
Tabla III.6. Coordenadas de los sitios de muestreo de la R.E. en formato WGS84-UTM. 29
Tabla III.7. Valor estimado de Chao 2 correspondiente a la R.E. 31
Tabla III.8. Resumen de la metodología implementada en la evaluación del AI. 32
Tabla III.9. Coordenadas de los sitios de muestreo del A.I. en formato WGS84-UTM. 33
Tabla III.10. Valor estimado de Chao 2 correspondiente al A.I. 35
Tabla III.11. Resumen de la metodología implementada en la evaluación del A.P. 36
Tabla III.12. Especies arbóreas forestales registradas en el A.P. 37
Tabla III.13. Métodos de muestreo empleados en la RE. 44
Tabla III.14. Coordenadas de los sitios de muestreo en la RE 44
Tabla III.15. Resultados del estimador Chao1 y cobertura de muestra para la RE. 46
Tabla III.16. Métodos de muestreo empleados en el AI. 47
Tabla III.17. Coordenadas de los sitios de muestreo en el AI. 48
Tabla III.18. Resultados del estimador Chao1 y cobertura de muestra para el AI. 49
Tabla III.19. Métodos de muestreo empleados en el AP. 50
Tabla III.20. Coordenada del punto de muestreo en el AP. 51
Tabla III.21. Resultados del estimador Chao1 y cobertura de muestra para el AP. 52
Tabla III.22. Listado florístico de las especies presentes de los muestreos de la R.E., A.I. y A.P. 54
Tabla III.23. Especies endémicas y/o enlistadas en la NOM-S059-SEMARNAT-2010 identificadas en campo. 55
Tabla III.24. Riqueza de especies dentro de la RE, AI y el AP. 58
Tabla III.25. Resultados de los Índices de diversidad 59
Tabla III.26. Índices de diversidad en el AP, el AI y la RE. 66
Tabla III.27. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la R.E. de acuerdo con el SIGEIA. 67
Tabla III.28. Incidencia de climas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 67

Tabla III.29. Incidencia de climas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 68
Tabla III.30. Precipitación mensual registrada en la Estación 18090 Peñita de Jaltemba 71
Tabla III.31. Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en la estación meteorológica. 71
Tabla III.32. Evaporación potencial promedio mensual reportada en la Estación 18090 La Peñita de Jaltemba 71
Tabla III.33.Tormentas tropicales y huracanes sobre la región. 74
Tabla III.34. Incidencia de tipos de roca (geología) dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 76
Tabla III.35. Incidencia de tipos de roca (geología) dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 76
Tabla III.36. Sismos en un radio de 50 km alrededor del AP. 78
Tabla III.37. Incidencia de las provincias geológicas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 79
Tabla III.38. Incidencia de las provincias geológicas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 79
Tabla III.39. Incidencias de las provincias y subprovincias fisiográficas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 79
Tabla III.40. Incidencias de las provincias y subprovincias fisiográficas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 79
Tabla III.41. Incidencia del sistema de topoformas dentro de la R.E. de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 80
Tabla III.42. Incidencia del sistema de topoformas dentro del A.P. de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 80
Tabla III.43. Incidencia de los grupos edafológicos dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 82
Tabla III.44. Incidencia de los grupos edafológicos dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 82
Tabla III.45. Información utilizada para la estimación de la erosión hídrica. 86
Tabla III.46. Resumen de los resultados obtenidos para la estimación de la erosión hídrica mediante la ecuación RUSLE. 87
Tabla III.47. Información utilizada para la estimación de la erosión eólica. 89
Tabla III.48. Resumen de los resultados obtenidos para la estimación de la erosión eólica. 89
Tabla III.49. Información utilizada para la estimación de la infiltración. 91
Tabla III.50. Resumen de los resultados obtenidos para la estimación de la infiltración. 91

Tabla III.51. Localidades con mayor concentración de habitantes en el municipio..... 93
Tabla III.52. Datos de población para el Municipio de Compostela y el Estado de Nayarit, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020 94
Tabla III.53. Indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación, lugar que ocupa a nivel nacional y estatal, 2020..... 104
Tabla III.54. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la A.I. de acuerdo con el SIGEIA. 115
Tabla III.55. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la A.P. de acuerdo con el SIGEIA. 115
Tabla III.56. Incidencias y cercanías del A.I y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales conforme al análisis SIGEIA (2026). 116
Tabla III.57. Incidencias y cercanías de la A.I. y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales conforme al análisis SIGEIA (2026). 117
Tabla III.58. Incidencias y cercanías del A.I. y A.P respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) conforme al análisis SIGEIA (2026). 118
Tabla III.59. Incidencias y cercanías de la A.I. y AP respecto a manglares conforme al análisis SIGEIA (2026). 119
Tabla III.60. Incidencias y cercanías del A.I. y AP respecto a humedales SIGEIA (2026). 120
Tabla III.61. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a ADVCs conforme al análisis SIGEIA (2026). 121
Tabla III.62. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a UMAs conforme al análisis SIGEIA (2026). 121
Tabla III.63. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a campamentos tortugueros conforme al análisis SIGEIA (2026)..... 122
Tabla III.64. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a RHPs conforme al análisis SIGEIA (2026).123
Tabla III.65. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a RMPs conforme al análisis SIGEIA (2026). 124
Tabla III.66. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a RTPs conforme al análisis SIGEIA (2026). 125
Tabla III.67. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a Sitios Ramsar conforme al análisis SIGEIA (2026). 126
Tabla III.68. Cercanía de cuerpos de agua superficiales hacia el A.P y A.I de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 127
Tabla III.69. Cercanía de corrientes de agua superficiales hacia el A.I. y A.P de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 128

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la Región Ecológica

De acuerdo con la Fracción XXXI del Artículo 3º la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se define como Región Ecológica (RE) como *La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes,* por lo que en Materia de Impacto Ambiental (MIA), su delimitación es fundamental para conocer las problemáticas ambientales dentro de esta unidad dada. Su delimitación es un ejercicio muy puntual en donde el punto de partida son sus y ubicación del proyecto, así como sus obras a la vialidad, ya que su naturaleza requerirá consideraciones particulares para la conceptualización de la RE. No obstante, elementos como la fisiografía, hidrología, uso de suelo, ordenamientos ecológicos en todas sus escalas, así como aspectos biológicos y biogeográficos son indispensables para generar una unidad discreta de análisis ambiental.

III.1.1. Criterios para la delimitación

La delimitación tiene por objeto definir un espacio finito que sea concordante con la dimensión del proyecto que se valora, sobre el cual sea posible realizar una descripción clara y fiel de los elementos de la Región Ecológica (R.E.) y las tendencias de deterioro en el Área de Influencia (AI), incluyendo el componente humano como eje en el cual se consideran aspectos culturales, económicos y sociales bajo la visión que son estos los rectores de las transformaciones que ocurren en el medio a una escala de tiempo ecológica que, por su amplitud concuerda con una visión histórica de los cambios observables en el medio.

Para la delimitación de la Región Ecológica (R.E.), del proyecto, se analizaron UGAs, microcuencas, nanocuencas, uso de suelo y vegetación y rasgos geomorfoedafológicos en Arc Gis 10.5; además se examinaron imágenes satelitales del servidor de mapas high-resolution (0.30m).

Por la naturaleza de las actividades del proyecto y el fin que se persigue con la presente MIA-P, los criterios que se emplearon para la delimitación del polígono de la Región Ecológica, tomaron en cuenta que la superficie que lo delimite tenga características de homogeneidad en sus diferentes componentes ambientales.

Derivado de lo anterior, la R.E. corresponde al área empleada para describir los **elementos ambientales que influyen en los procesos naturales de la zona en la que se inscribe el proyecto** en estudio. La integración de estos elementos conforma el marco ambiental en el que se presentará la interacción entre el proyecto y el ambiente. Además de que la R.E. abarcará **el área en la que se espera se presenten las afectaciones más relevantes que se deriven de la ejecución del proyecto**, a la cual denominaremos **Área de Influencia (AI)**, e incluirá la zona en donde se ejecutarán las acciones del proyecto y a la que llamaremos **Área del Proyecto (AP)**.

Para los fines de la descripción ambiental del presente estudio, se delimitó la R.E. con criterios hidrológicos (nanocuenca) y de uso de suelo y vegetación. A continuación, se describe el criterio empleado para la delimitación de la Región Ecológica (R.E.):

Cuencas hidrológicas, subcuencas, microcuencas y nano cuencas

El área de proyecto (AP) se encuentra en la región hidrológica 13 Huicicila, en la cuenca R. Huicicila - San Blas, en las subcuencas R. Huicicila de acuerdo con el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL). Con base en lo anterior, se identificaron los principales escurrimientos intermitentes y perennes, así como el área de proyecto misma.

Con la información obtenida del SIALT y el MDE (modelo de elevación digital, pixel 15 m) y el conjunto vectorial hidrográfico de INEGI, se realizó la determinación de las nanocuencas, con el apoyo de una herramienta para el manejo de productos digitales de información geográfica (Arc GIS 10.5), a través de algoritmos, los puntos más elevados y más bajos del relieve, la distancia entre estos puntos y la dirección de los flujos de agua.

Por la naturaleza de las actividades del proyecto y el fin que se persigue con la presente MIA-P, los criterios que se emplearon para la delimitación del polígono de la R.E., tomaron en cuenta que la superficie que la delimite tenga características de homogeneidad en sus diferentes componentes ambientales.

Uso de suelo y vegetación

Además de los criterios hidrológicos se consideró la carta de usos de suelo y vegetación de la Serie INEGI 2017, tomando en cuenta que la superficie que lo delimite tenga características de homogeneidad en sus diferentes componentes ambientales.

Los criterios antes justificados la poligonal final de la Región Ecológica se ilustran en la siguiente figura quedando la RE acotada a límites de las nanocuencas del SIATL y límites de usos de suelo y vegetación Serie VII INEGI 2017.

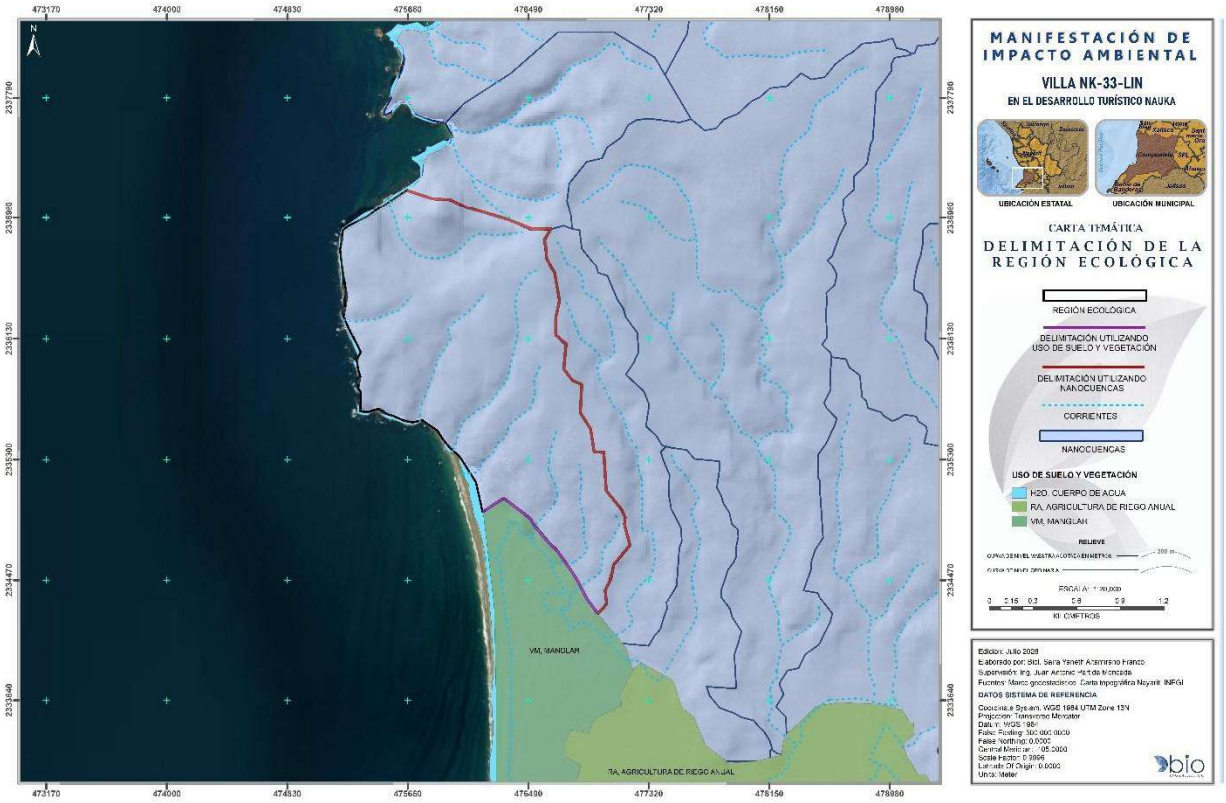


Figura III.1. Criterios hidrológicos y de cambio de uso de suelo y vegetación empleados para la delimitación de la Región Ecológica

III.1.2. Superficie de la Región Ecológica

Debido a los criterios hidrológicos antes justificados la poligonal final de la Región Ecológica quedó acotada a límites dos nanocuencas del SIATL y MDE, así como al uso de suelo y tipo de vegetación de VSA/SMS (vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia), presenta una superficie de **292.82 hectáreas y se ubica en el municipio de Compostela.** La ubicación de la R.E. se puede apreciar en la siguiente figura.

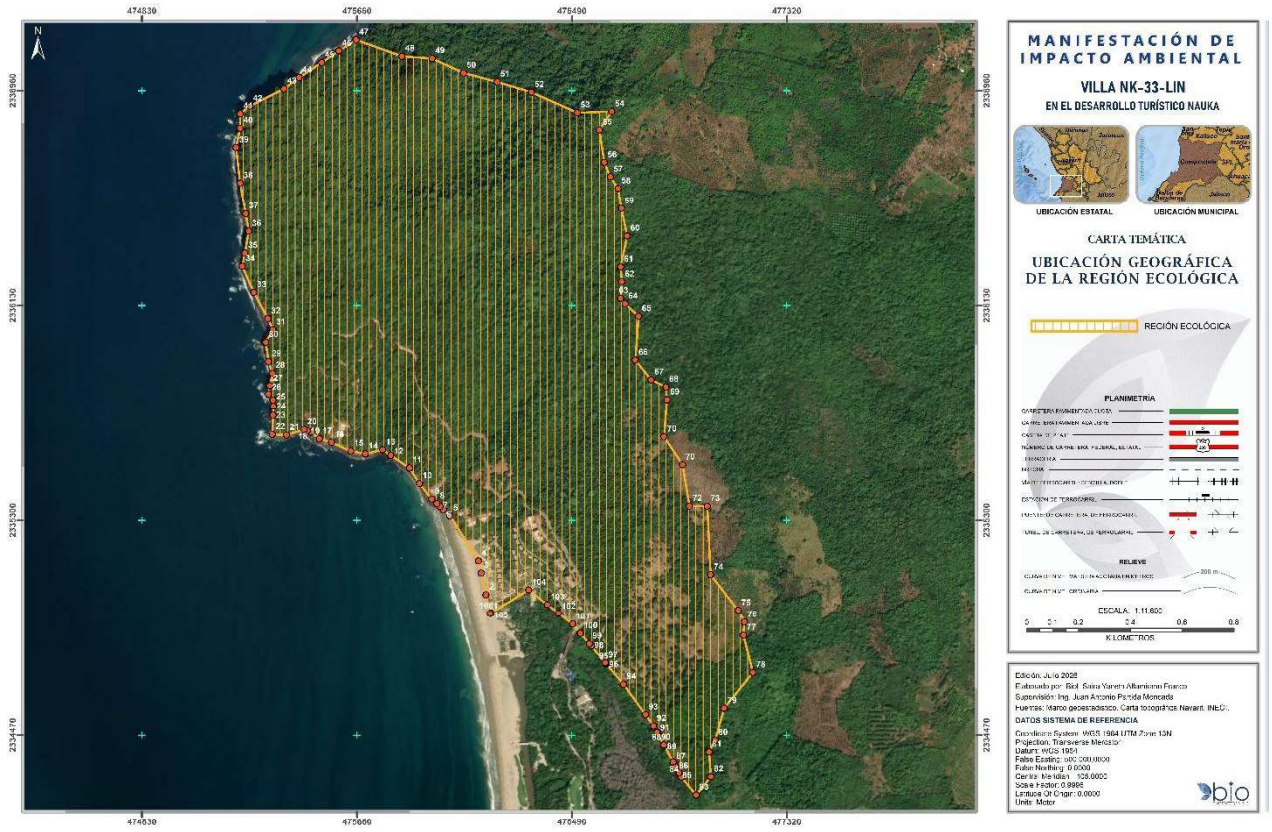


Figura III.2. Región ecológica delimitada para el proyecto

Las coordenadas de cada uno de los vértices que delimitan la poligonal de la R.E. se encuentran en el sistema de coordenadas proyectado Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 13N, Datum WGS 1984. *Se anexan coordenadas en formato Excel, así como también el shape de la poligonal.*

Derivado de lo anterior, la R.E. corresponde al área empleada para describir los **elementos ambientales que influyen en los procesos naturales de la zona en la que se inscribe el proyecto** en estudio. La integración de estos elementos conforma el marco ambiental en el que se presentará la interacción entre el proyecto y el ambiente. Además de que la R.E. abarcará **el área en la que se espera se presenten las afectaciones más relevantes que se deriven de la ejecución del proyecto**, a la cual denominaremos **Área de Influencia (AI)**, e incluirá la zona en donde se ejecutarán las acciones del proyecto y a la que llamaremos **Área del Proyecto (AP)**.

En este sentido, el área de influencia se define como el espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir el rango de afectación del proyecto, el cual dependerá de variables tanto ambientales, como del diseño de la infraestructura (Milne *et al*. 1996).

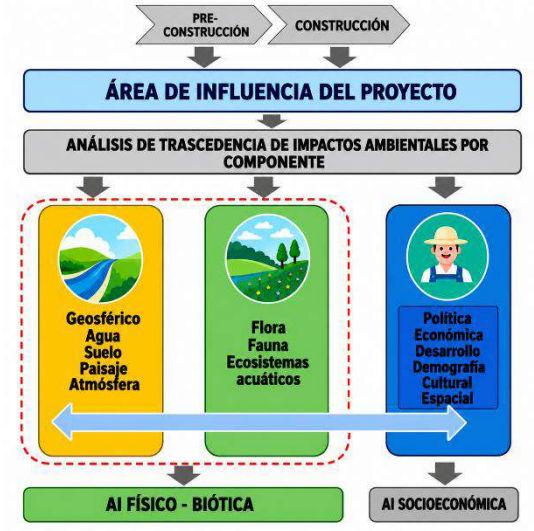


Figura III.3. Representación esquemática de las interacciones consideradas para la delimitación del área de influencia. (Tomado de Milne *et al* 1996)

Con base en este enfoque metodológico, se evaluó la posible incidencia del proyecto sobre cada uno de los componentes ambientales, considerando como criterio principal la **extensión espacial** de los impactos ambientales. Este criterio permitió identificar aquellos efectos con mayor alcance territorial, determinándose que la construcción de la residencia se sujeta a la zonificación secundaria del PPU del Desarrollo Nauka, donde se han definido diversos usos de suelo, considerando zonas para el desarrollo turístico residencial, es por ello que el área de

influencia quedó acotada a la zona residencial, misma que está delimitada con usos para la protección ecológica.

En este sentido, la urbanización para la ocupación de suelo permitido en el Plan Maestro del Desarrollo Turístico al cual pertenece la Villa NK-33-Lin se identificó como la actividad generadora de impacto con la mayor extensión espacial entre los impactos directos e indirectos evaluados, al tener la capacidad de cambiar el uso de suelo de forestal a turístico. Por ello, la delimitación del área de influencia del proyecto se estableció con base en los usos específicos permisibles, compatibles y condicionados en el Programa Parcial de Urbanización del Desarrollo Turístico Nauka, antes Costa Canuva.

Las coordenadas de cada uno de los vértices que delimitan la poligonal del A.I. se encuentran en el sistema de coordenadas proyectado Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 13N, Datum WGS 1984. *Se anexan coordenadas en formato Excel, así como también el shape de la poligonal.*

Con los limites considerados, el área de influencia del proyecto quedó ajustada a una **superficie de 36.60 ha**, misma que se representa con la siguiente poligonal:

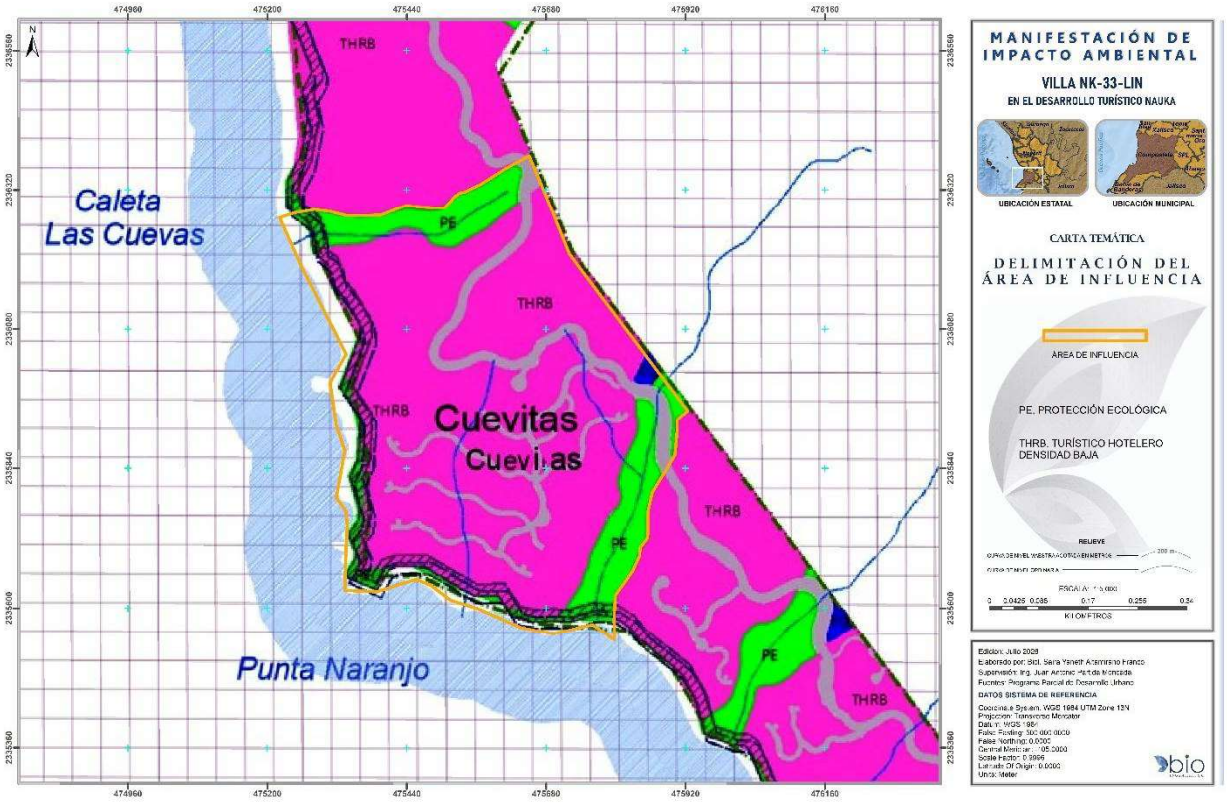


Figura III.4. Área de influencia del proyecto

III.2. Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región Ecológica

En México convergen comunidades de dos reinos florísticos: el Holártico y el Neotropical, ambas integradas por dos regiones en las que se agrupan 17 provincias florísticas (Rzedowski, 1978). De acuerdo con Rzedowski (1978), biogeográficamente la región ecológica se encuentra en una provincia: la “Costa Pacífico”.

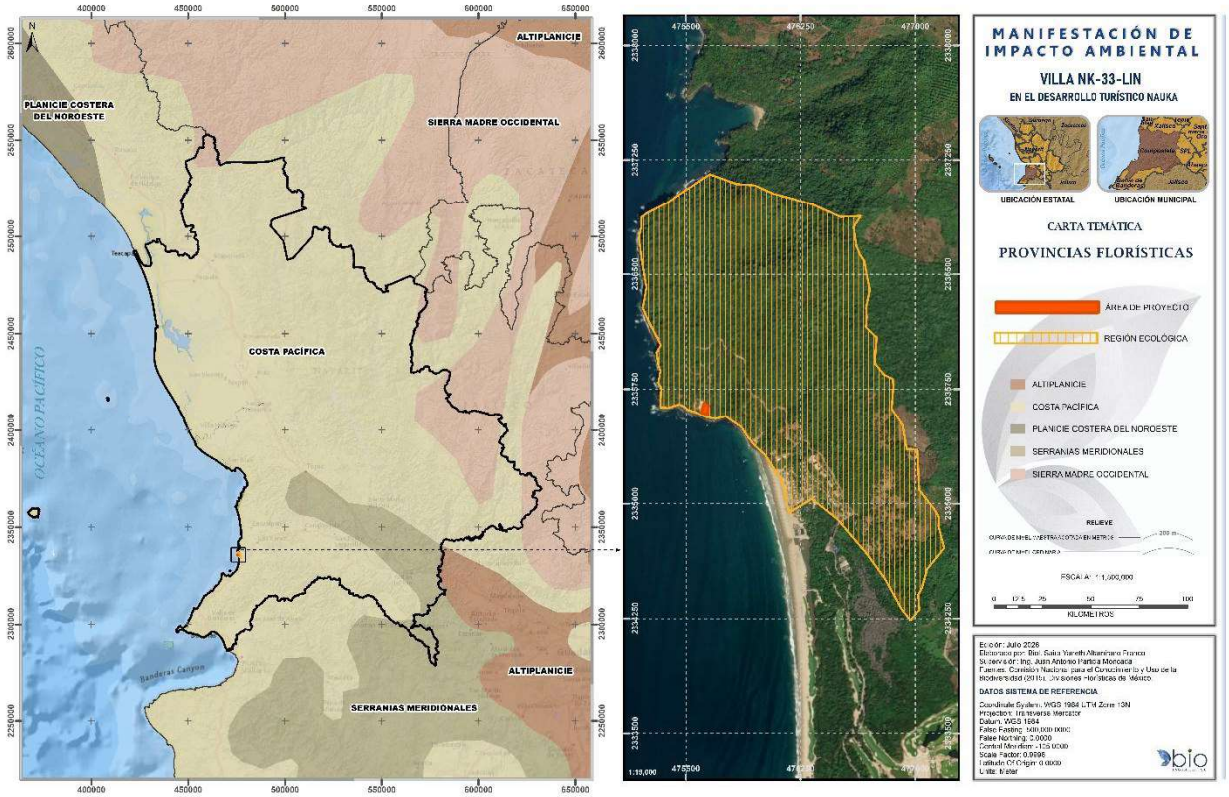


Figura III.5. Ubicación de la R.E. en las provincias florísticas

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000 de INEGI en su SERIE VII, en la región ecológica se identifican al menos 3 tipos de uso de suelo y vegetación: vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (VSA/SMS), cuerpo de agua (H2O), agricultura de temporal semipermanente y permanente (TSP).

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Conjunto de datos Vectoriales de Usos del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional.

Conforme al análisis de incidencia del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026), el tipo de uso con mayor superficie es el de agricultura de temporal anual y permanente. El área de proyecto (A.P.) conforme a los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación está descrita como vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (VSA/SMS).

Tabla III.1. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la R.E. de acuerdo con el SIGEIA.

Tipo de información	Clave	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (Ha)	Superficie de incidencia (%)
Complementaria	H2O	Cuerpo de agua	11,887.71	1.18	0.48
	TSP	Agricultura de temporal semipermanente y permanente	75,322.81	7.53	2.57
Ecológico-Florístico-Fisonómico	VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	2,840,993.26	284.09	96.94
Total			2,928,203.77	292.82	100

La descripción de los usos de suelo y vegetación presentes en la delimitación de la región ecológica (R.E.), área de influencia (A.I.) y área de proyecto (A.P.) fue realizada de acuerdo a un análisis cartográfico haciendo uso del conjunto de datos vectoriales de Usos de Suelo y Vegetación escala 1:250 000, INEGI Serie VII (Conjunto Nacional).

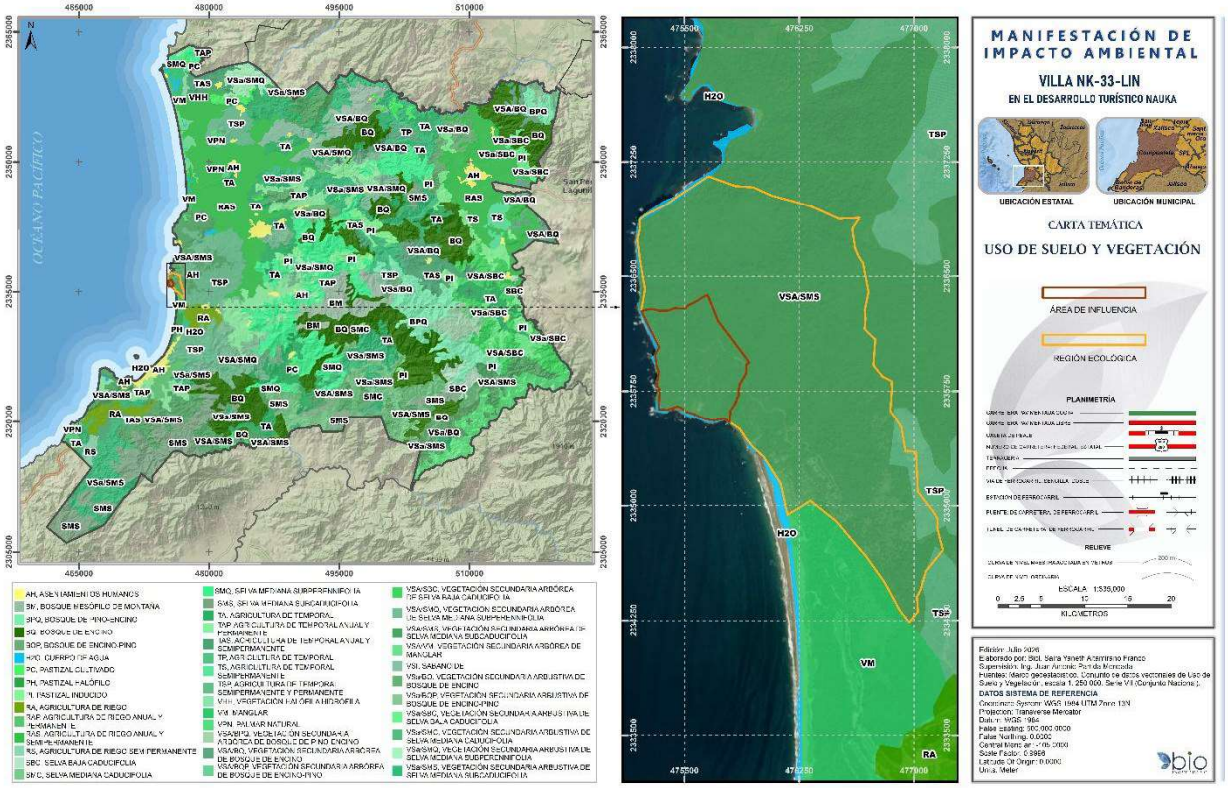


Figura III.6. Carta temática de uso de suelo y vegetación de la región ecológica y área de influencia.

De acuerdo con el análisis cartográfico y la revisión de literatura se realiza la descripción de los usos de suelo de categoría forestal presentes en la R.E., A.I. y A.P.

Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia (VSA/SMS).

Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1,000 y 1,200 mm, y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6°C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Se localiza entre los 150 y 1,250 metros de altitud. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos. La vegetación se ve alterada o modificada por factores naturales y humanos, por lo que muchas veces no se encuentran en forma original o prístina, formándose entonces comunidades conocidas como vegetación secundaria. El proceso de restauración de la cubierta vegetal permite reconocer a grandes rasgos las siguientes etapas. Vegetación secundaria herbácea. Vegetación herbácea

que se desarrolla inmediatamente después del desmonte original, durando de uno a dos años según el lugar; existe un número muy grande de plantas que se presentan durante este periodo, sobresaliendo especies anuales de quenopodiáceas, amarantáceas, compuestas, etc. Vegetación secundaria arbustiva. Vegetación arbustiva que se desarrolla transcurrido un tiempo después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general, estas comunidades están formadas por muchas especies, aunque en ciertas regiones pueden estar formadas por una sola especie. Vegetación secundaria arbórea. Vegetación arbórea que se desarrolla después de transcurridos varios años de desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad y el tipo de disturbio presente, podemos encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias. La Figura III.7 muestra la composición y abundancia de especies promedio de los sitios evaluados dentro del ecosistema de Selva Mediana Subcaducifolia en condición secundaria arbórea.

Región ecológica (R.E.):

Conforme al análisis realizado, los **usos de suelo y tipos de vegetación** delimitados dentro de la R.E. son de agricultura de temporal semipermanente y permanente cuya superficie representa el 2.57%, cuerpo de agua 0.48% y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia con 96.94%.



Figura III.7. Condiciones de la Región Ecológica

Área de influencia (A.I.):

El área de influencia está representada por una superficie de 36.63 ha de las cuales 0.83% (0.30 ha) está representada por cuerpo de agua (H2O) y 99.16% (36.33 ha) vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (VSA/SMS).

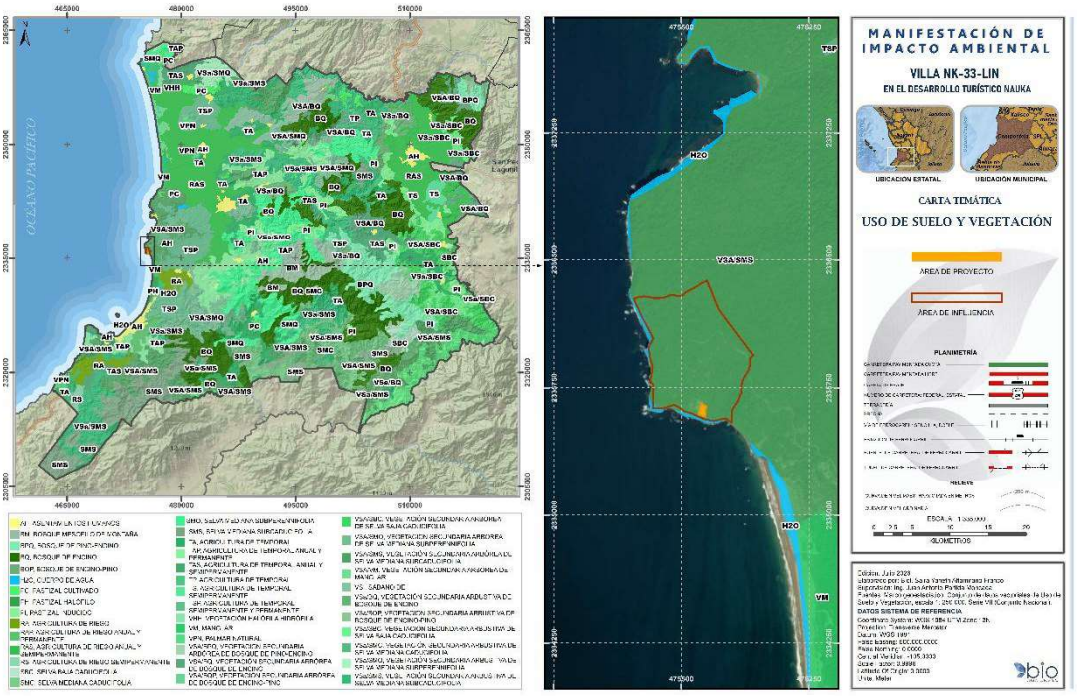


Figura III.8. Carta temática de uso de suelo y vegetación del área de influencia y área de proyecto.

Área del proyecto (A.P.):

De acuerdo al Conjunto de Datos Vectoriales de uso del Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI escala 1:250 000 (conjunto nacional) se caracterizó el uso de suelo presente en el área de proyecto, obteniendo que está representado por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (VSA/SMS).

Tabla III.2. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro del AP.

Tipo de información	Clave	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (Ha)	Superficie de incidencia (%)
Ecológico-Florístico-Fisonómico	VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	2,210.230	0.22	100
Total			2,210.230	0.42	100

Información que fue corroborada mediante el muestreo en campo, reconociendo que las condiciones actuales del área solicitada para desarrollar el proyecto coinciden con lo descrito por la Serie VII de INEGI.

El listado de las especies encontradas se presenta más adelante en el desarrollo del capítulo, donde se describirá el grado de endemismo, distribución y situación dentro de la NOM-059-SEMARNAT. y a continuación se muestran fotografías de las condiciones del área de proyecto donde se observa la vegetación encontrada.



Figura III.9. Condiciones del área de proyecto (A.P.)

III.3. Especies potenciales

Las especies potenciales son aquellas que, de acuerdo con las características del hábitat presente en el sitio y con su distribución conocida en la región, podrían encontrarse en el área de estudio.

A continuación, se describen las especies potenciales identificadas para la región ecológica, el área de influencia y el área del proyecto, considerando la información obtenida durante los trabajos de gabinete y de campo, así como la consulta de literatura científica, inventarios biológicos y registros de distribución disponibles para la región.

III.3.1. Listado de especies potenciales de flora

Se recabó información de registros de especies vegetales extraídos del SNIB del Geoportal CONABIO, se obtuvieron un total de 150 especies que incidían en la región ecológica delimitada.

Los datos obtenidos para la caracterización de la flora se consideran robustos y metodológicamente suficientes. La compilación abarca una ventana temporal de 73 años (1951-2024), lo que proporciona una perspectiva de la riqueza botánica dentro de la Región ecológica, notablemente más representativa e integral que la obtenida mediante muestreos de campo convencionales de corto plazo. Asimismo, la confiabilidad de este inventario, radica en que proviene de registros históricos depurados y respaldados taxonómicamente por la comunidad científica, consolidando una base de información sólida y válida para ser competente.

Dentro de la flora potencial registrada en la R.E., se registraron un total de 150 especies distribuidas en 49 familias y 110 géneros, respecto a la distribución de estas especies 22 son exóticas, 127 nativas, de las cuales 37 son endémicas.

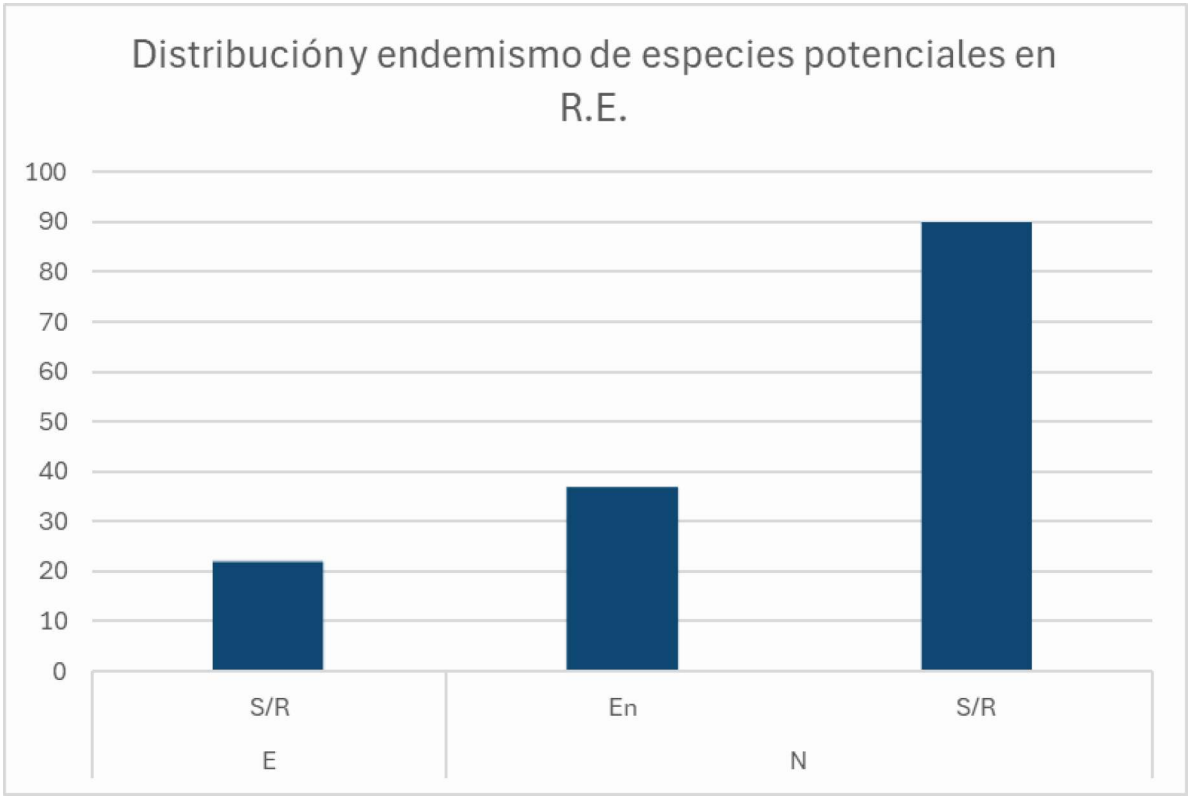


Figura III.10. Distribución y endemismo de especies potenciales en R.E.

En relación a los marcos regulatorios y de conservación, 13 especies tienen registro en el apéndice II de CITES. De acuerdo a la IUCN y su clasificación de riesgo reconoce 84 especies distribuidas en 5 diferentes categorías de riesgo, de las cuales, 1 se encuentra como información insuficiente (DD), 71 se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC), 4 están clasificadas como Casi amenazadas (NT), 7 como Vulnerables (VU), 1 como especie En Peligro (EN), *Bernardia gentryana*. De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación en su Anexo Normativo III (2019), 5 especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo. Importante hacer mención que la distribución de estas especies no está restringida a la Región ecológica descrita.

El listado completo de las especies potenciales se adjunta en el Anexo (***Anexo. III. 1 Especies potenciales Flora R.E.***).

Tabla III.3. Flora potencial de acuerdo a categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Categoría de riesgo NOM-059	Familia botánica	Especie	Endemismo
En peligro de extinción (P)	Sapotaceae	*Sideroxylon cartilagineum*	Endémica
Amenazada (A)	Anacardiaceae	*Astronium graveolens*	No endémica
	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	No endémica
	Burseraceae	*Bursera arborea*	Endémica
	Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	No endémica

III.3.1. Listado de especies potenciales de fauna

Para caracterizar las especies de vertebrados con presencia potencial en la RE, incluyendo el AP y el AI, se consultaron los registros históricos del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (CONABIO, 2026), con la finalidad de obtener un listado de la fauna presente dentro de la RE, el AI y el AP. Este listado se complementó con las observaciones en campo, cuya metodología de muestreo se describe más adelante. Así, se obtiene una riqueza potencial de 298 especies de fauna silvestre, de las cuales 270 (90.60%) corresponden a aves, 11 (3.69%) a mamíferos, 11 (3.69%) a reptiles y seis a anfibios (2.01%). Para el listado completo, ver ***Anexo III.2***.

De las especies de fauna silvestre potencialmente presentes en la RE, 37 especies son endémicas de México, 13 semiendémicas y tres cuasiendémicas, lo que representa un total de 57 especies con algún patrón de endemicidad (19.13%). Por otro lado, 75 especies (25.17%) se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con los criterios que establecen organismos como CITES, IUCN y la NOM-059.

En total, 41 especies se encuentran incluidas en alguno de los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). De ellas, dos especies están incluidas en el Apéndice I, que agrupa a las especies con mayor grado de protección y cuyo comercio internacional está restringido a circunstancias excepcionales; 36 especies se encuentran en el Apéndice II, correspondiente a especies cuyo comercio debe regularse para evitar que su aprovechamiento comprometa su supervivencia; y tres especies están incluidas en el Apéndice III, integrado por especies sujetas a regulación a solicitud de alguno de los países parte de la Convención.

Dentro de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 16 especies se encuentran incluidas en alguna categoría de amenaza. De ellas, cuatro especies están clasificadas como Vulnerables (VU) y 12 especies como Casi Amenazadas (NT).

Finalmente, 41 especies se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. De ellas, 26 especies están sujetas a protección especial (Pr), 12 especies se clasifican como amenazadas (A) y tres especies se encuentran en peligro de extinción (P).

Del grupo de las aves, 35 especies potenciales se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010: 22 sujetas a protección especial (Pr), 10 amenazadas (A) y tres en peligro de extinción (P). Para el caso de los mamíferos, una especie con presencia potencial en la RE se encuentra amenazada. La herpetofauna, por su parte, suma cinco especies en riesgo: del grupo de los anfibios una especie sujeta a protección especial y de los reptiles una especie amenazada y tres sujetas a protección especial (Tabla III.4).

Tabla III.4. Fauna potencial en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Categoría de riesgo	Nombre científico	Nombre común	Endemismo
Aves	Amenazada (A)	*Geranospiza caerulescens*	Gavilán zancón	Nativa
		Nomonyx dominicus	Pato enmascarado	Nativa
		Anarhynchus nivosus	Chorlo nevado	Nativa
		Calidris mauri	Playero occidental	Nativa
		Aramus guarauna	Carao	Nativa
		Aramides axillaris	Rascón cuello rufo	Nativa
		Rallus limicola	Rascón limícola	Nativa
		Geothlypis tolmiei	Chipe de tolmie	Nativa
		Botaurus lentiginosus	Avetoro norteño	Nativa
		Glaucidium palmarum	Tecolote colimense	Endémica
	En peligro de extinción (P)	*Spizaetus tyrannus*	Águila tirana	Nativa
		Vireo atricapilla	Vireo gorra negra	Semiendémica
		Egretta rufescens	Garceta rojiza	Nativa
	Sujeta a protección especial (Pr)	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Nativa
		Buteogallus anthracinus	Aguililla negra menor	Nativa
		Buteogallus urubitinga	Aguililla negra nayor	Nativa

Grupo	Categoría de riesgo	Nombre científico	Nombre común	Endemismo
		Chondrohierax uncinatus	Gavilán pico gancho	Nativa
		Geranoaetus albicaudatus	Aguililla cola blanca	Nativa
		Rostrhamus sociabilis	Gavilán caracolero	Nativa
		Streptoprocne semicollaris	Vencejo nuca blanca	Endémica
		Larus heermanni	Gaviota ploma	Semiendémica
		Sternula antillarum	Charrán mínimo	Nativa
		Thalasseus elegans	Charrán elegante	Semiendémica
		Mycteria americana	Cigüeña americana	Nativa
		Falco peregrinus	Halcón peregrino	Nativa
		Micrastur semitorquatus	Halcón-selvático de collar	Nativa
		Passerina ciris	Colorín sietecolores	Nativa
		Vireo pallens	Vireo manglero	Nativa
		Tigrisoma mexicanum	Garza-tigre mexicana	Nativa
		Campephilus guatemalensis	Carpintero pico plata	Nativa
		Tachybaptus dominicus	Zambullidor menor	Nativa
		Amazona albifrons	Loro frente blanca	Nativa
		Eupsittula canicularis	Perico frente naranja	Nativa
		Sula nebouxii	Bobo pata azul	Nativa
		Crypturellus cinnamomeus	Tinamú canelo	Nativa
Mammalia	Amenazada (A)	*Herpailurus yagouaroundi*	Yaguarundi	Nativa
Amphibia	Sujeta a protección especial (Pr)	*Eleutherodactylus pallidus*	Rana chirriadora pálida	Endémica
Reptilia	Amenazada (A)	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	Endémica
	Sujeta a protección especial (Pr)	*Iguana iguana*	Iguana verde	Nativa
		Aspidoscelis lineattissimus	Huico de líneas de Jalisco	Endémica
		Crotalus basiliscus	Cascabel del Pacífico	Endémica

III.4. Resumen y metodología de muestreo

III.4.1. Flora

Las actividades de muestreo se desarrollaron en los polígonos definidos para la Región Ecológica, el Área de Influencia y el Área del Proyecto. En los apartados subsecuentes se describe la metodología empleada para la caracterización de cada uno de estos ámbitos espaciales, de acuerdo con los objetivos del presente estudio.

Para la caracterización de la vegetación presente en la región ecológica y el área de influencia se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Unidades de muestreo

Se recurrió a establecer unidades de muestreo cuadradas de 500 m^2 para la evaluación de variables dasométricas del estrato arbóreo. Estas dimensiones son recomendadas ya que permite un buen registro de individuos en unidades discretas que pueden ser extrapoladas a una unidad comparable o "hectárea tipo" (Matteuccii, 2002). Además del estrato arbóreo, se integraron 2 subunidades cuadradas ordenadas al centro para evaluar el estrato arbustivo (100 m^2) y herbáceo (1 m^2). En la ejecución, se comienza estableciendo una estaca georreferenciada en el centro, posteriormente con ayuda de las cintas métricas se midieron 11.18 m con dirección norte para establecer el cuadrante de 500 m^2. Esta técnica se replicó para el resto de rumbos francos (este, sur y oeste), para establecer la subunidad de 100 m^2 se hizo el mismo procedimiento, pero midiendo 5 m a partir del centro. Y el estrato herbáceo se mide con un cuadrante de tubos CPVC de 1 m^2. ***Anexo 4***.

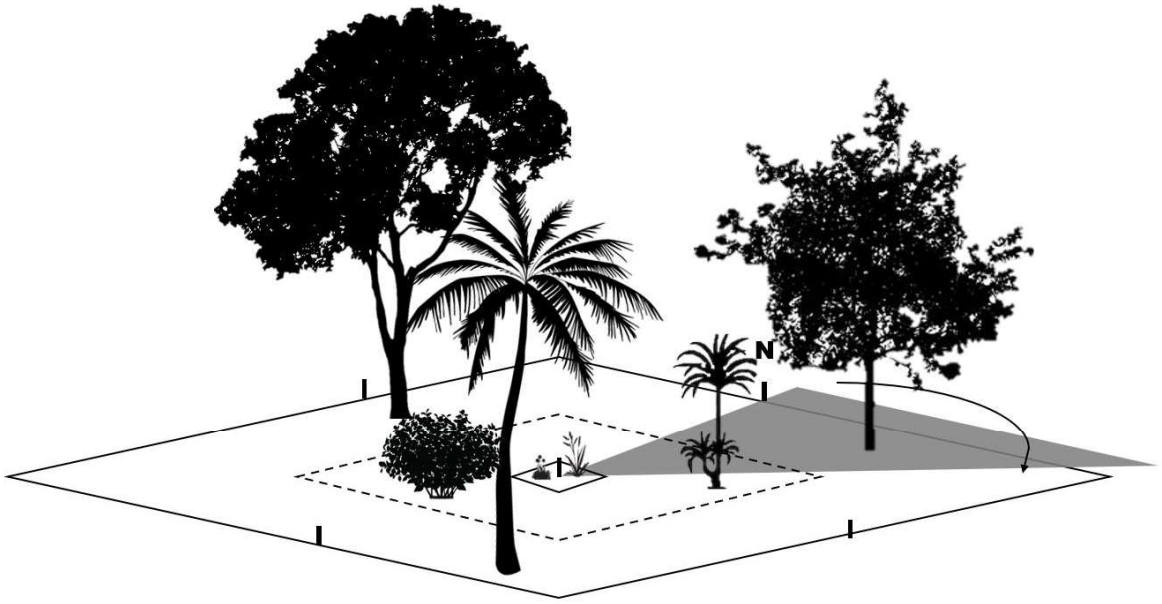


Figura III.11. Esquema de la unidad de muestreo establecida en la evaluación de la vegetación en la Región Ecológica.

Para la evaluación, se comienza registrando los individuos que están en dirección al norte y se continúa en dirección a las manecillas del reloj para mantener un control en el registro de los individuos, además que estos fueron marcados con pintura en aerosol; esta estrategia se replicó también en el estrato arbustivo.

- Justificación de muestreo

Para corroborar si nuestro muestreo estuvo bien representado, se recurrió al método no paramétrico Chao 2; dicho indicador, estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas y el número de especies duplicadas. Este indicador estima los individuos no registrados a medida que se aumentara el número de muestras (Moreno, C.E., 2000).

III.4.1.1. En Región Ecológica

En la región ecológica (R.E.), se establecieron quince unidades de muestreo de 500 m^2 para el estrato arbóreo y las respectivas subunidades para evaluar los estratos inferiores (III.14). La superficie total evaluada equivale a 0.75 ha en total.

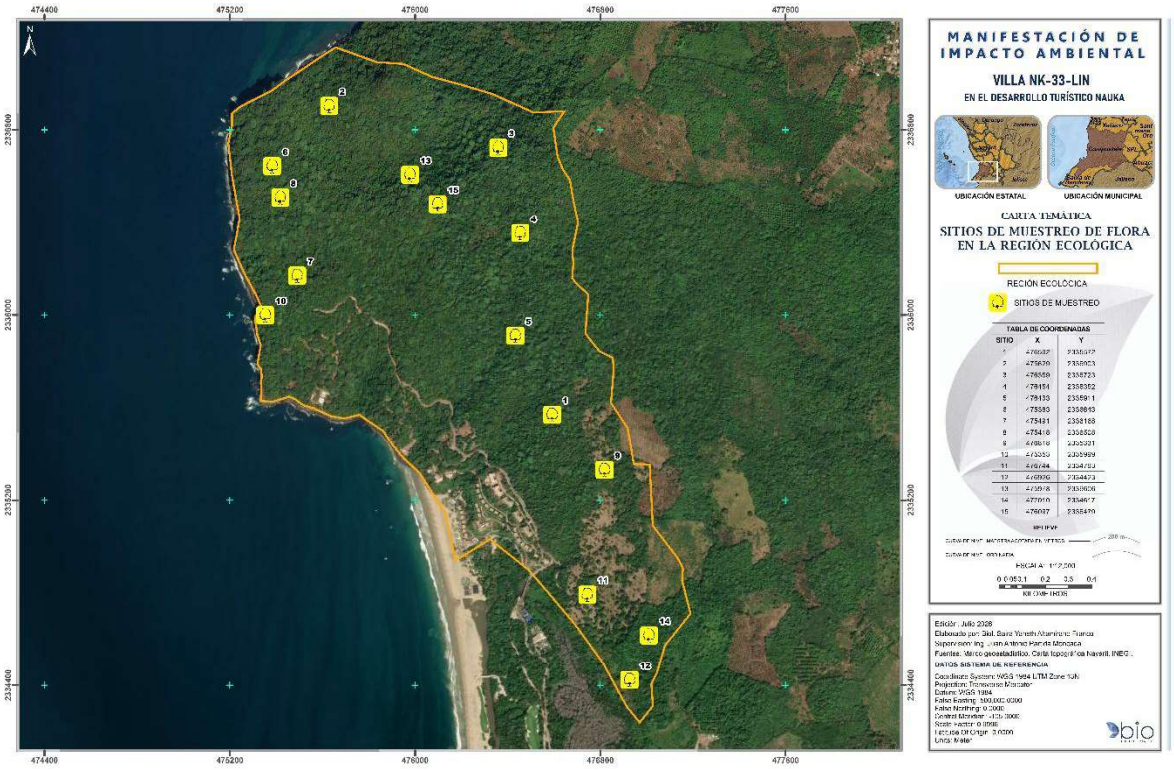


Figura III.12. Sitios de muestre de flora silvestre en la R.E.

Tabla III.5. Resumen de la metodología implementada en la evaluación de R.E.

Componente	Tipos	Métodos	No de sitios	Estacionalidad	Comunidad	
Flora	Aleatorio	Cuadrantes	15	Lluvias	Perenne-Estacional	Terrestre

Las coordenadas UTM (WGS84) de las unidades de muestreo establecidas para la evaluación de la R.E. se presentan en la siguiente tabla:

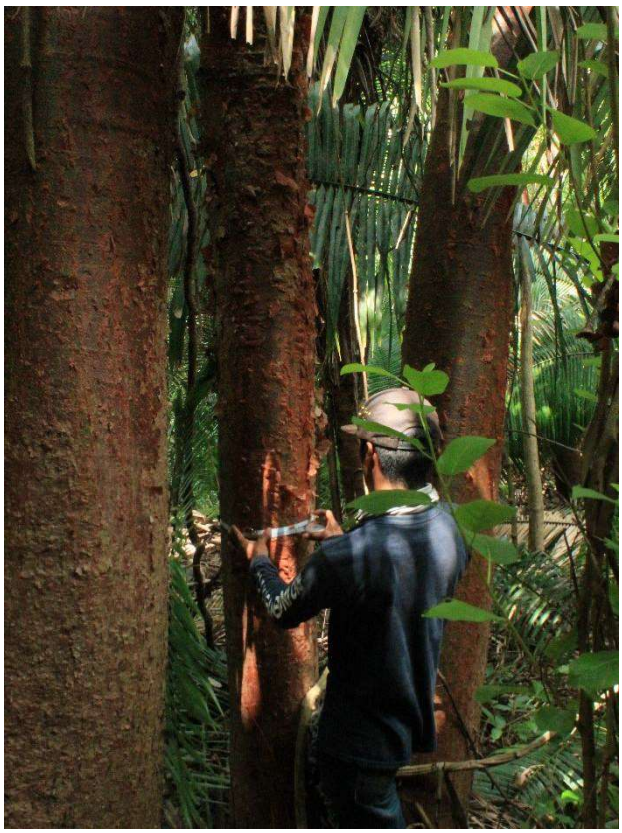
Tabla III.6. Coordenadas de los sitios de muestreo de la R.E. en formato WGS84-UTM.

Sitio de muestreo	Tipo de Vegetación	Este X	Norte Y
RE-01	VSA/SMS	476592	2335572
RE-02	VSA/SMS	475629	2336903
RE-03	VSA/SMS	476359	2336723
RE-04	VSA/SMS	476454	2336352
RE-05	VSA/SMS	476433	2335911
RE-06	VSA/SMS	475383	2336643
RE-07	VSA/SMS	475491	2336168
RE-08	VSA/SMS	475418	2336508
RE-09	VSA/SMS	476818	2335331
RE-10	VSA/SMS	475353	2335999
RE-11	VSA/SMS	476744	2334793
RE-12	VSA/SMS	476926	2334423
RE-13	VSA/SMS	475978	2336606
RE-14	VSA/SMS	477010	2334617
RE-15	VSA/SMS	476097	2336479

En las figuras siguientes se presenta el desarrollo de las actividades de muestreo realizadas por la brigada de especialistas en flora silvestre durante los trabajos de campo. Las imágenes documentan la ejecución de los recorridos de reconocimiento, la verificación de las condiciones de la vegetación, el establecimiento de los sitios de muestreo y el registro de la información necesaria para la caracterización de las especies de flora presentes en la R.E.



Establecimiento de estacas en sitio muestreo



Medición de variables dasométricas



Establecimiento de unidad de muestreo en R.E.



Inga vera



Bromelia pingüin



Captura de datos dasométricos

Figura III.13. Desarrollo del muestreo de vegetación en la R.E.

En la R.E. se registraron 30 especies con 547 individuos. De acuerdo al estimador Chao 2, la riqueza estimada es de 30 especies. Con base a esta estimación, puede entenderse que el muestreo fue representativo al obtener casi la totalidad de la riqueza esperada para la R.E. En otros términos, la riqueza observada representa el 95.52% de la riqueza esperada.

Tabla III.7. Valor estimado de Chao 2 correspondiente a la R.E.

Singletes	Dobletes	Riqueza observada	Chao 2	Representatividad
4	10	30	31	96.77%

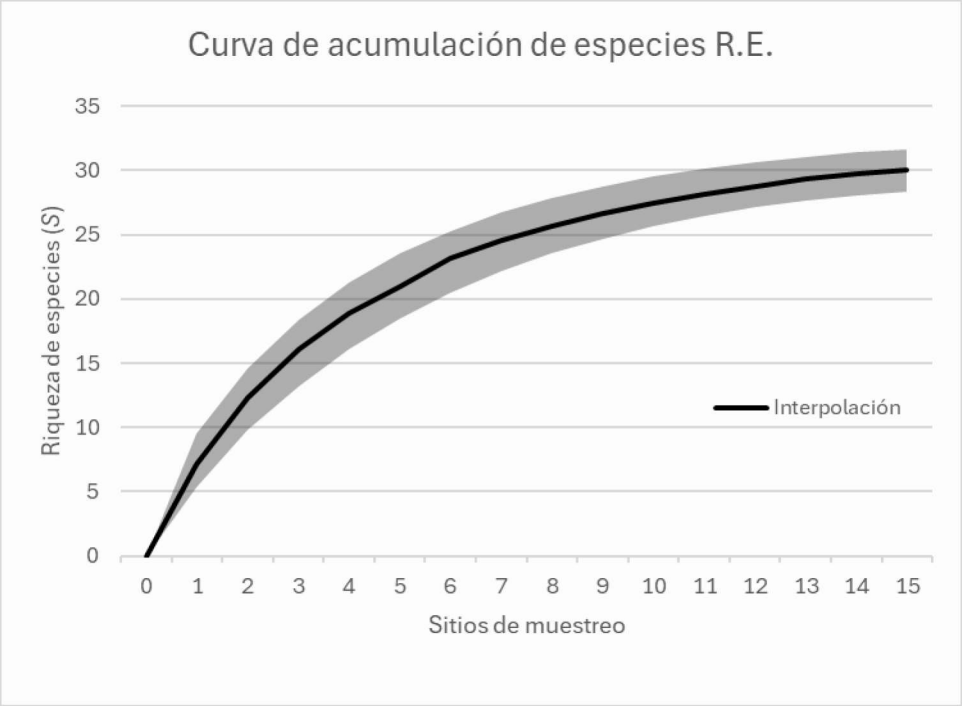


Figura III.14. Curva de acumulación de especies R.E.

III.4.1.2. En Área de Influencia

En el área de influencia (A.I.), se establecieron cinco unidades de muestreo de 500 m^2 para el estrato arbóreo y las respectivas subunidades para evaluar los estratos inferiores (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**III.16). La superficie total evaluada equivale a 0.25 ha en total.

Tabla III.8. Resumen de la metodología implementada en la evaluación del AI.

Componente	Tipos	Métodos	No de sitios	Estacionalidad	Comunidad	
Flora	Aleatorio	Cuadrantes	5	Lluvias	Perenne-Estacional	Terrestre

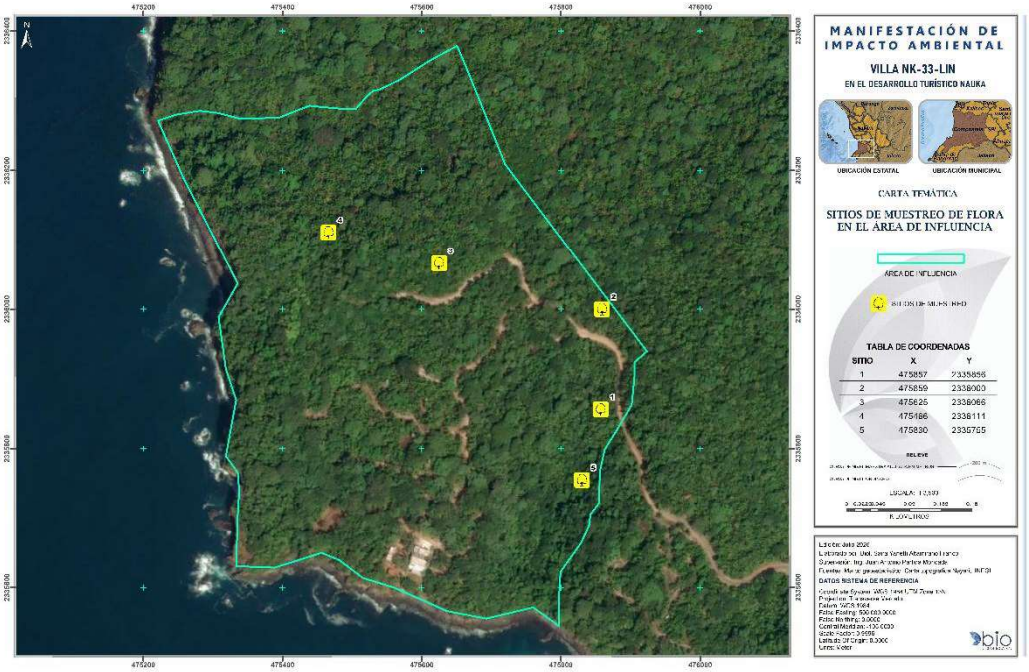


Figura III.15. Unidades de muestreo de flora en la A.I.

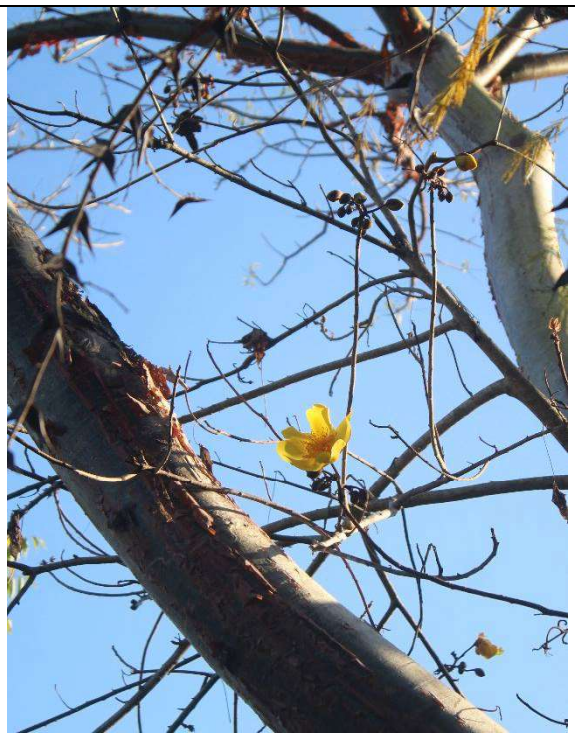
A continuación, se presentan las coordenadas UTM WGS84 de las unidades de muestreo implementadas para el análisis del A.I.:

Tabla III.9. Coordenadas de los sitios de muestreo del A.I. en formato WGS84-UTM.

Sitio	Tipo de vegetación	Este X	Norte Y
AI-01	VSA/SMS	475857	2335856
AI-02	VSA/SMS	475859	2336000
AI-03	VSA/SMS	475625	2336066
AI-04	VSA/SMS	475466	2336111
AI-05	VSA/SMS	475830	2335755



Registro de medidas dasométricas en A.I.



Cochlospermum vitifolium



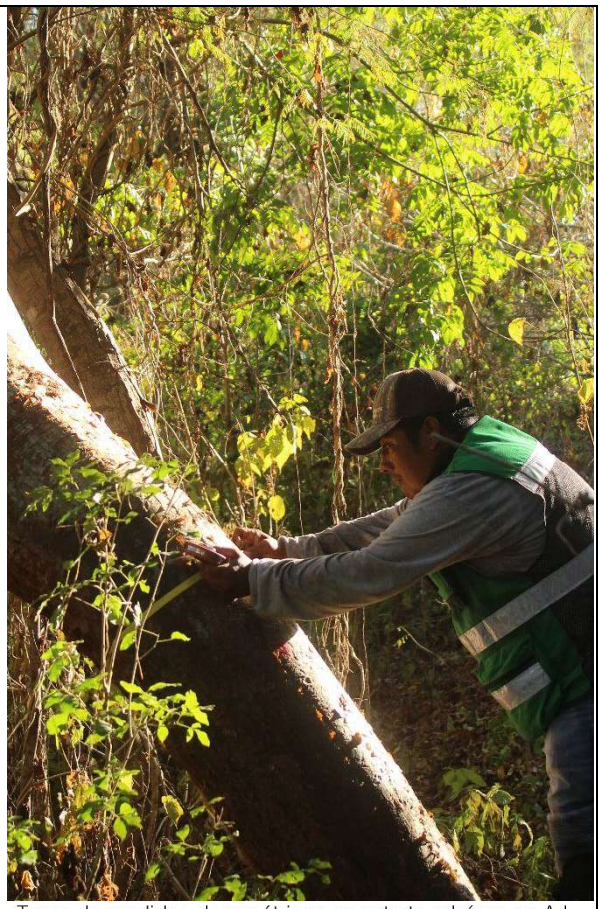
Randia armata



Establecimiento de unidades de muestreo en A.I.



Aphananthe monoica



Toma de medidas dasométricas en estrato arbóreo en A.I.

Figura III.16. Desarrollo del muestreo de vegetación en A.I.

En el AI se registraron 26 especies con 213 individuos. De acuerdo al estimador Chao 2, la riqueza estimada es de 28 especies. Con base a esta estimación, puede entenderse que el muestreo fue representativo al obtener casi la totalidad de la riqueza esperada para el A.I. En otros términos, la riqueza observada representa el 92.86% de la riqueza esperada.

Tabla III.10. Valor estimado de Chao 2 correspondiente al A.I.

Singletes	Dobletes	Riqueza observada	Chao 2	Representatividad
11	9	26	28	92.86%

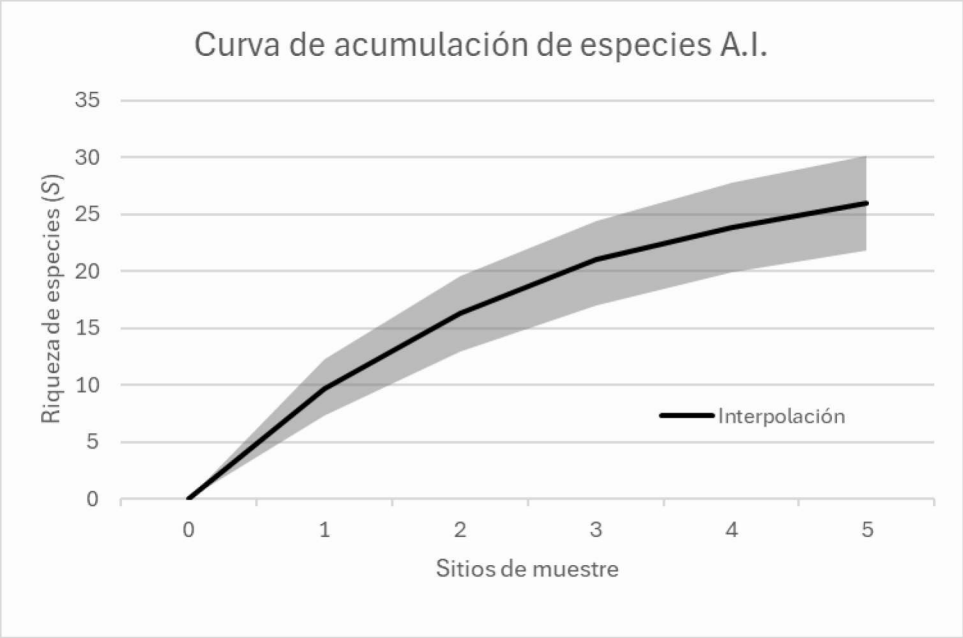


Figura III.17. Curva de acumulación de especies en A.I.

III.4.1.2. En Área de Proyecto

La evaluación del área de proyecto se realizó mediante un conteo directo de las especies consideradas como forestales presentes del estrato arbóreo sobre la superficie delimitada del A.P. (2,210.230 m^2).

Debido a la extensión manejable del terreno, se prescindió del uso de subdivisiones o cuadrantes, optando por el registro individual de cada elemento arbóreo presente, los cuales fueron georreferenciados para tener un mejor control al momento de contabilizar y tomar medidas dasométricas. Esta estrategia metodológica elimina el error de muestreo y los sesgos de extrapolación, garantizando una exactitud del 100% en la determinación de la riqueza y densidad real del área de estudio. Únicamente se consideraron las especies cuya forma de vida es de talla arbórea, ya que los estratos arbustivo y herbáceo presentaban únicamente especies consideradas como ruderales.

Tabla III.11. Resumen de la metodología implementada en la evaluación del A.P.

Componente	Tipos	Método	Estacionalidad	Comunidad	
Flora	Conteo directo	Área	Lluvias	Perenne-Estacional	Terrestre

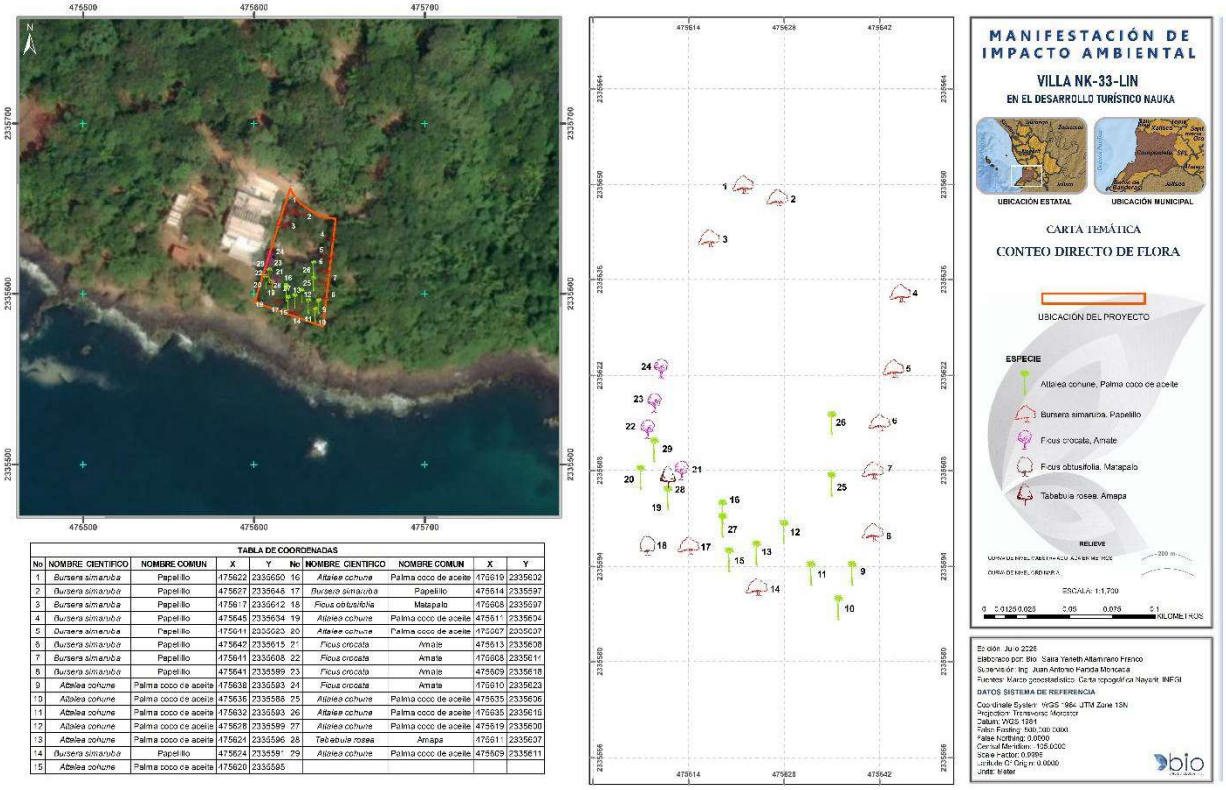


TABLA DE COORDENADAS

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	X	Y	No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	X	Y
1	*Bursera simaruba*	Papelillo	475622	2335650	16	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475619	2335632
2	*Bursera simaruba*	Papelillo	475627	2335648	17	*Bursera simaruba*	Papelillo	475614	2335597
3	*Bursera simaruba*	Papelillo	475617	2335642	18	*Ficus obtusifolia*	Matapalo	475608	2335597
4	*Bursera simaruba*	Papelillo	475645	2335634	19	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475611	2335634
5	*Bursera simaruba*	Papelillo	475644	2335623	20	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475607	2335637
6	*Bursera simaruba*	Papelillo	475642	2335615	21	*Ficus crocata*	Amate	475613	2335638
7	*Bursera simaruba*	Papelillo	475641	2335608	22	*Ficus crocata*	Amate	475608	2335611
8	*Bursera simaruba*	Papelillo	475641	2335599	23	*Ficus crocata*	Amate	475609	2335618
9	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475638	2335593	24	*Ficus crocata*	Amate	475610	2335623
10	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475636	2335588	25	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475635	2335636
11	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475632	2335593	26	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475635	2335619
12	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475628	2335589	27	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475619	2335630
13	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475624	2335596	28	*Tabebuia rosea*	Amapa	475611	2335637
14	*Bursera simaruba*	Papelillo	475624	2335587	29	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475609	2335611
15	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475620	2335585					

Figura III.18. Individuos registrados por conteo directo en A.P.

En la siguiente tabla se adjuntan las coordenadas de los individuos registrados en el A.P., así como la identidad de la especie y la situación de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010.

Tabla III.12. Especies arbóreas forestales registradas en el A.P.

Individuo	Este X	Norte Y	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT 2010
1	475622	2335650	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
2	475627	2335648	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
3	475617	2335642	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
4	475645	2335634	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
5	475644	2335623	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
6	475642	2335615	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
7	475641	2335608	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
8	475641	2335599	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
9	475638	2335593	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
10	475636	2335588	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr

Individuo	Este X	Norte Y	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT 2010
11	475632	2335593	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
12	475628	2335599	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
13	475624	2335596	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
14	475624	2335591	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
15	475620	2335595	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
16	475619	2335602	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
17	475614	2335597	*Bursera simaruba*	Papelillo	S.R.
18	475608	2335597	*Ficus obtusifolia*	Matapalo	S.R.
19	475611	2335604	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
20	475607	2335607	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
21	475613	2335608	*Ficus crocata*	Amate	S.R.
22	475608	2335614	*Ficus crocata*	Amate	S.R.
23	475609	2335618	*Ficus crocata*	Amate	S.R.
24	475610	2335623	*Ficus crocata*	Amate	S.R.
25	475635	2335606	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
26	475635	2335615	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
27	475619	2335600	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
28	475611	2335607	*Tabebuia rosea*	Amapa	S.R.
29	475609	2335611	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	Pr
NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr: Sujeta a protección especial; SR: Sin registro.					



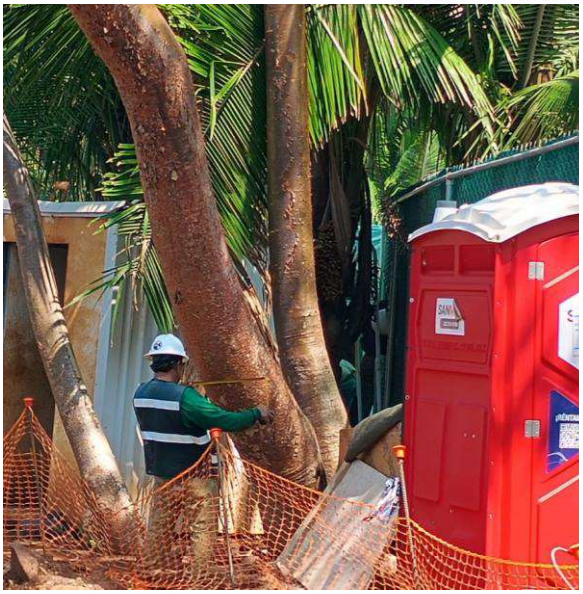
Árboles de un huerto de Yaka (*Artocarpus heterophyllus*)



Registro de dasometría de *Attalea cohune*



Condiciones actuales del área de proyecto



Especialisas evaluando la vegetación presente en el A.P.



Especies arbóreas representadas en el A.P.



Individuo de *Bursera simaruba* (Papelillo) registrado en A.P.



Ficus cotinifolia

Figura III.19. Desarrollo del muestreo de vegetación en A.P.

III.4.2. Fauna

La fauna silvestre se caracterizó mediante recorridos en campo, que involucran la observación directa y la búsqueda de rastros. Los recorridos se realizaron en un horario de 7:00 h hasta las 17:00 h con el objetivo de observar tanto especies con actividad diurna como crepusculares. Las técnicas utilizadas variaron en función del grupo de vertebrados.

El registro de aves estuvo circunscrito a puntos de muestreo de 30 m de radio. Para cada punto se registraron todas las aves observadas o escuchadas durante un periodo de 10 minutos. La observación de aves se realizó con binoculares 8x42 (Vórtex) y en caso de ser necesario con el auxilio de guías de identificación (Howell & Webb, 1995).

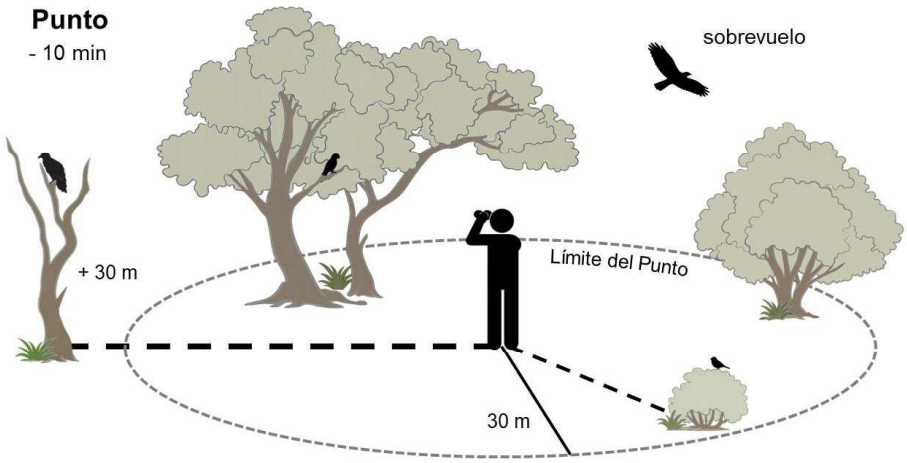


Figura III.20. Punto de conteo de aves. Modificado de PROALAS.

El muestreo de herpetofauna y mastofauna se realizó mediante recorridos en transectos lineales de 300 m de longitud y 10 m de ancho (5 m a cada lado del eje ventral del transecto), como se muestra en la siguiente figura. La duración del recorrido es de aproximadamente 20 a 30 minutos, esto para obtener la mayor cantidad de registros posibles.

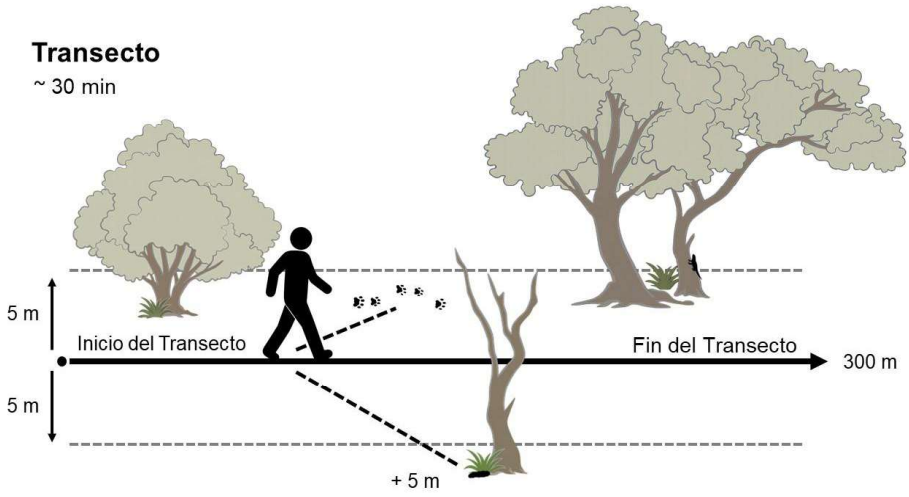


Figura III.21. Transecto para muestreo de herpetofauna y mastofauna. Modificado de PROALAS.

En el caso de la herpetofauna, el trabajo de campo consistió en la búsqueda visual de ejemplares en todos los microhábitats posibles (sobre el suelo, vegetación, entre la hojarasca,

debajo de rocas, troncos). Esto se realiza con ayuda de ganchos y pinzas herpetológicas. Los anfibios son más activos temprano (07:00-09:00 horas) o al atardecer cuando baja la temperatura y aumenta la humedad ambiental (15:00-19:00 horas). La búsqueda se centra en la revisión de áreas relativamente húmedas, sobre cañadas, en lechos de arroyos, dentro de cavidades, reservorios o tanquetas de agua, bajo rocas y troncos. Los reptiles por el contrario tienen su mayor actividad por la mañana (09:00-12:00 horas) o al atardecer al bajar la temperatura ambiental (16:00-19:00 horas). El esfuerzo implica revisar áreas o zonas que pueden servir como refugio, espacios de termorregulación o microhábitats como cavidades, bajo rocas, cañadas, troncos de árboles y paredones de roca.

Para el registro de mamíferos en el área de estudio, se realizó una búsqueda de rastros (huellas y excretas) y organismos vivos a lo largo del transecto. Para la identificación de los rastros se utilizaron los manuales de campo de Murie y Elbroch (2005) y Aranda Sánchez (2012). En el caso de las excretas, se analizó su contenido para registrar si se detectan desechos (pelo, plumas, semillas, etc.) que lo asocien a cierto grupo de organismos. Adicionalmente, se incluyeron otros registros indirectos como madrigueras, desechos de alimentos, etc. De todos los rastros se tomó evidencia fotográfica con una referencia de tamaño.

Justificación de muestreo

Con el propósito de evaluar la suficiencia del muestreo, se estimó la riqueza potencial de especies y la cobertura de muestreo a partir de los datos obtenidos durante el trabajo de campo. Para ello se empleó el estimador no paramétrico Chao1 (Chao, 1984), apropiado para datos de abundancia (número de individuos por especie), el cual permite estimar la riqueza total esperada de especies considerando la frecuencia de especies raras en la muestra. Este estimador se define como:

$$S_{est} = S_{obs} + \frac{f_1^2}{2f_2}$$

donde:

S_{obs} = número de especies observadas,

f_1 = número de especies representadas por un solo individuo (*singletons*),
f_2 = número de especies representadas por dos individuos (*doubletons*).

Adicionalmente, se estimó la cobertura de muestra (*sample coverage*) siguiendo el enfoque propuesto por Chao y Jost (2012), la cual cuantifica la proporción del total de individuos de la comunidad que pertenecen a especies detectadas durante el muestreo. La cobertura se calcula como:

$$SC = 1 - \frac{f_1}{N}\left[\frac{(N-1)f_1}{(N-1)f_1 + 2f_2}\right]$$

donde:
f_1 = número de especies representadas por un solo individuo (*singletons*),
f_2 = número de especies representadas por dos individuos (*doubletons*).
N = número total de individuos registrados.

Valores de cobertura cercanos a 1 indican inventarios prácticamente completos, mientras que valores bajos reflejan una alta probabilidad de especies no detectadas.

Finalmente, se construyó una curva de rarefacción y extrapolación de la riqueza de especies a partir de los datos de abundancia mediante el paquete iNEXT en R, con el objetivo de evaluar la estabilidad de la riqueza observada y la tendencia esperada de acumulación de especies en función del esfuerzo de muestreo.

III.4.2.1. En Región Ecológica

En la RE se establecieron siete unidades de muestreo (Figura III.22). Para las aves cada unidad consistió en parcelas circulares con 30 m de radio, con un área de 0.28 ha por punto para el registro de avifauna, es decir, 1.96 hectáreas netas. En el caso de herpetofauna y mastofauna, el muestreo consistió en transectos de 300 m de longitud por 10 m de ancho, cubriendo un área por unidad de 0.3 ha, o bien 2.1 hectáreas en total.

Tabla III.13. Métodos de muestreo empleados en la RE.

Grupo	Tipo de muestreo	Métodos	No. de sitios	Horario	Estacionalidad
Aves	Aleatorio	Punto de conteo	7	Diurno	Lluvias
Mamíferos	Aleatorio	Transecto lineal	7	Diurno	Lluvias
Herpetofauna	Aleatorio	Transecto lineal	7	Diurno	Lluvias

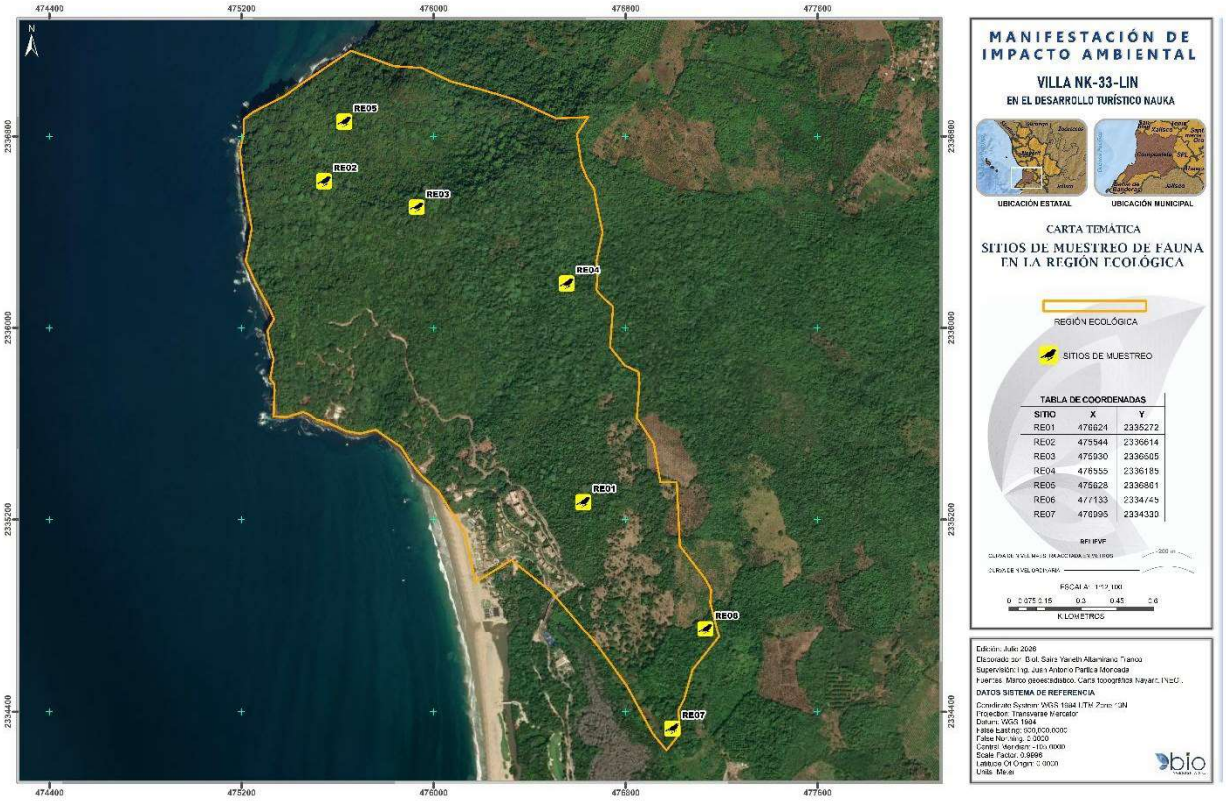


Figura III.22. Sitios de muestreo de fauna en la RE.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM (WGS84) del centro de las unidades de muestreo en la RE.

Tabla III.14. Coordenadas de los sitios de muestreo en la RE.

Sitio	X	Y
RE01	476624	2335272
RE02	475544	2336614
RE03	475930	2336505
RE04	476555	2336185
RE05	475628	2336861

Sitio	X	Y
RE06	477133	2334745
RE07	476995	2334330



Chotacabras menor
(*Nyctidromus albicollis*)



Zopilote aura
(*Cathartes aura*)



Zopilote común
(*Coragyps atratus*)



Cuervo sinaloense
(*Corvus sinaloae*)



Perico frente naranja
(*Eupsittula canicularis*)



Cacique mexicano
(*Cassiculus melanicterus*)



Excreta de conejo montés
(*Sylvilagus cunicularius*)



Abaniquillo pañuelo del Pacífico
(*Anolis nebulosus*)



Lagartija espinosa del Pacífico
(*Sceloporus utiformis*)



Huico de líneas de Jalisco
(*Aspidoscelis lineattissimus*)

Figura III.23. Registros fotográficos de algunas especies de fauna silvestre en la RE.

En la región ecológica se registraron 39 especies con un total de 188 individuos. El estimador Chao 1 proyectó una riqueza esperada de 45 especies, lo que indica que el inventario recuperó aproximadamente el 87% de la riqueza estimada para el sitio. Asimismo, la cobertura de la muestra fue de 96%, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo fue alto y que la mayor parte de los individuos pertenecen a las especies presentes en la comunidad. Esto indica que el muestreo fue representativo de la fauna silvestre de la región ecológica, aunque aún es posible detectar algunas especies poco comunes mediante un esfuerzo adicional de muestreo.

Tabla III.15. Resultados del estimador Chao1 y cobertura de muestra para la RE.

Sobs	*Singletons*	*Dobletons*	*N*	*Sest*	*Sample coverage*
39	8	5	188	45	96%

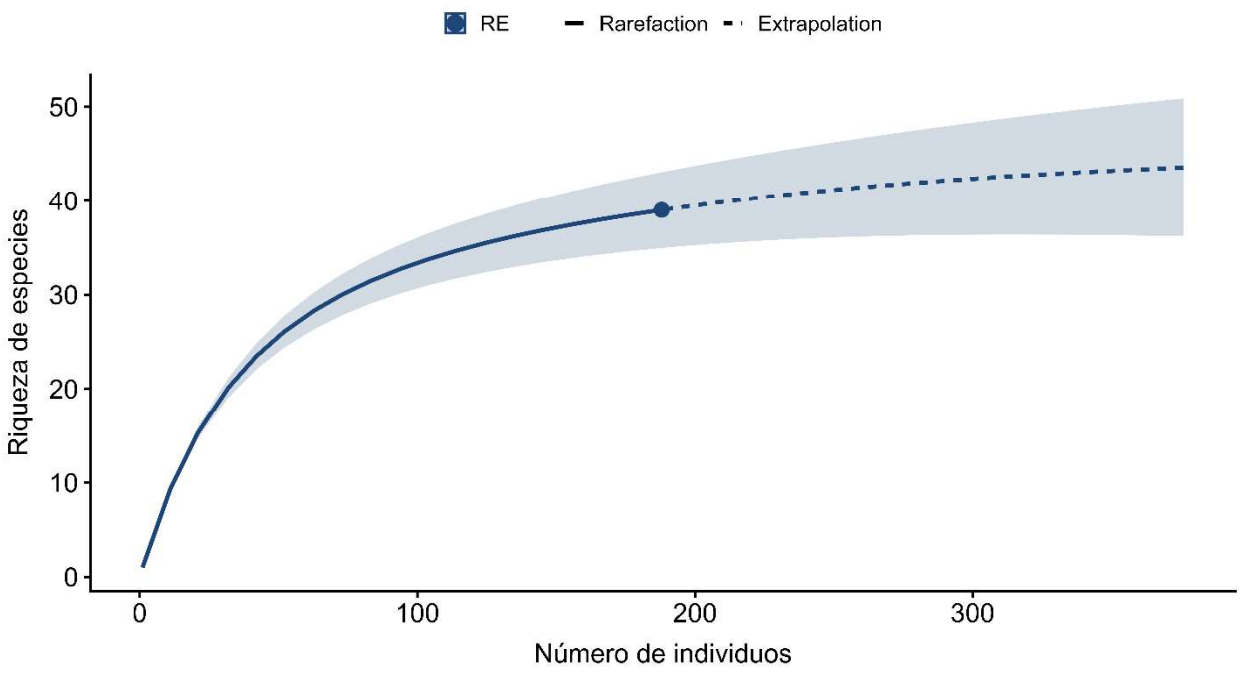


Figura III.24. Curva de rarefacción y extrapolación de la riqueza de especies (Chao1) en la RE.

III.4.2.2. En Área de Influencia

En el AI se establecieron cuatro unidades de muestreo (Figura III.25). Para las aves cada unidad consistió en parcelas circulares con 30 m de radio, con un área de 0.28 ha por punto para el registro de avifauna, es decir, 1.12 hectáreas netas. En el caso de herpetofauna y mastofauna, el muestreo consistió en transectos de 300 m de longitud por 10 m de ancho, cubriendo un área por unidad de 0.3 ha, o bien, 1.2 hectáreas en total.

Tabla III.16. Métodos de muestreo empleados en el AI.

Grupo	Tipo de muestreo	Métodos	No. de sitios	Horario	Estacionalidad
Aves	Aleatorio	Punto de conteo	4	Diurno	Lluvias
Mamíferos	Aleatorio	Transecto lineal	4	Diurno	Lluvias
Herpetofauna	Aleatorio	Transecto lineal	4	Diurno	Lluvias

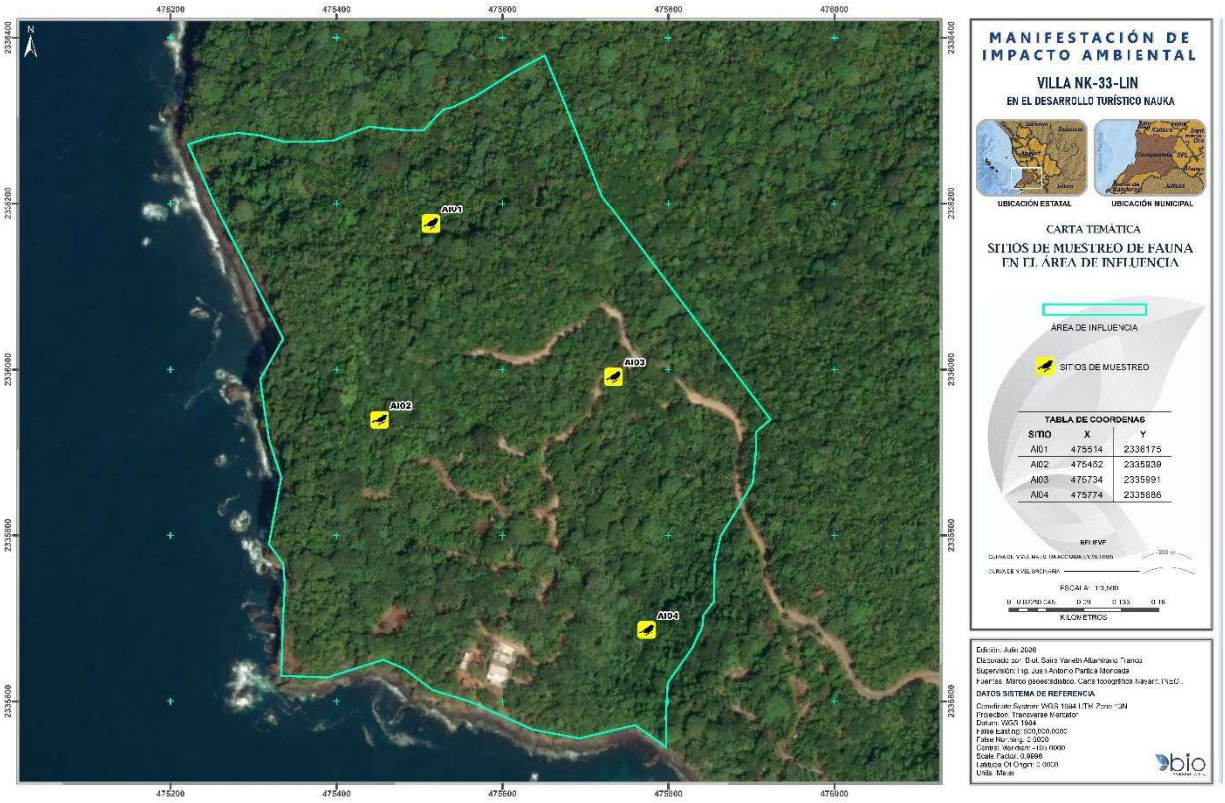


Figura III.25. Sitios de muestreo en el AI.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM (WGS84) del centro de las unidades de muestreo en el AI.

Tabla III.17. Coordenadas de los sitios de muestreo en el AI.

Sitio	X	Y
AI01	475514	2336175
AI02	475452	2335939
AI03	475734	2335991
AI04	475774	2335686



Zopilote común (*Coragyps atratus*)

Cacique mexicano (*Cassiculus melanicterus*)

Abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*)

Huico de líneas de Jalisco (*Aspidoscelis lineattissimus*)

Figura III.26. Registros fotográficos de algunas especies de fauna silvestre en el AI.

En el área de influencia se registraron 19 especies de vertebrados, con un total de 74 individuos. El estimador Chao 1 estimó una riqueza de 19 especies, coincidiendo con la riqueza observada durante el muestreo. Asimismo, la cobertura de la muestra alcanzó el 99%, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue altamente representativo de la comunidad de vertebrados presente en el área de influencia y que es poco probable que un incremento en el esfuerzo de muestreo permita registrar un número considerable de especies adicionales. Estos resultados sugieren que el inventario caracterizó de manera adecuada la composición de vertebrados del sitio.

Tabla III.18. Resultados del estimador Chao1 y cobertura de muestra para el AI.

Sobs	*Singletons*	*Dobletons*	*N*	*Sest*	*Sample coverage*
19	1	7	74	19	99%

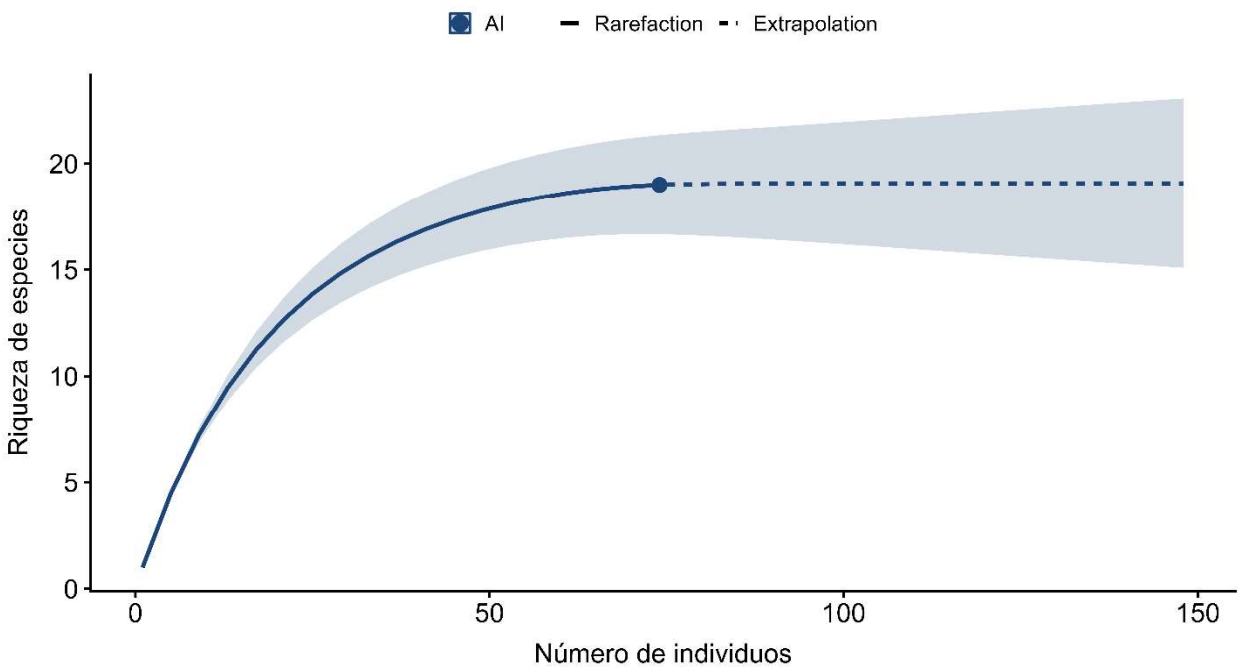


Figura III.27. Curva de rarefacción y extrapolación de la riqueza de especies (Chao1) en el AI.

III.4.2.2. En Área de Proyecto

Para el registro de herpetofauna y mastofauna se realizó un recorrido por toda el área del predio en búsqueda de rastros u organismos vivos. Asimismo, se ubicó un punto de muestreo para aves con un radio de detección de 30 m, de esta manera se cubrió la mayor superficie posible dentro del AP.

Tabla III.19. Métodos de muestreo empleados en el AP.

Grupo	Tipo de muestreo	Métodos	No. de sitios	Horario	Estacionalidad
Aves	Aleatorio	Punto de conteo	1	Diurno	Lluvias
Mamíferos	Aleatorio	Parcela	1	Diurno	Lluvias
Herpetofauna	Aleatorio	Parcela	1	Diurno	Lluvias



Figura III.28. Sitios de muestreo en el AP.

A continuación, se presenta la coordenada UTM (WGS84) del centro del punto de muestreo en el AP.

Tabla III.20. Coordenada del punto de muestreo en el AP.

Sitio	X	Y
AP01	475627	2335620



Luis bienteveo
(*Pitangus sulphuratus*)

Huico de líneas de Jalisco
(*Aspidoscelis lineattissimus*)

Figura III.29. Registros fotográficos de algunas especies de fauna silvestre en el AP.

En el área de proyecto se registraron nueve especies de vertebrados, con un total de 24 individuos. El estimador Chao 1 estimó una riqueza de nueve especies, coincidiendo con la riqueza observada durante el muestreo. La cobertura de la muestra fue de 93%, lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la mayor parte de la comunidad de vertebrados presente en el sitio. Si bien aún podrían registrarse algunas especies poco frecuentes con un mayor esfuerzo de muestreo, los resultados sugieren que el inventario representa adecuadamente la composición de vertebrados del área de proyecto.

Tabla III.21. Resultados del estimador Chao1 y cobertura de muestra para el AP.

Sobs	*Singletons*	*Dobletons*	*N*	*Sest*	*Sample coverage*
9	2	5	24	9	93%

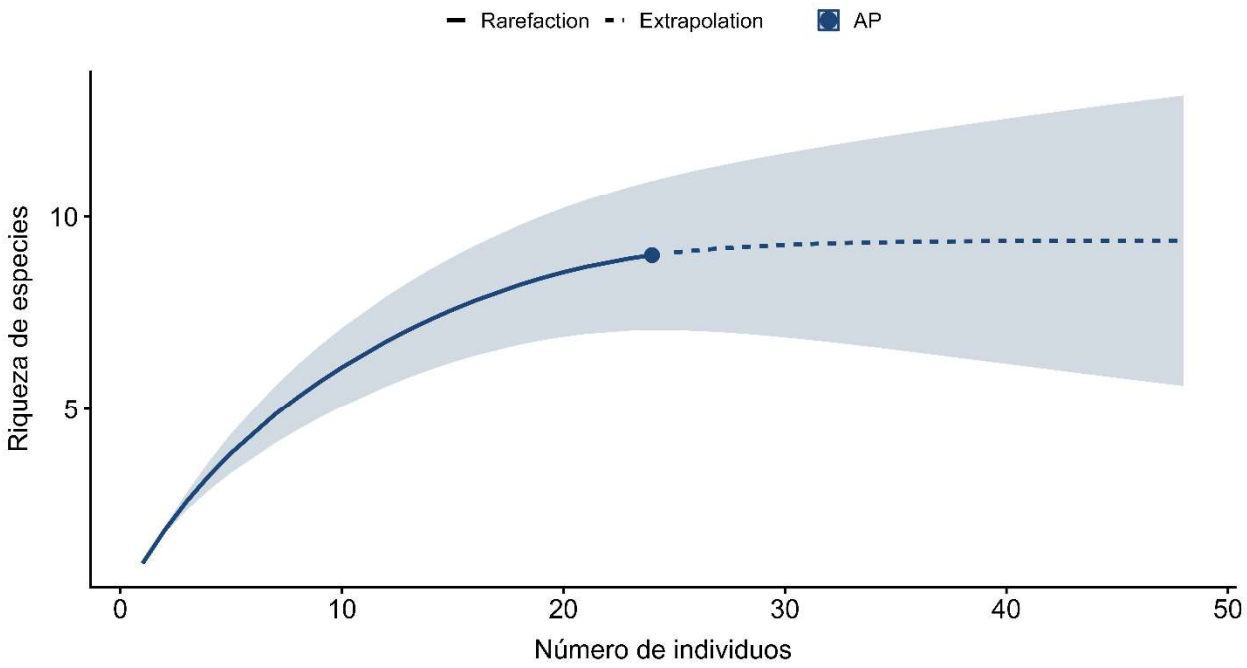


Figura III.30. Curva de rarefacción y extrapolación de la riqueza de especies (Chao1) en el AP.

Se anexan los cálculos del estimador no paramétrico (Chao 1) y porcentaje de cobertura de muestra para la RE, el AI y el AP, ***Anexo III.5***.

III.5. Especies endémicas identificadas en campo o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010

III.5.1. Flora

De acuerdo a lo resultados obtenidos del muestreo en la región ecológica (R.E.), área de influencia (A.I.) y el área de proyecto (A.P.), a continuación, se registran las especies endémicas, así como las especies que se encuentren bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es importante mencionar, que fueron encontradas tanto en la región ecológica como en el área de influencia, por lo que se puede comprender que estas especies no tienen una distribución restringida que pueda verse condicionada por el desarrollo del proyecto en cuestión.

Tabla III.22. Listado florístico de las especies presentes de los muestreos de la R.E., A.I. y A.P.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	RE	AI	AP
Arecaceae	*Attalea cohune*	Coco de aceite	Nativa	Pr	✓	✓	✓
Fabaceae	*Platymiscium trifoliolatum*	Palo santo	Endémica	SR	✓		
	Pterocarpus orbiculatus	Sangrillo	Endémica	SR	✓	✓	
Poaceae	*Chusquea nelsonii*	Ojotate	Endemismo	SR	✓	✓	
NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr: Sujeta a protección especial; SR: Sin registro.							

III.5.2. Fauna

Durante los muestreos se registraron 15 especies de importancia para la conservación en la RE. De ellas, 13 son endémicas de México y cuatro se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales tres están sujetas a protección especial (Pr) y una bajo la categoría de amenazada (A).

En el AI se identificaron siete especies endémicas y dos especies sujetas a protección especial: el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) y el huico de líneas de Jalisco (*Aspidoscelis lineattissimus*). Esta última también fue registrada en el AP, donde constituyó la única especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Adicionalmente, en el área de proyecto se documentaron otras tres especies endémicas: el cuervo sinaloense (*Corvus sinaloae*), el chivirín feliz (*Pheugopedius felix*) y el trogón citrino (*Trogon citreolus*).

Es importante señalar que ninguna de estas especies presentó una distribución restringida al AP, ya que todas fueron registradas también en el AI y en la RE durante los muestreos, lo que indica que su presencia no se limita al área de proyecto.

Tabla III.23. Especies endémicas y/o enlistadas en la NOM-S059-SEMARNAT-2010 identificadas en c

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista Roja IUCN	Apéndices CITES	ir
Aves	*Piaya mexicana*	Cuclillo canelo mexicano	Endémica		LC		
	Ortalis wagleri	Chachalaca vientre castaño	Endémica		LC		
	Corvus sinaloae	Cuervo sinaloense	Endémica		LC		
	Cyanocorax colliei	Urraca-hermosa cara negra	Endémica		LC		
	Pheugopedius felix	Chivirín feliz	Endémica		LC		
	Thryophilus sinaloa	Chivirín sinaloense	Endémica		LC		
	Campephilus guatemalensis	Carpintero pico plata	Nativa	Pr	LC		
	Melanerpes chrysogenys	Carpintero enmascarado	Endémica		LC		
	Eupsittula canicularis	Perico frente naranja	Nativa	Pr	VU	II	
	Trogon citreolus	Trogón citrino	Endémica		LC		
Mamíferos	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo montés	Endémica		LC		
Reptiles	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	Endémica		LC		
	Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana de cola espinosa	Endémica	A	LC	II	
	Sceloporus utiformis	Lagartija espinosa del Pacífico	Endémica		LC		
	Aspidoscelis lineattissimus	Huico de líneas de Jalisco	Endémica	Pr	LC		

NOM-059: P = en peligro de extinción, A = amenazada, Pr = sujeta a protección especial

IUCN: EN = En Peligro, VU = Vulnerable, LC = Preocupación Menor

El listado completo de las especies de fauna silvestre registradas durante el muestreo se puede ver en el *Anexo III.6*.

III.6. Índices de diversidad biológica

III.6.1. Flora

La descripción de la diversidad florística fue realizada mediante los índices de Shannon-Wiener, Simpson y Equitatividad de Pielou.

- Riqueza (*S*)

  Se define como riqueza al número de especies presentes en un área determinada. Para este caso en particular es el número de especies presentes dentro de los muestreos realizados a lo largo de las actividades de caracterización forestal.

- Diversidad

  La diversidad de especies en cada sitio de muestreo se calculó por medio del índice de Shannon-Wiener (H') base logaritmo natural y el índice de dominancia de Simpson (ʎ), por considerar que son poco sensibles a la presencia de las especies menos abundantes. Adicionalmente, se evaluó el índice de equitatividad de Pielou (J') para comparar la diversidad calculada con el índice de H' y la máxima diversidad que puede albergar el área de estudio (Krebs, 1985; Meave et al., 1992; Catalan-Heverástico et al., 2003, Halffter et al, 2007).

Índice de Shannon-Wiener (*H'*)

Este índice se representa como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0-5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy diversos llegan a presentar valores superiores a 5:

$$H' = -\sum pi * \ln pi$$

Donde:

Pi = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (Es decir, la abundancia relativa de la especie i): ni/N

Índice de Dominancia de Simpson (*D*)

El índice de dominancia de Simpson (*D*) mide la probabilidad de que los individuos seleccionados al azar dentro de una comunidad pertenezcan a la misma especie. Este índice evalúa el grado de dominancia de una o varias especies sobre el resto de la comunidad, por lo que valores cercanos a 1 indican una alta dominancia y una baja diversidad, mientras que valores cercanos a 0 reflejan una menor dominancia y una distribución más equitativa de los individuos entre las especies.

$$\boldsymbol{D = \sum pi^2}$$

Dónde:

D = Índice de dominancia de Simpson.

Pi = Proporción de individuos.

En este estudio se utilizó para evaluar el grado de dominancia de las especies en los diferentes estratos de la vegetación y comparar la estructura de la comunidad entre el área del proyecto (AP) y la región ecológica (RE).

Índice de equitatividad de Pielou (*J'*)

Este índice permite comparar la diversidad esperada con la estimada y determinar un valor que indica la relación que existe entre la intensidad del muestreo y lo que el indicador puntualiza.

$$\boldsymbol{J' = \frac{H'}{H'max}}$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

H' max = Diversidad máxima esperada.

Índice de Margalef (*DMg*)

El índice de Margalef es un índice de diversidad alfa que estima la riqueza específica de una comunidad a partir del número de especies y del total de individuos muestreados. Su valor aumenta conforme se incrementa el número de especies registradas y se expresa como un número positivo. Este índice no considera la abundancia relativa ni la distribución espacial de las especies, por lo que se recomienda emplearlo de manera complementaria con otros índices de diversidad. El índice de Margalef (DMg), relaciona el número de especies

presentes con el total de individuos muestreados. Este índice se calcula con la siguiente fórmula:

$$DMg = \frac{S-1}{\text{Ln N}}$$

Dónde:

S = Número de especies.

N = Número total de individuos.

Resultados

Resultados (*A través de los muestreos biológicos)*

Riqueza y estructura florística

Como resultado de la caracterización florística realizada durante los trabajos de campo, se registró un total de 31 especies en la Región Ecológica (RE), 26 especies en el Área de Influencia (AI) y 5 especies en el Área del Proyecto (AP).

En la RE, la composición florística estuvo representada por 9 especies herbáceas, 12 especies arbustivas y 17 especies arbóreas.

En el AI, la composición florística fue representada por 8 especies herbáceas, 12 especies arbustivas y 16 arbóreas.

En el AP, se identificaron 5 especies arbóreas.

Tabla III.24. Riqueza de especies dentro de la RE, AI y el AP.

Forma de vida	Riqueza (S) RE	Riqueza (*S*) AI	Riqueza (S) AP
Arbóreo	17	16	5
Arbustivo	12	12	-
Herbáceo	9	8	-
TOTAL	31	26	5

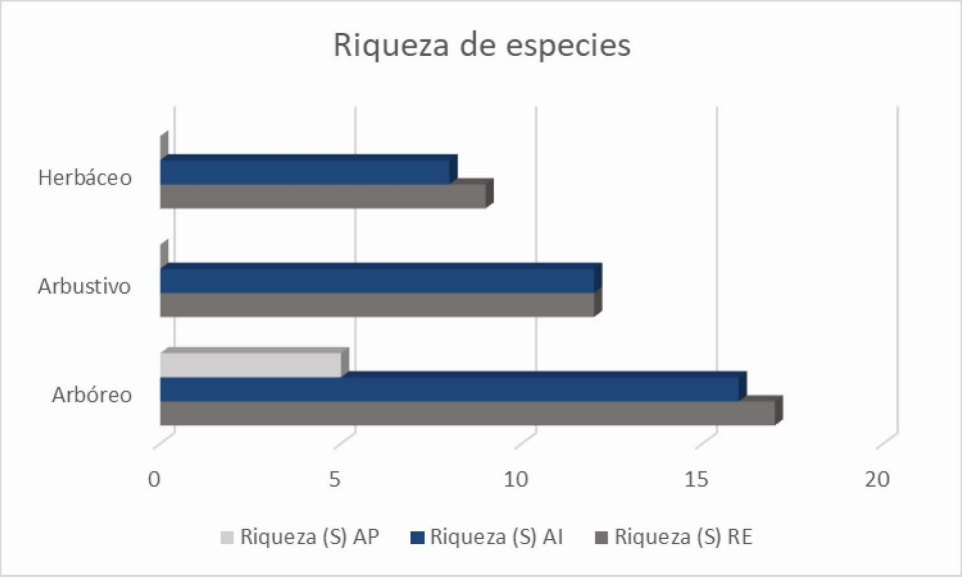


Figura III.31. Riqueza por estrato dentro de la RE, AI y el AP.

En el caso de las abundancias, dentro de la R.E. se registraron 547 individuos, en el A.I. 213 en el AP sólo 29 individuos.

Índices de diversidad

En el caso de los índices de biodiversidad aplicados, se determinaron los niveles de diversidad alfa conforme a lo siguiente (*Anexo III. 7*):

Tabla III.25. Resultados de los Índices de diversidad

Componente	Nombre del índice	Parámetro	RE	AI	AP	Análisis y conclusiones de los resultados
Flora	Shannon-Wiener (H')	Diversidad específica	Arbóreo: 2.01 Arbustivo: 1.44 Herbáceo: 2.10	Arbóreo: 2.57 Arbustivo: 1.93 Herbáceo: 1.96	Arbóreo: 1.2	La diversidad fue mayor en el estrato arbóreo del A.I., seguida del herbáceo de la R.E. El estrato arbustivo presentó una diversidad baja comparada con los otros estratos, indicando una comunidad poco diversa.
	Simpson (D)	Dominancia	Arbóreo: 0.25 Arbustivo: 0.39 Herbáceo: 0.13	Arbóreo: 0.09 Arbustivo: 0.21 Herbáceo: 0.16	Arbóreo: 0.34	Los valores bajos de dominancia indican que ninguna especie ejerce

Componente	Nombre del índice	Parámetro	RE	AI	AP	Análisis y conclusiones de los resultados
						un dominio marcado sobre la comunidad. La menor dominancia se registró en el estrato arbóreo del A.I., lo que coincide con una mayor diversidad.
	Margalef (DMg)	Riqueza específica	Arbóreo: 2.97 Arbustivo: 1.93 Herbáceo: 2.18	Arbóreo: 3.44 Arbustivo: 2.30 Herbáceo: 2.52	Arbóreo: 1.19	La mayor riqueza de especies se registró en el estrato arbóreo del A.I., mientras que el estrato arbóreo del A.P. presentó la menor riqueza.
	Equidad de Pielou (J')	Uniformidad en la abundancia	Arbóreo: 0.70 Arbustivo: 0.58 Herbáceo: 0.95	Arbóreo: 0.92 Arbustivo: 0.77 Herbáceo: 0.94	Arbóreo: 0.8	El AP presentó una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies. En la RE, la equidad fue moderada en los estratos arbóreo y arbustivo y baja en el herbáceo, reflejando una distribución desigual de abundancias.

Conclusiones

Los resultados obtenidos dentro de la caracterización de la vegetación de la RE, AI y el AP demuestran que la Región Ecológica (RE) conforme a su estructura, riqueza y biodiversidad, presenta las condiciones mejor preservadas, albergando especies clave para el funcionamiento de este. Asimismo, dentro de la RE, AI y el AP se identificaron como especies que presentan una amplia distribución dentro del estado de Nayarit, por ellos, se concluye que este proyecto es viable en términos de vegetación.

III.6.1. Fauna

Para la caracterización de la diversidad biológica de fauna silvestre se emplearon indicadores ecológicos que permiten describir de manera integral la estructura y composición de las comunidades presentes. Estos índices reflejan distintos componentes de la diversidad, como la

riqueza específica, la equitatividad y la dominancia, proporcionando una visión cuantitativa y complementaria del comportamiento de las comunidades biológicas.

El índice de Shannon–Wiener (H') cuantifica la diversidad considerando tanto la riqueza de especies (número de especies presentes) como la proporción relativa de abundancias. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i ln(p_i)$$

donde S es el número total de especies, p_i la proporción de individuos de la especie i respecto al total ($p_i = \frac{n_i}{N}$), n_i el número de individuos de la especie i y N el total de individuos muestreados. Valores elevados de H indican comunidades con alta diversidad, caracterizadas por gran número de especies y abundancias equilibradas.

La equitatividad o uniformidad en la distribución de las abundancias se evaluó mediante el índice de Pielou (J′), que expresa qué tan equitativa es la comunidad en comparación con la máxima diversidad posible para una riqueza dada. Este índice se calcula como:

$$J' = \frac{H'}{In(S)}$$

donde H corresponde al valor obtenido con el índice de Shannon–Wiener y S a la riqueza de especies. Valores cercanos a 1 indican máxima equitatividad, mientras que valores bajos reflejan una distribución desigual.

Para evaluar el grado de dominancia de especies dentro de la comunidad se calculó el índice de Simpson (D), sensible a la presencia de especies abundantes, mediante la fórmula:

$$D = \sum_{i=1}^{S} p_i^2$$

En este caso, valores cercanos a 1 indican fuerte dominancia de unas pocas especies, mientras que valores bajos reflejan una comunidad más equitativa.

A partir de los índices de Shannon y Simpson se estimaron los números efectivos de especies, los cuales representan el número de especies igualmente abundantes que producirían el mismo valor de diversidad observado. Estos valores corresponden a los denominados números de Hill (^{0}D, ^{1}D, ^{2}D), cuya fórmula general es la siguiente:

$$^{q}_{0}\mathcal{D} = \left(\sum_{i=1}^{S} p_i^q \right)^{\frac{1}{1-q}}$$

Donde, qD es la diversidad de Hill para el valor de q, S es la riqueza, p_i es la abundancia relativa de la especie i, q es el parámetro que se ajusta a la equidad o dominancia.

El exponente q determina la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies; es decir, la influencia que pueden tener las especies comunes o las especies raras en la medida de la diversidad. En sentido figurado, es un indicador que determina cuántas especies son consideradas en la muestra analizada, dependiendo de su nivel de rareza (Hill, 1973).

La diversidad de orden cero ($q = 0$) es completamente insensible a las abundancias de las especies; por lo tanto, el valor obtenido equivale simplemente a la riqueza de especies.

$$^{0}D = S$$

La diversidad de orden uno ($q = 1$) pondera las especies de acuerdo con sus abundancias y corresponde a la exponencial del índice de Shannon. Este valor representa el número efectivo de especies si todas si todas fueran igualmente comunes.

$$^1D = e^H$$

La diversidad de orden dos ($q = 2$) otorga un peso aún mayor a las especies más abundantes y se calcula como el inverso del índice de Simpson, interpretándose como el número efectivo de especies dominantes en la comunidad.

$$^2D = \frac{1}{\sum_{i=1}^{S} p_1^2}$$

Los números de Hill nos indican de forma más efectiva la diversidad o dominancia ecológicas en una comunidad. Su valor es máximo cuando todas las especies contribuyen con las mismas abundancias y mínimo cuando pocas especies contribuyen con las mayores abundancias, tomando un intervalo de 1 a *S* donde *S* es el número total de especies.

La avifauna mostró un incremento gradual en la diversidad conforme aumentó la escala espacial de análisis. La riqueza de especies (q = 0) pasó de ocho especies en el AP a 17 en el AI y 32 en la RE. Este patrón fue consistente con el índice de Shannon-Wiener, cuyos valores aumentaron de 1.99 en el AP a 2.68 en el AI y 3.22 en la RE, lo que indica una mayor diversidad y una distribución más equilibrada de las abundancias en los sistemas de mayor extensión. De manera concordante, el número efectivo de especies de orden 1 (q = 1) se incrementó de 7.34 especies efectivas en el AP a 14.59 en el AI y 24.91 en la RE, mientras que el número efectivo de especies de orden 2 (q = 2) aumentó de 6.74 a 13.04 y 21.00 especies efectivas, respectivamente, reflejando una mayor diversidad de especies comunes y dominantes. La equitatividad de Pielou se mantuvo elevada en los tres sistemas (0.93–0.96), lo que indica una distribución relativamente uniforme de las abundancias, aunque con una ligera disminución en la RE asociada a un mayor número de especies. En concordancia, el índice de dominancia de Simpson disminuyó progresivamente del AP (0.15) al AI (0.08) y la RE (0.05), evidenciando una menor dominancia de unas cuantas especies y una comunidad avifaunística más diversa y equilibrada en la región ecológica.

En cuanto a mamíferos, no se obtuvieron registros en el AP ni en el AI durante los muestreos, por lo que no fue posible estimar índices de diversidad para estos sistemas. En la RE se registraron únicamente dos especies, el murciélago *Artibeus lituratus* (cinco individuos) y el conejo montés (*Sylvilagus cunicularius*) (un individuo), resultando en una riqueza de dos especies (q = 0). Esta composición se reflejó en un valor de diversidad de Shannon-Wiener de 0.45 y un número efectivo de especies de primer orden (q = 1) de 1.57 especies efectivas, mientras que el número efectivo de especies de segundo orden (q = 2) fue de 1.38 especies efectivas. La equitatividad de Pielou alcanzó un valor de 0.65, indicando una distribución desigual de las abundancias entre las especies registradas. En concordancia, el índice de dominancia de Simpson fue elevado (0.72), lo que evidencia una marcada dominancia de *Artibeus lituratus* dentro de la comunidad de mamíferos registrada en la región ecológica.

En el caso de los reptiles, únicamente se registró una especie en el AP, el huico de líneas de Jalisco (*Aspidoscelis lineattissimus*), por lo que no fue posible estimar índices de diversidad para este sistema. En el AI se registraron dos especies (q = 0), con un índice de Shannon-Wiener de 0.67 y un número efectivo de especies de primer orden (q = 1) de 1.96 especies efectivas, mientras que el número efectivo de especies de segundo orden (q = 2) fue de 1.92 especies efectivas. La equitatividad de Pielou fue alta (0.97), lo que indica una distribución prácticamente uniforme de las abundancias entre ambas especies. En la RE, la riqueza aumentó a cinco especies (q = 0), acompañada de un incremento en la diversidad (H' = 1.30), el número efectivo de especies de primer orden (q = 1 = 3.69) y de segundo orden (q = 2 = 3.13). Aunque la equitatividad disminuyó a 0.81 respecto al AI, este valor continuó indicando una distribución relativamente equilibrada de las abundancias, mientras que la dominancia de Simpson fue

menor (0.32 frente a 0.52 en el AI), reflejando una comunidad con una menor concentración de individuos en una sola especie y, por tanto, una mayor diversidad en la región ecológica.



Figura III.32. Valores de diversidad y números efectivos de especies.

En términos generales, la región ecológica presentó la mayor diversidad de los tres sistemas, caracterizada por una mayor riqueza de especies, una distribución más uniforme de las abundancias y una baja dominancia. El área de influencia mostró una diversidad intermedia, mientras que el área de proyecto registró una diversidad baja, con comunidades más simplificadas y una mayor dominancia de unas cuantas especies.

Tabla III.26. Índices de diversidad en el AP, el AI y la RE.

Grupo	Nombre del Índice	Parámetro	Valor del Índice		
			AP	AI	RE
Aves	Índice de Shannon-Wiener	Diversidad	1.99	2.68	3.22
	Equitatividad de Pielou	Equitatividad	0.96	0.95	0.93
	Índice de dominancia de Simpson	Dominancia	0.15	0.08	0.05
	Número efectivo de especies (q = 0)	Riqueza de especies	8	17	32
	Número efectivo de especies (q = 1)	Diversidad efectiva	7.34	14.59	24.91
	Número efectivo de especies (q = 2)	Diversidad efectiva de especies dominantes	6.74	13.04	21.00
Mamíferos	Índice de Shannon-Wiener	Diversidad	—	—	0.45
	Equitatividad de Pielou	Equitatividad	—	—	0.65
	Índice de dominancia de Simpson	Dominancia	—	—	0.72
	Número efectivo de especies (q = 0)	Riqueza de especies	0	0	2
	Número efectivo de especies (q = 1)	Diversidad efectiva	—	—	1.57
	Número efectivo de especies (q = 2)	Diversidad efectiva de especies dominantes	—	—	1.38
Reptiles	Índice de Shannon-Wiener	Diversidad	0	0.67	1.30
	Equitatividad de Pielou	Equitatividad	—	0.97	0.81
	Índice de dominancia de Simpson	Dominancia	1	0.52	0.32
	Número efectivo de especies (q = 0)	Riqueza de especies	1	2	5
	Número efectivo de especies (q = 1)	Diversidad efectiva	1	1.96	3.69
	Número efectivo de especies (q = 2)	Diversidad efectiva de especies dominantes	1	1.92	3.13
Nivel de biodiversidad en general de acuerdo a los resultados de los índices:			Baja	Media	Alta

Los cálculos de diversidad de fauna silvestre se entregan en el ***Anexo III.8***.

III.7. Análisis de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto

III.7.1. Biótico

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Conjunto de datos Vectoriales de Usos del Suelo y Vegetación, Esc. 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional.

Tabla III.27. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la R.E. de acuerdo con el SIGEIA.

Clave de vegetación	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
TSP	Agricultura de temporal semipermanente y permanente	75,263.54	2.58
VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	2,838,760.87	97.42
Total		2,914,024.41	100.00

III.7.2. Abiótico

A continuación, se presenta el análisis de incidencia y caracterización de los componentes ***Clima, Aire, Agua, Suelo, Geología y Biodiversidad*** a través del análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).

III.7.2.1. Clima

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.

El subtipo de clima con mayor superficie en la RE es cálido subhúmedo Aw, siendo el Aw_2 (Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.) el que abarca la totalidad de esta RE. En ese sentido, también dentro del Área del Proyecto (AP) fue el único clima presente.

Tabla III.28. Incidencia de climas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Clima	Descripción	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Aw_2	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frio mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	2,898,372.38	100.00
Total		2,898,372.38	100.00

Tabla III.29. Incidencia de climas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Clima	Descripción	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Aw_2	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	2,291.90	100.00
Total		2,291.90	100.00

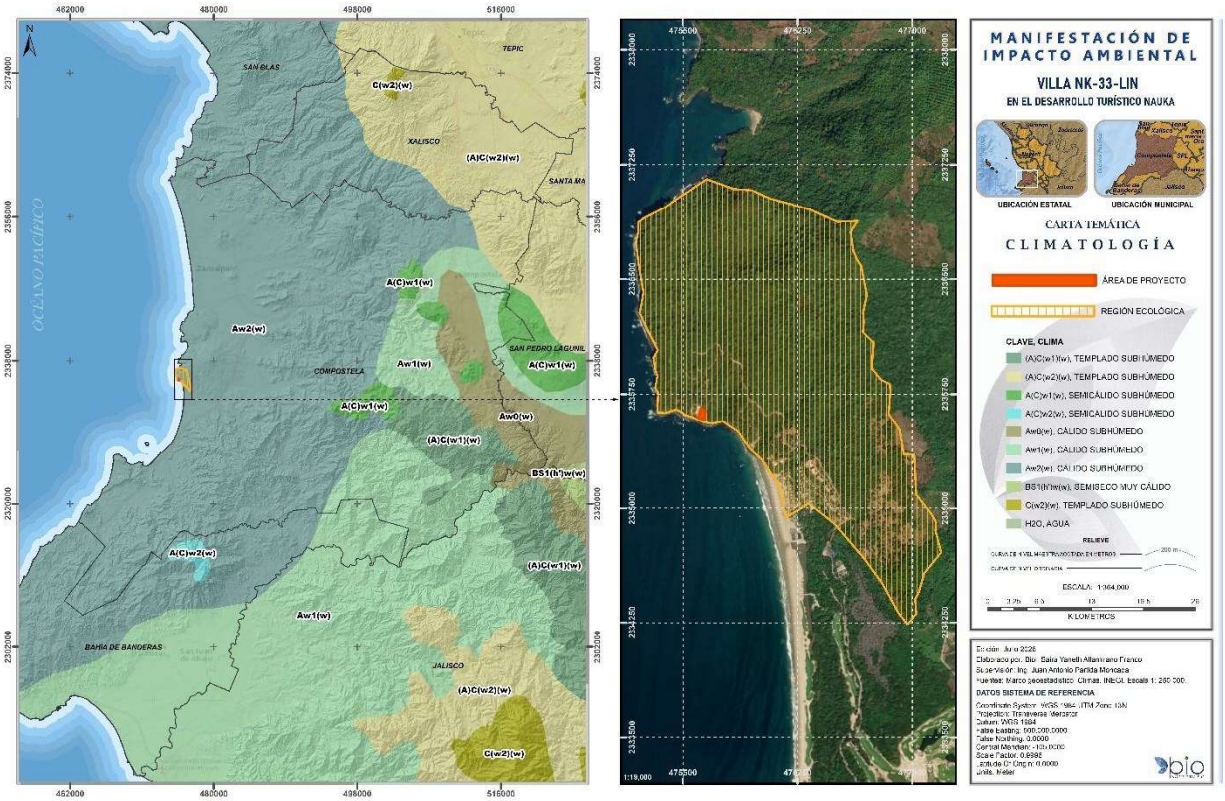


Figura III.33. Climatología de la R.E.

III.7.2.1.1. Precipitación

Los datos corresponden a la Estación Meteorológica 18090 La Peñita de Jaltemba, por ser la más cercana al área del proyecto (aproximadamente a 9.19 Km) y a 8.18 Km de la R.E., además se encuentra en operación y es administrada por el Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional de Agua, se tomó la precipitación anual registrada en la Normales Climatológicas desde el año de 2013 a 2020, teniendo un promedio para la estación meteorológica de la Unidad.

La precipitación media anual registrada en la estación es de 917.3 mm (Tabla III.30). La temporada principal de lluvia empieza en junio con alrededor de 115.9 mm y termina en octubre con 133.1 mm. La zona se encuentra también expuesta a los huracanes del Pacífico que junto con las depresiones y tormentas tropicales aportan una cantidad importante de humedad a la zona. El régimen de lluvias es de verano, o sea que la máxima precipitación se presenta en los meses de julio a septiembre. En general las lluvias son vespertinas y nocturnas, ya que están sujetas al movimiento advectivo y convectivo del aire, el cual se intensifica después de que se alcanza el caldeamiento máximo en las horas de la tarde, provocando aguaceros y "chubascos fuertes".

III.7.2.1.2. Temperatura

De acuerdo con los datos históricos correspondientes a los años 2013-2020, registrados por la estación climatológica La Peñita de Jaltemba - 18090 de influencia directa para la Región Ecológica (RE) y la más cercana al proyecto con datos actualizados, la temperatura media anual de 26.0°C; con una temperatura máxima promedio de 27.8°C y una mínima promedio de 21.6°C. Históricamente, los meses más calurosos son de junio a octubre con temperaturas alrededor de 30°C; y los meses más fríos son enero a marzo con temperaturas alrededor de 23°C. Ver tabla III.31.

III.7.2.1.3. Evaporación

En el ciclo hidrológico, una proporción importante de la precipitación pluvial regresa a la atmósfera en forma de evapotranspiración, mientras que el resto escurre por los ríos y arroyos delimitados por las cuencas hidrográficas o bien se infiltra en los acuíferos.

La humedad atmosférica proviene de la evaporación a nivel del suelo y, en este proceso, las moléculas de vapor de agua escapan de los cuerpos de agua y del agua que es captada y retenida momentáneamente en la tierra y las plantas. El retorno del agua a la atmósfera se da por medio de procesos físicos y biológicos combinados, presentándose el proceso de evapotranspiración. El proceso físico de la evapotranspiración es la evaporación directa del agua en la superficie del suelo y, el biológico es la absorción del agua y posterior transpiración de los vegetales. Aquí trataremos el término evaporación independiente del de la evapotranspiración.

La evaporación es el fenómeno físico en el que el agua pasa de líquido a vapor (Román J. S., 2001). Este parámetro es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación, por lo tanto, es considerada una forma de pérdida de humedad de la región. La tabla III.32 muestra los datos de la evapotranspiración potencial con valores de 1,111.3 mm al año. En estos datos se puede apreciar que la precipitación normal registrada representa el 82.54% de los resultados de evaporación de la estación meteorológica.

Tabla III.30. Precipitación mensual registrada en la Estación 18090 Peñita de Jaltemba

Estación 18090	Prec. (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	N
La Peñita de Jaltemba	Normal	41.7	10.9	0	0	4.9	115.9	190.3	240.9	238.4	133.1	9
	Máxima mensual	176.0	53.0	0	0	19.7	335.8	222.7	388.81	343.0	313.9	2
	Máxima diaria	30.5	4.2	0	0	1.5	32.5	63.9	60.8	69.5	64.8	3

Tabla III.31. Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en la estación meteorológica

Estación	Temp. (°C)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NO
Peñita de Jaltemba (18090)	Máxima	24.9	25.7	26.5	27.0	28.5	30.6	30.9	31.0	30.5	30.4	29.
	Media	23.7	23.9	25.3	25.0	26.8	29.5	29.8	29.8	29.4	29.3	27.
	Mínima	21.6	21.5	23.6	24.0	25.2	27.6	28.6	28.6	29.0	27.7	25.

Tabla III.32. Evaporación potencial promedio mensual reportada en la Estación 18090 La Peñita de Ja

Evaporación (mm)											
Estación 18090	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
Peñita de Jaltemba	77.3	79.5	112.6	118.6	132.1	138.1	146.0	174.9	134.3	129.6	109.4

III.7.2.1.4. Vientos dominantes

El viento más frecuente viene del oeste de abril a septiembre y de octubre a marzo son vientos del norte. La velocidad promedio durante casi todo el año es de 8.7 km/hr.

El país se divide en cuatro zonas que representan bandas de velocidad máxima de viento, que ocurren en promedio una vez cada 50 años. De acuerdo con esta zonificación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el área del proyecto se localiza en una zona de vientos máximos ubicados en un rango de 130 a 160 km/h (kilómetros por hora), pudiéndose observar en la Figura III.34.

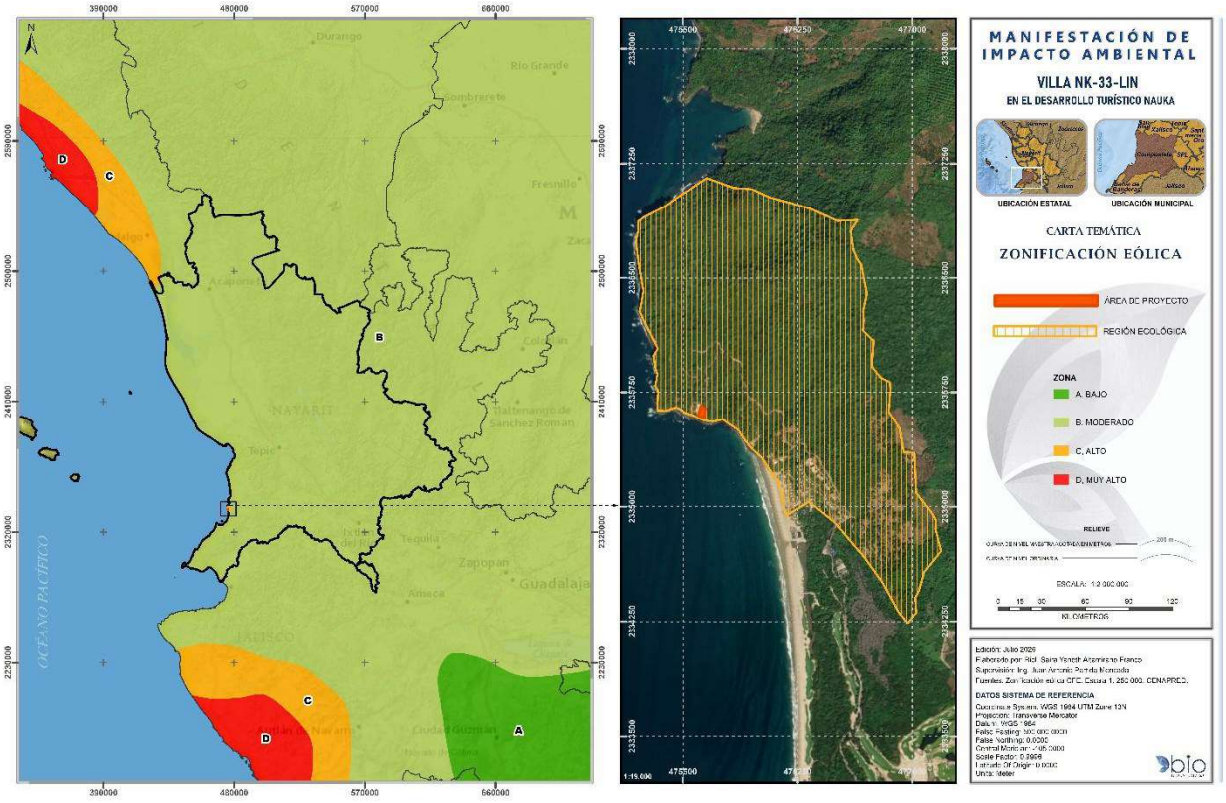


Figura III.34. Zonificación de vientos en la Región Ecológica

III.7.2.1.5. Fenómenos climatológicos

En la estación 18090 se presentan fenómenos climatológicos como lluvia, sin embargo, no hay registros de neblina, granizo o tormentas eléctricas.

<u>Intemperismos severos (ciclones)</u>

Las costas del estado de Nayarit se encuentran en el séptimo lugar en cuanto a la frecuencia de estos meteoros, con 21 eventos en un período de 27 años; es decir, un ciclón por año, o 4 ciclones en 5 años; estas tormentas se originan principalmente en el llamado Mar Mexicano, situado al sur de las costas de los estados de Michoacán y Guerrero durante los meses de junio-octubre; esta zona se ha caracterizado por presentar aguas con temperaturas mayores a los 25°C.

Así, los ciclones y tormentas tropicales que afectan a las costas de Nayarit corren primero paralelos a la costa de Oaxaca-Michoacán, siguiendo una trayectoria SE- NW. Una vez que alcanzan la latitud 20° N una porción considerable, alrededor del 30%, se desplaza hacia la costa de Nayarit, mientras que el resto, hasta un 75%, penetra al Golfo de México. Aunque estos fenómenos presentan algunos aspectos positivos como son el incremento de los volúmenes de agua de lluvia necesaria para las actividades agrícolas e industriales, así como la dotación de agua para usos urbanos, la violencia de los vientos y las torrenciales lluvias asociadas a los ciclones tropicales representan un factor de riesgo y destrucción en las zonas costeras.

Huracanes

La zona costera del Pacífico Mexicano es vulnerable al impacto de los ciclones tropicales (CT) que se originan en el Pacífico oriental desde la segunda quincena de mayo hasta finales de octubre, como promedio. Sin embargo, hay zonas con mayor probabilidad y períodos de recurrencia de impactos, que otras. El área donde se ubica el proyecto no es de las más azotadas, pero recibe la influencia indirecta, fundamentalmente en lluvias y marejadas, de los CT que se mueven paralelo y cerca de sus costas.

La cronología de CT del Pacífico oriental desde 1949 hasta la fecha indica que, de manera directa, la región donde se inserta el Sistema Ambiental ha sido impactada en unas 29 ocasiones, lo que da una frecuencia media, aunque ha sido mayor el efecto indirecto de los que traen trayectorias paralelas a la costa. La mayoría de los huracanes que han azotado la zona han sido de categoría 1 y 2 en la escala Saffir-Simpson, o sea, aquellos con vientos máximos entre 120 y 150 km/h y solo Kenna, Patricia y Willa con vientos de más de 250km/h. Los meses

de mayor peligro por azote de CT para la zona son septiembre y octubre y sobre todo este último.

La región es susceptible durante el verano a la incidencia presente de depresiones tropicales que, en el mejor de los casos solo descargan su caudal de agua. El más reciente huracán que azotó la región fue "Roslyn" (con vientos máximos de 195 Km./h) del 23 de octubre de 2022.

Tabla III.33.Tormentas tropicales y huracanes sobre la región.

No	Nombre	Fecha	Velocidad
1	Tormenta Tropical Sin Nombre	29/octubre/1958	75 km/h
2	Huracán Hyacinth	21/octubre/1960	
3	Huracán Valerie	24/junio/1962	
4	Huracán Maggie	16/octubre/1966	30 km/h
5	Tormenta Tropical Annete	20/junio/1968	30 km/h
6	Tormenta Tropical Eileen	26/octubre/1970	
7	Huracán Lily	28/agosto/1971	30 km/h
8	Huracán Priscila	6/octubre/1971	
9	Tormenta Tropical Kathleen	17/octubre/1972	-
10	Tormenta Tropical Orlene	21/octubre/1974	-
11	Huracán Agatha	2/junio/1974	-
12	Huracán Adolph	21/mayo/1983	60 km/h
13	Huracán Eugene	22/Julio/1987	75 km/h
14	Tormenta Tropical Douglas	19/junio/1990	28 km/h
15	Huracán Virgil	1/octubre/1992	50 km/h
16	Huracán Calvin	4/Julio/1993	110 km/h
17	Huracán Kenna	25/octubre/2002	270 km/h
18	Huracán Andres	23/junio/2009	120 km/h
19	Huracán Beatriz	21/junio/2011	150 km/h
20	Huracán Jova	12/octubre/2011	205 km/h
21	Huracán Odile	13/septiembre/2014	185 km/h
22	Huracán Patricia	23/octubre/2015	325 hm/h
23	Huracán Newton	04/septiembre/2016	150 km/h
24	Huracán Katia	05/septiembre/2017	165 km/h
25	Huracán Willa	20/octubre/2018	260 km/h
26	Huracán Lorena	17/septiembre/2019	140 km/h

No	Nombre	Fecha	Velocidad
27	Huracán Genevieve	18/agosto/2020	70 km/h
28	Huracán Nora	28/agosto/2021	130 km/h
29	Huracán Roslyn	23/Octubre/2022	195 km/h

De acuerdo con los datos del Servicio Meteorológico Nacional, la ocurrencia de estos fenómenos en el Estado de Nayarit, se puede considerar como media, en la siguiente imagen se muestran las trayectorias de los sistemas formados durante la Temporada de Huracanes 2025 en las Costas del Pacífico Mexicano.

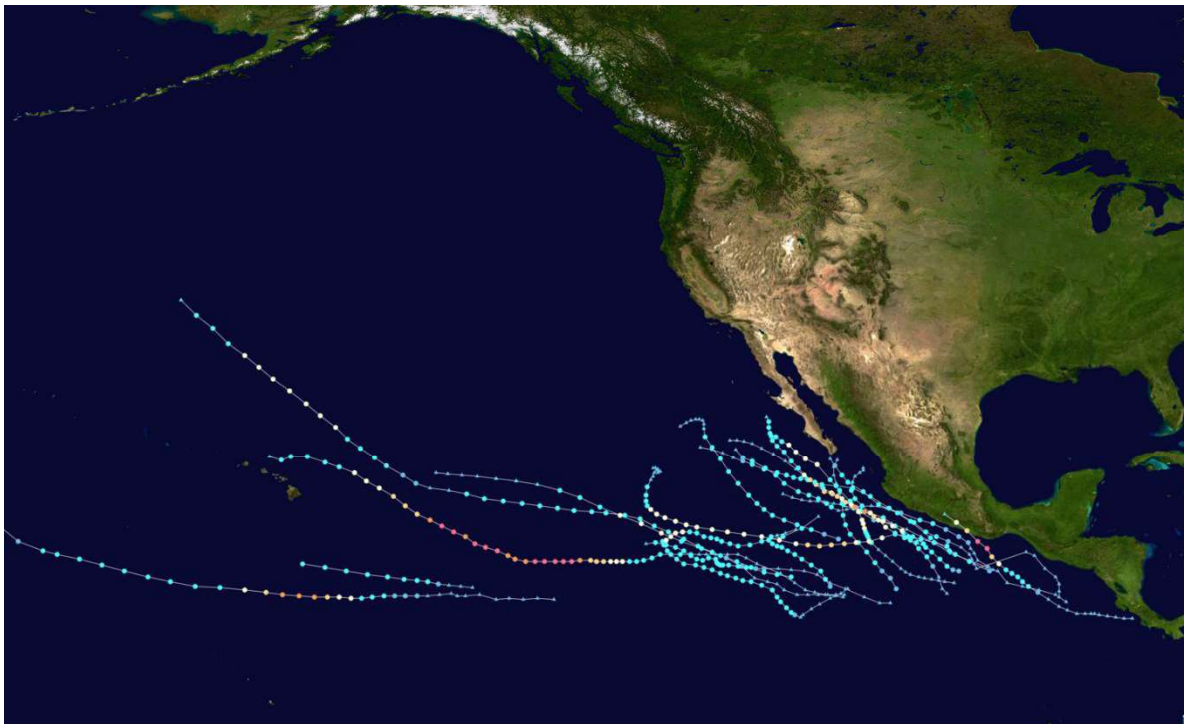


Figura III.35. Fenómenos climatológicos durante la Temporada 2025 en el Pacífico Mexicano

III.7.2.1.6. Vulnerabilidad ante el cambio climático

Para realizar el análisis de vulnerabilidad actual y futura, el INECC usa la metodología propuesta por el IPCC (2007), que se retoma en la **Ley General de Cambio Climático (2012)** y que considera que la vulnerabilidad está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa. Conforme a la información de los riesgos climáticos y la vulnerabilidad al cambio climático presentada dentro de la RE y área del proyecto, se identificó el nivel de priorización ante la vulnerabilidad al cambio climático que presenta en la actualidad, los cuales se clasifican

primer nivel, segundo nivel y tercer nivel de priorización: por ello, **se determinó que el sitio donde se encuentra la RE se clasifica en el primer nivel de priorización,** su exposición es alta ante fenómenos hidrometeorológicos como ciclones tropicales, inundaciones costeras, incremento del nivel del mar y erosión de playas

III.7.2.2. Geología

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Continuo Nacional Geológico – INEGI–SGM (Escala 1:250 000).

De acuerdo con la clasificación de INEGI y el portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la superficie total de la RE definida para el Proyecto, presenta rocas extrusivas y sedimentarias, mientras que el AP presenta en su totalidad roca sedimentaria, específicamente aluvial (Qhoal).

Tabla III.34. Incidencia de tipos de roca (geología) dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Litología	Era	Período	Clave	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	Qhoal	988,756.29	34.00
Basalto	Cenozoico	Terciario	TmplB	1,919,718.31	66.00
Total				2,908,474.61	100.00

Tabla III.35. Incidencia de tipos de roca (geología) dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Litología	Era	Período	Clave	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	Qhoal	2,210.23	100.00
Total				2,210.23	100.00

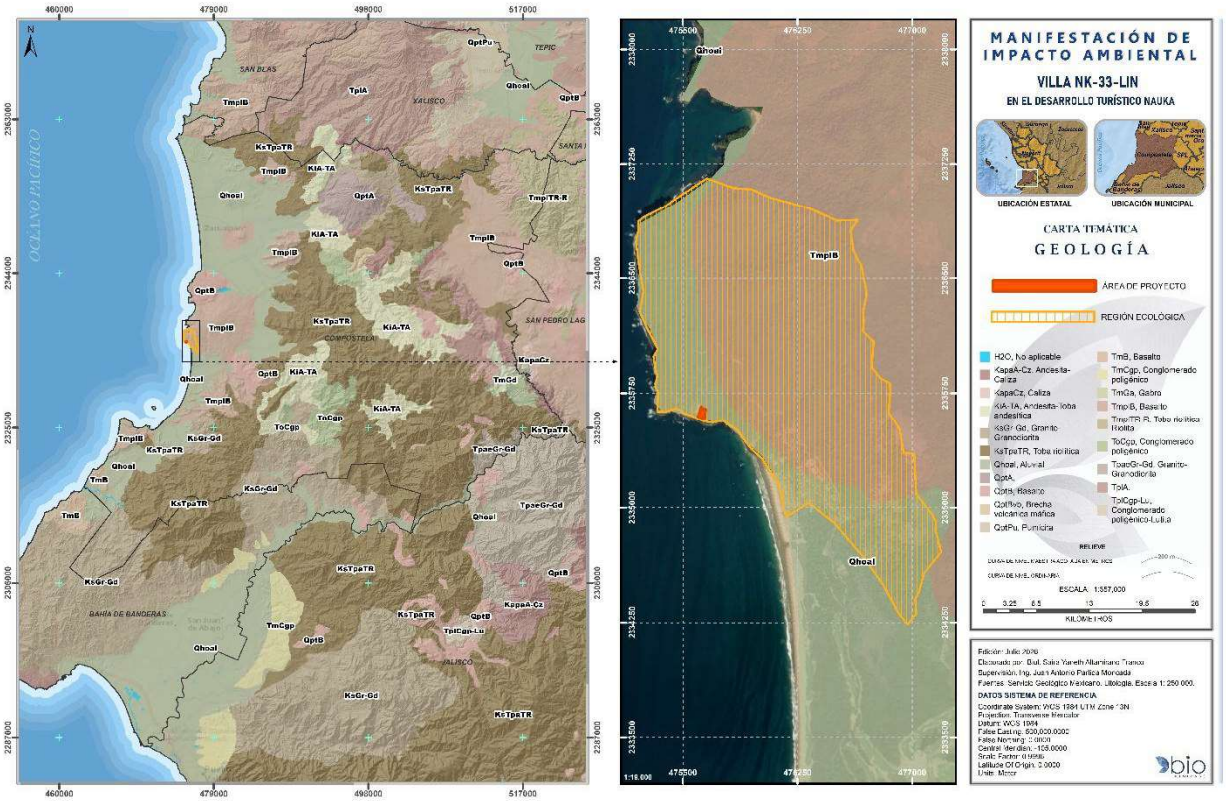


Figura III.36. Geología de la Región Ecológica

III.7.2.2.1. Sismicidad

La actividad sísmica en la República Mexicana es el resultado de la interacción de las placas de Cocos, Norteamérica, Rivera y del Caribe. En general, en el país existen cuatro zonas sísmicas (Figura III.37). La Región Ecológica presenta altas probabilidades de riesgo por sismo, ya que se ubica dentro de la zona D, donde el riesgo de daños es muy alto. A un radio de 50 km del sitio de proyecto se han registrado dos sismos de magnitud igual o mayor a 4.0 en la escala Richter en los últimos 100 años (SSN, 2026).

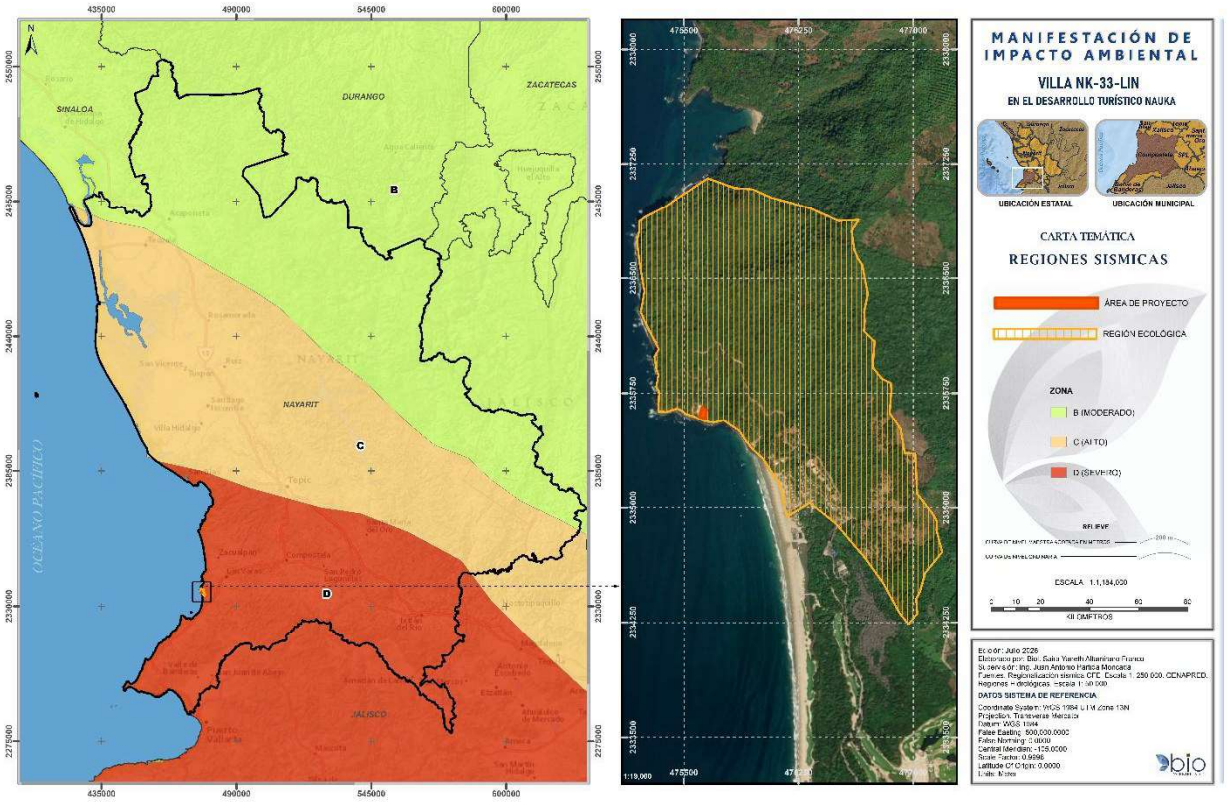


Figura III.37. Sismicidad en la R.E. de acuerdo a la Regionalización de la República Mexicana

En la siguiente tabla se muestra el catálogo de sismos del SSN en el periodo de enero de 1925 a agosto de 2026, magnitud de 4.0 a 9.9 y todas las profundidades en un radio de 50 km alrededor del sitio del proyecto, cubriendo la totalidad de la Región Ecológica.

Tabla III.36. Sismos en un radio de 50 km alrededor del AP.

Fecha	Hora	Magnitud	Profundidad	Referencia de localización
15-06-2013	02:23:52	4.2	15.8	25 km al suroeste de Las Varas, Nayarit
16-01-2019	04:43:40	4.0	15	16 km al sureste de Las Varas, Nayarit

III.7.2.3. Provincias geológicas

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Continuo Nacional Geológico – INEGI–SGM (Escala 1:250 000).

La R.E. y el A.P. se encuentran ubicados en la Provincia geológica Deltaica de Sonora-Sinaloa.

Tabla III.37. Incidencia de las provincias geológicas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Provincia geológica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Deltaica de Sonora-Sinaloa	2,928,203.78	100.00
Total	2,928,203.78	100.00

Tabla III.38. Incidencia de las provincias geológicas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Provincia geológica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Deltaica de Sonora-Sinaloa	2,210.23	100.00
Total	2,210.23	100.00

III.7.2.4. Fisiografía

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Provincias y Subprovincias Fisiográficas. INEGI. 1:4,000,000.

La RE se encuentra en su totalidad dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico, en la subprovincia denominada como Sierras Neovolcánicas Nayaritas.

Tabla III.39. Incidencias de las provincias y subprovincias fisiográficas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Provincia fisiográfica	Subprovincia fisiográfica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Eje Neovolcánico	Sierras Neovolcánicas	2,908,590.64	100.00
Total		2,908,590.64	100.00

Tabla III.40. Incidencias de las provincias y subprovincias fisiográficas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Provincia fisiográfica	Subprovincia fisiográfica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Eje Neovolcánico	Sierras Neovolcánicas	2,210.23	100.00
Total		2,210.23	100.00

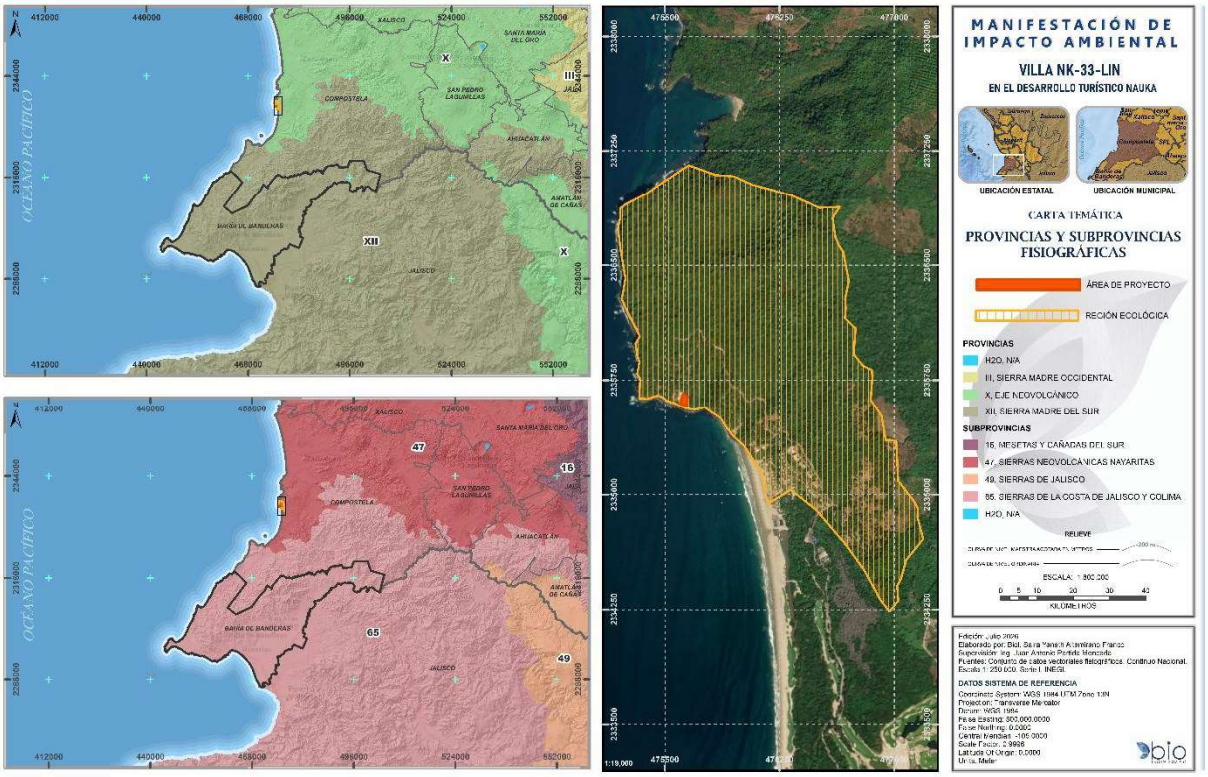


Figura III.38. Carta de Regionalización Fisiográfica de la Región Ecológica.

III.7.2.5. Sistema de topoformas

La R.E. y el A.P. inciden en su totalidad en la topoforma de escudo volcanes.

Tabla III.41. Incidencia del sistema de topoformas dentro de la R.E. de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Topoforma	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Escudo volcanes	2,908,589.58	100.00
Total	2,908,589.58	100.00

Tabla III.42. Incidencia del sistema de topoformas dentro del A.P. de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Topoforma	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Escudo volcanes	2,210.23	100.00
Total	2,210.23	100.00

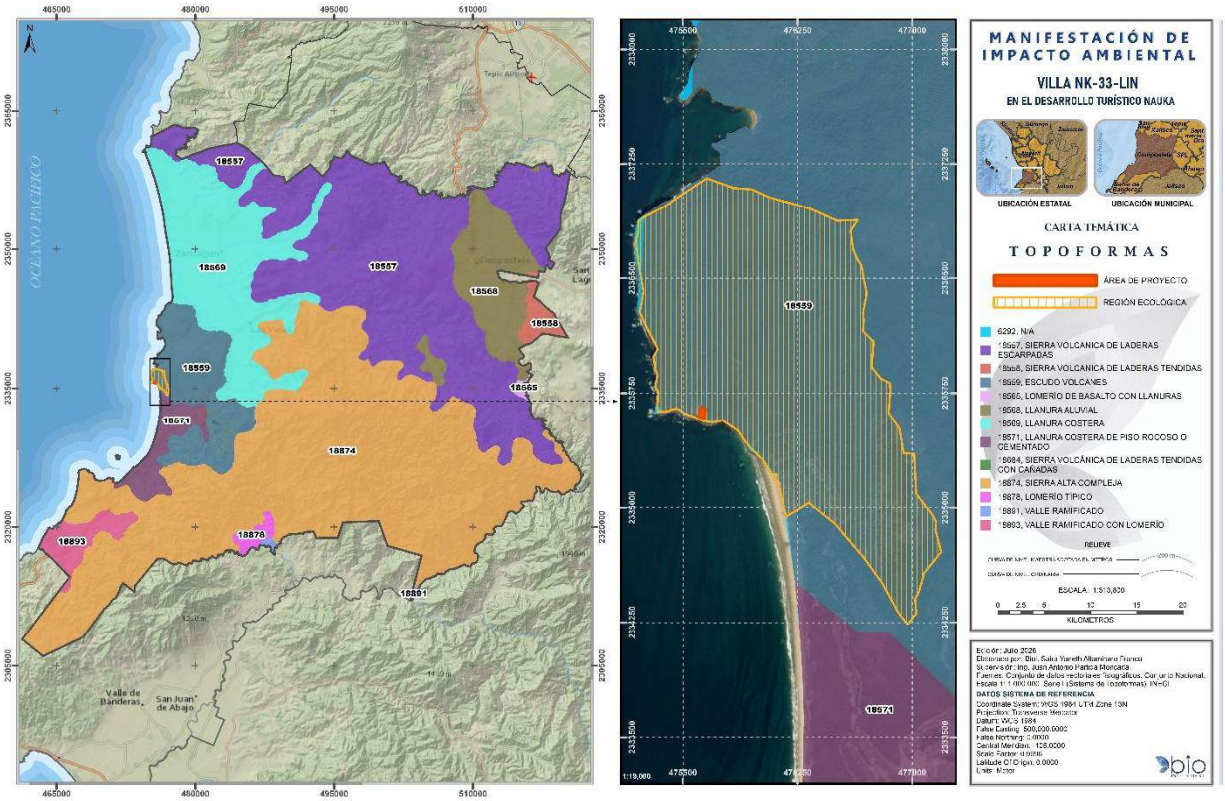


Figura III.39. Sistema de topoformas en la R.E.

III.7.2.6. Grupos edafológicos

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Conjunto Nacional de Información Edafológica, escala 1:250 000 Serie III.

En la RE se encuentran presentes dos unidades de suelo: Cambisol con el 98.29% de la superficie de la RE y el Umbrisol con solamente el 1.71% de incidencia. En el A.P. el Cambisol epiléptico ocupa el 100% de la superficie.

Tabla III.43. Incidencia de los grupos edafológicos dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Tipo de suelo	Clave	Calificador primario	Textura del suelo	Superficie de incidencia (m^2)	Total (%)
Cambisol	CMlep-cr+ALcr+PHlep/2P	Epiléptico	Media	2,858,698.09	98.29
Umbrisol	UMac-ce+ALum-cr+LVum/3	Ácrico	Fina	49,849.71	1.71
Total				2,908,547.80	100.00

Tabla III.44. Incidencia de los grupos edafológicos dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Tipo de suelo	Clave	Calificador primario	Textura del suelo	Superficie de incidencia (m^2)	Total (%)
Cambisol	CMlep-cr+ALcr+PHlep/2P	Epiléptico	Media	2,291.90	100.00
Total				2,291.90	100.00

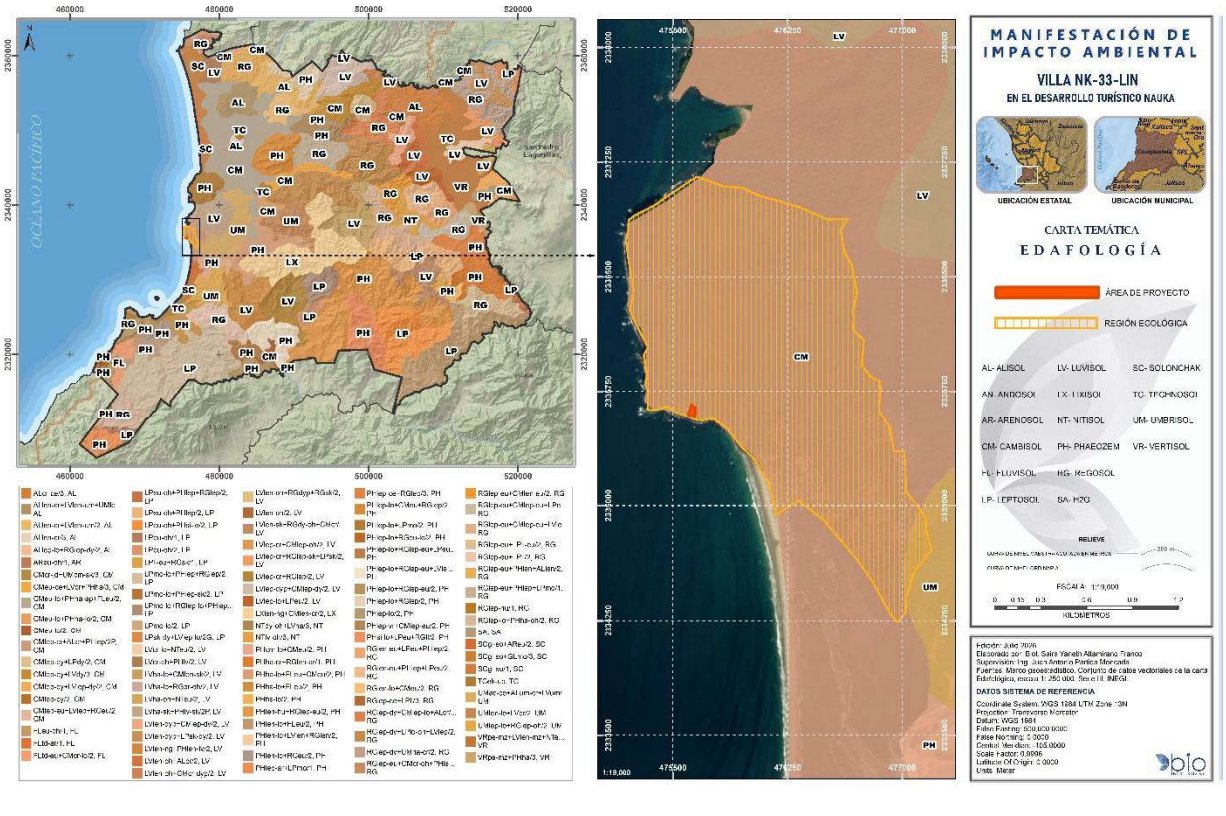


Figura III.40. Carta edafológica para la R.E.

III.7.2.6.1. Degradación del suelo

Erosión hídrica

La erosión hídrica corresponde al proceso de desprendimiento, transporte y deposición de partículas del suelo ocasionado por el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial. Su magnitud depende de factores como la intensidad de la precipitación, las características físicas del suelo, la topografía y la cobertura vegetal. La evaluación de este proceso permite identificar las zonas con mayor susceptibilidad a la pérdida de suelo.

Con el propósito de estimar la pérdida potencial de suelo dentro de la Región Ecológica (RE), se aplicó la *Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE),* metodología ampliamente utilizada para la evaluación de la erosión hídrica. Esta ecuación integra los principales factores naturales que intervienen en el proceso erosivo mediante la siguiente expresión matemática general del modelo es la siguiente:

$$E = R * K * LS * C * P$$

Dónde:

E= Pérdida de suelo promedio anual en (T/ha/año)

R= Factor de erosividad de las lluvias en (MJ/ha*mm/hr)

K= Factor de erosionabilidad del suelo

LS= Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente)

C= Factor de ordenación de los cultivos (cubierta vegetal).

P= Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo).

Los factores fueron estimados específicamente para la presente manifestación mediante el análisis de información climática, edafológica, topográfica y de cobertura vegetal, procesada en un Sistema de Información Geográfica (SIG). La memoria de cálculo completa se presenta en el ***Anexo III.9***.

Estimación de los factores de la ecuación RUSLE

El **factor R (erosividad de la lluvia)** fue calculado a partir de la precipitación media anual registrada en la estación meteorológica No. 18090 La Peñita de Jaltemba, administrada por la

CONAGUA, por ser la estación con mayor representatividad para el área de estudio. La precipitación media anual utilizada fue de 917.30 mm, obteniéndose el valor de erosividad mediante la ecuación correspondiente a la Región X del mapa nacional de erosividad.

El **factor K (erodabilidad del suelo)** se obtuvo a partir de la cartografía edafológica de INEGI (Serie III), estableciendo previamente la equivalencia entre la clasificación nacional de suelos y la clasificación internacional WRB, con la finalidad de asignar valores de erodabilidad compatibles con dicha metodología. Los valores fueron asignados considerando tanto el tipo de suelo como su textura predominante.

El **factor LS** El factor LS (longitud e inclinación de la pendiente) fue estimado mediante la metodología propuesta por Wischmeier y Smith (1978), utilizando el Modelo Digital de Elevación del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 de INEGI. A partir de este modelo se generaron las capas de pendiente y longitud de flujo en ArcGIS 10.8, obteniéndose una pendiente media de 17.32%, una longitud de pendiente de 80.34 m y un coeficiente m de 0.5. La integración de estos parámetros permitió obtener un valor de LS de 5.33, utilizado en la estimación de la pérdida potencial de suelo. La memoria de cálculo se presenta en el ***Anexo III.9***.

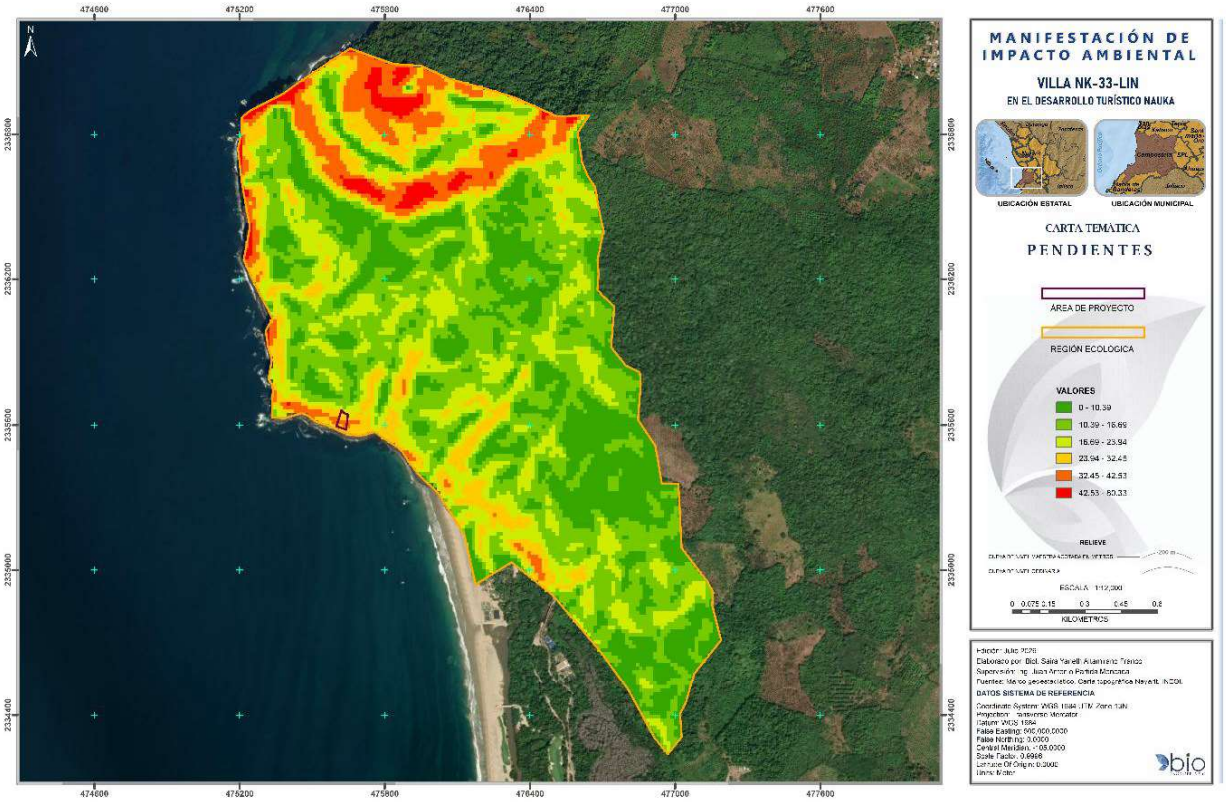


Figura III.41. Pendientes en la RE.

El **factor C** se estimó mediante el análisis de imágenes satelitales Sentinel-2 obtenidas de la plataforma Copernicus. Se calculó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) utilizando las bandas roja e infrarroja cercana, y posteriormente éste fue transformado al factor de cobertura mediante un modelo empírico ampliamente utilizado en estudios de erosión. Finalmente, mediante estadísticas zonales se obtuvo el valor medio de C para cada categoría de uso del suelo y vegetación presente en el área de estudio.

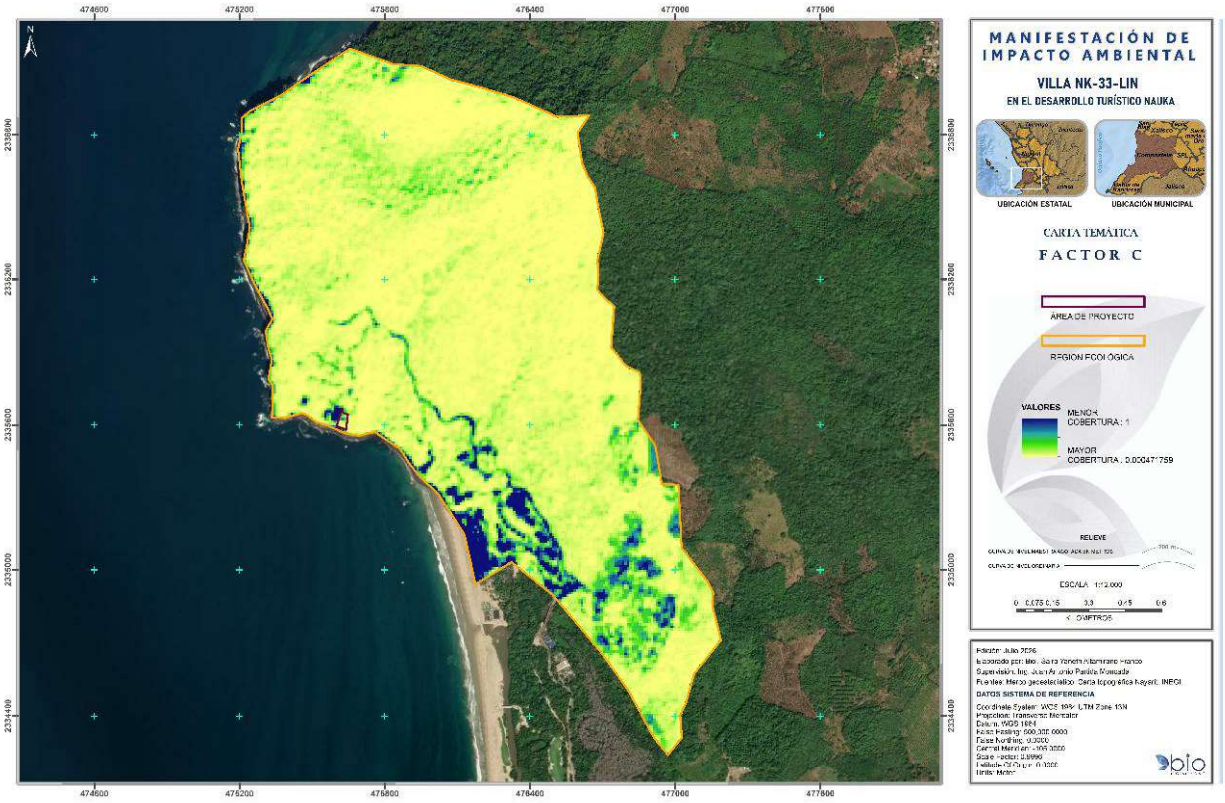


Figura III.42. Factor C en la RE.

A medida que la cobertura vegetal sea mayor, el valor de C es cada vez menor, por lo que el rango para este parámetro va de 0 (correspondiente a un terreno totalmente protegido) a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección).

Tabla III.45. Información utilizada para la estimación de la erosión hídrica.

Factor	Información empleada	Fuente
R	Precipitación media anual	CONAGUA – Estación Meteorológica No. 18090 La peñita de Jaltemba.
K	Cartografía edafológica y textura de suelos	INEGI Serie III / WRB
LS	Modelo Digital de Elevación	Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (INEGI)
C	NDVI derivado de imágenes Sentinel-2	Copernicus Open Access Hub

Los valores obtenidos fueron clasificados conforme a los rangos de erosión propuestos por Montes-León et al. (2011), permitiendo identificar las categorías de susceptibilidad y cuantificar la superficie correspondiente a cada una de ellas. Se presentan en las tablas y figuras siguientes, donde se muestra la distribución espacial de la erosión hídrica, la superficie ocupada por cada categoría y su incidencia tanto en la Región Ecológica como en el Área del Proyecto.

Tabla III.46. Resumen de los resultados obtenidos para la estimación de la erosión hídrica mediante la ecuación RUSLE.

Factor	Resultado obtenido	Interpretación
R (Erosividad de la lluvia)	6,695.60 $MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot año^{-1}$	Corresponde a la erosividad de la lluvia calculada para el área de estudio a partir de una precipitación media anual de 917.3 mm.
K (Erodabilidad del suelo)	0.02–0.04.	Los valores asignados reflejan una susceptibilidad baja a moderada a la erosión, dependiendo del tipo y textura del suelo.
LS (Longitud e inclinación de la pendiente)	5.33	El relieve del área favorece el incremento del potencial erosivo debido a la combinación de la pendiente y la longitud de ladera.
C (Cobertura vegetal)	0.03–0.04	La cobertura vegetal presente proporciona distintos niveles de protección al suelo; los menores valores corresponden a la vegetación natural y los mayores a superficies intervenidas. De acuerdo a los datos obtenidos ambas áreas tienen una alta cobertura.
Pérdida potencial de suelo	45.85 ton/ha/año.	Resultado final obtenido mediante la integración de los factores RUSLE.
Pérdida Total anual de suelo en la RE.	13,336.05 ton/año.	Resultado obtenido en la superficie total de la RE (290.85 Ha, eliminando cuerpos de agua).
Grado de erosión predominante	Baja	Categoría predominante dentro de la Región Ecológica.
Superficie con mayor incidencia	285.10 ha (98.02 %)	Área ocupada por la categoría de erosión predominante.

Erosión eólica

La erosión eólica corresponde al proceso de desprendimiento, transporte y depósito de partículas del suelo ocasionado por la acción del viento. Su intensidad depende principalmente

de las condiciones climáticas, la textura del suelo y el grado de protección proporcionado por la cobertura vegetal y el uso del suelo. La evaluación de este proceso permite identificar las zonas con mayor susceptibilidad a la pérdida de suelo por acción del viento.

Con el propósito de estimar la pérdida potencial de suelo dentro de la Región Ecológica (RE), se empleó la metodología propuesta por SEDESOL-INE (1993), la cual estima la erosión eólica mediante la integración del Índice de Agresividad del Viento (IAVIE), el factor de erodabilidad por textura del suelo (CATEX) y el factor de protección por uso del suelo y vegetación (CAUSO), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Ee = IAVIE \times CATEX \times CAUSO$$

Los factores fueron estimados específicamente para el presente estudio mediante información climática, edafológica y de uso del suelo, procesada e integrada en un Sistema de Información Geográfica (SIG). La memoria de cálculo completa se presenta en el ***Anexo III.10***.

Estimación de los factores de la ecuación de erosión eólica

El Índice de Agresividad del Viento (IAVIE) fue estimado a partir del Periodo de Crecimiento (PECRE), calculado utilizando la precipitación media anual registrada en la estación meteorológica No. 18090 La Peñita de Jaltemba, administrada por CONAGUA. Para una precipitación media anual de 917.30 mm se obtuvo un valor de PECRE de 156.48 días, equivalente a un IAVIE de 42.96.

El factor **CATEX** se obtuvo a partir de la cartografía edafológica de INEGI, considerando el tipo de suelo, su textura y condición calcárea. Los valores fueron asignados conforme a la metodología de SEDESOL-INE (1993), obteniéndose valores de 1.25 y 1.85, de acuerdo con las características edáficas presentes en el área de estudio.

El factor CAUSO fue asignado con base en el uso del suelo y la cobertura vegetal presentes en la Región Ecológica, considerando el grado de protección que cada cobertura proporciona frente a la acción del viento. Los valores oscilaron entre 0.24 correspondiente a vegetación

secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y 0.50 correspondientes a terrenos con agricultura.

Tabla III.47. Información utilizada para la estimación de la erosión eólica.

Factor	Información empleada	Fuente
IAVIE	Precipitación media anual y cálculo del PECRE	CONAGUA – Estación Meteorológica No. 18090 La Peñita de Jaltemba
CATEX	Cartografía edafológica, textura y condición calcárea del suelo	INEGI
CAUSO	Uso del suelo y vegetación	INEGI Serie VII Carta de Uso de suelo y vegetación.

Una vez estimados los factores anteriores, éstos fueron integrados mediante álgebra de mapas en el SIG para obtener la distribución espacial de la pérdida potencial de suelo por acción eólica dentro de la Región Ecológica. Los valores obtenidos fueron clasificados conforme a los rangos establecidos por SEDESOL-INE (1993), permitiendo identificar las categorías de susceptibilidad a la erosión eólica y cuantificar la superficie correspondiente a cada una de ellas.

Tabla III.48. Resumen de los resultados obtenidos para la estimación de la erosión eólica.

Factor	Resultado obtenido	Interpretación
IAVIE (Índice de Agresividad del Viento)	40.96	Corresponde a la agresividad potencial del viento calculada a partir del Periodo de Crecimiento (PECRE) obtenido con una precipitación media anual de 917.30 mm.
CATEX (Erodabilidad por textura del suelo)	1.25 – 1.85	Los valores asignados reflejan la susceptibilidad de los diferentes tipos de suelo a la erosión eólica, de acuerdo con su textura y condición calcárea.
CAUSO (Protección por uso del suelo y vegetación)	0.24 – 0.50	Representa el efecto protector de la cobertura vegetal y el uso del suelo frente a la acción del viento; los menores valores corresponden a áreas de Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y los mayores a las áreas con agricultura.
Pérdida potencial de suelo	3,714.91 ton/año	Pérdida total anual estimada para la Región Ecológica por efecto de la erosión eólica.
Pérdida media por hectárea	12.77 ton/ha/año	Valor promedio de pérdida de suelo por hectárea dentro de la Región Ecológica.

Factor	Resultado obtenido	Interpretación
Grado de erosión predominante	Ligera	Categoría predominante conforme a la clasificación de SEDESOL-INE (1993).

Infiltración

La infiltración corresponde al proceso mediante el cual el agua de precipitación penetra en el suelo y contribuye a la recarga de humedad edáfica y, potencialmente, de los acuíferos. Su magnitud depende principalmente de las características del suelo, la cobertura vegetal, el uso del suelo y las condiciones climáticas. La estimación de este proceso permite conocer la capacidad de la Región Ecológica para favorecer la recarga hídrica y evaluar la posible influencia del proyecto sobre este componente.

Con el propósito de estimar el volumen potencial de infiltración dentro de la Región Ecológica (RE), se empleó el procedimiento establecido en la NOM-011-CONAGUA-2000, el cual determina el coeficiente de escurrimiento (Ce) en función del tipo de suelo, el uso del suelo y la precipitación media anual. Posteriormente se estimaron los volúmenes de escurrimiento, evapotranspiración e infiltración mediante un balance hídrico simplificado. La memoria de cálculo completa se presenta en el *Anexo III.11*.

Estimación de los parámetros para el cálculo de la infiltración

El coeficiente de escurrimiento (Ce) fue determinado conforme a los criterios establecidos en la NOM-011-CONAGUA-2000, asignando el factor K de acuerdo con el uso del suelo y la permeabilidad de los suelos presentes en el área de estudio. La precipitación utilizada correspondió a la estación meteorológica No. 18090 La Peñita de Jaltemba, administrada por CONAGUA, con una precipitación media anual de 917.30 mm.

El volumen anual de escurrimiento fue calculado para cada unidad de uso del suelo considerando la precipitación media anual, la superficie correspondiente y el coeficiente de escurrimiento previamente estimado.

La evapotranspiración real (ETR) fue estimada mediante la ecuación de Coutagne, utilizando la precipitación media anual y la temperatura media anual registrada para el área de estudio.

Previamente se verificó el cumplimiento de las condiciones de validez del método, obteniéndose una lámina anual de evapotranspiración de 0.73 m, equivalente a 727.8 mm/año.

Finalmente, el volumen potencial de infiltración se obtuvo mediante un balance hídrico, considerando la diferencia entre el volumen total de precipitación y la suma del escurrimiento superficial y la evapotranspiración, de acuerdo con la siguiente expresión:

Infiltración = Precipitación – (Escurrimiento + Evapotranspiración)

Tabla III.49. Información utilizada para la estimación de la infiltración.

Parámetro	Información empleada
Precipitación	Precipitación media anual (917.30 mm). CONAGUA – Estación Meteorológica No. 18090 La peñita de Jaltemba.
Coeficiente de escurrimiento (Ce)	NOM-011-CONAGUA-2000 y factor K según uso del suelo
Evapotranspiración (ETR)	Ecuación de Coutagne
Infiltración	Balance hídrico

Una vez estimados los parámetros anteriores, se calcularon los volúmenes de escurrimiento, evapotranspiración e infiltración para cada unidad de uso del suelo y vegetación dentro de la Región Ecológica. Los resultados permitieron cuantificar la infiltración potencial anual y su distribución espacial.

Los resultados obtenidos se presentan en las tablas y figuras siguientes, donde se muestran los volúmenes de infiltración por uso del suelo, la infiltración total anual y la infiltración promedio por hectárea dentro de la Región Ecológica.

Tabla III.50. Resumen de los resultados obtenidos para la estimación de la infiltración.

Indicador	Resultado
Superficie analizada	290.85 ha
Precipitación media anual	917.30 mm
Coeficiente de escurrimiento (Ce)	0.06–0.18
Escurrimiento anual	164,359.50 m^3

Indicador	Resultado
Evapotranspiración anual	2,116,802.24 m^3
Infiltración anual total	386,849.15 m^3
Infiltración promedio	1,330.04 m^3/ha/año

III.7.3. Socioeconómico

La Región Ecológica, Área de Influencia y Área de Proyecto, se ubican en el municipio de Compostela, por lo que la información referente al medio socioeconómico será únicamente para dicho municipio.

El municipio de Compostela, tiene una extensión territorial de 1,880.5 km^2 que representan el 6.8% de la superficie del estado de Nayarit.

III.7.3.1 Crecimiento demográfico

En 2020, la población en Compostela fue de 77,436 habitantes (50.2% mujeres y 49.8% hombres). En comparación a 2010, la población en Compostela creció un 10%. En este periodo, se observa un crecimiento neto de más de 7000 residentes (INEGI, 2010, 2015,2020).



Figura III.43. Población por municipio

Fuente: Presentación de Resultados. Nayarit. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (7,186 habitantes) y 5 a 9 años (6,885 habitantes).



Figura III.44. Pirámide poblacional a nivel municipal

Fuente: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

A nivel de localidad, la estimación de población para el año 2020, muestra que las 5 localidades con mayor población concentran el 90% de la población total del municipio. Solo las localidades de Compostela, Las Varas, La Peñita de Jaltemba, Zacualpan y Paraíso Escondido, representan el 68.7% de la población total del municipio de Compostela al año 2020.

Tabla III.51. Localidades con mayor concentración de habitantes en el municipio

No	Localidad	Habitantes en 2020
1	Compostela	20,322
2	La Peñita de Jaltemba	10,593
3	Las Varas	14,419
4	Zacualpan	4,887
5	Paraíso Escondido	2,990
	TOTAL	53,211

Población total por sexo

En cuanto a la población total de hombres y mujeres para el Municipio de Compostela, se tienen los siguientes datos.

Tabla III.52. Datos de población para el Municipio de Compostela y el Estado de Nayarit, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020

Descripción	Datos	
	Municipio Compostela	Nayarit
Población masculina	38,570	Población masculina
Población femenina	38,866	Población femenina

Fuente: Principales resultados por localidad (ITER). Nayarit

Migración

Desde una perspectiva demográfica, el porcentaje de población migrante reciente (**7.3%**) indica una movilidad poblacional moderada, influenciada principalmente por factores socioeconómicos y familiares. La importancia de los motivos laborales es consistente con la dinámica económica del municipio, caracterizada por actividades agropecuarias, comerciales y turísticas, especialmente en localidades como Las Varas, La Peñita de Jaltemba, Rincón de Guayabitos y la cabecera municipal.

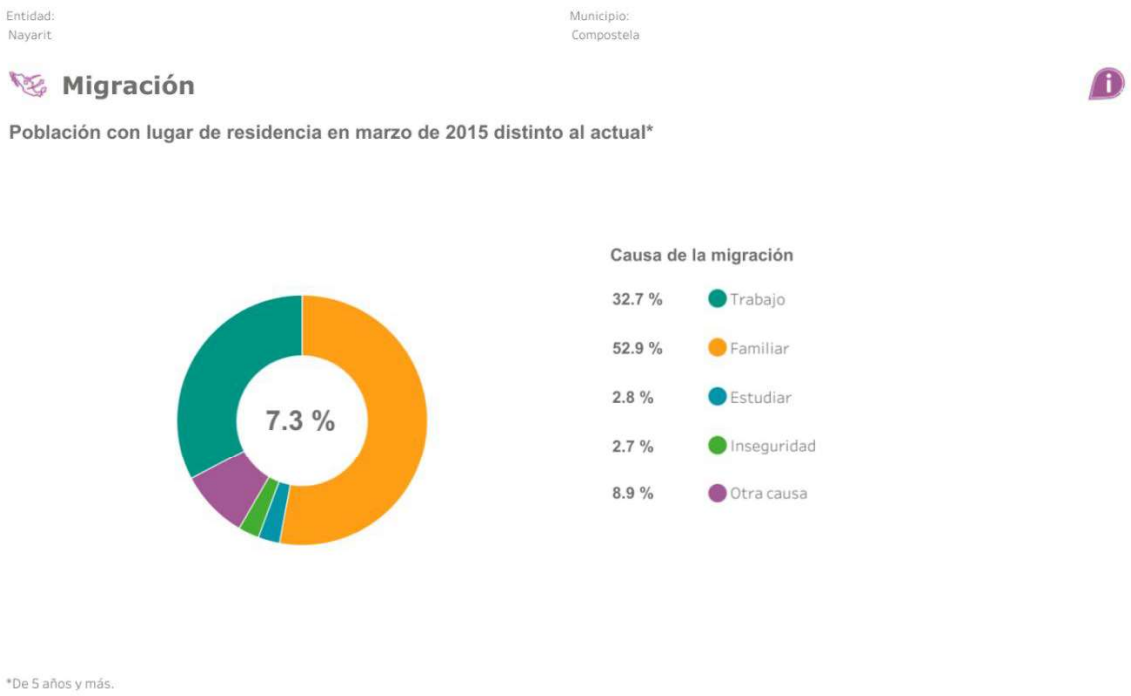


Figura III.45. Porcentaje de migración a nivel municipal

Fuente: Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

Estos datos muestran que la migración en Compostela responde principalmente a procesos de reunificación familiar y búsqueda de oportunidades laborales, mientras que la inseguridad representa una proporción reducida de los movimientos poblacionales registrados.

III.7.3.2. Infraestructura y equipamiento regional

El municipio de Compostela cuenta con una red carretera estratégica que lo comunica con los principales centros urbanos y turísticos del estado de Nayarit y de la región occidente de México. Su infraestructura vial está conformada por carreteras federales, estatales, caminos rurales y una autopista de cuota, que permiten la movilidad de personas, mercancías y servicios.

Las principales vías de comunicación son:

- **Carretera Federal No. 200 (Tepic–Puerto Vallarta):** constituye el principal eje carretero del municipio, atravesando localidades como Las Varas, La Peñita de Jaltemba, Rincón de Guayabitos y Los Ayala. Esta carretera comunica a Compostela con Tepic hacia el norte y con Bahía de Banderas y Puerto

Vallarta hacia el sur, siendo fundamental para el desarrollo turístico, comercial y de transporte de carga.

- **Autopista Federal 15D (Guadalajara–Tepic), a través del ramal Jala–Compostela**: proporciona una conexión de altas especificaciones entre el municipio y el corredor económico del occidente del país, reduciendo significativamente los tiempos de traslado hacia Guadalajara y Tepic. Asimismo, forma parte del nuevo corredor carretero hacia Puerto Vallarta mediante las autopistas Tepic–Compostela y Compostela–Las Varas.
- **Carreteras estatales y caminos rurales**: enlazan la cabecera municipal con localidades como Zacualpan, El Monteón, Altavista, Mazatán, Las Piedras, Ixtapa de la Concepción y otras comunidades rurales, facilitando el acceso a zonas agrícolas, ganaderas y de aprovechamiento de recursos naturales.

La infraestructura carretera del municipio constituye uno de los principales factores que impulsan el desarrollo económico de Compostela, al facilitar la actividad turística de la Riviera Nayarit, el transporte de productos agropecuarios, forestales y pétreos, así como la movilidad de la población. Asimismo, las recientes inversiones en la modernización de la carretera Federal 200 y en la construcción del corredor autopista **Tepic–Compostela–Las Varas–Puerto Vallarta** fortalecen la conectividad regional y mejoran la competitividad del municipio.

- La carretera de Mezcales a San Juan de Abajo, con el ramal hasta la cabecera municipal Valle de Banderas y una nueva prolongación asfaltada a la localidad de El Colomo y de allí una extensión de terracería hasta Aguamilpa, que enlaza el sistema urbano del valle.
- La carretera asfaltada que entronca con la carretera Federal No. 200 a la altura de El Tizate, y que comunica a La Cruz de Huanacaxtle con Punta Mita, además del ramal de terracería hasta Higuera Blanca y Sayulita, complementando así la comunicación del sistema urbano de la costa.

Infraestructura vial

La red carretera del municipio de Compostela constituye uno de los sistemas de comunicación más importantes de la región Costa Sur de Nayarit. De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2024–2027, el municipio cuenta con 178.37 km de carreteras, las cuales forman parte de una red regional de 316.19 km. Con base en la información de INEGI y de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), puede señalarse lo siguiente:

Los tramos pavimentados de mayor importancia dentro del municipio son:

1. **Carretera Federal No. 200 Tepic–Puerto Vallarta**
    - Cruza el municipio de norte a sur.
    - Pasa por Las Varas, La Peñita de Jaltemba, Rincón de Guayabitos, Los Ayala y otras localidades costeras.
    - Es el principal corredor turístico y de transporte de carga de la región.
2. **Autopista Jala–Compostela**
    - Longitud total de **67.9 km**.
    - De éstos, **54 km** corresponden a una autopista de cuatro carriles y **13.9 km** al ramal hacia Compostela.
3. **Carretera Compostela–Las Varas**
    - Constituye parte del corredor hacia la costa de Nayarit y enlaza con la carretera federal 200.
    - Actualmente forma parte del corredor carretero Tepic–Compostela–Las Varas–Puerto Vallarta.
4. **Red estatal pavimentada**
    - Comunica Compostela con Altavista, Zacualpan, Ixtapa de la Concepción, Mazatán, El Monteón, Las Piedras y otras localidades del municipio.

III.7.3.3. Empleo y ocupación

En 2020, la población de 12 años y más del municipio ascendió a 61,184 personas, de las cuales:

- Población Económicamente Activa (PEA): 40,674 personas (66.48 %).
- Población ocupada: 40,298 personas (99.1 % de la PEA).

- Población desocupada: 376 personas (0.92 % de la PEA).
- Población no económicamente activa: 20,166 personas.

Estos indicadores muestran un alto nivel de ocupación, con una tasa de desocupación inferior al 1 %, lo que refleja un mercado laboral dinámico para el año del censo.

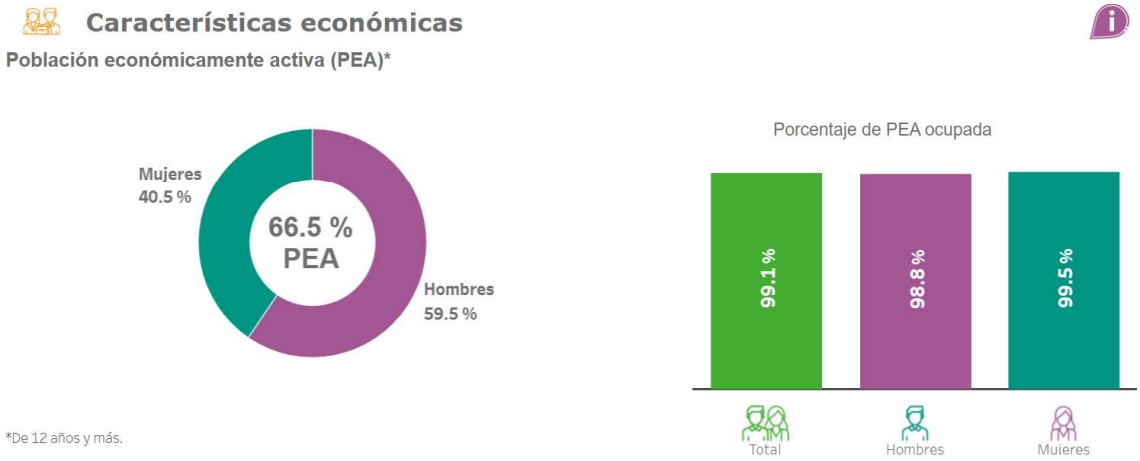


Figura III.46. Porcentaje de PEA a nivel municipal

Fuente: Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.



Figura III.47. Porcentaje de PNEA a nivel municipal

Fuente: Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

III.7.3.4. Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Compostela fueron Secundaria (32.6% del total), Primaria (29.1% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (21.6% del total).

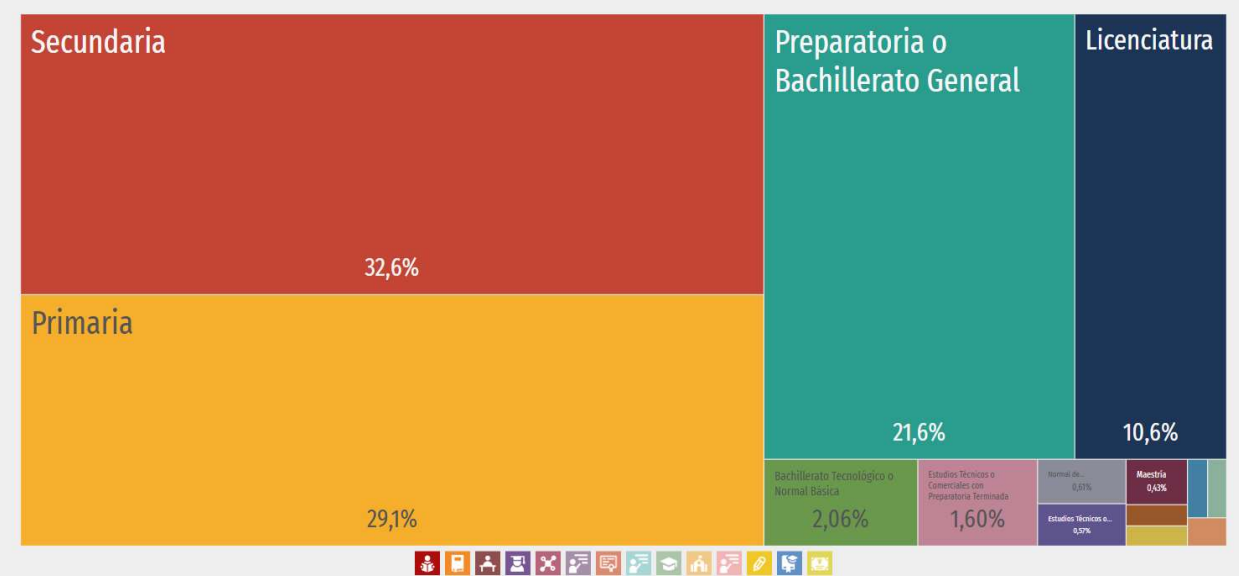


Figura III.48. Nivel de escolaridad de la población de 15 años y más en Compostela

Fuente: www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/compostela.

En el municipio, el 6.7% de la población de 15 años y más, no tiene escolaridad, mientras que el 57.3 %ha concluido el nivel educativo de educación básica.

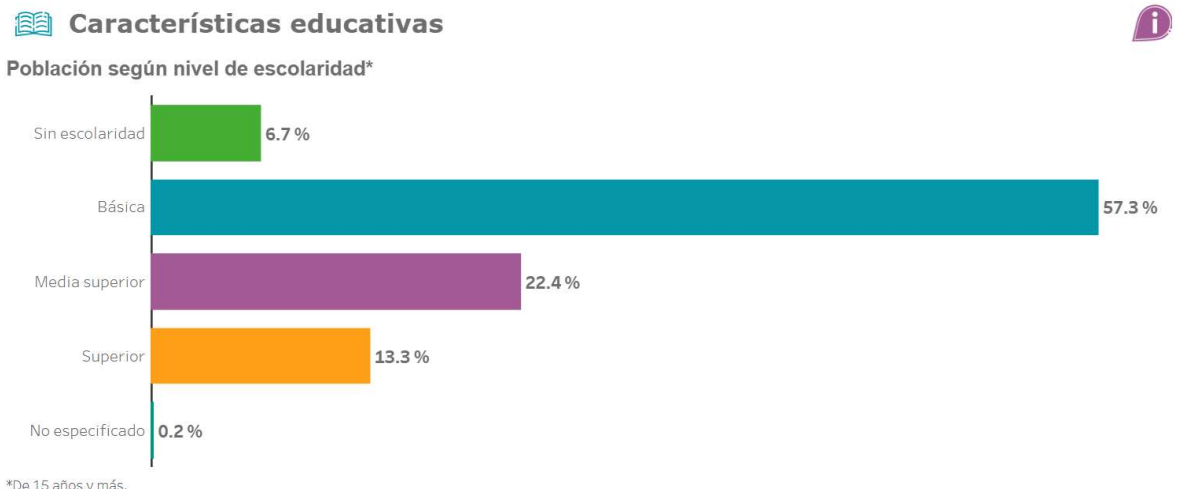


Figura III.49. Nivel de escolaridad en el Municipio

Fuente: Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

En este sentido, la tasa de analfabetismo de Compostela en 2020 fue 4.74%. Del total de población analfabeta, 51.8% correspondió a hombres y 48.2% a mujeres.

III.7.3.5. Salud

De los 77,436 habitantes en el municipio; 55,445 son derechohabientes a algún sistema de salud, lo que representa el 71.6% de la población total. Su distribución porcentual según condición de afiliación a servicio de salud contempla el 42.2% correspondiente al IMSS; 47.7% corresponde a INSABI, 9.0% correspondiente a ISSSTE, 1.3%a IMSS Bienestar, 0.1% correspondiente a PEMEX, Secretaria de la Defensa o Marina; 0.7% corresponde a una institución privada; 0.4% a otra institución.

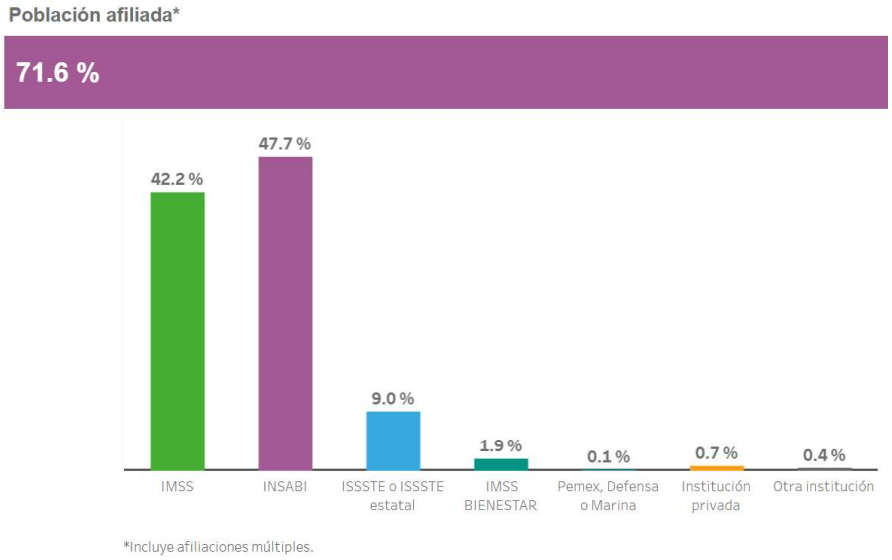


Figura III.50. Afiliación a servicios de salud en el municipio

Fuente: Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

III.7.3.6. Vivienda

Para el 2020, se tiene que el municipio contaba con un total de 23,347 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 3.3 habitantes por vivienda. En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 2 cuartos, 28.8% y 23.5%, respectivamente.

En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 42.7% y 37%, respectivamente.

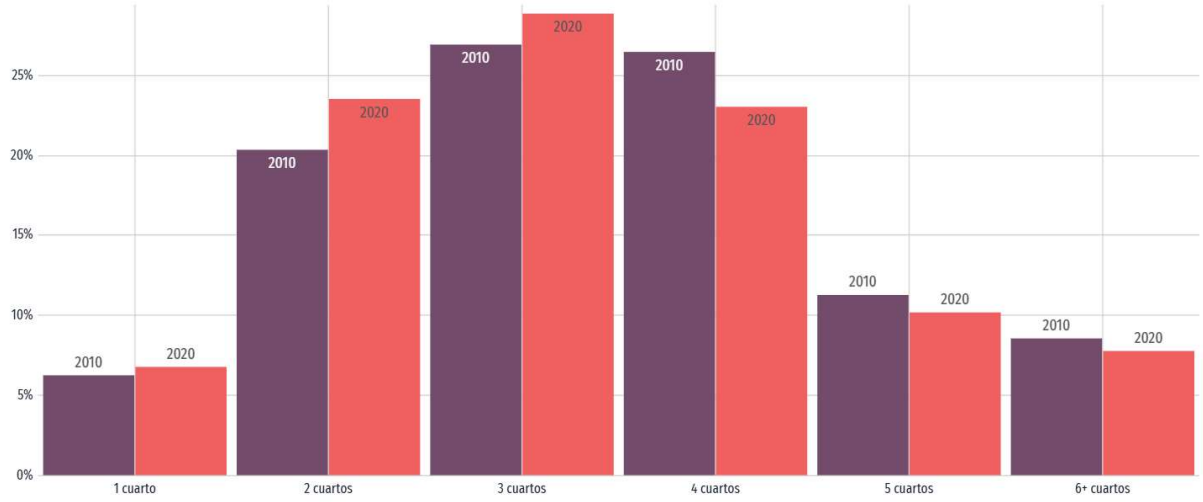


Figura III.51. Viviendas particulares habitadas en el municipio (2010-2020)

Fuente: www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/compostela.

III.7.3.7. Servicios básicos

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, más del 90% de las viviendas en las localidades de 250 y más habitantes tienen cubiertos los servicios básicos de agua entubada, drenaje, servicio sanitario y energía eléctrica.

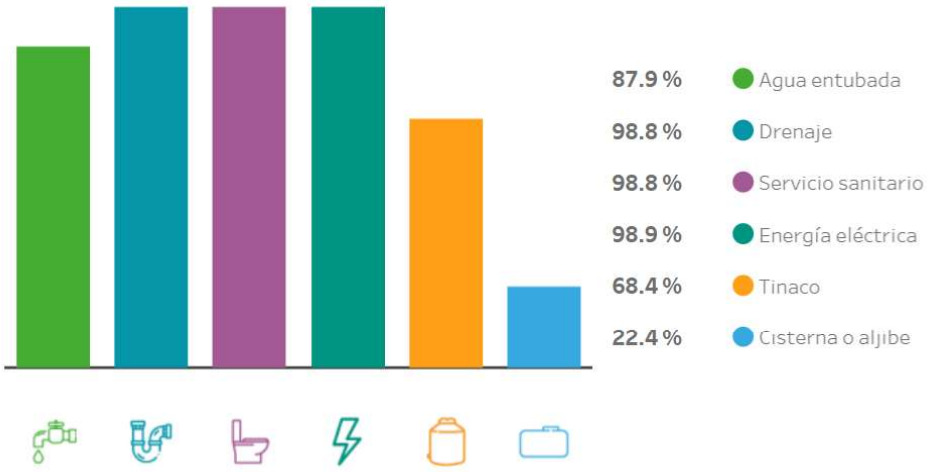


Figura III.52. Disponibilidad de servicios y equipamiento

Fuente: Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

En el municipio el 98.9% de las 23,347 viviendas habitadas cuentan con servicio de electricidad, mientras que con servicios de agua 87.9.% y con drenaje el 98.8%.

De acuerdo con el cuestionario básico y el cuestionario ampliado del Censo de Población y Vivienda 2020, en el municipio los servicios y conectividad en vivienda indican que el 37.6% de las viviendas tienen acceso a internet, el 25.7% disponen de computadora y el 90.1% de las viviendas disponen de celular.

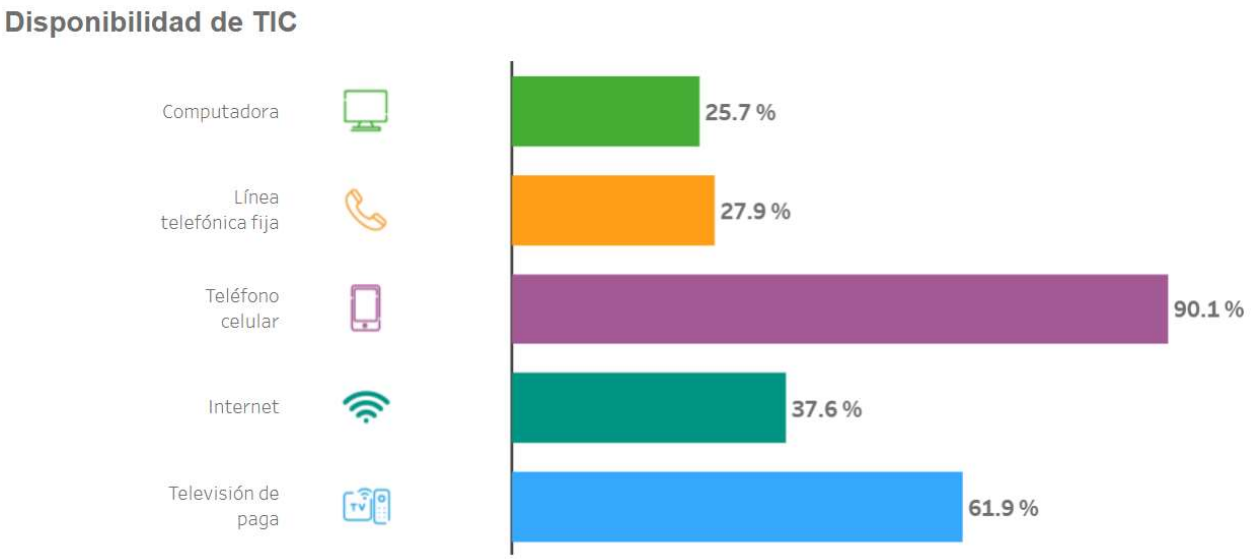


Figura III.53. Disponibilidad en el municipio a tecnologías de información y comunicación

Fuente: Panorama sociodemográfico de México. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

Índice de Marginación

El índice de marginación permite discriminar entidades federativas 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 bajos y las derivadas de la residencia en localidades, como puede ser la falta de servicios de salud, equipamientos e infraestructura adecuada, lo cual conforma una precaria estructura de oportunidades que obstruye el pleno desarrollo de las potencialidades humanas.

Los resultados de los índices de marginación de las entidades federativas 2010, 2015 y 2020, muestran que nueve entidades federativas tienen alto grado de marginación, entre ellas se incluye al estado de Nayarit. Destacando que su grado de marginación ha empeorado, pasando de tener marginación media en 2010 para catalogarse como alta en 2020.

La estimación del índice de marginación para los 2,469 municipios existentes en el año 2020 confirma que nuestro país se encuentra marcado por una profunda desigualdad en la participación del proceso de desarrollo y el disfrute de sus beneficios.

Mapa B.18.
Nayarit. Grado de marginación por municipio, 2020

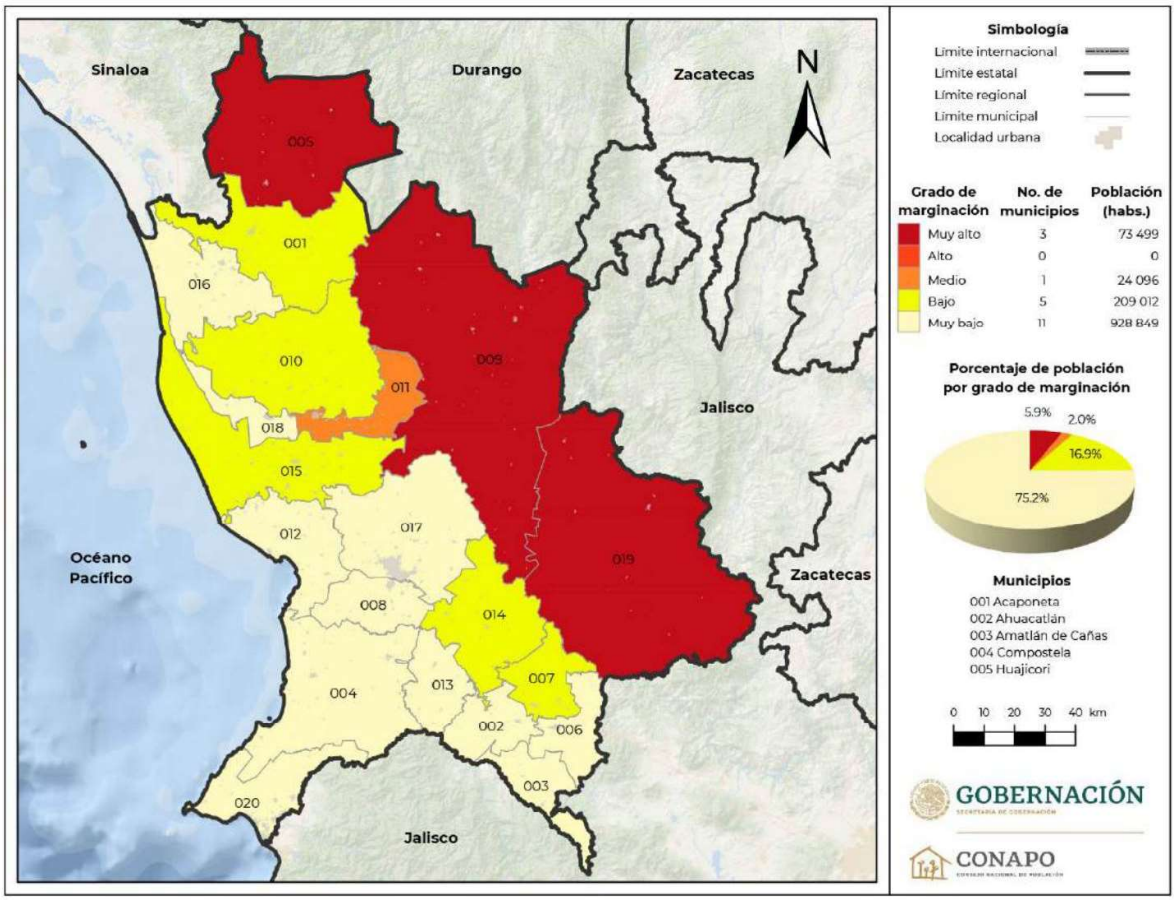


Figura III.54 Grado de marginación por municipio del estado de Nayarit, 2020.

En la siguiente tabla se presentan los valores de los 9 indicadores socioeconómicos que intervienen en el índice de marginación para el municipio de Compostela, así como su índice de marginación y el lugar que éste ocupa a nivel nacional y estatal, donde se observa que las carencias que más inciden son los ingresos bajos de la población ocupada y que las viviendas se encuentran en algún nivel de hacinamiento.

Tabla III.53. Indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación, lugar que ocupa a nivel nacional y estatal, 2020

Indicador	Municipio de Compostela
Población total	77436
Población de 15 años o más analfabeta (%)	4.75
Población de 15 años o más sin educación básica (%)	37.51
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado (%)	0.75
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica (%)	0.78
Ocupantes en viviendas sin agua entubada (%)	1.05
Viviendas con algún nivel de hacinamiento (%)	20.2
Ocupantes en viviendas con piso de tierra (%)	1.86
Población en localidades con menos de 5,000 habitantes (%)	41.46
Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos (%)	58.51
Índice de marginación	57.9
Grado de marginación	Muy bajo
Índice de marginación normalizado	0.91
Lugar que ocupa en el contexto estatal	16
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2,135

Actividades económicas

De acuerdo con la plataforma Data México de la Secretaría de Economía, durante 2025 el principal producto de exportación asociado al municipio de Compostela correspondió al grupo Higos, piñas, aguacates, guayabas y mangos, frescos o secos, con un valor estimado de 19.1 millones de dólares estadounidenses (USD). Asimismo, el principal destino comercial de estas exportaciones fue Estados Unidos, con un valor aproximado de 18.9 millones de USD, seguido por Japón (65.5 mil USD) y Alemania (39.2 mil USD).

III.8. Diagnóstico y problemáticas ambientales de la Región Ecológica

El presente apartado da cumplimiento a lo señalado en el Capítulo III de la Nueva Guía para la Presentación y Entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental[1], la cual establece que el diagnóstico deberá expresar la condición ambiental actual de la Región Ecológica (RE) delimitada para el Proyecto, así como el grado de conservación o deterioro que presenta, previo al señalamiento puntual de las problemáticas ambientales existentes en la zona.

El diagnóstico se construye a partir de tres líneas de evidencia complementarias: (i) la caracterización de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico de la RE; (ii) la revisión de literatura científica indexada sobre la dinámica costera de la Bahía de Jaltemba y de la Riviera Nayarit en su conjunto; y (iii) la revisión de antecedentes administrativos recientes (Gaceta Ecológica de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental [DGIRA]) correspondientes a proyectos evaluados en la misma unidad de paisaje costero, como evidencia documental de la presión de desarrollo que actualmente experimenta la región.

III.8.1. Componentes ambientales de la Región Ecológica

El Proyecto Villa NK-33-LIN se ubica en el segmento costero de acantilados y playas de las llamadas de bolsillo, que son pequeñas playas aisladas que se forman de manera natural o artificial entre dos promontorios, cabos rocosos o estructuras artificiales que conforma la Bahía de Jaltemba, entre las localidades de La Peñita de Jaltemba y Rincón de Guayabitos, municipio de Compostela, Nayarit, dentro del corredor turístico conocido comercialmente como Riviera Nayarit. A continuación, se sintetizan los componentes ambientales identificados a nivel de RE.

a) Componente abiótico

Fisiografía y geomorfología. La RE se ubica en el contacto entre la vertiente occidental de la Sierra de Vallejo (provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental) y la planicie costera del Pacífico, lo que genera un paisaje de lomeríos y acantilados rocosos que descienden abruptamente hacia el mar, alternados con playas de bolsillo y desembocaduras de arroyos estacionales; esta condición de pendiente pronunciada junto al litoral es determinante para el

[1] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2024). Guía para la presentación y entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental. Gobierno de México

análisis de estabilidad de talud e incidencia sobre la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) que corresponde desarrollar en campo para el AP.

Clima. De acuerdo con la clasificación climática de García (1988, modificación del sistema de Köppen para México), la costa de Compostela corresponde al tipo Aw (cálido subhúmedo), con lluvias concentradas en verano y una marcada estacionalidad seca de noviembre a mayo, régimen que condiciona tanto la fenología de la vegetación de selva baja caducifolia como los caudales intermitentes de los arroyos de la región[2].

Hidrología. La región se integra a la vertiente hidrológica de escurrimientos cortos e intermitentes que drenan directamente al Pacífico en la denominada Región Hidrológica RH-11 (Presidio-San Pedro) o cuencas costeras adyacentes.

Suelos. Predominan suelos someros de origen residual sobre roca ígnea (litosoles/leptosoles) en las porciones de acantilado, y suelos aluviales de mayor profundidad en los reducidos valles de los arroyos, con susceptibilidad a procesos erosivos cuando se remueve la cubierta vegetal en pendientes pronunciadas.

b) Componente biótico

Dentro del estrato arbóreo se evaluaron 15 sitios de muestreo, registrando un total de 17 especies con una abundancia de 216 individuos, los cuales se encuentran en su mayoría distribuidos de manera homogénea, a excepción de *Attalea cohune*, que presenta valores de densidad altos, lo que le hace dominantes respecto a los demás. Debido a esto, este estrato arroja valores de diversidad medios con 2.01 nats, con lo que podemos situar en un estado de diversidad de regular.

Para el caso del estrato arbustivo el valor de diversidad es de 1.44 nats, de acuerdo con los parámetros de Shannon, refleja una diversidad baja, debido a la cantidad de especies registradas en este estrato con 12 y una abundancia de 292 individuos, con una distribución homogénea dentro de la región ecológica a excepción de *Attalea cohune* que presenta el valor de abundancia más alto.

[2] García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (4a ed.). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

El estrato herbáceo tiene valores de diversidad media de acuerdo al rango del índice de Shannon (0-5), el valor estimado es de 2.10 nats. Se registraron un numero de 9 especies con una abundancia de 39 individuos, la evaluación se realizó durante la temporada de lluvias, lo que favoreció el registro de especies anuales.

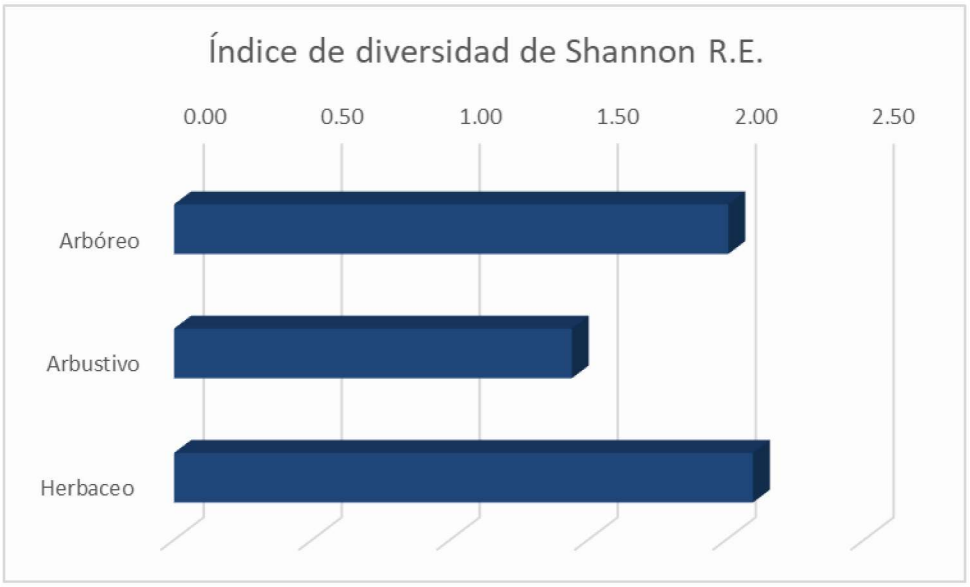


Figura III.55. Valores de diversidad de Shannon en la Región Ecológica.

Del total de especies de flora, dentro del A.P. se registró una especie enlistada la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante mencionar que las especies registradas en el A.P. no resultarán afectadas, pues de acuerdo a la planimetría, estas se encuentran fuera de la huella de construcción, aunado a las medidas de compensación y mitigación que serán ejecutadas para el beneficio del ambiente.

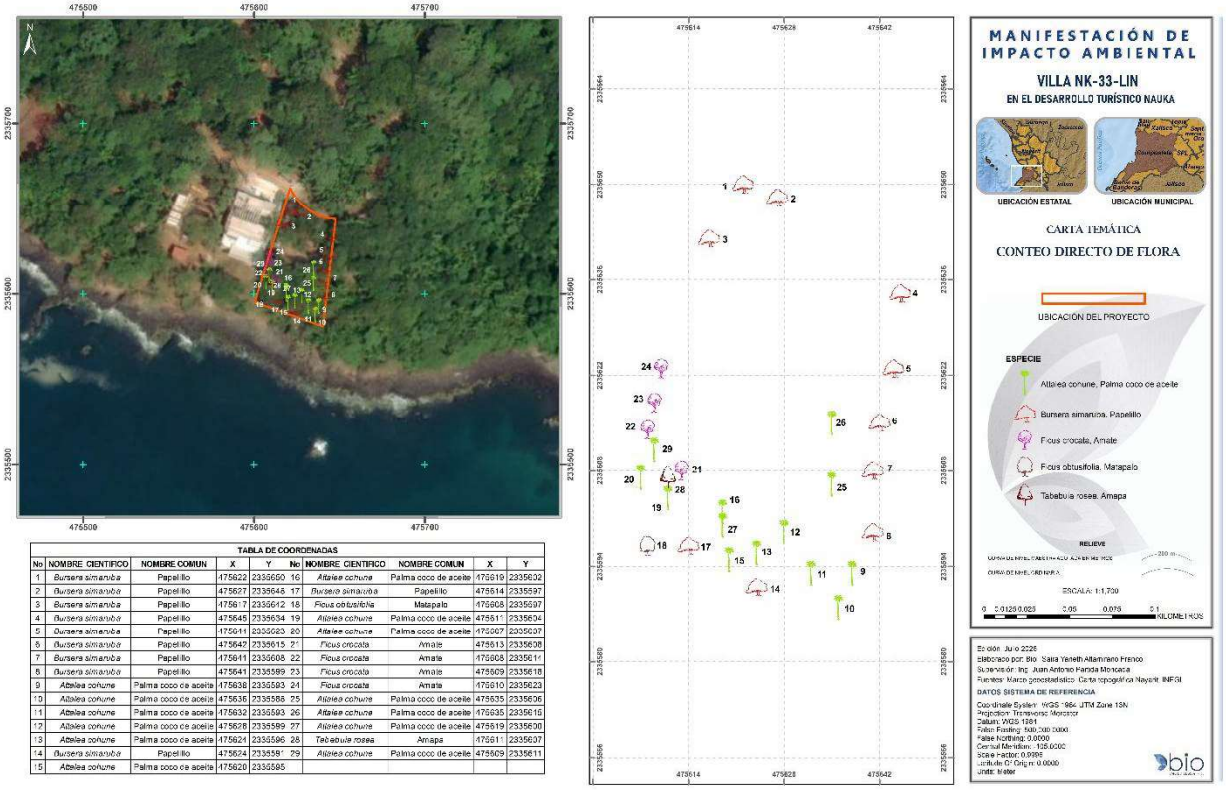


TABLA DE COORDENADAS

No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	X	Y	No	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	X	Y
1	*Bursera simaruba*	Papelillo	475622	2335650	16	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475619	2335632
2	*Bursera simaruba*	Papelillo	475627	2335646	17	*Bursera simaruba*	Papelillo	475614	2335597
3	*Bursera simaruba*	Papelillo	475617	2335642	18	*Ficus obtusifolia*	Matapalo	475608	2335597
4	*Bursera simaruba*	Papelillo	475645	2335634	19	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475611	2335634
5	*Bursera simaruba*	Papelillo	475641	2335623	20	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475607	2335637
6	*Bursera simaruba*	Papelillo	475642	2335615	21	*Ficus crocata*	Amate	475613	2335638
7	*Bursera simaruba*	Papelillo	475641	2335608	22	*Ficus crocata*	Amate	475608	2335611
8	*Bursera simaruba*	Papelillo	475641	2335589	23	*Ficus crocata*	Amate	475609	2335618
9	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475638	2335593	24	*Ficus crocata*	Amate	475610	2335623
10	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475636	2335588	25	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475635	2335636
11	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475632	2335593	26	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475635	2335619
12	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475628	2335589	27	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475619	2335630
13	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475624	2335596	28	*Tabebuia rosea*	Amapa	475611	2335637
14	*Bursera simaruba*	Papelillo	475624	2335581	29	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475609	2335611
15	*Attalea cohune*	Palma coco de aceite	475620	2335585					

Figura III.56. Área de Proyecto con los individuos georreferenciados.

La fauna silvestre presentó un patrón de disminución en su riqueza, abundancia y diversidad desde la región ecológica hacia el área de proyecto. En la RE se registraron 39 especies y 188 individuos, mientras que en el AI se reconocieron 19 especies y 74 individuos, y en el AP nueve especies y 24 individuos. Este gradiente refleja una mayor complejidad faunística en la RE y una progresiva simplificación de los ensambles en las áreas más próximas al proyecto. Cabe resaltar que todas las especies registradas en el AP y su AI fueron registradas en la RE en mayor o menor proporción.

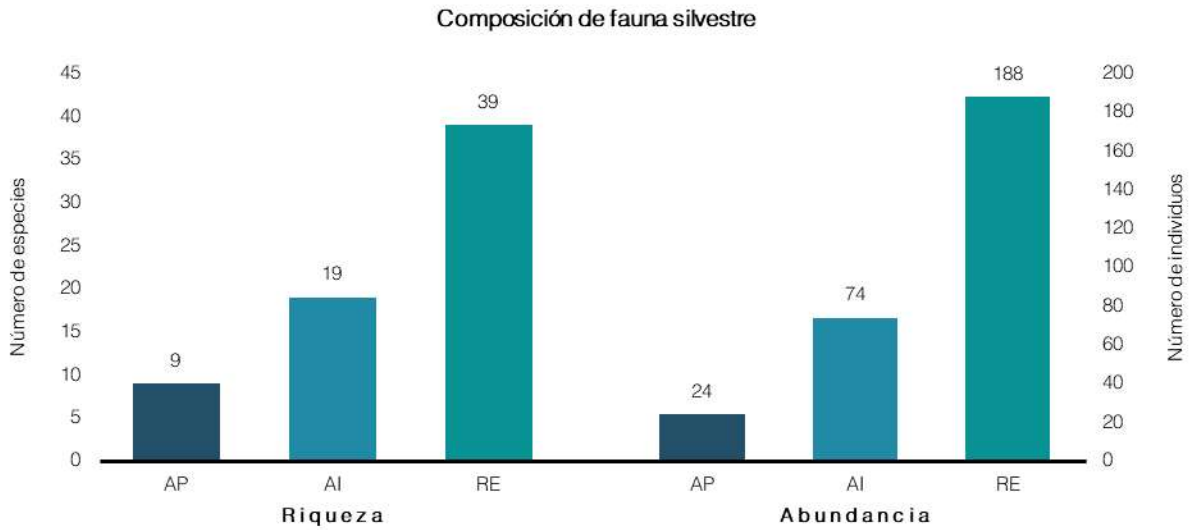


Figura III.57. Riqueza y abundancia de fauna silvestre en las áreas bajo evaluación.

Los análisis de suficiencia de muestreo muestran que el esfuerzo realizado fue adecuado para caracterizar la fauna presente. La cobertura de muestra fue de 96% en la RE, 99% en el AI y 93% en el AP, lo que indica que la mayor parte de los individuos pertenecen a especies ya registradas y que es poco probable que un esfuerzo adicional incremente significativamente la riqueza observada. Aunque el estimador Chao sugiere la posible presencia de algunas especies adicionales en la RE, la elevada cobertura obtenida respalda que el inventario representa de manera confiable la comunidad local.

La diversidad de fauna también refleja diferencias entre los tres sistemas evaluados. La RE presentó la mayor riqueza y diversidad, con una comunidad relativamente equilibrada y baja dominancia de unas cuantas especies, condición esperada para un paisaje con mayor heterogeneidad ambiental y disponibilidad de hábitats. El AI mostró una diversidad intermedia, conservando una composición faunística similar a la de la región ecológica, mientras que el AP presentó la menor riqueza y diversidad, atribuible principalmente a su menor superficie y a la simplificación estructural del hábitat. No obstante, los índices de equitatividad obtenidos indican que, aun con un número reducido de especies, la abundancia en el AP se distribuye de manera relativamente uniforme entre ellas.

Las aves constituyeron el grupo taxonómico mejor representado, concentrando la mayor parte de la riqueza específica en los tres sistemas evaluados. En contraste, los mamíferos y reptiles estuvieron representados por un menor número de especies, mientras que no se registraron anfibios durante los muestreos, situación que no necesariamente responde a una ausencia real del grupo en la región.

Desde el punto de vista de la conservación, en la RE se registraron 15 especies de importancia, de las cuales 13 son endémicas de México y cuatro se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres bajo la categoría de Protección especial (Pr) y una Amenazada (A). Solo una de ellas se registró en el AP (*Aspidoscelis lineattissimus*, sujeta a protección especial), aunque esta especie no fue exclusiva de la misma, lo que indica que sus poblaciones disponen de hábitat disponible fuera del sitio donde se desarrollarán las obras.

En conclusión, el área de proyecto no constituye un sitio con una riqueza o diversidad excepcional dentro del contexto regional, sino que representa una porción de una comunidad faunística más amplia distribuida en la región ecológica circundante. La presencia de una especie de importancia para la conservación confirma el valor biológico del paisaje; sin embargo, su distribución en áreas adyacentes y la ausencia de especies exclusivas del AP sugieren que los impactos potenciales derivados del cambio de uso del suelo podrán reducirse mediante la aplicación de las medidas de prevención, rescate y reubicación de fauna, así como con la conservación de la vegetación remanente y la conectividad con los hábitats circundantes.

c) Componente socioeconómico

Compostela es un municipio costero de Nayarit cuya cabecera y localidades del litoral —entre ellas La Peñita de Jaltemba y Rincón de Guayabitos— presentan una economía fuertemente orientada al turismo de sol y playa, la hotelería y los servicios asociados, con crecimiento sostenido de la infraestructura inmobiliaria y hotelera en los últimos quince años (Márquez González et al., 2019). Esta orientación económica ha atraído inversión turística de gran escala en el corredor de la Riviera Nayarit, del cual el propio Desarrollo Turístico Nauka —dentro del cual se ubica el Lote 33 objeto de esta MIA— constituye un referente reciente de dicha dinámica de inversión inmobiliaria y hotelera de alto estándar en la Bahía de Jaltemba.

III.8.2 Diagnóstico ambiental: condición actual y grado de conservación o deterioro

El diagnóstico de la condición ambiental de la RE se sustenta en la evidencia disponible sobre la dinámica de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en el corredor costero de Nayarit, dado que no se identificaron, a la fecha de esta redacción, estudios de línea base publicados específicamente para la microcuenca o unidad de paisaje de La Peñita de Jaltemba-Rincón de Guayabitos; por ello, el diagnóstico se apoya en estudios de zonas ecológicamente análogas dentro de la misma Riviera Nayarit, cuyas conclusiones se consideran extrapolables como tendencia regional y deberán confirmarse con la caracterización de campo propia del AP.

En el ámbito de la Riviera Nayarit y Bahía de Banderas —franja costera contigua e ecológicamente análoga a la Bahía de Jaltemba—, la evidencia académica documenta una transformación acelerada de coberturas naturales y agropecuarias hacia usos urbano-turísticos desde inicios de siglo. Existen trabajos científicos donde sus autores señalan que el crecimiento de las localidades costeras de Nayarit se ha dado sin una planeación territorial estratégica suficiente, lo que ha propiciado la especulación sobre tierras de vocación agropecuaria y deficiencias en el manejo costero integrado, particularmente en cambios de uso de suelo, calidad del agua costera para uso recreativo y manejo de residuos sólidos municipales[3].

En la misma línea, existen publicaciones que documentan para el municipio de Bahía de Banderas —colindante con Compostela y cuyo límite norte se ubica precisamente en Guayabitos— una disminución sostenida de la cobertura vegetal natural entre 2000 y 2020, con sustitución acelerada de usos agropecuarios y naturales por infraestructura urbana y turística, proceso que las autoras describen como generador de paisajes fragmentados sin integración ecológica al entorno[4]. Los mismos autores también mencionan a otro investigador que asocia la promoción de infraestructura turística en la zona costera del sur de Nayarit con el deterioro de

[3] Márquez González, A. R., Chávez Dagostino, R. M., Ramírez Partida, H. R., y Espinoza Sánchez, R. (2019). Desarrollo territorial inteligente: Caso La Riviera, Nayarit, México. Topofilia, Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales.

[4] Gallardo Arce, B. G., Morales Hernández, J. C., Frausto Martínez, O., Bravo Olivas, M. L., & Carrillo González, F. M. (2022). Cambio de cobertura vegetal y uso de suelo generado por actividades agrícolas en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, México. Acta Universitaria, 32, e3618. https://doi.org/10.15174/au.2022.3618

importantes coberturas vegetales, algunas de las cuales están en riesgo de desaparecer a corto y mediano plazo[5].

A escala de todo el litoral nayarita, se pueden encontrar divulgaciones indexadas donde se reporta que sus autores evaluaron el cambio de cobertura y uso de suelo en la llanura costera de San Blas —al norte de la RE del presente Proyecto— para el periodo 2000-2019, documentando una reducción de la cobertura de manglar del 4.7% asociada principalmente al avance de la camaronicultura, y advirtiendo que la pérdida de este ecosistema repercute en el ciclo hídrico y el balance salino de las lagunas costeras, con efecto en cascada sobre la biodiversidad y las actividades económicas locales[6]. Aunque el AP del Proyecto Villa NK-33-LIN no se ubica sobre la planicie estuarina, este antecedente resulta relevante como indicador de la fragilidad y sensibilidad regional de los ecosistemas de manglar remanentes en cañadas y desembocaduras de la Bahía de Jaltemba.

En el mismo sentido, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente señala de manera general, que el desarrollo turístico inmobiliario costero —hoteles, condominios, marinas y obras complementarias— genera fuertes presiones sobre ecosistemas costeros frágiles como manglares, arrecifes y dunas, particularmente cuando existe insuficiente planeación u observancia de la normatividad ambiental por parte de los promoventes[7].

Evidencia documental de presión de desarrollo reciente en la zona

Como evidencia directa y reciente de la intensidad de la actividad constructiva en el segmento costero específico de la RE, la Gaceta Ecológica de la DGIRA (Publicación DGIRA/0023/24, del 23 de mayo de 2024) registra el ingreso de diferentes Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular para la construcción de infraestructura destinada al turismo dentro de la zona costera desde La Peñita hacia Rincón de Guayabitos, Compostela, Nayarit, con incidencia

[5] Márquez González, A. R., Chávez Dagostino, R. M., Ramírez Partida, H. R., y Espinoza Sánchez, R. (2019). Desarrollo territorial inteligente: Caso La Riviera, Nayarit, México. Topofilia, Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales

[6] Nájera González, A., Carrillo González, F. M., Morales Hernández, J. C., y Nájera González, O. (2021). Cambio de cobertura y uso de suelo en la llanura costera asociados a procesos antropogénicos: caso San Blas, Nayarit. Madera y Bosques, 27(1), e2712104. https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712104

[7] Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (s.f.). Impacto de desarrollos turísticos. Gobierno de México. https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/430/1/mx/impacto_de_desarrollos_turisticos.html

sobre la Zona Federal Marítimo Terrestre[8]. Este antecedente, confirma que el tramo de playa de la Bahía de Jaltemba se encuentra sujeto a un flujo constante de solicitudes de autorización para infraestructura turística y de servicios, lo que es congruente con la caracterización de presión de desarrollo creciente descrita por la literatura citada en los párrafos anteriores.

A ello se suma la propia dinámica inmobiliaria observada dentro del polígono de Nauka, donde en el periodo reciente se ha desarrollado y puesto en operación infraestructura hotelera y residencial de gran escala (aproximadamente 373 ha de superficie privada, con más de cuatro kilómetros de frente de playa), lo que debe considerarse como un impacto acumulativo preexistente al momento de evaluar los efectos incrementales del Lote 33 sobre la RE.

En síntesis, el diagnóstico ambiental de la RE de Villa NK-33-LIN corresponde al de un paisaje costero de transición: conserva remanentes relevantes de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y vegetación asociada a cañadas —algunos en buen estado de conservación por su topografía de difícil acceso—, pero inserto en una matriz regional sometida a un proceso sostenido y documentado de cambio de uso de suelo hacia el desarrollo turístico-inmobiliario, con las consecuentes presiones sobre la cubierta vegetal, la calidad del agua costera y la gestión de residuos sólidos. El grado de conservación específico del AP —incluyendo cobertura vegetal remanente, presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y estado de los taludes costeros— se corrobora con el detalle cuantitativo que ya se generó en los muestreos de campo de flora y fauna del Proyecto, para integrarse a este diagnóstico.

III.9. Problemáticas ambientales identificadas en la Región Ecológica

[8] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. (2024, 23 de mayo). Gaceta Ecológica, Publicación DGIRA/0023/24. http://consultaspublicas.semarnat.gob.mx/Gacetas/archivos2024/gaceta_0023-24.pdf

- Cambio de uso de suelo acelerado: sustitución de cobertura natural (selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y vegetación de cañada) por infraestructura turística e inmobiliaria, con fragmentación del paisaje costero[9] [10].
- Presión sobre ecosistemas frágiles remanentes: manglares y vegetación de galería en desembocaduras y cañadas, con antecedentes regionales de pérdida acelerada por camaronicultura y urbanización[11].
- Insuficiencia de planeación territorial estratégica a escala municipal, que favorece la especulación sobre predios de vocación agropecuaria y su reconversión no siempre ordenada hacia usos turísticos[10].
- Riesgo de deterioro de la calidad del agua costera para uso recreativo y de manejo inadecuado de residuos sólidos municipales, señalado como deficiencia estructural del manejo costero integrado en la Riviera Nayarit[10].
- Impacto acumulativo del desarrollo turístico-hotelero de gran escala ya consolidado en el polígono de Nauka y en proyectos colindantes en trámite ante DGIRA, que incrementa la superficie transformada y la demanda de servicios en la misma unidad de paisaje costero[12].
- Susceptibilidad a procesos erosivos e inestabilidad de talud en las porciones de acantilado costero cuando se remueve la cubierta vegetal en pendientes pronunciadas, condición fisiográfica característica del contacto Sierra de Vallejo-litoral.

[9] Gallardo Arce, B. G., Morales Hernández, J. C., Frausto Martínez, O., Bravo Olivas, M. L., y Carrillo González, F. M. (2022). Cambio de cobertura vegetal y uso de suelo generado por actividades agrícolas en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, México. Acta Universitaria, 32, e3618. https://doi.org/10.15174/au.2022.3618

[10] Márquez González, A. R., Chávez Dagostino, R. M., Ramírez Partida, H. R., & Espinoza Sánchez, R. (2019). Desarrollo territorial inteligente: Caso La Riviera, Nayarit, México. Topofilia, Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales.

[11] Nájera González, A., Carrillo González, F. M., Morales Hernández, J. C., y Nájera González, O. (2021). Cambio de cobertura y uso de suelo en la llanura costera asociados a procesos antropogénicos: caso San Blas, Nayarit. Madera y Bosques, 27(1), e2712104. https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712104

[12] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. (2024, 23 de mayo). Gaceta Ecológica, Publicación DGIRA/0023/24. http://consultaspublicas.semarnat.gob.mx/Gacetas/archivos2024/gaceta_0023-24.pdf

III.10. Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI

III.10.1. Uso de suelo y vegetación

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Conjunto de datos Vectoriales de Usos del Suelo y Vegetación, Esc. 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional.

El análisis de incidencia para las geometrías de área de influencia y área de proyecto, se presenta en las siguientes tablas:

Tabla III.54. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la A.I. de acuerdo con el SIGEIA.

Clave de vegetación	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	363,033.96	100.00
Total		363,033.96	100.00

Tabla III.55. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la A.P. de acuerdo con el SIGEIA.

Clave de vegetación	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	2,291.90	100.00
Total		2,291.90	100.00

III.10.2. Áreas Naturales Protegidas

III.10.2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de carácter federales

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: ANP Federal. CONANP.

Tanto el Área de Influencia (AI) como el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDEN** en ninguna ANP de carácter federal.

Tabla III.56. Incidencias y cercanías del A.I y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas Naturales Protegidas Federales	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Playa Platanitos	-----	13,957.52	-----	13,242.09
Reserva de la Biósfera Sierra de Vallejo – Río Ameca	-----	5,610.89	-----	5,480.00

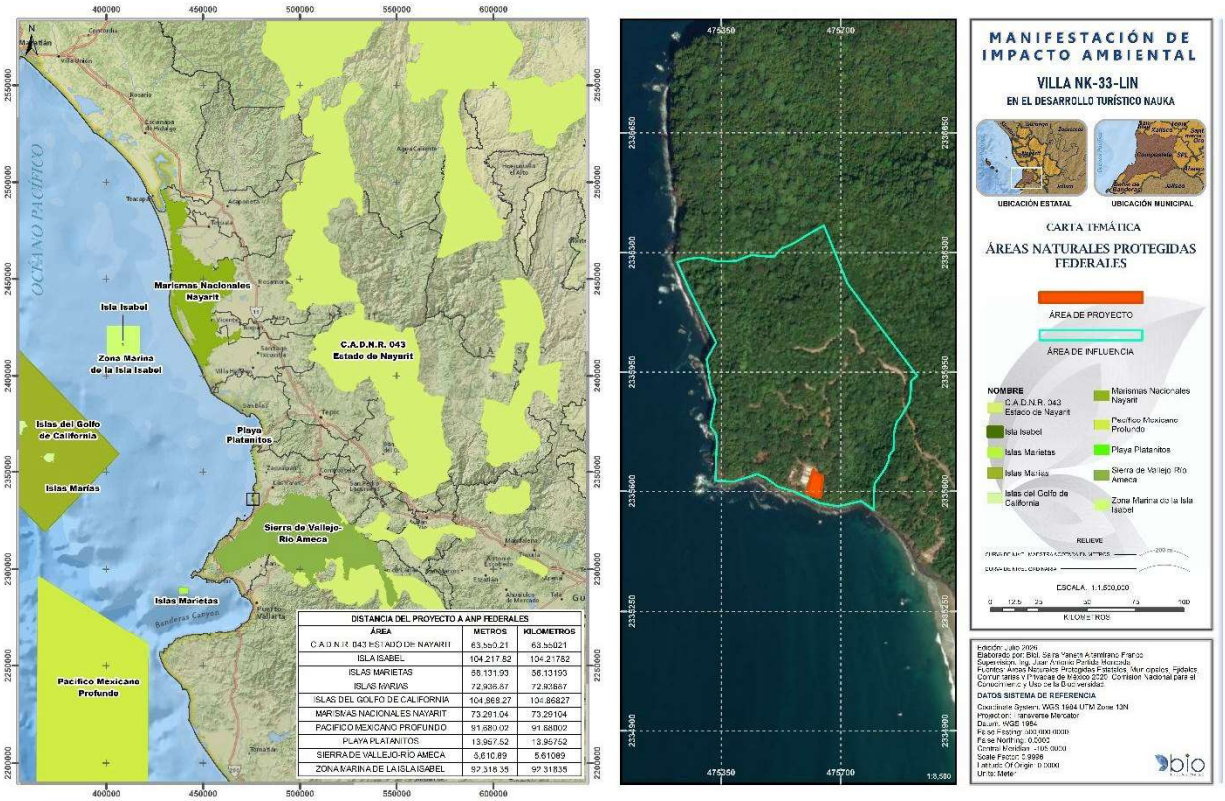


Figura III.58. Áreas Naturales Protegidas Federales. Cercanías con respecto al AP.

III.10.2.2. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de carácter estatal

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: ANP Estatal. CONANP.

Tanto el Área de Influencia (A.I.) como el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDEN** dentro los **Polígonos de Protección ni Zona de Influencia** dentro de Áreas Naturales Protegidas Estatales,

siendo las más cercanas a la RE y AP la Reserva de la Biósfera Estatal Sierra de Vallejo y la Reserva de la Biósfera Estatal Sierra de San Juan.

Tabla III.57. Incidencias y cercanías de la A.I. y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas Naturales Protegidas Estatales	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Sierra de Vallejo	-----	5,023.17	-----	4,932.66
Sierra de San Juan	-----	36,079.70	-----	35,545.61

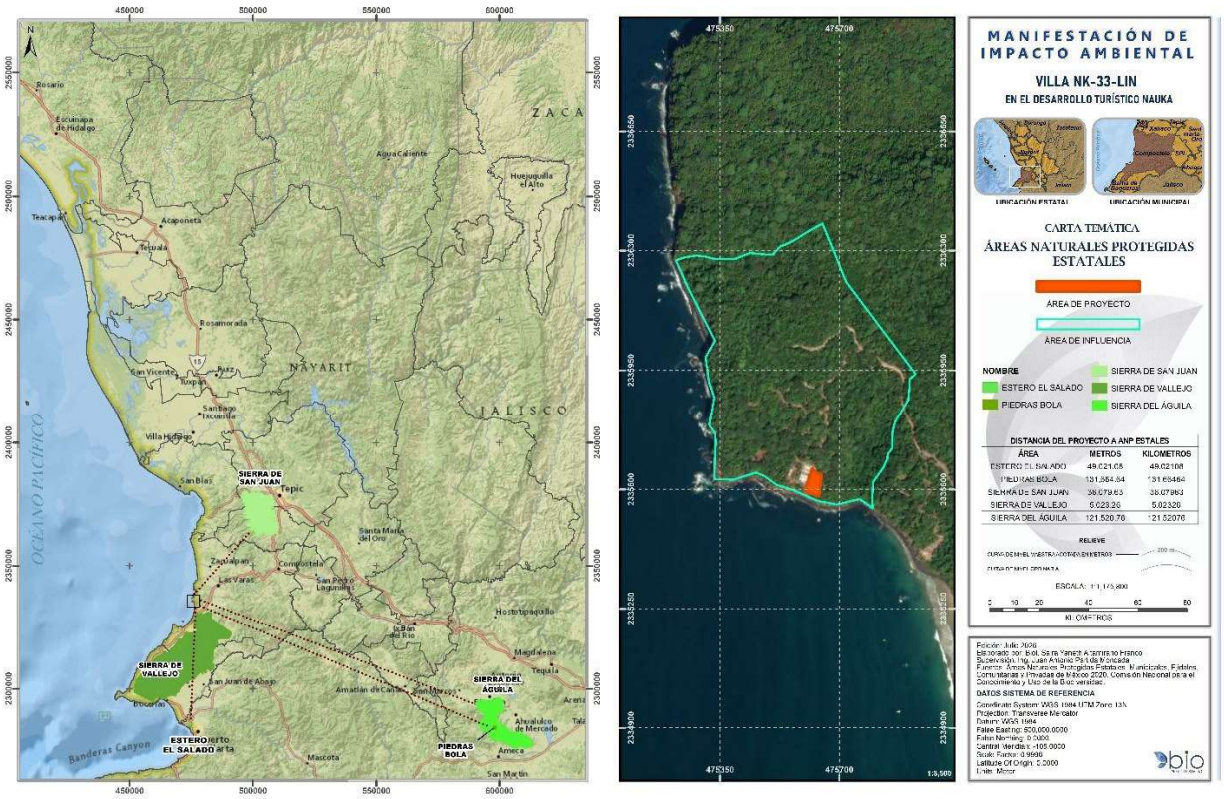


Figura III.59. Áreas Naturales Protegidas Federales. Cercanías con respecto al AP.

III.10.3. Áreas de importancia ambiental

III.10.3.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves 2015 (AICA).

Tanto el Área de Influencia (AI) como el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDEN** dentro de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs). Por otro lado, las AICAs más cercanas al proyecto son la Reserva Ecológica Sierra de San Juan a 38,111.37 m y Marismas Nacionales a 41,254.35 m. A continuación, se presenta la tabla sobre estas incidencias y cercanías.

Tabla III.58. Incidencias y cercanías del A.I. y A.P respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Reserva Ecológica Sierra de San Juan	-----	38,111.37	-----	37,542.93
Marismas Nacionales	-----	41,254.35	-----	40,538.22
Islas Marietas	-----	54,905.35	-----	54,772.28

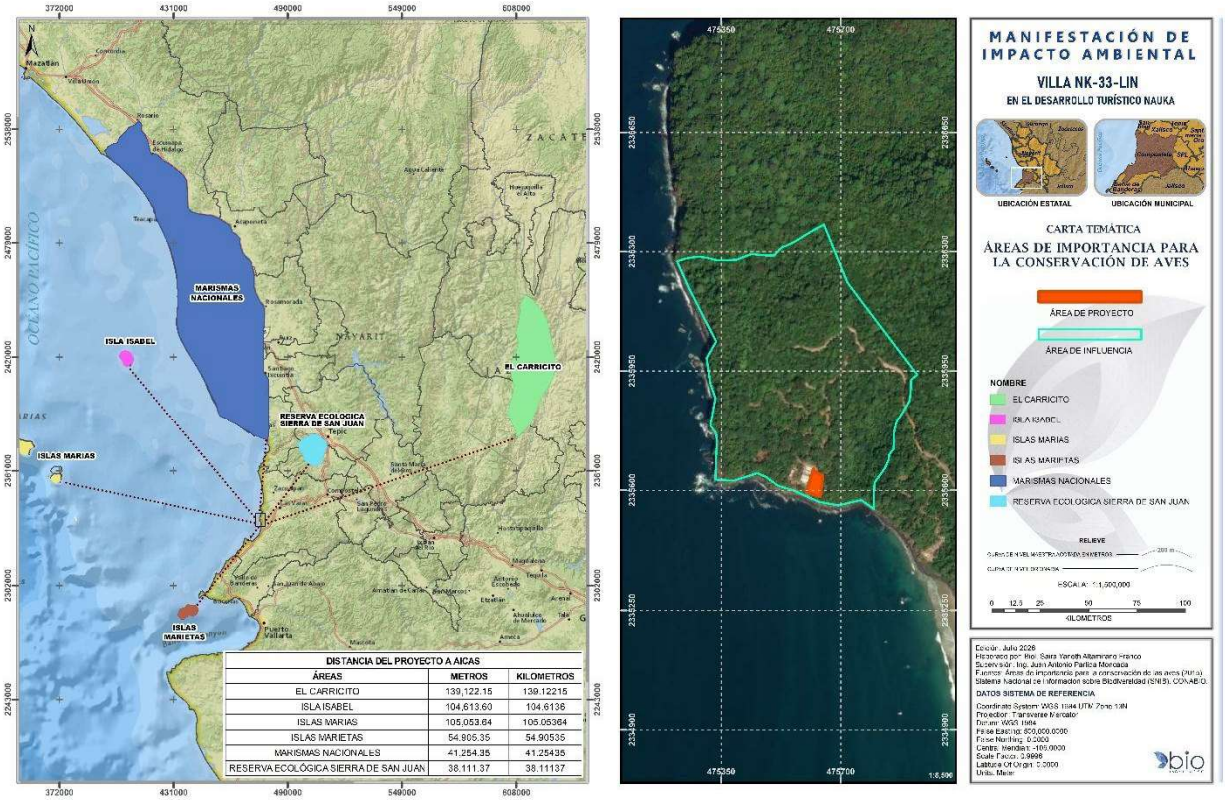


Figura III.60. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Cercanías con respecto al AP.

III.10.4. Manglares

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Distribución de los manglares en México en 2020. CONABIO. 1: 50000.

Tanto el A.I. como el A.P no inciden en las poligonales de distribución de este tipo de vegetación.

Tabla III.59. Incidencias y cercanías de la A.I. y AP respecto a manglares conforme al análisis SIGEIA (2026).

Manglares	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Manglares	-----	985.13	-----	850.37



III.10.5. Humedales

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Humedales. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 1:250,000.

El Área de Influencia y Área de Proyecto no registran incidencia conforme al SIGEIA, en cuanto a humedales.

Tabla III.60. Incidencias y cercanías del A.I. y AP respecto a humedales SIGEIA (2026).

Tipo de humedales	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Palustre	-----	1,679.90	-----	1,547.09
Estuarino	-----	1,707.84	-----	1,577.37



III.10.6. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: ADVC. CONANP.

Tanto el A.I. como el A.P. **NO PRESENTAN** incidencia dentro de polígonos de declaratoria de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs). Por otro lado, las ADVCs más cercanas al proyecto son Jalcote a 7.05 Km y Reserva Pajaritos a 14.98 Km. A continuación, se presenta la tabla sobre estas incidencias y cercanías.

Tabla III.61. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a ADVCs conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación (ADVCs)	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Jalcote	-----	7,047.36	-----	6,382.48
Reserva Pajaritos	-----	14,978.45	-----	14,490.98
Cerro del Negro	-----	18,728.23	-----	18,546.08



III.10.7. Unidades de Manejo Ambiental (UMAs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

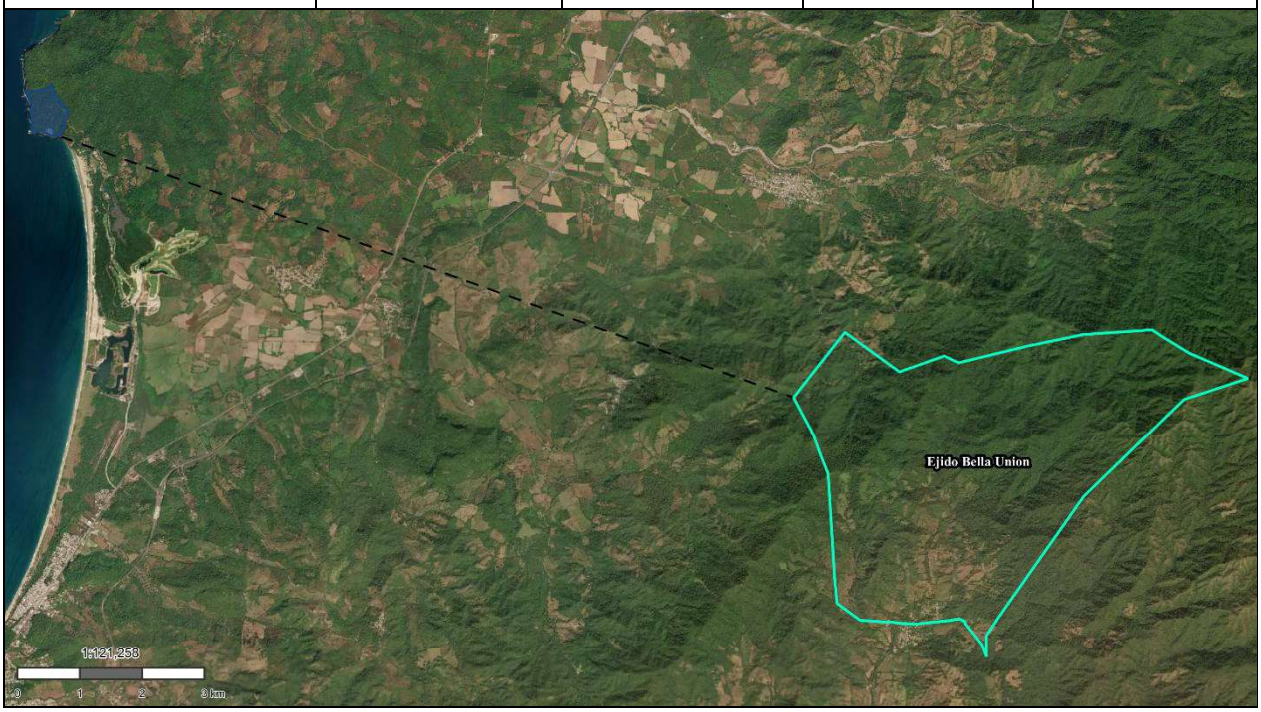
Vector de origen: Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), 2020.

Tanto el A.I. como el A.P **NO PRESENTAN** incidencia dentro de polígonos autorizados como Unidades de Manejo Ambiental (UMAs).

Tabla III.62. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a UMAs conforme al análisis SIGEIA (2026).

	Área de Proyecto (AP)	Área de Influencia (AI)

Unidades de Manejo Ambiental (UMAs)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Ejido Bella Unión	-----	12,632.29	-----	12,472.27



III.10.8. Campamentos tortugueros

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Campamentos tortugueros. SEMARNAT-Dirección General de Vida Silvestre. Tanto el Área de Influencia (A.I.) como el Área del Proyecto (A.P) **NO INCIDE** dentro de estos. Muy cercano al área de influencia se encuentra un campamento Tortuguero en la coordenada X= 476101.903 y Y= 2335231.475.

Tabla III.63. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a campamentos tortugueros conforme al análisis SIGEIA (2026).

Campamentos tortugueros	Coordenada		Cercanía (m)	
	X	Y	Área de Proyecto	Área de Influencia (AI)
Campamento Tortuguero Jaltemba	474517.239	2327472.463	8,151.99	8,134.25
Campamento Tortuguero El Naranjo-Compostela	474624.582	2327461.539	8,148.81	8,130.34
Campamento Tortuguero El Naranjo-Compostela	475659.738	2329583.09	5,973.03	5,938.68

Campamento Tortuguero El Naranjo-Compostela	476101.903	2335231.475	576.57	435.23

III.10.9. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Regiones Hidrológicas Prioritarias. CONABIO. 1:4,000,000.

El A.I y AP no presentan incidencia en alguna RHP, la más cercana es la RHP San Blas-LA Tovara a aproximadamente 16.489.91 m de distancia.

Tabla III.64. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a RHPs conforme al análisis SIGEIA (2026).

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs)	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
San Blas – La Tovara	----	>10,000	----	>10,000
Lagos-Cráter de Nayarit	----	>10,000	----	>10,000
Río Baluarte-Marismas Nacionales	----	>10,000	----	>10,000

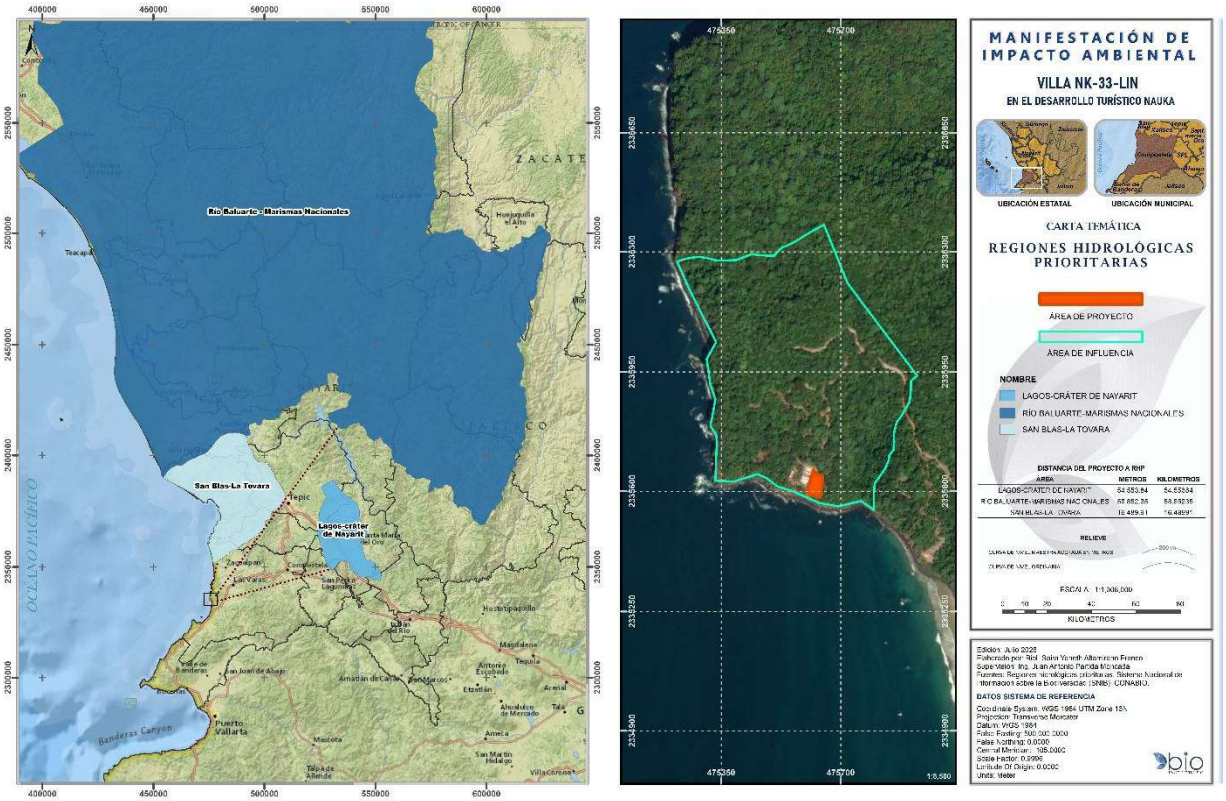


Figura III.61. Regiones Hidrológicas Prioritarias. Cercanías con respecto al AP.

III.10.10. Regiones Marinas Prioritarias (RMPs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Regiones Marinas Prioritarias. CONABIO. 1:4,000,000.

Tanto el AI como el AP se encuentran completamente inmersas en la Región Marítima Prioritaria 22 Bahía de Banderas.

Tabla III.65. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a RMPs conforme al análisis SIGEIA (2026).

Regiones Marinas Prioritarias (RMPs)	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia	Cercanía (m)	Incidencia	Cercanía (m)
RMP 22 Bahía de Banderas	2,291.90	Inmerso	366,086.84	Inmerso

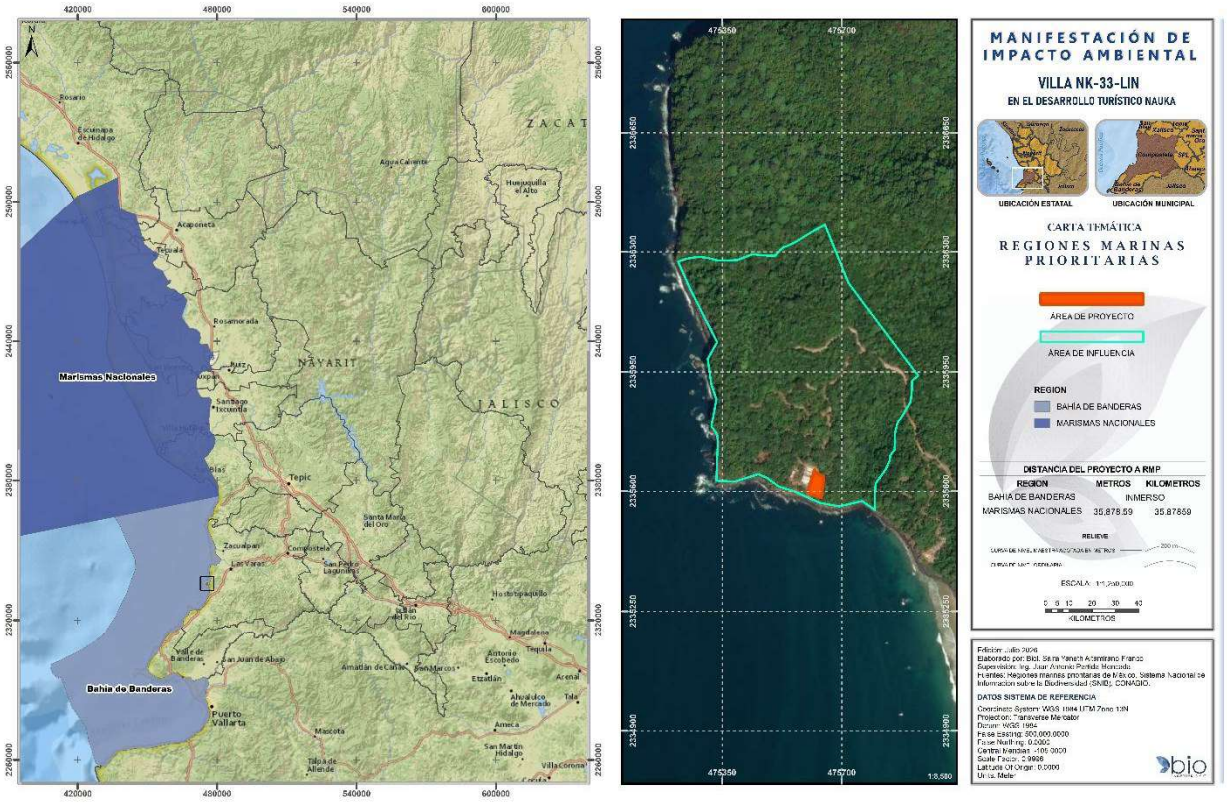


Figura III.62. Regiones Marinas Prioritarias. Incidencias en el AP y AI.

III.10.11. Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Regiones Terrestres Prioritarias. CONABIO. 1:4,000,000.

Tanto el A.P como el A.I. presenta incidencia en la Región Terrestre Prioritaria Sierra de Vallejo-Río Ameca. El A.I. incide en un 87.45% de su superficie y el A.P. tan solo en un 8.24%.

Tabla III.66. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a RTPs conforme al análisis SIGEIA (2026).

Regiones Terrestre Prioritarias (RTPs)	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia	Cercanía (m)	Incidencia	Cercanía (m)
RTP 62 Sierra Vallejo – Río Ameca	188.83	Inmerso	320,143.78	Inmerso

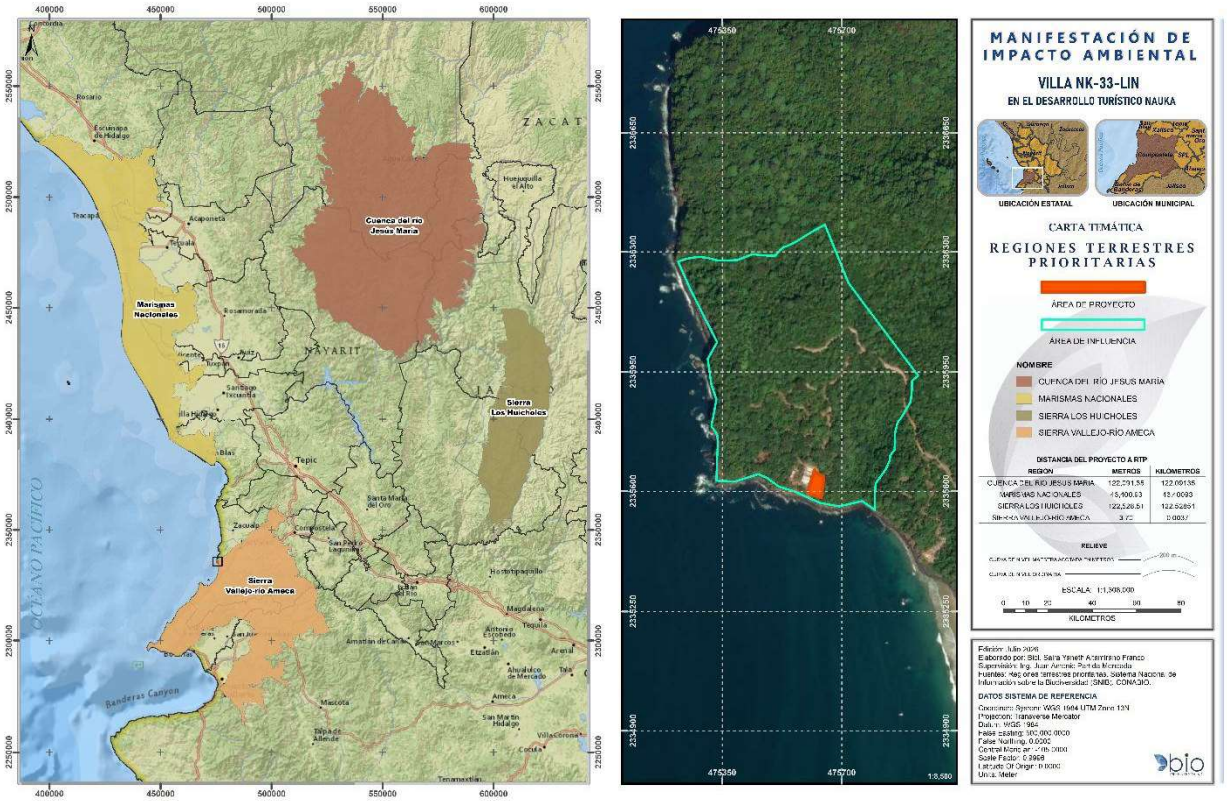


Figura III.63. Regiones Terrestres Prioritarias y su incidencia en el AP y AI.

III.10.12. Sitios RAMSAR

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Sitios RAMSAR. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Tanto el Área de Influencia (AI) como el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDEN** dentro de Sitios RAMSAR, siendo los más cercanos La Tovara y Marismas Nacionales.

Tabla III.67. Incidencias y cercanías del AI y AP respecto a Sitios Ramsar conforme al análisis SIGEIA (2026).

Sitios Ramsar	Área de Proyecto (AP)		Área de Influencia (AI)	
	Incidencia (m2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Marismas Nacionales	----	>10,000	----	>10,000
La Tovara	----	>10,000	----	>10,000

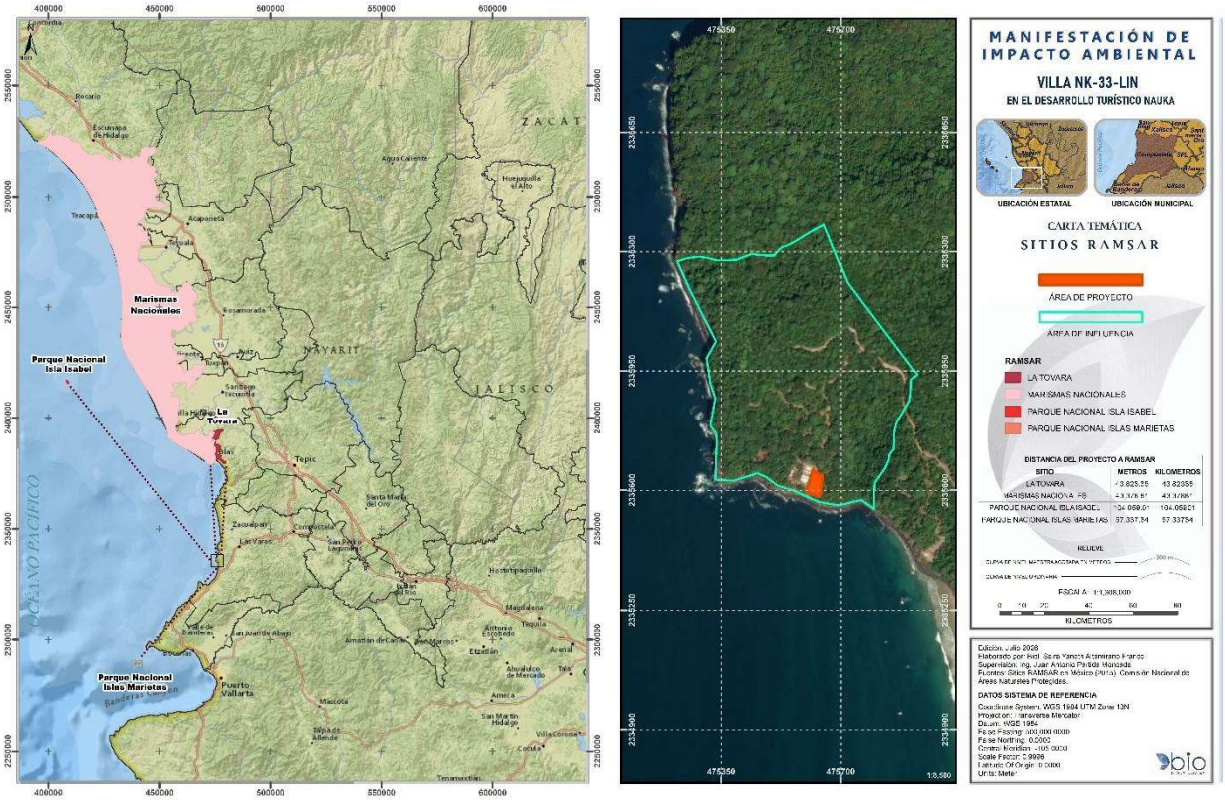


Figura III.64. Sitios RAMSAR. Cercanía al proyecto.

III.10.12. Corrientes y cuerpos de agua

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Corrientes de agua. INEGI – Cartografía Hidrográfica Nacional. 1:250,000.

No se identificaron cuerpos de agua dentro del Área de Influencia del proyecto. En la siguiente tabla se presenta el análisis de cercanía de los cuerpos de agua respecto al sitio del proyecto.

Tabla III.68. Cercanía de cuerpos de agua superficiales hacia el A.P y A.I de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Distancia de AI al cuerpo de agua (metros)	Distancia de AP al cuerpo de agua (metros)	Tipo de cuerpo de agua	Nombre de cuerpo de agua
8,691.48	8,776.12	Claro	
9,931.75	>10,000	Claro	
9,335.11	9,358.29	Esteros	
9,490.28	9,507.99	Claro	

Distancia de AI al cuerpo de agua (metros)	Distancia de AP al cuerpo de agua (metros)	Tipo de cuerpo de agua	Nombre de cuerpo de agua
4,398.38	4,479.37	Cuerpos de agua intermitente	
2,974.06	3,654.07	Cuerpos de agua permanente	Laguna Encantada
6,392.06	7,000.00	Cuerpos de agua permanente	Laguna del Mastranzo
7,974.00	8,679.21	Esteros	
9,586.71	>10,000	Cuerpos de agua permanente	

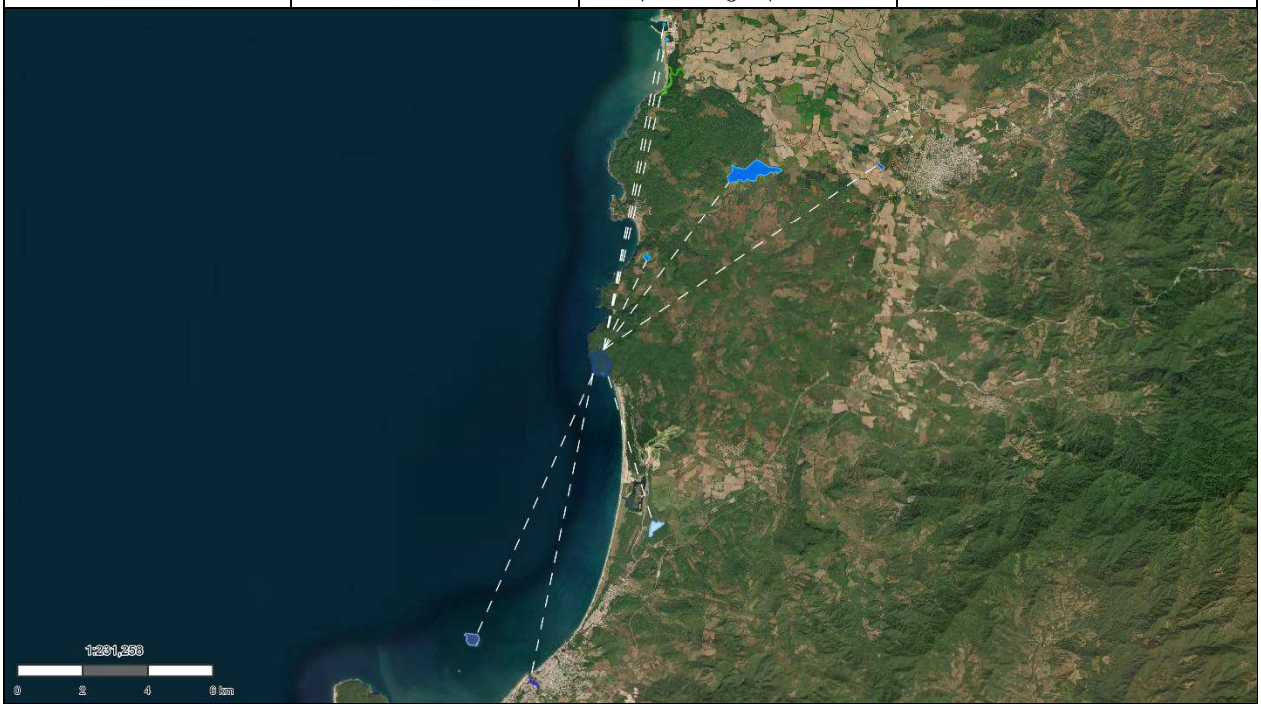
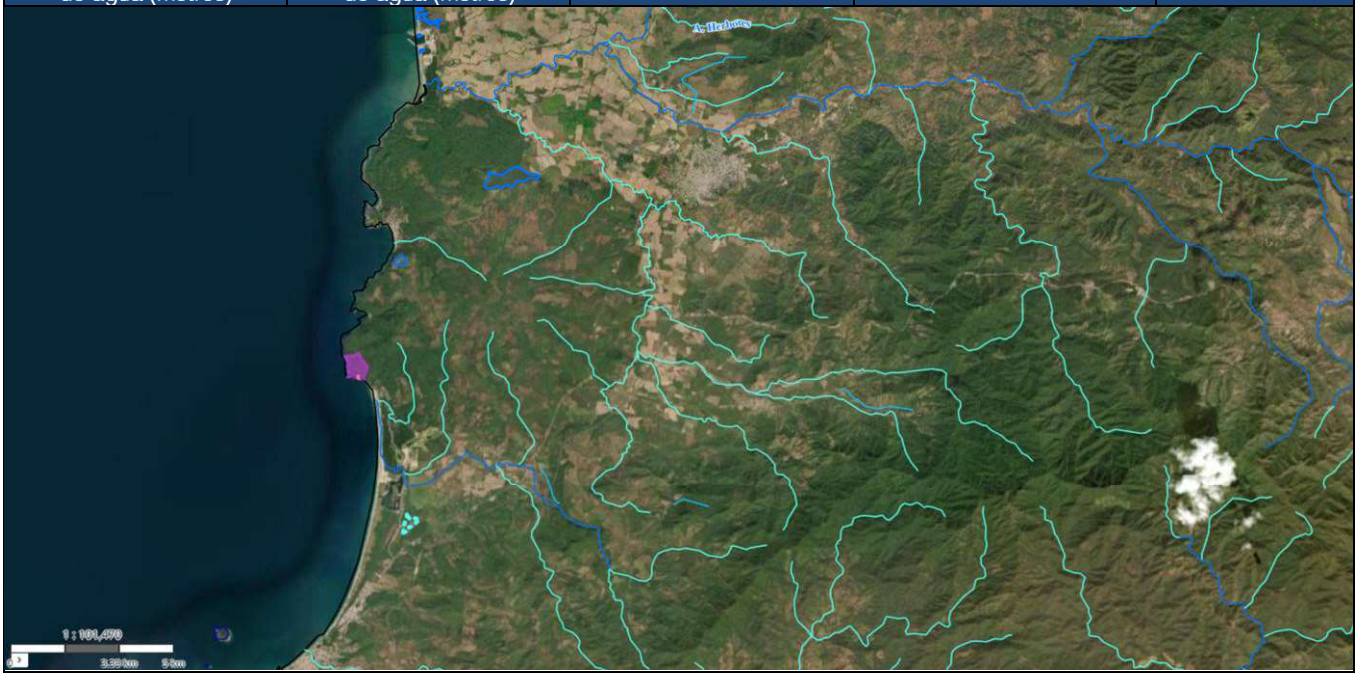


Tabla III.69. Cercanía de corrientes de agua superficiales hacia el A.I. y A.P de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Distancia de AP al cuerpo de agua (metros)	Distancia de AI al cuerpo de agua (metros)	Nombre	Clave SIGEIA	Longitud m
8,776.12	8,691.48		Isla	1389.60
>10,000	9,931.75		Isla	262.97
9,336.94	9,312.16		Otro tipo	9,170.71
9,752.12	9,736.87	Río La Peñita	Corriente perenne	1,790.18
8,659.98	8,644.30	A. Chico	Corriente intermitente	10,875.27
9,374.81	9,353.08		Otro tipo	577.83
9,507.99	9,490.28		Otro tipo	387.33
9,358.29	9,335.11		Otro tipo	673.12
8,665.53	8,650.30		Otro tipo	900.28
9,629.81	9,487.17		Corriente intermitente	3,472.21
4,894.25	4,745.19	A. Chobelchia	Corriente intermitente	9,285.14
9,533.31	9,389.65		Corriente intermitente	180.42
9,533.31	9,389.65		Corriente intermitente	5,677.38

Distancia de AP al cuerpo de agua (metros)	Distancia de AI al cuerpo de agua (metros)	Nombre	Clave SIGEIA	Longitud m
5,431.67	5,278.67	Río El Agua Azul	Corriente perenne	4,986.32
4,479.37	4,398.38		Cuepo de agua intermitente	1,925.97
815.40	707.88		Otro tipo	8,420.81
3,247.53	3,153.79	Río El Agua Azul	Corriente perenne	3,750.54
4,894.25	4,744.16	Río El Agua Azul	Corriente perenne	906.06
898.66	783.37	Río El Agua Azul	Corriente perenne	3,052.55
453.98	323.00		Otro tipo	425.09
815.40	707.88	Río El Agua Azul	Corriente perenne	98.34
2,407.01	2,178.52		Corriente intermitente	6,096.81
3,856.88	3,550.42		Corriente intermitente	4,924.62
8,242.17	7,949.20		Corriente intermitente	8,828.74
7,146.85	6,900.04		Corriente intermitente	6,760.16
6,063.75	5,909.06		Acueducto	1,282.45
>10,000	9,930.68		Acueducto	1,129.96
>10,000	9,759.48	A. El Arenoso	Corriente intermitente	9,092.55
8,743.89	8,405.83	A. El Capomo	Corriente intermitente	746.01
5,917.98	5,531.26		Corriente intermitente	3,488.64
8,743.89	8,405.83		Corriente intermitente	5,178.94
8,235.57	7,939.01	A. El Capomo	Corriente intermitente	4,136.12
8,227.83	7,932.83		Corriente intermitente	110.19
7,378.65	7,123.88		Corriente intermitente	1,529.85
5,547.13	5,198.28		Corriente intermitente	3,223.94
8,196.59	7,876.65	A. El Capomo	Corriente intermitente	1,797.38
8,98.66	783.37		Corriente intermitente	4,352.62
0.00	0.00		Otro tipo	7,183.49
4,292.75	3,596.33		Corriente intermitente	3,314.89
3,654.07	2,974.06	Laguna Encantada	Cuepo de agua perenne	1,029.82
5,335.77	4,928.64		Corriente intermitente	4,668.70
8,810.62	8,462.39	A. El Capomo	Corriente intermitente	3,894.82
9,621.18	9,168.53	A. El Caimanero	Corriente intermitente	2,002.88
9,028.08	8,418.05	A. El Caimanero	Corriente intermitente	6,101.24
7,000.00	6,392.06	Laguna del Mastranzo	Cuepo de agua perenne	4,274.25
4,292.75	3,596.33		Otro tipo	7,413.22
8,693.75	7,987.86		Otro tipo	351.62
8,679.21	7,974.00		Otro tipo	958.23
8,955.71	8,252.24		Otro tipo	468.18
9,297.56	8,603.40	Río Viejo	Corriente perenne	3,312.76
8,693.75	7,987.86		Otro tipo	6,075.78
>10,000	9,586.71		Cuepo de agua perenne	518.65
9,546.17	8,890.57	Río Viejo	Corriente perenne	5,080.55

Distancia de AP al cuerpo de agua (metros)	Distancia de AI al cuerpo de agua (metros)	Nombre	Clave SIGEIA	Longitud m



Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Particular (MIA-P)

Del proyecto:

Construcción de la Villa NK-33-LIN,

en la Zona Cliff Estates del Desarrollo Turístico Nauka.

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Promovente:

VIVIANA ALVAREZ VEGA

CONTENIDO

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 3

IV.1. Identificación de impactos 5

Método seleccionado: matriz de interacción causa-efecto tipo Leopold, complementada con el método de valoración cualitativa de Conesa Fernández-Vítora 5

Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales 7

Componentes y factores ambientales susceptibles de impacto 8

IV.2. Caracterización de los impactos 9

IV.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático 9

Caracterización de los impactos por etapa del Proyecto 11

IV.3. Valoración de los impactos 14

IV.3.1. Matriz de impactos generales 15

IV.3.2. Componente Geomorfología 17

IV.3.3. Componente Edafología 18

IV.3.4. Componente Aire 18

IV.3.5. Componente Hidrología 19

IV.3.6. Componente Vegetación 20

IV.3.7. Componente Fauna 20

IV.3.8. Componente Paisaje 21

IV.3.9. Componente Economía y Población 21

IV.3.10. Impactos ambientales favorables o positivos 21

IV.4. Impactos residuales 22

IV.5. Impactos acumulativos 23

IV.5.1. Obras y actividades desarrolladas en la Región Ecológica relacionadas con el Proyecto 25

IV.5.2. Impactos ambientales preexistentes en la Región Ecológica 25
IV.6. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales 26
IV.6.1. Componente Geomorfología 27
IV.6.2. Componente Edafología 28
IV.6.3. Componente Aire 29
IV.6.4. Componente Hidrología 31
IV.6.5. Componente Vegetación 32
IV.6.6. Componente Fauna 33
IV.6.7. Componente Paisaje 36
IV.6.8. Componente Economía y Población 38
IV.7. Medida de compensación de acuerdo con el Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030 38
IV.8. Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) 40
IV.8.1. Objetivos 40
IV.8.2. Propuesta de los indicadores de seguimiento y monitoreo de los programas ambientales 41
IV.8.3. Fichas técnicas de seguimiento ambiental del Proyecto 41
IV.8.4. Umbral de efectividad 52
IV.8.5. Seguimiento y control (monitoreo) 52
CONCLUSIONES 53
Bibliografía consultada 55

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla IV.1. Atributos del Índice de Importancia — Método de Conesa Fernández-Vítora (2010). 5
Tabla IV.2. Rango de importancia, categoría e interpretación. 6
Tabla IV.3. Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales. 7
Tabla IV.4. Componentes y factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto. 9

Tabla IV.5. Caracterización de los impactos ambientales — Etapa de preparación del sitio. 11
Tabla IV.6. Caracterización de los impactos ambientales — Etapa de construcción. 12
Tabla IV.7. Caracterización de los impactos ambientales — Etapa de operación y mantenimiento. 13
Tabla IV.8. Número de impactos por etapa del Proyecto. 14
Tabla IV.9. Resumen de impactos por categoría de significancia. 15
Tabla IV.10. Matriz para la valoración de los impactos ambientales (I = Índice de Importancia, Conesa Fernández-Vítora, 2010). 15

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

IV.1. Identificación de impactos

La identificación de los impactos ambientales del Proyecto se realiza en cumplimiento del artículo 28 y del artículo 30 de la LGEEPA, así como de los artículos 12 y 36 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), que obligan al promovente a sustentar los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en las mejores técnicas y metodologías comúnmente aceptadas por la comunidad científica nacional. De manera complementaria se observan los criterios técnicos contenidos en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, publicada por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT.

Método seleccionado: matriz de interacción causa-efecto tipo Leopold, complementada con el método de valoración cualitativa de Conesa Fernández-Vítora

Para la identificación de impactos se emplea una matriz de interacción causa-efecto (matriz tipo Leopold modificada), en la que se cruzan las actividades del Proyecto susceptibles de causar impactos (columnas) contra los factores o componentes ambientales del sistema ambiental que pueden ser afectados (filas). Esta herramienta permite identificar de forma sistemática la totalidad de interacciones potenciales entre el Proyecto y su entorno, incluyendo aquellas de carácter indirecto, sinérgico o acumulativo. Una vez identificadas las interacciones relevantes, cada impacto se somete a un proceso de valoración cualitativa siguiendo la metodología de Conesa Fernández-Vítora (2010), ampliamente utilizada en estudios de impacto ambiental en México y Latinoamérica, que permite calcular un Índice de Importancia (I) del impacto a partir de once atributos.

Tabla IV.1. Atributos del Índice de Importancia — Método de Conesa Fernández-Vítora (2010).

Atributo	Definición operativa	Valores posibles
Naturaleza (±)	Carácter beneficioso o perjudicial del impacto.	+ / −
Intensidad (IN)	Grado de destrucción o alteración del componente ambiental.	1, 2, 4, 8, 12

Atributo	Definición operativa	Valores posibles
Extensión (EX)	Área de influencia del impacto en relación con el entorno del Proyecto.	1, 2, 4, 8 (+4 crítico)
Momento (MO)	Plazo entre la acción y la aparición del impacto.	1, 2, 4 (+4 crítico)
Persistencia (PE)	Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición.	1, 2, 4
Reversibilidad (RV)	Posibilidad de retorno a las condiciones previas por medios naturales.	1, 2, 4
Sinergia (SI)	Reforzamiento de dos o más efectos simples.	1, 2, 4
Acumulación (AC)	Incremento progresivo del efecto al prolongarse la acción.	1, 4
Efecto (EF)	Relación causa-efecto: directo o indirecto.	1, 4
Periodicidad (PR)	Regularidad de manifestación del efecto.	1, 2, 4
Recuperabilidad (MC)	Posibilidad de reconstrucción por medio de la intervención humana.	1, 2, 4, 8

Fórmula: $I = \pm (3 \cdot IN + 2 \cdot EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

Tabla IV.2. Rango de importancia, categoría e interpretación.

Rango de importancia	Categoría	Interpretación
< 25	Compatible	Impacto de baja significancia; se recupera de forma inmediata sin necesidad de medidas correctoras intensivas.
25 – 50	Moderado	Impacto de significancia media; la recuperación no precisa medidas correctoras intensivas y se logra en el mediano plazo.
50 – 75	Severo	Impacto significativo; la recuperación exige la aplicación de medidas correctoras, y aun así requiere un periodo dilatado.
> 75	Crítico	Impacto de significancia superior al umbral aceptable; produce una pérdida permanente de la calidad del componente afectado, sin posibilidad práctica de recuperación.

Congruente con lo señalado en el artículo 12 del REIA, la metodología incorpora criterios diferenciados para impactos negativos significativos (Índice de Importancia severo o crítico), impactos sinérgicos (atributo SI), impactos acumulativos (atributo AC, analizados en el numeral IV.5) e impactos residuales (numeral IV.4). Esta combinación metodológica se seleccionó por ser una metodología reconocida y de uso extendido en manifestaciones de impacto ambiental evaluadas por SEMARNAT, por permitir un tratamiento sistemático y trazable de la totalidad de interacciones proyecto-ambiente, por su carácter semicuantitativo que posibilita jerarquizar los impactos sin requerir modelos numéricos desproporcionados para un proyecto de la escala de una vivienda unifamiliar, y por distinguir explícitamente los atributos de sinergia y acumulación exigidos por el REIA.

Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales

Se identificaron las actividades del Proyecto en cada una de sus tres etapas (preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento) susceptibles de generar impactos ambientales, mismas que se listan en la Tabla IV.3.

Tabla IV.3. Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales.

Etapa del Proyecto	Actividad / obra
Preparación del sitio	Desmonte y despalme
Preparación del sitio	Nivelación y trazo
Preparación del sitio	Movimiento de maquinaria y vehículos
Preparación del sitio	Manejo de residuos de desmonte
Preparación del sitio	Movimiento de tierras que coincida con la temporada de anidación de tortuga marina (mayo-diciembre)
Construcción	Excavación para cimentación
Construcción	Obra civil (cimentación, estructura, muros, instalaciones)
Construcción	Manejo y almacenamiento de materiales pétreos y cemento
Construcción	Generación de residuos de la construcción y demolición (RCD)

Etapa del Proyecto	Actividad / obra
Construcción	Uso de agua para mezclas y curado
Construcción	Tránsito de vehículos de carga
Construcción	Empleo de mano de obra local
Construcción	Manejo de residuos peligrosos menores (solventes, pinturas, aceites)
Construcción	Iluminación nocturna de obra
Construcción	Generación de escurrimientos con sedimentos hacia la línea de costa
Operación y mantenimiento	Habitación de la vivienda (consumo de agua potable)
Operación y mantenimiento	Generación de aguas residuales domésticas
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos urbanos
Operación y mantenimiento	Consumo de energía eléctrica
Operación y mantenimiento	Áreas verdes y jardinería de la vivienda
Operación y mantenimiento	Mantenimiento de instalaciones y áreas exteriores
Operación y mantenimiento	Iluminación exterior y de alberca en temporada de anidación
Operación y mantenimiento	Descarga final de aguas residuales tratadas

Componentes y factores ambientales susceptibles de impacto

A partir de la línea base ambiental descrita en el capítulo correspondiente y de las condiciones costeras específicas del predio (vegetación forestal y de duna, hábitat de anidación de tortuga marina, relativa proximidad a comunidades arrecifales), se identificaron los componentes y factores ambientales que podrían presentar afectaciones por las actividades del Proyecto.

Tabla IV.4. Componentes y factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto.

Medio	Componente ambiental	Factor ambiental
Elementos naturales abióticos	Geomorfología	Relieve
Elementos naturales abióticos	Edafología	Calidad del suelo / Composición del suelo / Permeabilidad del suelo
Elementos naturales abióticos	Aire	Calidad del aire / Acústica
Elementos naturales abióticos	Hidrología	Dinámica hidrológica (escurrimientos) / Calidad del agua superficial y marina
Biodiversidad	Vegetación	Cobertura vegetal y de duna costera / Diversidad de especies
Biodiversidad	Fauna	Especies protegidas (tortuga marina, NOM-059) / Hábitat faunístico / Fauna de baja movilidad
Paisaje	Fondo escénico costero	Calidad escénica / Visibilidad
Social	Economía y población	Generación de empleo / Economía local

IV.2. Caracterización de los impactos

Una vez identificadas las actividades del Proyecto y los factores ambientales susceptibles de cambio (numeral IV.1), se procedió a caracterizar cada impacto conforme al tipo, duración, extensión, intensidad y efecto que le corresponden según la escala cualitativa de Conesa Fernández-Vítora (2010)[1], diferenciando las tres etapas del Proyecto: preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento.

IV.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático

Impactos ambientales generados. El Proyecto, por su naturaleza y escala (una vivienda unifamiliar en un predio de 2,289.861 m^2), genera impactos ambientales acotados en extensión

[1] Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4a ed.). Ediciones Mundi-Prensa.

y magnitud, concentrados principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción, con impactos de menor intensidad, pero de mayor persistencia durante la operación. El detalle de estos impactos, agrupados por componente ambiental, se presenta en el numeral IV.3.

Indicadores de cambio climático. Dada la ubicación costera del predio en la bahía de Jaltemba, se consideran dos vertientes del análisis de cambio climático: (a) la contribución del Proyecto a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), y (b) la vulnerabilidad del Proyecto frente a los efectos del cambio climático sobre la zona costera.

- **Emisiones de GEI:** por tratarse de una vivienda unifamiliar, las emisiones directas del Proyecto se limitan a la combustión de maquinaria durante la etapa de preparación y construcción (fuente móvil no fija, de carácter temporal) y a emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica durante la operación. No se identifican fuentes fijas de combustión, procesos industriales, ni actividades pecuarias que generen emisiones de metano (CH_4) u óxido nitroso (N_2O) significativas. Conforme a los criterios del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y a la Estrategia Nacional de Cambio Climático[2], la huella de carbono estimada del Proyecto se clasifica como marginal a escala regional y municipal.
- **Vulnerabilidad ante el cambio climático:** la franja costera de la bahía de Jaltemba está expuesta a fenómenos hidrometeorológicos extremos (ciclones tropicales del Pacífico), erosión costera acelerada y aumento relativo del nivel del mar, factores identificados en los atlas de riesgo municipales y en los escenarios de cambio climático de la Quinta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC[3]. La conservación de la franja de vegetación de duna costera (medida P2 y C1) y la restitución de las condiciones edáficas de esa franja (medida R1) constituyen, adicionalmente a su función ambiental directa, una medida de adaptación basada en ecosistemas (AbE)[4] que contribuye a mitigar la

[2] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2018). Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Gobierno de México.
[3] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2018). Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Gobierno de México.
[4] Secretariado del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2009). Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change (CBD Technical Series No. 41). Montreal, Canadá: Secretariado del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

vulnerabilidad del propio Proyecto y de la línea de costa adyacente frente a la erosión y el oleaje de tormenta.

Con base en lo anterior, el Proyecto no representa una fuente relevante de emisiones de GEI a escala municipal o estatal, y las medidas de manejo de la vegetación de duna costera propuestas en este capítulo (numerales IV.6 y IV.7) contribuyen, de forma marginal pero congruente con la política nacional de cambio climático, a la resiliencia costera de la zona de estudio.

Caracterización de los impactos por etapa del Proyecto

A continuación, se presenta la caracterización específica de cada impacto identificado, organizada por etapa del Proyecto. La columna "Efecto" indica si la relación causa-efecto es directa o indirecta, así como su carácter sinérgico o acumulativo cuando corresponda.

Tabla IV.5. Caracterización de los impactos ambientales — Etapa de preparación del sitio.

Actividad	Componente / factor	Impacto ambiental	Caracterización (tipo, duración, extensión, intensidad)
Desmonte y despalme	Edafología	Pérdida de la capa de suelo fértil y de cobertura vegetal existente	Negativo, permanente, puntual, intensidad alta
Desmonte y despalme	Vegetación	Remoción de especies vegetales presentes en el predio	Negativo, permanente, puntual, intensidad alta
Desmonte y despalme	Fauna	Desplazamiento o afectación de fauna de baja movilidad	Negativo, temporal-permanente, puntual, intensidad moderada
Nivelación y trazo	Geomorfología	Modificación de la topografía natural del predio	Negativo, permanente, puntual, intensidad moderada
Nivelación y trazo	Hidrología	Alteración de patrones naturales de escurrimiento superficial	Negativo, permanente, puntual-local, intensidad moderada
Movimiento de maquinaria y vehículos	Aire (calidad)	Emisión de partículas y gases de combustión	Negativo, temporal, puntual, intensidad baja
Movimiento de maquinaria y vehículos	Aire (acústica)	Incremento de niveles de ruido	Negativo, temporal, puntual, intensidad baja-moderada

Actividad	Componente / factor	Impacto ambiental	Caracterización (tipo, duración, extensión, intensidad)
Manejo de residuos de desmonte	Edafología	Riesgo de contaminación por manejo inadecuado de residuos	Negativo, temporal, puntual, intensidad baja
Desmonte en porción costera del predio	Geomorfología / Edafología	Pérdida de vegetación fijadora de arena, con incremento del riesgo de erosión eólica	Negativo, permanente, puntual, intensidad alta; sinérgico con línea de costa
Movimiento de tierras en temporada de anidación (may-dic)	Fauna (NOM-059)	Riesgo de afectación a nidos o disuasión de hembras anidantes de tortuga marina	Negativo, temporal (estacional), puntual, intensidad alta; crítico si coincide con pico de anidación jun-nov

Tabla IV.6. Caracterización de los impactos ambientales — Etapa de construcción.

Actividad	Componente / factor	Impacto ambiental	Caracterización (tipo, duración, extensión, intensidad)
Excavación para cimentación	Edafología	Remoción y compactación de suelo	Negativo, permanente, puntual, intensidad moderada
Obra civil (cimentación, estructura, muros, instalaciones)	Aire	Emisión de polvo y ruido por maquinaria y herramientas	Negativo, temporal, puntual, intensidad moderada
Manejo y almacenamiento de materiales pétreos y cemento	Edafología / Hidrología	Riesgo de contaminación por derrame o dispersión de materiales	Negativo, temporal, puntual, intensidad baja
Generación de RCD	Paisaje	Acumulación temporal de residuos sólidos si no se gestionan adecuadamente	Negativo, temporal, puntual, intensidad baja-moderada
Uso de agua para mezclas y curado	Hidrología	Consumo de agua potable o de abastecimiento local	Negativo, temporal, puntual, intensidad baja

Actividad	Componente / factor	Impacto ambiental	Caracterización (tipo, duración, extensión, intensidad)
Tránsito de vehículos de carga	Economía y población	Emisiones vehiculares y afectación temporal a las vialidades internas del Desarrollo	Negativo, temporal, local, intensidad baja
Empleo de mano de obra local	Economía y población	Generación temporal de empleo directo e indirecto	Positivo, temporal, local, intensidad moderada
Manejo de residuos peligrosos menores	Edafología / Hidrología	Riesgo de contaminación por manejo, almacenamiento o disposición inadecuados	Negativo, temporal, puntual, intensidad moderada
Iluminación nocturna de obra	Fauna (NOM-059)	Desorientación de hembras anidantes y de crías de tortuga marina	Negativo, temporal (nocturno-estacional), puntual, intensidad alta
Generación de escurrimientos con sedimentos	Hidrología / Fauna marina	Riesgo de turbidez y sedimentación sobre comunidades coralinas someras (Isla del Coral)	Negativo, temporal, local, intensidad moderada; acumulativo regional

Tabla IV.7. Caracterización de los impactos ambientales — Etapa de operación y mantenimiento.

Actividad	Componente / factor	Impacto ambiental	Caracterización (tipo, duración, extensión, intensidad)
Habitación de la vivienda	Hidrología	Consumo doméstico permanente de agua potable	Negativo, permanente, puntual, intensidad baja
Generación de aguas residuales domésticas	Hidrología	Descarga de aguas residuales al sistema de drenaje o fosa séptica	Negativo, permanente, puntual, intensidad baja-moderada
Generación de residuos sólidos urbanos	Paisaje	Generación continua de residuos domésticos	Negativo, permanente, puntual, intensidad baja
Consumo de energía eléctrica	Aire	Contribución marginal a emisiones indirectas	Negativo, permanente, puntual, intensidad muy baja

Actividad	Componente / factor	Impacto ambiental	Caracterización (tipo, duración, extensión, intensidad)
Áreas verdes y jardinería de la vivienda	Vegetación	Posible incorporación de vegetación de ornato y sombra	Positivo, permanente, puntual, intensidad baja
Mantenimiento de instalaciones y áreas exteriores	Edafología / Hidrología	Riesgo puntual de contaminación por productos de limpieza o pintura	Negativo, temporal (periódico), puntual, intensidad muy baja
Iluminación exterior y de alberca en temporada de anidación	Fauna (NOM-059)	Desorientación de crías al emerger del nido por luces visibles desde la playa (efecto fototáctico)	Negativo, permanente (estacional), puntual, intensidad alta; acumulativo con iluminación de otros desarrollos
Descarga final de aguas residuales tratadas	Hidrología	Riesgo de aporte de nutrientes a la zona costera si el tratamiento es insuficiente	Negativo, permanente, local-regional, intensidad baja a moderada

IV.3. Valoración de los impactos

La valoración de los impactos identificados se realizó diferenciando cuatro niveles de gravedad que, de menor a mayor intensidad, son: Compatible, Moderado, Severo y Crítico (numeral IV.1). Al aplicar la matriz de interacción entre los 17 factores ambientales identificados (Tabla 4) y las 24 actividades del Proyecto (Tabla 3), se identificaron 28 interacciones reales de un universo de 408 potenciales, lo que representa una impactabilidad del 6.9%, cifra consistente con la escala reducida de un proyecto de vivienda unifamiliar. La distribución de estos impactos por etapa se presenta en la Tabla 8.

Tabla IV.8. Número de impactos por etapa del Proyecto.

	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Total
Impactos detectados	10	10	8	28
% de impactos	35.7%	35.7%	28.6%	100%

Tabla IV.9. Resumen de impactos por categoría de significancia.

Categoría	N.º de impactos	% del total
Compatible	7	25.0%
Moderado	16	57.1%
Severo	5	17.9%
Crítico	0	0.0%
Total de impactos evaluados	28	100%

IV.3.1. Matriz de impactos generales

A continuación, se presenta la matriz consolidada con la totalidad de los impactos identificados, su Índice de Importancia (I) calculado y su categoría de significancia, ordenados por etapa del Proyecto.

Tabla IV.10. Matriz para la valoración de los impactos ambientales (I = Índice de Importancia, Conesa Fernández-Vítora, 2010).

Etapa	Componente	Impacto ambiental	I	Categoría
Preparación del sitio	Edafología	Pérdida de la capa de suelo fértil y de cobertura vegetal existente (desmonte y despalme)	-53	Severo
Preparación del sitio	Vegetación	Remoción de especies vegetales presentes en el predio (desmonte y despalme)	-52	Severo
Preparación del sitio	Fauna	Desplazamiento o afectación de fauna de baja movilidad por desmonte y despalme	-28	Moderado
Preparación del sitio	Geomorfología	Modificación de la topografía natural del predio (nivelación y trazo)	-37	Moderado
Preparación del sitio	Hidrología	Alteración de patrones naturales de escurrimiento superficial (nivelación y trazo)	-33	Moderado
Preparación del sitio	Aire	Emisión de partículas y gases de combustión por maquinaria y vehículos	-24	Compatible
Preparación del sitio	Aire	Incremento de niveles de ruido por movimiento de maquinaria y vehículos	-30	Moderado

Etapa	Componente	Impacto ambiental	I	Categoría
Preparación del sitio	Edafología	Riesgo de contaminación del suelo por manejo inadecuado de residuos de desmonte y excavación	-20	Compatible
Preparación del sitio	Geomorfología	Pérdida de vegetación fijadora de suelo en la porción predio, con incremento del riesgo de erosión eólica y marina	-53	Severo
Preparación del sitio	Fauna	Riesgo de afectación a nidos o disuasión de hembras anidantes de tortuga marina (NOM-059) por movimiento de tierras en temporada de anidación (mayo-diciembre)	-48	Moderado
Construcción	Edafología	Remoción y compactación de suelo por excavación para cimentación	-33	Moderado
Construcción	Aire	Emisión de polvo y ruido por maquinaria y herramientas en obra civil	-31	Moderado
Construcción	Edafología	Riesgo de contaminación por derrame o dispersión de materiales pétreos y cemento	-20	Compatible
Construcción	Paisaje	Acumulación temporal de residuos sólidos de la construcción y demolición (RCD) si no se gestionan adecuadamente	-23	Compatible
Construcción	Hidrología	Consumo de agua potable o de abastecimiento local para mezclas y curado	-24	Compatible
Construcción	Economía y población	Emisiones vehiculares y afectación temporal a la vialidad local por tránsito de vehículos de carga	-24	Compatible
Construcción	Economía y población	Generación temporal de empleo directo e indirecto por contratación de mano de obra local	+32	Moderado
Construcción	Edafología	Riesgo de contaminación por manejo, almacenamiento o disposición inadecuados de residuos peligrosos menores (solventes, pinturas, aceites)	-26	Moderado
Construcción	Fauna	Desorientación de hembras anidantes y de crías de tortuga marina (NOM-059) por fuentes de luz de obra visibles desde la playa	-50	Severo
Construcción	Hidrología	Riesgo de turbidez y sedimentación sobre comunidades coralinas someras (Isla del Coral) por escurrimientos con sedimentos	-37	Moderado
Operación y mantenimiento	Hidrología	Consumo doméstico permanente de agua potable	-31	Moderado

Etapa	Componente	Impacto ambiental	I	Categoría
Operación y mantenimiento	Hidrología	Descarga de aguas residuales domésticas al sistema de drenaje o fosa séptica	-39	Moderado
Operación y mantenimiento	Paisaje	Generación continua de residuos sólidos urbanos domésticos	-31	Moderado
Operación y mantenimiento	Aire	Contribución marginal a emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica	-25	Moderado
Operación y mantenimiento	Vegetación	Posible incorporación de vegetación de ornato y sombra en áreas verdes y jardinería de la vivienda	+26	Moderado
Construcción	Economía y población	Generación temporal de empleo directo e indirecto por contratación de mano de obra local	+38	Moderado
Operación y mantenimiento	Edafología	Riesgo puntual de contaminación por productos de limpieza o pintura durante mantenimiento de instalaciones y áreas exteriores	-19	Compatible
Operación y mantenimiento	Fauna	Desorientación de crías de tortuga marina al emerger del nido por iluminación exterior y de alberca durante la temporada de anidación (efecto fototáctico)	-54	Severo
Operación y mantenimiento	Hidrología	Riesgo de aporte de nutrientes a la zona costera si el tratamiento de aguas residuales es insuficiente	-39	Moderado

IV.3.2. Componente Geomorfología

La componente geomorfológica se ve afectada principalmente por la nivelación y trazo del predio y por el desmonte, generando un impacto severo por la pérdida de vegetación fijadora de arena, que se asocia de forma sinérgica con el riesgo de erosión y acumulación de sedimentos hacia línea de costa.

Etapa	Impacto ambiental	I	Categoría
Preparación del sitio	Modificación de la topografía natural del predio (nivelación y trazo)	-37	Moderado

Etapa	Impacto ambiental	I	Categoría
Preparación del sitio	Pérdida de vegetación fijadora de arena en la porción de duna costera del predio, con incremento del riesgo de erosión eólica y marina	-53	Severo

IV.3.3. Componente Edafología

Los impactos sobre el suelo se concentran en la etapa de preparación del sitio y construcción, destacando como severo la pérdida de la capa de suelo fértil y de cobertura vegetal durante el desmonte. Los riesgos de contaminación por manejo de residuos y materiales resultan, en general, de magnitud compatible a moderada.

Etapa	Impacto ambiental	I	Categoría
Preparación del sitio	Pérdida de la capa de suelo fértil y de cobertura vegetal existente (desmonte y despalme)	-53	Severo
Preparación del sitio	Riesgo de contaminación del suelo por manejo inadecuado de residuos de desmonte y excavación	-20	Compatible
Construcción	Remoción y compactación de suelo por excavación para cimentación	-33	Moderado
Construcción	Riesgo de contaminación por derrame o dispersión de materiales pétreos y cemento	-20	Compatible
Construcción	Riesgo de contaminación por manejo, almacenamiento o disposición inadecuados de residuos peligrosos menores (solventes, pinturas, aceites)	-26	Moderado
Operación y mantenimiento	Riesgo puntual de contaminación por productos de limpieza o pintura durante mantenimiento de instalaciones y áreas exteriores	-19	Compatible

IV.3.4. Componente Aire

Los impactos sobre la calidad del aire y el nivel de ruido son de carácter temporal, acotados a las etapas de preparación y construcción, con magnitudes de compatible a moderada; la contribución a emisiones durante la operación es marginal.

Etapa	Impacto ambiental	I	Categoría
Preparación del sitio	Emisión de partículas y gases de combustión por maquinaria y vehículos	-24	Compatible
Preparación del sitio	Incremento de niveles de ruido por movimiento de maquinaria y vehículos	-30	Moderado
Construcción	Emisión de polvo y ruido por maquinaria y herramientas en obra civil	-31	Moderado
Operación y mantenimiento	Contribución marginal a emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica	-25	Moderado

IV.3.5. Componente Hidrología

Este componente concentra el mayor número de impactos identificados (6), relacionados con la alteración de escurrimientos, el consumo de agua, la descarga de aguas residuales y el riesgo de aporte de sedimentos o nutrientes hacia la zona marina costera y las comunidades arrecifales de Isla del Coral, con magnitudes de compatible a moderada.

Etapa	Impacto ambiental	I	Categoría
Preparación del sitio	Alteración de patrones naturales de escurrimiento superficial (nivelación y trazo)	-33	Moderado
Construcción	Consumo de agua potable o de abastecimiento local para mezclas y curado	-24	Compatible
Construcción	Riesgo de turbidez y sedimentación sobre comunidades coralinas someras (Isla del Coral) por escurrimientos con sedimentos	-37	Moderado
Operación y mantenimiento	Consumo doméstico permanente de agua potable	-31	Moderado
Operación y mantenimiento	Descarga de aguas residuales domésticas al sistema de drenaje o fosa séptica	-39	Moderado
Operación y mantenimiento	Riesgo de aporte de nutrientes a la zona costera si el tratamiento de aguas residuales es insuficiente	-39	Moderado

IV.3.6. Componente Vegetación

La remoción de cobertura vegetal durante el desmonte constituye un impacto severo, parcialmente compensado por la posible incorporación de vegetación de ornato durante la operación (impacto positivo moderado).

Etapa	Impacto ambiental	I	Categoría
Preparación del sitio	Remoción de especies vegetales presentes en el predio (desmonte y despalme)	-52	Severo
Operación y mantenimiento	Posible incorporación de vegetación de ornato y sombra en áreas verdes y jardinería de la vivienda	+26	Moderado

IV.3.7. Componente Fauna

La fauna, y en particular la tortuga marina protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010, concentra los impactos de mayor severidad identificados en todo el Proyecto: el riesgo de afectación a nidos durante la preparación del sitio, la desorientación por iluminación de obra durante la construcción, y la desorientación de crías por iluminación de la vivienda durante la operación, ésta última con el Índice de Importancia más alto de la matriz (I = -54). Estos tres impactos son objeto de medidas de prevención, mitigación y compensación reforzadas (numerales IV.6 y IV.7).

Etapa	Impacto ambiental	I	Categoría
Preparación del sitio	Desplazamiento o afectación de fauna de baja movilidad por desmonte y despalme	-28	Moderado
Preparación del sitio	Riesgo de afectación a nidos o disuasión de hembras anidantes de tortuga marina (NOM-059) por movimiento de tierras en temporada de anidación (mayo-diciembre)	-48	Moderado
Construcción	Desorientación de hembras anidantes y de crías de tortuga marina (NOM-059) por fuentes de luz de obra visibles desde la playa	-50	Severo
Operación y mantenimiento	Desorientación de crías de tortuga marina al emerger del nido por iluminación exterior y de alberca durante la temporada de anidación (efecto fototáctico)	-54	Severo

IV.3.8. Componente Paisaje

La afectación al paisaje se limita a la generación temporal de residuos de la construcción y a la generación continua de residuos domésticos durante la operación, ambos de magnitud compatible a moderada.

Etapa	Impacto ambiental	I	Categoría
Construcción	Acumulación temporal de residuos sólidos de la construcción y demolición (RCD) si no se gestionan adecuadamente	-23	Compatible
Operación y mantenimiento	Generación continua de residuos sólidos urbanos domésticos	-31	Moderado

IV.3.9. Componente Economía y Población

Se identifican un impacto negativo compatible (afectación temporal a la vialidad interna) y un impacto positivo moderado (generación de empleo directo e indirecto durante la construcción), este último desarrollado con mayor detalle en el numeral IV.3.10.

Etapa	Impacto ambiental	I	Categoría
Construcción	Emisiones vehiculares y afectación temporal a la vialidad interna por tránsito de vehículos de carga	-24	Compatible
Construcción	Generación temporal de empleo directo e indirecto por contratación de mano de obra local	+32	Moderado

IV.3.10. Impactos ambientales favorables o positivos

La ejecución del Proyecto también genera impactos benéficos, principalmente durante la etapa de construcción y, en menor medida, durante la operación:

Etapa	Componente / factor	Impacto ambiental favorable	I	Categoría
Construcción	Economía y población	Generación temporal de empleo directo e indirecto por contratación de mano de obra local	+32	Moderado
Operación y mantenimiento	Economía y población	Generación permanente de empleo directo e indirecto por contratación de mano de obra local	+38	Moderado
Operación y mantenimiento	Vegetación	Posible incorporación de vegetación de ornato y sombra en áreas verdes y jardinería de la vivienda	+26	Moderado

A estos impactos identificados mediante la matriz se suma un efecto positivo indirecto no cuantificado en la matriz de interacción: la coordinación operativa que el Proyecto establecerá con el campamento tortuguero El Naranjo (medida P1 y C2, numeral IV.6 e IV.7), que contribuye al fortalecimiento de las labores de vigilancia y protección de nidos en la franja de playa colindante, más allá de la obligación estrictamente derivada de los impactos propios del Proyecto.

IV.4. Impactos residuales

Los impactos residuales comprenden aquellas alteraciones que, aun tras la aplicación de las medidas de prevención y mitigación descritas en el numeral IV.6, persisten en el sistema ambiental de manera prolongada o permanente. Para el Proyecto se identifican los siguientes:

- **Pérdida de vegetación de duna costera por arrastre de suelo.** Aun con la revegetación compensatoria (medida C1) y la restitución edáfica de las áreas libres (medida R1), la vegetación de duna Vegetación/Edafologíano se recupera fácilmente, la vegetación de reposición tarda varios años en alcanzar una función estabilizadora de suelo equivalente a la original, por lo que subsiste un impacto residual de magnitud decreciente durante ese periodo de establecimiento.
- **Modificación permanente de la topografía natural.** La nivelación y trazo del predio (impacto moderado, componente Geomorfología) altera de forma irreversible a escala humana el relieve original del sitio; no existe medida de restauración capaz de revertir este

cambio, por lo que se considera un impacto residual de carácter permanente, pero de intensidad acotada al polígono del predio.

- **Incremento permanente de superficie no permeable.** El 34.96% del predio (801.034 m^2, entre desplante, circulación vertical y andadores) queda de forma permanente como superficie no permeable, lo que altera de manera definitiva los patrones de infiltración natural del sitio, aun cuando las medidas M5 (captación pluvial) y de diseño hidráulico atenúan sus efectos sobre el escurrimiento superficial.
- **Riesgo lumínico residual sobre la anidación de tortuga marina.** Aun aplicando el diseño de iluminación amigable (medida M1), la vivienda habitada constituye una fuente de luz permanente durante la temporada de anidación que no puede eliminarse por completo sin suspender el uso habitacional del inmueble; por ello subsiste un riesgo residual de baja magnitud durante toda la vida útil del Proyecto, que debe ser objeto de seguimiento continuo a través del Programa de Vigilancia Ambiental (numeral IV.8).

Con excepción del riesgo lumínico residual sobre la tortuga marina —que requiere seguimiento continuo por tratarse de una especie sujeta a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010—, los impactos residuales identificados son de magnitud acotada a la superficie del propio predio (2,289.861 m^2) y no se prevé que, por sí mismos, comprometan la integridad funcional de los componentes ambientales de la Región Ecológica descritos en el capítulo correspondiente.

IV.5. Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos del Proyecto se definen, conforme al artículo 12, fracción IV, del REIA, como la suma de las alteraciones ambientales que el Proyecto genera en conjunto con las demás obras y actividades existentes o proyectadas en la Región Ecológica de la bahía de Jaltemba (desarrollo Nauka y fraccionamientos colindantes, zona hotelera de Rincón de Guayabitos y La Peñita de Jaltemba, infraestructura carretera, y actividades turístico-recreativas y pesqueras descritas en la línea base ambiental de este capítulo). Entre las principales afectaciones acumulativas identificadas se encuentran:

- **Geomorfología y edafología:** la pérdida puntual de suelo en el Proyecto se suma a la ya documentada en el resto del desarrollo Nauka y de los fraccionamientos costeros

consolidados de la bahía, contribuyendo de forma marginal pero acumulativa a la pérdida regional de vegetación fijadora de suelo y al incremento del riesgo de erosión costera y pérdida de vegetación de duna costera.

- **Aire**: las emisiones y el ruido generados durante la construcción del Proyecto se suman, de forma temporal, a los de otras obras que puedan desarrollarse simultáneamente en el sector Cliff Estates y zonas aledañas del desarrollo Nauka.
- **Hidrología y agua marina**: el consumo de agua, la descarga de aguas residuales domésticas y el riesgo de aporte de nutrientes del Proyecto se suman a los de la zona hotelera y habitacional de Rincón de Guayabitos y La Peñita de Jaltemba, incrementando de forma acumulativa el riesgo de eutrofización y sedimentación sobre las comunidades arrecifales de Isla del Coral, ya identificado como impacto preexistente en la línea base regional.
- **Fauna (tortuga marina)**: éste es el componente de mayor relevancia en términos acumulativos. La contaminación lumínica y la ocupación de la franja de playa asociadas al Proyecto se suman a las del resto de los desarrollos turístico-inmobiliarios de la bahía sobre el hábitat de anidación de tortuga marina protegido por la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el cual opera el campamento tortuguero El Naranjo. Por esta razón, las medidas de prevención, mitigación y compensación dirigidas a este componente (P1, M1, C2) se diseñaron explícitamente considerando su carácter acumulativo y no únicamente el efecto aislado del Proyecto.
- **Paisaje**: la sustitución de la fisonomía costera natural por infraestructura habitacional del Proyecto contribuye, de forma marginal, a la transformación acumulativa del paisaje costero de la bahía ya documentada en la línea base regional (numeral correspondiente de este capítulo).

En conjunto, se concluye que, si bien cada impacto individual del Proyecto resulta de magnitud compatible a severa a la escala de una vivienda unifamiliar, su relevancia principal radica en su contribución acumulativa a la presión regional que el desarrollo turístico-inmobiliario de la bahía de Jaltemba ejerce sobre el hábitat de anidación de tortuga marina y sobre la calidad del agua

costera y arrecifal, por lo que las medidas de compensación (numeral IV.7) se orientan prioritariamente a mitigar esta condición acumulativa regional.

IV.5.1. Obras y actividades desarrolladas en la Región Ecológica relacionadas con el Proyecto

De conformidad con el criterio de acumulación de impactos previsto en el artículo 12, fracción IV, del REIA, se identifican las obras y actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica (franja costera de la bahía de Jaltemba, municipio de Compostela, Nayarit) y que guardan relación funcional o espacial con el Proyecto:

- Desarrollo inmobiliario-turístico Nauka (Cliff Estates) y otros fraccionamientos y residencias de lujo en proceso de construcción o consolidados en la franja costera colindante.
- Zona hotelera y de hospedaje de Rincón de Guayabitos y La Peñita de Jaltemba, con más de 60 hoteles y aproximadamente 4,000 cuartos, generadora de tránsito, residuos y descargas en la bahía.
- Infraestructura carretera: Carretera Federal No. 200 y acceso cercano a la Autopista Las Varas-Puerto Vallarta.
- Redes de infraestructura urbana ya instaladas en el desarrollo: agua potable, drenaje y suministro eléctrico.
- Campamento tortuguero El Naranjo, operado por Grupos Ecologistas de Nayarit A.C. y certificado por la PROFEPA, que protege playas de anidación en El Naranjo, La Peñita de Jaltemba, Guayabitos y Los Ayala.
- Actividades turístico-recreativas costeras: buceo y esnórquel en Isla del Coral, pesca deportiva, paseos en lancha y avistamiento de ballena jorobada y delfines.
- Actividades pesqueras artesanales desarrolladas por la comunidad local en la bahía de Jaltemba.

IV.5.2. Impactos ambientales preexistentes en la Región Ecológica

Como línea base contra la cual se valora el carácter acumulativo de los impactos del Proyecto, se presenta a continuación la caracterización de los impactos ambientales preexistentes en la

Región Ecológica, resultado de procesos de ocupación turística e inmobiliaria anteriores e independientes del Proyecto.

Tabla IV.12. Componente ambiental impactado, impacto ambiental y caracterización a nivel de Región Ecológica.

Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Suelo y vegetación costera	Pérdida de permeabilidad y de vegetación fijadora de suelo y arena	Negativo	Permanente	Local	Alta	Directo
Playa / línea de costa	Erosión costera acumulativa por desarrollo turístico-inmobiliario	Negativo	Permanente	Local-regional	Moderada	Indirecto
Fauna marina protegida (tortugas)	Presión sobre hábitat de anidación por ocupación y contaminación lumínica de la franja costera	Negativo	Estacional-permanente	Local-regional	Alta	Directo, sinérgico
Agua marina / arrecife	Riesgo de sedimentación y eutrofización sobre comunidades arrecifales	Negativo	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto
Aire	Emisiones y ruido de fondo por tránsito carretero y actividad turística	Negativo	Continua	Local	Baja	Directo
Vegetación	Fragmentación de cobertura costera original	Negativo	Permanente	Local-regional	Alta	Directo
Avifauna costera	Reducción de zonas de descanso y alimentación	Negativo	Permanente	Local	Moderada	Indirecto
Paisaje	Sustitución de fisonomía costera natural por infraestructura turística	Negativo	Permanente	Local	Moderada	Directo

Fuente: elaboración propia con base en el diagnóstico de la línea base ambiental del Proyecto (capítulo correspondiente de la MIA) y observación directa de las condiciones de la Región Ecológica.

IV.6. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales

Para cada impacto ambiental identificado en los numerales IV.2 y IV.3 se establecen medidas específicas, clasificadas conforme a su naturaleza en Prevención (P), Mitigación (M),

Compensación (C) y Restauración (R), agrupadas a continuación por componente ambiental, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 12, fracción VI, del REIA y en la Guía MIA-particular de SEMARNAT. Las medidas de compensación de mayor alcance, alineadas con el Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030[5], se desarrollan de forma específica en el numeral IV.7.

IV.6.1. Componente Geomorfología

Se establece una medida preventiva orientada a limitar la alteración topográfica a la superficie estrictamente autorizada del Proyecto.

Medida G1 — Prevención	
Nombre de la medida	Delimitación y señalización del área de obra, con franja de amortiguamiento hacia la playa
Objetivo	Evitar la modificación topográfica fuera de la superficie estrictamente requerida por el Proyecto.
Descripción	Delimitar físicamente (cinta, malla o cerco perimetral) el polígono de obra desde el inicio de la preparación del sitio, conservando una franja de amortiguamiento sin nivelar entre el área de construcción y la línea de playa, y restringiendo el tránsito de maquinaria, personal y acopio de materiales al área autorizada.
Periodicidad de aplicación	Una sola vez al inicio de la obra; verificación semanal durante la etapa de preparación del sitio y construcción.
Plazo de ejecución	Previo al inicio de actividades de nivelación y durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Inspección visual registrada en bitácora de obra; superficie nivelada real igual o menor a la superficie de desplante autorizada.

[5] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2025). Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/programanacionalderestauracion

IV.6.2. Componente Edafología

Las medidas de este componente atienden la contaminación por manejo de residuos y la restitución de las condiciones edáficas de las áreas libres del predio.

Medida P4 — Prevención	
Nombre de la medida	Programa de manejo integral de residuos de la construcción
Objetivo	Prevenir la contaminación de suelo y agua costera por el manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos generados en obra.
Descripción	Instalar contenedores separados para residuos sólidos urbanos, residuos de la construcción y residuos peligrosos (solventes, pinturas, aceites), asegurando su almacenamiento temporal en área techada e impermeabilizada, alejada de la línea de costa, y su recolección por gestores autorizados.
Periodicidad de aplicación	Permanente durante la etapa de construcción, con recolección semanal o según generación.
Plazo de ejecución	Durante toda la etapa de construcción.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Manifiestos de entrega-recepción de residuos; ausencia de residuos dispersos en el predio, la playa o vialidades colindantes; registro fotográfico periódico.

Medida R1 — Restauración	
Nombre de la medida	Restitución de las condiciones edáficas en las áreas no ocupadas por la construcción
Objetivo	Restaurar, en la medida técnicamente viable, las condiciones físicas y de fertilidad del suelo, así como la cobertura, en las superficies del predio no ocupadas por la huella de construcción, particularmente en la franja de amortiguamiento hacia la playa.
Descripción	Una vez concluida la etapa de construcción, descompactar mediante labranza superficial las áreas destinadas a jardín y áreas verdes, incorporar materia orgánica o suelo vegetal de rescate (previamente almacenado durante el despalme), perfilar la superficie para favorecer la infiltración y revegetar con

	especies nativas que ayuden a estabilizar el suelo y reducir la erosión eólica y pluvial.
Periodicidad de aplicación	Aplicación única, inmediatamente después de concluida la obra civil; monitoreo semestral durante dos años.
Plazo de ejecución	Etapa final de construcción, previo a la entrega o habitación de la vivienda, y durante los dos años siguientes.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Verificación visual de textura y cobertura del suelo restaurado; porcentaje de superficie permeable y de vegetación recuperada; ausencia de cárcavas o signos de erosión activa.

IV.6.3. Componente Aire

Las medidas de mitigación de este componente atienden la emisión de partículas, gases y ruido durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Medida M2 — Mitigación	
Nombre de la medida	Riego de superficies expuestas para control de partículas suspendidas
Objetivo	Reducir la emisión de partículas (polvo) generadas por el movimiento de tierras y tránsito de maquinaria.
Descripción	Aplicar riego con agua (pipa o manguera) sobre superficies de terracerías y acopios de material térreo, evitando el uso de agua potable cuando sea posible mediante el aprovechamiento de agua cruda o pluvial almacenada.
Periodicidad de aplicación	Diaria durante la etapa de preparación del sitio y construcción, con mayor frecuencia en época de estiaje o vientos.
Plazo de ejecución	Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Registro de bitácora de riegos; monitoreo visual de dispersión de polvo; ausencia de quejas vecinales documentadas.

Medida M3 — Mitigación	
Nombre de la medida	Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo
Objetivo	Reducir las emisiones de gases de combustión y los niveles de ruido generados por maquinaria y vehículos de obra.
Descripción	Asegurar que la maquinaria y vehículos utilizados en obra cuenten con mantenimiento mecánico vigente y, en su caso, verificación vehicular, restringiendo el uso de equipo en mal estado.
Periodicidad de aplicación	Conforme al programa de mantenimiento de cada equipo; verificación mensual durante la obra.
Plazo de ejecución	Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Bitácoras de mantenimiento y comprobantes de verificación vehicular; mediciones puntuales de ruido si se detectan quejas.

Medida M4 — Mitigación	
Nombre de la medida	Horario restringido de actividades ruidosas
Objetivo	Minimizar la afectación por ruido a la población circundante durante la etapa de construcción.
Descripción	Restringir las actividades generadoras de ruido (uso de maquinaria pesada, corte de materiales) a un horario diurno definido (por ejemplo, 8:00 a 18:00 horas), evitando actividades ruidosas en fines de semana en la medida de lo posible.
Periodicidad de aplicación	Permanente, aplicable a cada jornada de obra.
Plazo de ejecución	Durante toda la etapa de construcción.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Bitácora de horarios de actividad; registro de quejas vecinales, en su caso, y su atención.

IV.6.4. Componente Hidrología

Las medidas de este componente atienden el control de erosión y sedimentación hacia la zona marina, el consumo de agua y el tratamiento de aguas residuales.

Medida P5 — Prevención	
Nombre de la medida	Control de erosión y sedimentación hacia la zona marina
Objetivo	Evitar el arrastre de sedimentos y materiales de obra hacia la línea de costa durante la etapa de construcción.
Descripción	Instalar barreras de contención de sedimentos (geotextiles, costales rellenos, trinchos) en el perímetro del predio orientado hacia la playa, y suspender actividades de movimiento de tierras ante pronóstico de lluvia intensa.
Periodicidad de aplicación	Permanente durante la etapa de preparación del sitio y construcción; revisión después de cada evento de lluvia.
Plazo de ejecución	Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Inspección visual de barreras de contención; ausencia de plumas de sedimento visibles en la zona marina adyacente al predio.

Medida M5 — Mitigación	
Nombre de la medida	Sistema de captación de agua pluvial y dispositivos ahorradores
Objetivo	Reducir el consumo de agua potable durante la etapa de operación de la vivienda y mitigar la alteración del régimen de escurrimientos.
Descripción	Incorporar en el diseño de la vivienda un sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial para riego de áreas verdes, así como dispositivos ahorradores de agua (regaderas, llaves y sanitarios de bajo consumo).
Periodicidad de aplicación	Aplicación única en el diseño y construcción; verificación de funcionamiento semestral durante la operación.

Medida M5 — Mitigación	
Plazo de ejecución	Durante la etapa de construcción (instalación) y de manera continua durante la operación.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Planos y especificaciones del sistema instalado; recibos de consumo de agua potable con tendencia estable o decreciente.

Medida M6 — Mitigación	
Nombre de la medida	Tratamiento de aguas residuales previo a su disposición final
Objetivo	Evitar el aporte de nutrientes, materia orgánica y patógenos al agua marina costera.
Descripción	Instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales (planta compacta) que garantice que el efluente cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-1996 antes de su infiltración o descarga, evitando en todo momento la descarga directa de aguas no tratadas hacia la playa o el mar.
Periodicidad de aplicación	Aplicación permanente durante la operación de la vivienda; mantenimiento y purga conforme a especificación del fabricante; muestreo del efluente semestral.
Plazo de ejecución	Instalación durante la etapa de construcción; operación continua durante toda la vida útil de la vivienda.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Análisis de laboratorio del efluente tratado; bitácora de mantenimiento del sistema; ausencia de descargas visibles hacia la zona de playa.

IV.6.5. Componente Vegetación

La medida de compensación de este componente se orienta a restituir la cobertura vegetal costera removida durante el desmonte.

Medida C1 — Compensación	
Nombre de la medida	Reforestación o revegetación compensatoria con especies nativas
Objetivo	Compensar la pérdida de cobertura vegetal costera removida durante la etapa de preparación del sitio.
Descripción	Sembrar especies nativas de vegetación de selva baja caducifolia de la región, en una proporción mínima de 3 ejemplares por cada ejemplar removido (o la proporción que determine la autoridad competente), dentro del propio predio (áreas verdes, jardín y franja de amortiguamiento hacia la playa) o, en caso de no existir superficie suficiente, en un predio o programa de compensación ambiental costero aprobado por la autoridad municipal, estatal o CONANP.
Periodicidad de aplicación	Aplicación única, dentro de los primeros meses posteriores a la conclusión de la construcción; monitoreo semestral durante dos años.
Plazo de ejecución	Al concluir la etapa de construcción y durante los dos años siguientes (seguimiento de sobrevivencia).
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Porcentaje de sobrevivencia de ejemplares plantados (meta mínima 80% al segundo año); registro fotográfico y reposición de ejemplares muertos.

IV.6.6. Componente Fauna

Este componente concentra las medidas de mayor prioridad del Proyecto, dirigidas a la protección de la tortuga marina (NOM-059-SEMARNAT-2010)[6] frente a los impactos de mayor severidad identificados en la matriz (numeral IV.3.7).

Medida P1 — Prevención	
Nombre de la medida	Restricción y coordinación de actividades de desmonte y obra ruidosa en temporada de anidación de tortuga marina

[6] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (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. Diario Oficial de la Federación.

Medida P1 — Prevención	
Objetivo	Evitar la disuasión de hembras anidantes y la afectación de nidos de tortuga marina (especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010) durante la temporada de anidación y eclosión (mayo a diciembre).
Descripción	Programar las actividades de desmonte, despalme y obra civil ruidosa evitando, en la medida de lo posible, su ejecución nocturna en temporada de anidación; establecer comunicación y coordinación previa con el campamento tortuguero El Naranjo (Grupos Ecologistas de Nayarit A.C.) y, en su caso, con la Red Tortuguera de Nayarit, para recorridos de verificación de nidos antes de intervenir la franja colindante con la playa.
Periodicidad de aplicación	Verificación previa a cada etapa de obra en la franja costera durante mayo-diciembre; recorridos de coordinación quincenales en temporada alta de anidación (junio-noviembre).
Plazo de ejecución	Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción que coincida con la temporada de anidación.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Bitácora de coordinación con el campamento tortuguero; actas de recorrido sin nidos afectados; registro fotográfico de la franja de playa antes y después de cada intervención.

Medida P3 — Prevención	
Nombre de la medida	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad
Objetivo	Evitar la muerte o afectación directa de ejemplares de fauna silvestre presentes en el predio previo al desmonte.
Descripción	Realizar un recorrido de ahuyentamiento y rescate de fauna (reptiles, anfibios, pequeños mamíferos, y verificación de ausencia de nidos de tortuga marina en la porción de playa frente al predio) inmediatamente antes de las actividades de desmonte, reubicando los ejemplares localizados en zonas de vegetación similar fuera del área de influencia del Proyecto.
Periodicidad de aplicación	Una sola vez, inmediatamente antes del desmonte.

Medida P3 — Prevención	
Plazo de ejecución	Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Bitácora de rescate con número y especie de ejemplares reubicados; ausencia de fauna atropellada o dañada durante el desmonte.

Medida M1 — Mitigación	
Nombre de la medida	Diseño de iluminación exterior amigable con la tortuga marina
Objetivo	Reducir la desorientación de hembras anidantes y de crías de tortuga marina causada por la iluminación artificial de la vivienda durante la etapa de operación.
Descripción	Emplear luminarias exteriores de baja intensidad, con longitud de onda cálida (ámbar o roja, evitando el espectro blanco-azul), completamente apantalladas y dirigidas hacia el interior del predio, evitando líneas de visión directa hacia la playa; instalar temporizadores o sensores de movimiento para minimizar el tiempo de encendido durante la temporada de anidación (mayo-diciembre).
Periodicidad de aplicación	Aplicación permanente desde la puesta en operación de la vivienda; verificación anual previa a cada temporada de anidación.
Plazo de ejecución	Durante la etapa de construcción (especificación e instalación) y de manera continua durante la operación.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Especificaciones técnicas de luminarias instaladas (temperatura de color, apantallamiento); recorridos nocturnos de verificación de visibilidad de luces desde la playa, coordinados con el campamento tortuguero.

Medida C2 — Compensación	
Nombre de la medida	Apoyo al programa de conservación de tortuga marina de la localidad

Medida C2 — Compensación	
Objetivo	Compensar la presión acumulativa que el desarrollo del Proyecto, en conjunto con el resto de la urbanización costera de la bahía de Jaltemba, ejerce sobre el hábitat de anidación de tortuga marina.
Descripción	Establecer un convenio de colaboración y aportación (en especie o económica) con el campamento tortuguero El Naranjo (Grupos Ecologistas de Nayarit A.C.) o con la Red Tortuguera de Nayarit, destinado a labores de patrullaje, protección de nidos, incubación y liberación de crías en las playas de La Peñita de Jaltemba, Guayabitos y Los Ayala.
Periodicidad de aplicación	Aportación anual, preferentemente antes del inicio de cada temporada de anidación (mayo).
Plazo de ejecución	Durante toda la vida útil del Proyecto (operación).
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Convenio de colaboración firmado; comprobantes de aportación anual; informes del campamento tortuguero sobre nidos protegidos y crías liberadas.

IV.6.7. Componente Paisaje

Se establece una medida de mitigación orientada a reducir el contraste visual de la edificación con el entorno costero.

Medida PA1 — Mitigación	
Nombre de la medida	Diseño arquitectónico y paisajístico armonizado con el entorno costero
Objetivo	Reducir el contraste visual de la edificación respecto de la fisonomía costera natural y minimizar la generación visible de residuos de obra.
Descripción	Emplear en fachadas y acabados exteriores una paleta de colores y materiales acordes con el entorno costero (tonos tierra, arena y vegetación), limitar la altura y el volumen aparente de la construcción a lo estrictamente autorizado, y mantener el frente de obra libre de acumulación visible de residuos de la construcción mediante retiro periódico (medida P4).

Medida PA1 — Mitigación	
Periodicidad de aplicación	Aplicación en la etapa de diseño y construcción; verificación visual periódica durante la obra.
Plazo de ejecución	Durante la etapa de construcción; efecto permanente durante la operación.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Especificaciones de acabados y paleta de color del proyecto ejecutivo; registro fotográfico del frente de obra sin acumulación de residuos visibles.

IV.6.8. Componente Economía y Población

Se establece una medida preventiva orientada a maximizar el impacto positivo del Proyecto sobre la economía local identificado en el numeral IV.3.10.

Medida EP1 — Prevención	
Nombre de la medida	Preferencia de contratación de mano de obra y proveedores locales
Objetivo	Maximizar la derrama económica local del Proyecto y reducir el tránsito de vehículos de carga foráneos hacia la obra.
Descripción	Priorizar, en igualdad de condiciones técnicas y de costo, la contratación de mano de obra y de proveedores de materiales establecidos en La Peñita de Jaltemba, Rincón de Guayabitos y el municipio de Compostela, e informar a la autoridad municipal sobre las necesidades de empleo temporal previstas para cada etapa de obra.
Periodicidad de aplicación	Aplicación durante todo el proceso de contratación de la etapa de construcción y, operación y mantenimiento.
Plazo de ejecución	Durante toda la etapa de construcción y permanente durante la operación.
Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia	Registro de contratación de personal y proveedores por origen (local/foráneo); nóminas y contratos de obra.

IV.7. Medida de compensación de acuerdo con el Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030

El 25 y 26 de junio de 2025, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) presentó el Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030 (PNRA)[7], instrumento rector de política pública que articula, por primera vez a nivel nacional, la estrategia para revertir la degradación de los ecosistemas del país, con metas específicas para ecosistemas costeros y marinos —incluida la restauración del 5% de la superficie degradada en 2025 y del 30% al

[7] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2025). *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025–2030 (PNRA).* Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/998319/PNRA-2025.pdf

2030— y con mecanismos explícitos para canalizar medidas adicionales de compensación ambiental derivadas de autorizaciones de impacto ambiental hacia sitios prioritarios de restauración.

En congruencia con este marco, el promovente manifiesta su disposición a que las medidas de compensación del Proyecto (C1 y C2, numeral IV.6) se instrumenten dentro de la lógica del PNRA, mediante las siguientes acciones concretas y proporcionales a la escala del Proyecto (vivienda unifamiliar en un predio de 2,289.861 m^2):

- **Compensación por pérdida de cobertura vegetal (medida C1):** revegetación con especies nativas de selva baja caducifolia de la región, en una proporción mínima de 3 ejemplares por cada ejemplar removido, prioritariamente dentro del propio predio (franja de amortiguamiento hacia la playa y áreas verdes, que en conjunto representan el 65.01% de la superficie del predio conforme al plano NK-33-DS). En caso de que la superficie disponible dentro del predio resulte insuficiente para alojar la totalidad de la compensación determinada por la autoridad, el promovente gestionará ante la DGIRA y, en su caso, ante la CONABIO o la CONAFOR, la canalización del remanente hacia un sitio prioritario del PNRA en la región costera de Nayarit, conforme al mecanismo de "medidas adicionales de compensación ambiental" previsto en dicho Programa.
- **Compensación por presión acumulativa sobre el hábitat de anidación de tortuga marina (medida C2):** aportación anual, en especie o económica, al campamento tortuguero El Naranjo (Grupos Ecologistas de Nayarit A.C.) o a la Red Tortuguera de Nayarit, actores locales que ya participan de los esfuerzos de vigilancia y monitoreo comunitario que el PNRA busca fortalecer en el 100% de sus acciones de restauración, conforme a su línea estratégica de gobernanza territorial.

El promovente reconoce que, a la fecha de elaboración de este capítulo, no se cuenta con la resolución administrativa favorable del Proyecto ni con la determinación específica, por parte de la autoridad, del sitio prioritario del PNRA al que en su caso deba canalizarse el remanente de compensación. Por ello, una vez obtenida dicha resolución, el promovente presentará ante la DGIRA el protocolo específico de compensación (superficie, especies, sitio y cronograma),

a fin de contar con el visto bueno de la autoridad y dar continuidad y seguimiento a esta medida dentro del Programa de Vigilancia Ambiental (numeral IV.8).

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2025). Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/programanacionalderestauracion

IV.8. Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

El presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) atiende a los impactos ambientales del Proyecto "Villa NK-33-LIN", Lote 33 del desarrollo Nauka (Cliff Estates), y tiene el propósito de garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas en este capítulo. Este PVA es un instrumento básico de gestión ambiental que será implementado por el promovente y que contiene las medidas y programas de orden preventivo, correctivo y mitigante para tratar los posibles impactos ambientales generados durante la ejecución del Proyecto.

De acuerdo con lo establecido en la LGEEPA, la elaboración y presentación de un Programa de Vigilancia Ambiental es la base para el establecimiento de medidas de control y de seguridad que garanticen el cumplimiento de las disposiciones que de ella se deriven. La aplicación del PVA permitirá verificar que el promovente cumple con las disposiciones normativas de aplicación directa al Proyecto y el desempeño ambiental en tiempo y espacio de las medidas descritas en los numerales IV.6 y IV.7.

IV.8.1. Objetivos

Objetivo general. Determinar la evolución de los componentes ambientales del predio una vez aplicadas las acciones de prevención, mitigación y compensación descritas en este capítulo.

Objetivos particulares:

- Asegurar la correcta aplicación de las 19 medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración establecidas en los numerales IV.6 y IV.7.
- Realizar el monitoreo de las medidas aplicadas, con especial atención al componente Fauna (tortuga marina), a fin de asegurar su éxito ambiental.
- Identificar y corregir oportunamente posibles desviaciones en la aplicación de las medidas.

Meta: verificar que se ejecuten de manera correcta cada una de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración establecidas en la MIA y las que, en su caso, dictamine la autoridad ambiental, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento del Proyecto.

IV.8.2. Propuesta de los indicadores de seguimiento y monitoreo de los programas ambientales

Para el control de la aplicación de las medidas descritas en este capítulo se proponen los siguientes indicadores de seguimiento, diferenciados por componente ambiental:

Tabla IV.11. Indicadores de seguimiento y monitoreo por componente ambiental.

Componente	Indicador de seguimiento	Meta / valor de referencia
Geomorfología	Superficie nivelada real vs. superficie de desplante (780.286 m²)	≤ 100% de la superficie autorizada
Edafología	Manifiestos de entrega-recepción de residuos de la construcción; % de superficie restaurada (medida R1)	100% de residuos con manifiesto; ≥ 90% de áreas libres restauradas
Aire	Registro de bitácora de riegos y de quejas vecinales por polvo o ruido	0 quejas documentadas sin atención
Hidrología	Resultados de laboratorio del efluente tratado (NOM-001-SEMARNAT-1996); recibos de consumo de agua potable	100% de muestreos dentro de norma
Vegetación	Porcentaje de sobrevivencia de ejemplares de la revegetación compensatoria (medida C1)	≥ 80% de sobrevivencia al segundo año
Fauna	Bitácora de coordinación con el campamento tortuguero; ausencia de nidos afectados; verificación de especificación de luminarias (medida M1)	0 nidos afectados; 100% de luminarias conforme a especificación
Paisaje	Registro fotográfico del frente de obra y de la fachada terminada	Ausencia de residuos visibles; acabados conforme a especificación
Economía y población	Registro de contratación de personal y proveedores locales	Maximizar la proporción de contratación local

IV.8.3. Fichas técnicas de seguimiento ambiental del Proyecto

A continuación, se presentan las fichas técnicas de seguimiento ambiental del PVA general y de cada uno de los ocho componentes ambientales considerados en este capítulo.

IV.8.3.1. Ficha técnica del seguimiento ambiental del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) — Etapas: preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento	
Objetivo de la medida	Documentar el progreso de la totalidad de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas en este capítulo, así como las que, en su caso, dictamine la autoridad ambiental.
Acciones para ejecutar y/o verificar	Verificar el cumplimiento de las 18 medidas descritas en el numeral IV.6 (componentes Geomorfología, Edafología, Aire, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje y Economía y población) y de la medida de compensación del numeral IV.7; documentar avances mediante bitácora fotográfica y de campo; presentar los informes semestrales y anuales de cumplimiento ambiental ante la Delegación de la PROFEPA en Nayarit, con copia de acuse de recepción a la DGIRA de la SEMARNAT.
Método de control/registro	Cédula de registro (diario y por actividad); registro fotográfico; bitácora de seguimiento ambiental.
Fase de aplicación	Periodo de reportes de cada medida ambiental según su vigencia (numeral IV.6).
Frecuencia de control	Semestral y anual durante las etapas de preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento.
Sitio de vigilancia	Superficie del predio Lote 33 (Villa NK-33-LIN) y franja de playa colindante.
Indicadores ambientales	Indicadores específicos de cada una de las 19 medidas del Programa (numerales IV.6 y IV.7).
Umbrales	Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad: 100–81% cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80–61% cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60–41% cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40–21% cumple de manera deficiente la medida. 20–1% se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0% no se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida (esta valoración representa un **hallazgo***).

IV.8.3.1. Ficha técnica del seguimiento ambiental del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) — Etapas: preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento	
Informes	Informes parciales; integración de resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental durante la ejecución del Proyecto.

* Nota técnica: Un **hallazgo de no cumplimiento** dentro del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) significa que, durante el monitoreo periódico, se detectó que una medida de mitigación, prevención o compensación comprometida en la MIA **no se está ejecutando conforme a lo establecido** (ya sea en frecuencia, alcance, especificaciones técnicas o simplemente que no se implementó).

IV.8.3.2. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Geomorfología — Etapas: preparación del sitio	
Objetivo de la medida	Dar seguimiento a la aplicación y eficacia de las medidas del componente Geomorfología descritas en el numeral IV.6.
Acciones para ejecutar y/o verificar	**Medida G1 (Prevención) — Delimitación y señalización del área de obra, con franja de amortiguamiento hacia la playa:** Evitar la modificación topográfica fuera de la superficie estrictamente requerida por el Proyecto.
Método de control/registro	Bitácora de obra y de operación; registro fotográfico; parámetros de verificación de la medida G1.
Fase de aplicación	Previo al inicio de actividades de nivelación y durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción.
Frecuencia de control	Conforme a la periodicidad de aplicación de cada medida (numeral IV.6); mínimo semestral.
Sitio de vigilancia	Polígono de obra y franja de amortiguamiento hacia la playa
Indicadores ambientales	Superficie nivelada real vs. autorizada.
Umbrales	Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad: 100–81% cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80–61% cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma:

	60–41% cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40–21% cumple de manera deficiente la medida. 20–1% se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0% no se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida (esta valoración representa un **hallazgo**).
Informes	Integración de resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental.

IV.8.3.3. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Edafología — Etapas: preparación del sitio, construcción y etapa final de obra	
Objetivo de la medida	Dar seguimiento a la aplicación y eficacia de las medidas del componente Edafología descritas en el numeral IV.6.
Acciones para ejecutar y/o verificar	**Medida P4 (Prevención) — Programa de manejo integral de residuos de la construcción:** Prevenir la contaminación de suelo y agua costera por el manejo inadecuado de residuos sólidos y peligrosos generados en obra. **Medida R1 (Restauración) — Restitución de las condiciones edáficas y de vegetación de duna en las áreas no ocupadas por la construcción:** Restaurar, en la medida técnicamente viable, las condiciones físicas y de fertilidad del suelo, así como la cobertura de vegetación de duna costera, en las superficies del predio no ocupadas por la huella de construcción, particularmente en la franja de amortiguamiento hacia la playa.
Método de control/registro	Bitácora de obra y de operación; registro fotográfico; parámetros de verificación de la medida P4; parámetros de verificación de la medida R1.
Fase de aplicación	Durante toda la etapa de construcción. Etapa final de construcción, previo a la entrega o habitación de la vivienda, y durante los dos años siguientes.
Frecuencia de control	Conforme a la periodicidad de aplicación de cada medida (numeral IV.6); mínimo semestral.
Sitio de vigilancia	Superficie del predio, área de acopio de residuos y áreas libres a restaurar
Indicadores ambientales	Manifiestos de residuos; % de superficie restaurada.

IV.8.3.3. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Edafología — Etapas: preparación del sitio, construcción y etapa final de obra	
Umbrales	Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad: 100–81% cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80–61% cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60–41% cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40–21% cumple de manera deficiente la medida. 20–1% se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0% no se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida (esta valoración representa un **hallazgo**).
Informes	Integración de resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental.

IV.8.3.4. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Aire — Etapas: preparación del sitio y construcción	
Objetivo de la medida	Dar seguimiento a la aplicación y eficacia de las medidas del componente Aire descritas en el numeral IV.6.
Acciones para ejecutar y/o verificar	**Medida M2 (Mitigación) — Riego de superficies expuestas para control de partículas suspendidas:** Reducir la emisión de partículas (polvo) generadas por el movimiento de tierras y tránsito de maquinaria. **Medida M3 (Mitigación) — Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo:** Reducir las emisiones de gases de combustión y los niveles de ruido generados por maquinaria y vehículos de obra. **Medida M4 (Mitigación) — Horario restringido de actividades ruidosas:** Minimizar la afectación por ruido a la población circundante durante la etapa de construcción.
Método de control/registro	Bitácora de obra y de operación; registro fotográfico; parámetros de verificación de la medida M2; parámetros de verificación de la medida M3; parámetros de verificación de la medida M4.

IV.8.3.4. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Aire — Etapas: preparación del sitio y construcción	
Fase de aplicación	Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción. Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción. Durante toda la etapa de construcción.
Frecuencia de control	Conforme a la periodicidad de aplicación de cada medida (numeral IV.6); mínimo semestral.
Sitio de vigilancia	Frente de obra y vialidades internas
Indicadores ambientales	Bitácora de riegos; bitácoras de mantenimiento de maquinaria; registro de horarios de obra.
Umbrales	Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad: 100–81% cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80–61% cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60–41% cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40–21% cumple de manera deficiente la medida. 20–1% se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0% no se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida (esta valoración representa un **hallazgo**).
Informes	Integración de resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental.

IV.8.3.5. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Hidrología — Etapas: preparación del sitio, construcción y operación	
Objetivo de la medida	Dar seguimiento a la aplicación y eficacia de las medidas del componente Hidrología descritas en el numeral IV.6.
Acciones para ejecutar y/o verificar	**Medida P5 (Prevención) — Control de erosión y sedimentación hacia la zona marina:** Evitar el arrastre de sedimentos y materiales de obra hacia la línea de costa durante la etapa de construcción. **Medida M5 (Mitigación) — Sistema de captación de agua pluvial y dispositivos ahorradores:** Reducir el consumo de agua potable durante

IV.8.3.5. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Hidrología — Etapas: preparación del sitio, construcción y operación	
	la etapa de operación de la vivienda y mitigar la alteración del régimen de escurrimientos. **Medida M6 (Mitigación) — Tratamiento de aguas residuales previo a su disposición final:** Evitar el aporte de nutrientes, materia orgánica y patógenos al agua marina costera.
Método de control/registro	Bitácora de obra y de operación; registro fotográfico; parámetros de verificación de la medida P5; parámetros de verificación de la medida M5; parámetros de verificación de la medida M6.
Fase de aplicación	Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción. Durante la etapa de construcción (instalación) y de manera continua durante la operación. Instalación durante la etapa de construcción; operación continua durante toda la vida útil de la vivienda.
Frecuencia de control	Conforme a la periodicidad de aplicación de cada medida (numeral IV.6); mínimo semestral.
Sitio de vigilancia	Perímetro del predio hacia la línea de costa; sistema de tratamiento de aguas residuales
Indicadores ambientales	Inspección de barreras de sedimentos; análisis de laboratorio del efluente; recibos de consumo de agua.
Umbrales	Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad: 100–81% cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80–61% cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60–41% cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40–21% cumple de manera deficiente la medida. 20–1% se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0% no se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida (esta valoración representa un **hallazgo**).
Informes	Integración de resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental.

IV.8.3.6. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Vegetación — Etapas: etapa final de construcción y dos años de monitoreo	
Objetivo de la medida	Dar seguimiento a la aplicación y eficacia de las medidas del componente Vegetación descritas en el numeral IV.6.
Acciones para ejecutar y/o verificar	**Medida C1 (Compensación) — Reforestación o revegetación compensatoria con especies nativas:** Compensar la pérdida de cobertura vegetal costera removida durante la etapa de preparación del sitio.
Método de control/registro	Bitácora de obra y de operación; registro fotográfico; parámetros de verificación de la medida C1.
Fase de aplicación	Al concluir la etapa de construcción y durante los dos años siguientes (seguimiento de sobrevivencia).
Frecuencia de control	Conforme a la periodicidad de aplicación de cada medida (numeral IV.6); mínimo semestral.
Sitio de vigilancia	Áreas verdes, jardín y franja de amortiguamiento del predio
Indicadores ambientales	Porcentaje de sobrevivencia de ejemplares plantados.
Umbrales	Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad: 100–81% cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80–61% cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60–41% cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40–21% cumple de manera deficiente la medida. 20–1% se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0% no se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida (esta valoración representa un **hallazgo**).
Informes	Integración de resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental.

IV.8.3.7. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Fauna — Etapas: preparación del sitio, construcción y operación (permanente)	
Objetivo de la medida	Dar seguimiento a la aplicación y eficacia de las medidas del componente Fauna descritas en el numeral IV.6.
Acciones para ejecutar y/o verificar	**Medida P1 (Prevención) — Restricción y coordinación de actividades de desmonte y obra ruidosa en temporada de anidación de tortuga marina:** Evitar la disuasión de hembras anidantes y la afectación de nidos de tortuga marina (especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010) durante la temporada de anidación (mayo a diciembre). **Medida P3 (Prevención) — Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad:** Evitar la muerte o afectación directa de ejemplares de fauna silvestre presentes en el predio previo al desmonte. **Medida M1 (Mitigación) — Diseño de iluminación exterior amigable con la tortuga marina:** Reducir la desorientación de hembras anidantes y de crías de tortuga marina causada por la iluminación artificial de la vivienda durante la etapa de operación. **Medida C2 (Compensación) — Apoyo al programa de conservación de tortuga marina de la localidad:** Compensar la presión acumulativa que el desarrollo del Proyecto, en conjunto con el resto de la urbanización costera de la bahía de Jaltemba, ejerce sobre el hábitat de anidación de tortuga marina.
Método de control/registro	Bitácora de obra y de operación; registro fotográfico; parámetros de verificación de la medida P1; parámetros de verificación de la medida P3; parámetros de verificación de la medida M1; parámetros de verificación de la medida C2.
Fase de aplicación	Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción que coincida con la temporada de anidación. Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio. Durante la etapa de construcción (especificación e instalación) y de manera continua durante la operación. Durante toda la vida útil del Proyecto (operación).
Frecuencia de control	Conforme a la periodicidad de aplicación de cada medida (numeral IV.6); mínimo semestral.

IV.8.3.7. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Fauna — Etapas: preparación del sitio, construcción y operación (permanente)	
Sitio de vigilancia	Franja de playa colindante al predio y fachadas con iluminación exterior
Indicadores ambientales	Bitácora de coordinación con el campamento tortuguero; especificaciones de luminarias instaladas; ausencia de nidos afectados.
Umbrales	Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad: 100–81% cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80–61% cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60–41% cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40–21% cumple de manera deficiente la medida. 20–1% se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0% no se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida (esta valoración representa un **hallazgo**).
Informes	Integración de resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental.

IV.8.3.8. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Paisaje — Etapas: construcción y operación	
Objetivo de la medida	Dar seguimiento a la aplicación y eficacia de las medidas del componente Paisaje descritas en el numeral IV.6.
Acciones para ejecutar y/o verificar	**Medida PA1 (Mitigación) — Diseño arquitectónico y paisajístico armonizado con el entorno costero:** Reducir el contraste visual de la edificación respecto de la fisonomía costera natural y minimizar la generación visible de residuos de obra.
Método de control/registro	Bitácora de obra y de operación; registro fotográfico; parámetros de verificación de la medida PA1.
Fase de aplicación	Durante la etapa de construcción; efecto permanente durante la operación.
Frecuencia de control	Conforme a la periodicidad de aplicación de cada medida (numeral IV.6); mínimo semestral.

IV.8.3.8. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Paisaje — Etapas: construcción y operación	
Sitio de vigilancia	Frente de obra y fachadas de la vivienda
Indicadores ambientales	Registro fotográfico; especificaciones de acabados del proyecto ejecutivo.
Umbrales	Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad: 100–81% cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80–61% cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60–41% cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40–21% cumple de manera deficiente la medida. 20–1% se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0% no se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida (esta valoración representa un hallazgo).
Informes	Integración de resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental.

IV.8.3.9. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Economía y población — Etapas: construcción	
Objetivo de la medida	Dar seguimiento a la aplicación y eficacia de las medidas del componente Economía y población descritas en el numeral IV.6.
Acciones para ejecutar y/o verificar	**Medida EP1 (Prevención) — Preferencia de contratación de mano de obra y proveedores locales:** Maximizar la derrama económica local del Proyecto y reducir el tránsito de vehículos de carga foráneos hacia la obra.
Método de control/registro	Bitácora de obra y de operación; registro fotográfico; parámetros de verificación de la medida EP1.
Fase de aplicación	Durante toda la etapa de construcción.
Frecuencia de control	Conforme a la periodicidad de aplicación de cada medida (numeral IV.6); mínimo semestral.
Sitio de vigilancia	Obra y proveedores contratados

Indicadores ambientales	Registro de contratación de personal y proveedores por origen local/foráneo.
Umbrales	Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad: 100–81% cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80–61% cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60–41% cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40–21% cumple de manera deficiente la medida. 20–1% se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0% no se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida (esta valoración representa un **hallazgo**).
Informes	Integración de resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental.

IV.8.4. Umbral de efectividad

Se adopta la escala de umbrales de eficiencia, eficacia y efectividad utilizada de manera consistente en cada una de las fichas técnicas del numeral IV.8.3: un cumplimiento del 100–81% se considera efectivo y constante; del 80–61%, efectivo con omisiones ocasionales; del 60–41% (umbral de alarma), cumplimiento parcial que amerita acción correctiva; del 40–21%, cumplimiento deficiente; del 20–1%, cumplimiento apenas iniciado; y 0% constituye un hallazgo que deberá reportarse de inmediato a la autoridad y subsanarse mediante un plan de acción correctiva específico, con especial prioridad para las medidas dirigidas al componente Fauna (tortuga marina), dado que concentra los impactos de mayor severidad identificados en la matriz (numeral IV.3.7).

IV.8.5. Seguimiento y control (monitoreo)

El seguimiento y control del PVA se realizará mediante los siguientes mecanismos:

- Bitácora única de obra y de operación, en la que se integrará el registro de cumplimiento de cada una de las medidas descritas en los numerales IV.6 y IV.7, con evidencia fotográfica y documental.
- Recorridos de verificación en campo, con la frecuencia establecida en cada ficha técnica del numeral IV.8.3, a cargo de un responsable técnico ambiental designado por el promovente.

- Coordinación permanente con el campamento tortuguero El Naranjo (Grupos Ecologistas de Nayarit A.C.) durante la temporada de anidación (mayo-diciembre), conforme a las medidas P1, M1 y C2.
- Elaboración y presentación de Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental ante la Delegación de la PROFEPA en Nayarit, con copia de acuse de recepción a la Delegación Nayarit de la SEMARNAT, durante toda la vigencia de las medidas del Programa.
- Actualización del PVA ante cualquier modificación del proyecto ejecutivo o ante hallazgos que impliquen un umbral de cumplimiento del 0% en alguna medida, mediante un plan de acción correctiva presentado a la autoridad ambiental.

CONCLUSIONES

La aplicación de la matriz de interacción causa-efecto tipo Leopold, complementada con el método de valoración cualitativa de Conesa Fernández-Vítora (2010), permitió identificar 28 interacciones reales entre las actividades del Proyecto y los factores ambientales del sitio, de las cuales 7 (25.0%) resultaron de categoría Compatible, 16 (57.1%) Moderada, 5 (17.9%) Severa y ninguna Crítica. Ningún impacto identificado alcanzó el umbral de significancia crítica que, conforme a la metodología aplicada, implicaría una pérdida permanente de la calidad ambiental sin posibilidad práctica de recuperación.

Los impactos de mayor severidad se concentran en el componente Fauna, específicamente en la interacción del Proyecto con el hábitat de anidación de tortuga marina (*Lepidochelys olivacea*) y especies asociadas, protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010) que se extiende frente al predio. Por esta razón, el paquete de medidas de prevención (P1, P3), mitigación (M1) y compensación (C2) dirigido a este componente concentra el mayor nivel de detalle y de seguimiento del presente capítulo, incluyendo la coordinación operativa con el campamento tortuguero El Naranjo y el diseño de iluminación exterior amigable con la tortuga marina.

Con la aplicación del conjunto de 18 medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración descritas en el numeral IV.6, complementadas con la medida de compensación alineada al Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030 (numeral IV.7), se estima que la totalidad de los impactos identificados es susceptible de manejo ambiental adecuado.

Subsisten, no obstante, impactos residuales de carácter permanente, pero de magnitud acotada al polígono del predio (numeral IV.4), y una condición de acumulación regional —particularmente sobre el hábitat de anidación de tortuga marina y sobre la calidad del agua costera y arrecifal de la bahía de Jaltemba— que excede el ámbito de control exclusivo del Proyecto y que se atiende mediante las medidas de compensación de alcance regional descritas en el numeral IV.7 (numeral IV.5).

El Programa de Vigilancia Ambiental (numeral IV.8) establece los objetivos, indicadores, fichas técnicas por componente ambiental, umbrales de efectividad y mecanismos de seguimiento y control necesarios para garantizar, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento, el cumplimiento verificable de la totalidad de las medidas propuestas en este capítulo, incluyendo su reporte periódico ante la PROFEPA y la DGIRA de la SEMARNAT.

Con base en el análisis desarrollado, se concluye que el Proyecto Villa NK-33-LIN, sujeto a la aplicación íntegra de las medidas descritas en el presente capítulo y a la instrumentación del Programa de Vigilancia Ambiental correspondiente, resulta ambientalmente viable.

Bibliografía consultada

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Gobernación. (2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación.

Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4a ed.). Ediciones Mundi-Prensa.

Espinoza, G. (2007). Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo / Centro de Estudios para el Desarrollo.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2026). Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, SEMARNAT.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). Definición y objetivo de la evaluación del impacto ambiental. Gobierno de México. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (2019). Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). Gobierno de México. https://www.gob.mx/profepa/articulos/manifestacion-de-impacto-ambiental-mia

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1996). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (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. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2025). *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025–2030 (PNRA).* Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/998319/PNRA-2025.pdf

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2018). Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Gobierno de México.

Visit Nayarit. (2023). Temporada de liberación de tortugas marinas en Nayarit, México. https://visitnayarit.travel/blog-nayarit/temporada-liberacion-tortugas-marinas-nayarit-mexico/

On Bahía Magazine Destinos. (2017). Top 10 campamentos tortugueros en Riviera Nayarit. https://onbahiamagazine.com/top-10-campamentos-tortugueros-en-riviera-nayarit/

Bahía Magazine Destinos. (2018). Qué hacer y ver en Riviera Nayarit: Rincón de Guayabitos y La Peñita. https://onbahiamagazine.com/que-hacer-y-ver-en-riviera-nayarit-rincon-de-guayabitos-y-la-penita/