MEDIO AMBIENTE

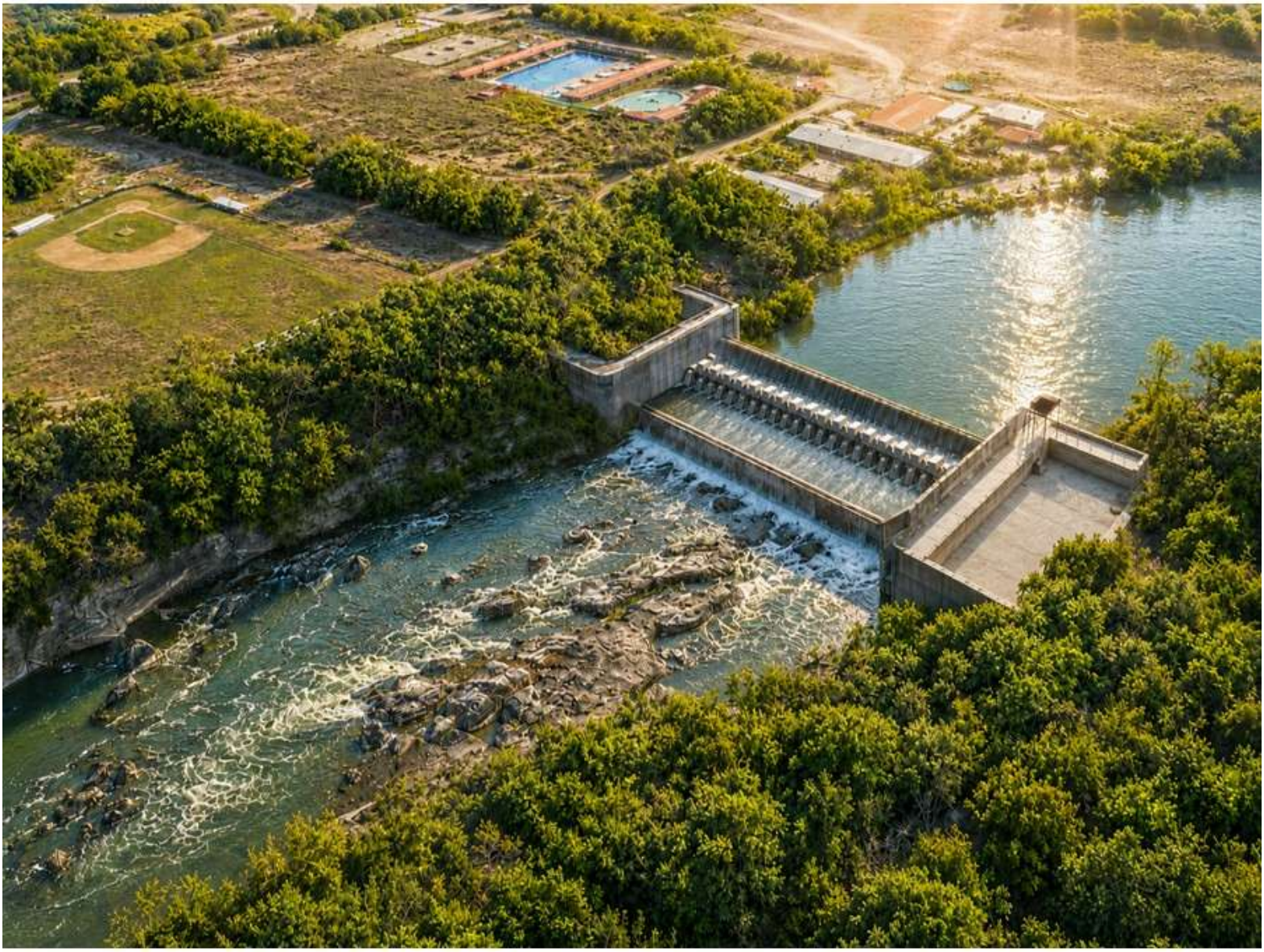
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDD REGIONAL
SIN ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA

CONSTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VERACRUZ.



JULIO 2026

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ 2024 - 2030

SEFIPLAN
SECRETARÍA DE FINANZAS Y PLANEACIÓN

CAEV
COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO			
PROYECTO			
Nombre del proyecto	Construcción de presa en el río Tancochín (reservorio) para el sistema múltiple de agua entubada de la localidad de Naranjos, Municipio de Naranjos Amatlán, Veracruz.		
PROMOVENTE			
Nombre o razón social	Comisión del Agua del Estado de Veracruz		
RFC	PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES LFTAIPG		
Nombre y cargo del representante legal	PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES LFTAIPG		
Dirección para oír y recibir notificaciones	PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES LFTAIPG		
Teléfono y correo electrónico de contacto	PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES LFTAIPG		
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			
Nombre o razón social	Comisión del Agua del Estado de Veracruz		
Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental	PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES LFTAIPG		
Correo electrónico	PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES LFTAIPG		
UBICACIÓN DEL PROYECTO			
Entidad federativa	Veracruz	**Municipio**	Naranjos
Calle y número, código postal y localidad, en caso aplicable.	La cortina de la presa se pretende ubicar al suroeste de la ciudad de Naranjos, en las inmediaciones del centro recreativo La Finca. En las coordenadas geográficas latitud 21°20’36.28” N y longitud 97°42’9.71” O		

Imagen de ubicación del proyecto, incluir todos los polígonos de los componentes que lo conforman.

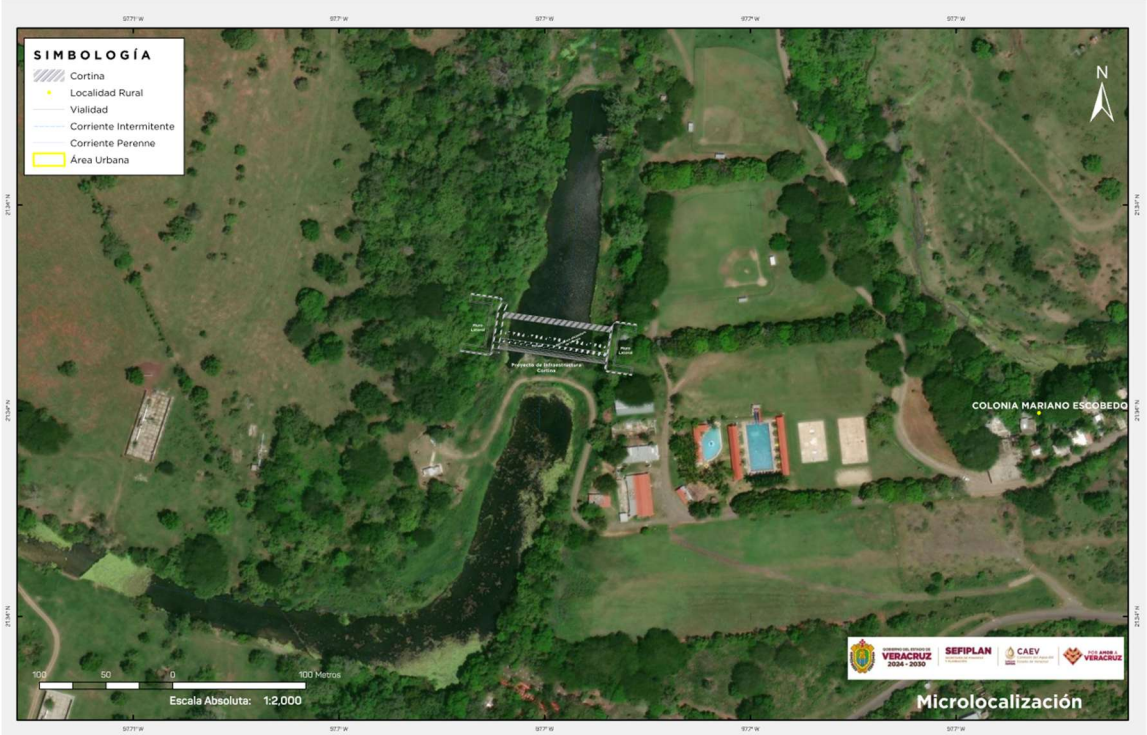


Fig. 1. Microlocalización de sitio de proyecto

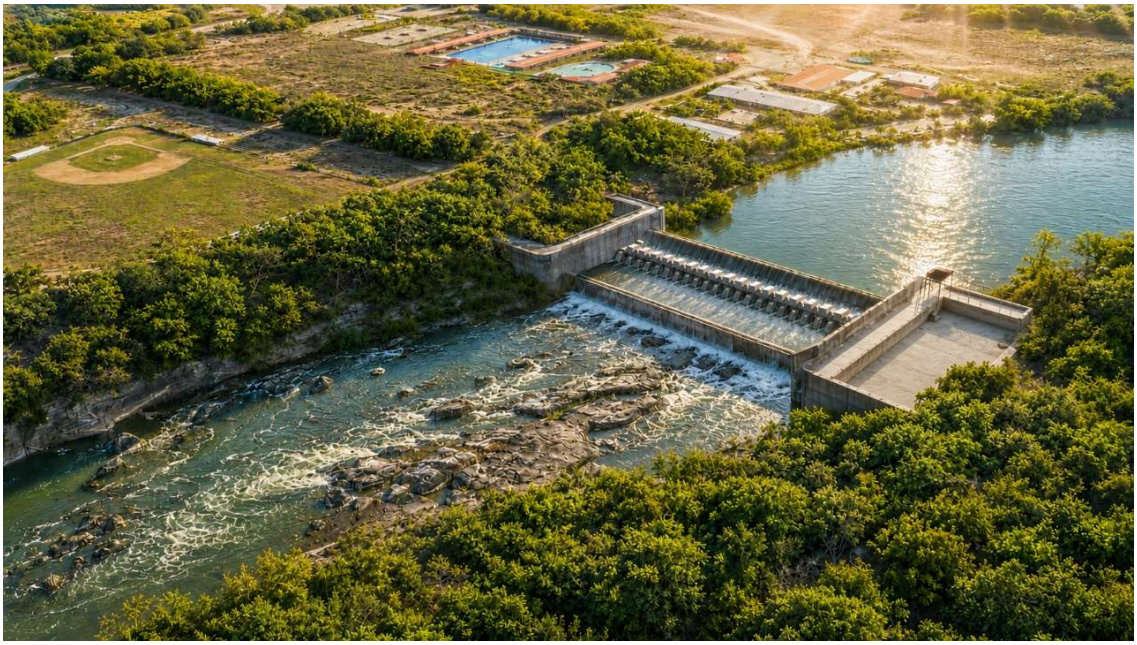


Fig. 2. Imagen renderizada del proyecto

Anexo 1. Plano topográfico, archivos Kml de componentes de proyecto, archivo CSV separado por comas de cuadros de construcción y ubicación.

DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

OBJETIVO: Reforzar el abastecimiento de agua para beneficiar a una población de 33,553 habitantes del Municipio de Naranjos Amatlán Veracruz, mediante la construcción de una presa de almacenamiento sobre el cauce del Río Tancochín, con la finalidad de almacenar agua y distribuirla a la población asentada en la zona conurbada mitigando de esta forma la carencia del servicio de agua en temporada de estiaje.

ANTECEDENTES: La cabecera municipal de Naranjos Amatlán y la zona conurbada cuenta con sistema de agua potable conformado de una toma directa del Río Tancochín obteniendo un gasto de 90 litros por segundo. En los últimos años el Río Tancochín ha mostrado disminución significativa en su aportación, repercutiendo de manera importante en el suministro de agua potable a una población de 33,553 habitantes. Esto ha generado que la entrega del agua sea de manera escalonada por bloques o colonias, reforzando la distribución por medio de pipas. Con la finalidad de contener agua y tener reserva para temporada de estiaje, con material de río conforman barreras simulando cortina, que en temporada de lluvias el material es arrastrado río abajo, rompiendo la barrera provisional. Con la finalidad resolver la problemática y prever que se agudice en un futuro inmediato, el Gobierno del Estado, se dio a la tarea de llevar a cabo un proyecto ejecutivo hidráulico que de solución a esta problemática.

PROYECTO: El proyecto contempla la construcción de una presa de gravedad de concreto con vertedor de cresta libre tipo Creager, canal derivador de gasto ecológico, compuerta radial para regulación hidráulica, tanque amortiguador para disipación de energía, muros de empotramiento en ambas márgenes, obras de protección hidráulica y elementos complementarios necesarios para garantizar la seguridad estructural e hidráulica del sistema.

La Presa derivadora consistirá de una cortina de concreto con funcionamiento a gravedad, de 9.39 metros de altura hasta la corona y 118 metros de longitud total, de los cuales 75 metros corresponden al vertedor de excedencias con altura de 5.14 metros (cota 52.50 m.s.n.m), la estructura disipadora tiene una longitud de 20 metros. Para el gasto ecológico y control de avenidas contará con una compuerta radial de 3 metros de ancho, el NAME se ubica en la cota 56.18 msnm y el NAMIN en la cota 52.30 msnm.

Se contemplan dos muros de empotramiento ubicados a cada margen del río. El muro en la margen derecha presenta una altura de 9.27 m, una base de 20 m y una longitud de 38.90 m, medida desde el vertedor hasta el talud; mientras que el muro en la margen izquierda cuenta con una altura de 6.17 m, una base de 23.00 m y una longitud de 44.5 m.

Aguas abajo de la cortina se proyecta una estructura de amortiguamiento, diseñada para disipar la energía del flujo. Esta estructura tiene un espesor de 2.00 m, un ancho de base de 18.47 m y una longitud de 75.00 m, e incorpora bloques disipadores que contribuyen a la reducción de la energía del agua en movimiento.

Tanto el vertedor como la estructura de amortiguamiento estarán provistos de un dentellón con una altura de 2.00 m y una longitud de 75.00 m, cuya función es incrementar la resistencia al deslizamiento de la estructura.
Adicionalmente, el reservorio contará con un canal de derivación destinado a conducir el gasto ecológico. Este canal estará confinado mediante muros de concreto, con un ancho de 3.00 m y una longitud de 34.90 m, con un nivel de arrastre ubicado en la elevación +50.58 msnm. El control del flujo se realizará mediante una compuerta radial de acero.

ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS A REALIZAR DURANTE:

1. PREPARACIÓN DEL SITIO:

- Trazo y delimitación de las superficies de terreno.
- Desmonte de las secciones de desplante de obra civil (muros de empotramiento laterales)
- Conformación de ataguías a base de material de piedra de río

2. CONSTRUCCIÓN

- Excavación de zanjas para desplante de estructura hasta 2 m de profundidad
- Colocación de acero de refuerzo para cimentación
- Colado de estructura con concreto premezclado para resistencias F'c=100, 150 y 350 Kg/cm^2
- Colocación de barandal de seguridad en la zona de operación de malacate, a base de tubería de fierro galvanizado de 2"
- Tratamiento de juntas mediante calafateo de juntas de dilatación en losas de cimacio de 6 mm de ancho mediante sellador de poliuretano y cordón de espuma de polietileno de ½".

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: Debido a que la cortina se construirá directamente sobre el cauce activo del Río Tancochín, resulta indispensable implementar una estrategia constructiva que permita mantener la continuidad hidráulica del río durante todo el periodo de ejecución de la obra, minimizando simultáneamente los riesgos asociados a inundaciones, filtraciones, socavación, erosión y afectaciones a la estabilidad de las excavaciones y cimentaciones.

La solución seleccionada consiste en un procedimiento constructivo por etapas mediante obras provisionales de desvío, conformadas por ataguías de materiales compactados, protegidas mediante sistemas de impermeabilización temporal con geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE), geotextiles de protección y enrocamientos hidráulicos, permitiendo la ejecución de las excavaciones y estructuras permanentes en condiciones controladas y con niveles adecuados de seguridad.

El procedimiento constructivo **se organizará por frentes de trabajo**, procurando mantener la continuidad hidráulica del río, la seguridad de las excavaciones, la estabilidad de las obras provisionales y la calidad de los elementos definitivos de concreto reforzado y concreto masivo.
Para optimizar la ejecución y reducir interferencias entre actividades, la construcción de la obra se dividirá en los siguientes frentes:

Frente 1. Obras provisionales y control hidráulico
Comprende la construcción, mantenimiento y retiro de ataguías, colocación de geomembrana HDPE, geotextiles, enrocamiento, cunetas, cárcamos y sistema de bombeo.
Frente 2. Excavaciones y cimentaciones
Incluye la remoción de material aluvial, excavación en material competente, excavación en lutita, limpieza de plantilla, excavación de dentellones, afine final y preparación de superficies de desplante.
Frente 3. Obra civil de concreto
Comprende concreto de limpieza (plantillas), concreto estructural para dentellones, losas, muros, cuerpo del vertedor, cimacio, delantal, muros de empotramiento, canal de gasto ecológico y tanque amortiguador.
Frente 4. Acero, cimbra y juntas
Incluye habilitado y colocación de acero de refuerzo, cimbras, juntas de construcción, juntas de dilatación, bandas PVC, sellos, calafateo y elementos embebidos.
Frente 5. Equipamiento hidráulico
Comprende el montaje de la compuerta radial, partes fijas, chumaceras, brazos, sellos, malacate de operación, pruebas de funcionamiento y puesta en servicio.
Frente 6. Integración final y puesta en operación
Incluye juntas de cierre, retiro gradual de ataguías, limpieza general, pruebas hidráulicas, verificación de funcionamiento y entrega técnica.

Indicar las obras temporales previstas

Para la ejecución de la presa de almacenamiento será indispensable implementar obras provisionales de desvío y protección que permitan realizar las excavaciones, cimentaciones y colados de concreto en condiciones secas y seguras, minimizando la interacción de los trabajos con el flujo del río. Para el manejo temporal del cauce se propone un esquema constructivo en dos etapas, diseñado para mantener la continuidad hidráulica del río Tancochín y garantizar la estabilidad de las obras durante la construcción.

Primera etapa: construcción de ataguía provisional en la margen izquierda del cauce, donde se construirá el canal derivador de gasto ecológico. Partirá de la margen izquierda hacia el centro del cauce, siguiendo trayectoria diagonal con una inclinación de 60° respecto al eje de la cortina.

Se iniciará a 60 m aguas arriba de la cortina y será de sección trapezoidal, con talud 2H:1V en el lado mojado y 1.5H:1V en el lado seco. La corona contará con un ancho mínimo de 3.00 m y una elevación de proyecto de 53.00 msnm. Estará conformada con material proveniente del propio cauce o de bancos autorizados con características geotécnicas adecuadas, colocado en capas con espesor máximo de 30 cm y compactado mediante el tránsito y operación del equipo de construcción. El talud expuesto a la corriente deberá protegerse mediante una capa de enrocamiento de protección con diámetro medio de 30 cm y espesor mínimo de 50 cm. Con la finalidad de reducir infiltraciones a través del cuerpo de la ataguía, en el talud mojado deberá colocarse una barrera impermeable constituida por geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE), DE 1.5 mm de espesor.

Con la colocación de esta ataguía podrán ejecutarse las obras correspondientes a la primea sección de la cortina incluyendo el dentellón de la cimentación, la estructura del vertedor, el tanque amortiguador con sus elementos disipadores de energía. Asimismo, se llevarán a cabo las

excavaciones, desplantes y construcción de los dentellones, zapatas, muros de concreto reforzado de los empotramientos laterales, así como la losa de fondo, muros y losa de operación del canal derivador de gasto ecológico.

Segunda etapa: Iniciará una vez concluidos los muros de empotramiento, los muros del canal derivador de gasto ecológico y la primera sección de la cortina. Se retirará el material de la primera ataguía, el cual se reutilizará para la conformación de esta segunda, e iniciará aproximadamente a 75 m aguas arriba del eje de la cortina, su primer tramo tendrá una longitud aproximada de 87 m y partirá del empotre ubicado en la margen derecha, siguiendo una trayectoria diagonal hacia el centro del cauce con una inclinación cercana a 60° respecto al eje de la cortina. Tendrá sección trapezoidal, talud 2H:1V en el lado mojado y 1.5H:1V en el lado seco, con elevación de corona a la cota 53.00 m. El material se colocará y compactará en capas mediante el tránsito del equipo de construcción. El talud en contacto con el flujo será protegido mediante una capa de enrocamiento con diámetro medio de 30 cm y espesor mínimo de 50 cm, de acuerdo con las especificaciones y detalles indicados en los planos del proyecto. El flujo del agua continuará por el canal derivador de gasto ecológico construido en la primera etapa.

Anexo 2. Planos de proyecto.

Indicar los tipos de obras o actividades del proyecto conforme a artículo 5 del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y a Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo 5° Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental:

A) HIDRÁULICAS

I. Presa derivadora, cuya capacidad total de almacenamiento es menor a 1 Mm^3, con inundación de vegetación riparia arbórea y ocupación de zona federal.

Costo de inversión del proyecto ($)	Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/0 restauración ($)	Total ($)
$105,000,000.00	$5,000,000.00	110,000,000.00

Duración estimada del proyecto (conforme al cronograma de trabajo.	
Etapa	**Duración en años, meses o semanas**
Preparación del sitio y construcción	1 mes para la preparación del sitio y 12 meses para la construcción
Operación y/o mantenimiento	50 años
Cierre y abandono de sitio	No se contempla, toda vez que con el mantenimiento o rehabilitación es una obra que puede ser funcional por muchos años.

Anexo 3. Programa de obra.

TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO			
Concepto		**Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)**	**Operación (cantidad y unidades)**
Consumo de energía eléctrica		16,800 a 28,800 kWh	149.200 kWh
Consumo de agua		1249.12 m^3	64.74 lPS
Emisiones de gases de efecto invernadero		5,216.50 tCO_2e | 100 % |	
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)		36,069,000 m^3 De material pétreo extraído en zonas de azolvamiento del río	No aplica
Generación de residuos	Peligrosos	60 litros cada mes aceites quemados 10 a 15 Kg de envases de aceites	
	Manejo especial	400 Kg de residuos de plástico, metal y vidrio 53 m^3 de escombros	
	Sólidos urbanos	13,132.80 Kg de residuos urbanos 116.68 m^3 de desmonte	
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georeferenciando en UTM, Datum WGS84.		Se contratará el servicio de letrinas portátiles con empresas autorizadas., la generación promedio será de 2.8 m^3 diario.	

Anexo 4. Cálculos de consumo.

SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO	
Concepto	**Superficie**
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del proyecto	126,413.732 m^2
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	4,042.732 m^2

SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO			
Concepto	**Superficie**		
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas	4,042.732 m^2 de obra civil 122,371.000 m^2 área de embalse		
Superficie total de vegetación	**Existente**	**Por afectar**	
	53,212 m^2	53, 212 m^2	En área de embalse
	2,260 m^2	2,260 m^2	En área de cortina
Superficie de vegetación forestal total	De acuerdo al levantamiento de vegetación, en el sitio de proyecto la cobertura de algunas áreas presenta vegetación arbórea inducida por actividades pecuarias. Donde se identificaron ejemplares relacionados con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.		
Superficie por cada tipo de vegetación			
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	43,948 m^2	Área de embalse	
	1,374 m^2	En área de cortina	
Infraestructura	5,851 m^2	Área de embalse	
Pastizales	30,627 m^2	Área de embalse	
Superficie de incidencia en cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	2,977 m^2 obra civil (permanente)		
Superficie de incidencia en zona federal (temporal y/o permanente)	7,915.535 m^2 obra civil (permanente)		
Superficie de incidencia en zona federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	No aplica		



Fig. 3. Condiciones actuales del área de embalse

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

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Art. 11 Fracc. II incisos a) y h) Art. 28 Fracc. I y X	El proyecto corresponde a una obra hidráulica, con afectación a superficie de zona federal.
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Art. 5 inciso A) Fracc. I inciso R) Art. 11 Fracc. I	El proyecto consiste en la construcción de una presa derivadora con capacidad menor a 1Mm^3, no se contempla afectación a ANP´s ni regiones prioritarias. Sin embargo, contempla inundación de franja de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. La construcción de la cortina contempla afectación de superficie de zona federal. Se elabora y gestiona el presente manifiesto de impacto ambiental en modalidad regional, por ser un proyecto de presa.
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG)	El sitio del proyecto se ubica en la región ecológica 18:18, en la unidad ambiental biofísica 118. Lomeríos de la Costa Golfo Norte. Refiere que el estado del medio ambiente 2008: Inestable a crítico. Conflicto sectorial muy alto. No presenta ANP´s, muy alta degradación de suelos y muy alta degradación de la vegetación. Política ambiental: Restauración y aprovechamiento sustentable. Prioridad de atención: muy alta.	El proyecto ejecutivo se diseñó con la finalidad de dotar de agua en cantidad y calidad a los habitantes de Naranjos, de acuerdo al 4to Constitucional, párrafo V El agua como servicio básico contribuye al desarrollo y supervivencia de todos los seres vivos, realizar la dotación del servicio con proyectos técnicos adecuadamente estructurados, y bajo supervisión de las autoridades competentes, asegura un mejor manejo del acuífero.

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.		
Nombre del instrumento jurídico	**Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)**
	Estrategias sectoriales con las que se vincula el proyecto: 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El desarrollo y la construcción de la obra, estarán a cargo principalmente del gobierno del Estado con apoyo del Municipio. Y a nivel federal se harán las gestiones necesarias para obtener permisos, licencias y visto bueno de las acciones que el proyecto contempla
Ordenamientos ecológicos decretados en el Estado	Actualmente el estado cuenta con 4 Ordenamientos ecológicos decretados que incluyen 67 municipios. En el norte del Estado se tiene el ordenamiento ecológico de la cuenca del Río Tuxpan, sin embargo, el municipio de Naranjos Amatlán no se encuentra incluido en este ordenamiento.	No aplica

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.		
Nombre del instrumento jurídico	**Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)**
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.	El proyecto recae en los límites de la UGA regional N° 18. Las acciones generales aplicables al proyecto son: **A004** Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas. **A005** Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma. **A017** Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas. **A018** Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010). **A050** Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de	Para la formación de ataguías se empleará material pétreo acumulado en la zona de construcción de la cortina, el uso y posterior retiro de este material representa acciones de mantenimiento del cauce. Así mismo, la cortina evitará que la comunidad realice bordos de represamiento que posteriormente son arrastrados por avenidas máximas río abajo, generando azolves. Con esta obra el sistema operador de la distribución de agua potable, garantizará que esta se realicé con la menor pérdida que los tandeos generan. Previo a la construcción y puesta en marcha de la presa, se harán recorridos en la zona para reubicación de especies, que por alguna razón no puedan hacerlo por ellas mismas. Con respecto a la vegetación, en el área de proyecto no se encontraron Spp listadas en la NOM, sin embargo, se hará la recuperación de plántulas presentes para posteriormente ser plantadas en sitios aledaños al área de embalse. Con la operación y funcionamiento de esta presa, se prevé que no solo sea beneficiada la población de Naranjos si no, comunidades conurbadas del Municipio de Chinampa de Gorostiza, pero esto se definirá en el proyecto de línea de conducción y redes de distribución que en n futuro se

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.		
Nombre del instrumento jurídico	**Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)**
	Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales. **A069** Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	presentará a las autoridades competentes. Se implementará un sistema de recolección y disposición de residuos sólidos generados.
Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Naranjos, Ver.	El proyecto se vincula en el eje rector 2. Desarrollo Social Solidario. D) Estrategia para reducir el rezago por carencia de servicios básicos de viviendas * Construcción, ampliación y equipamiento de sistemas de agua potable con recursos propios y con gestión ante CAEV. Referente al uso de suelo y vegetación refiere que el 76.2% de la superficie está conformada por pastizal, 4.2% pastizal cultivado con vegetación secundaria de selva alta perennifolia, 1.2% por vegetación secundaria de selva alta perennifolia con pastizal cultivado. Infraestructura de agua potable: El sistema de captación de agua es del río	La construcción de la presa se hace con la finalidad de garantizar el agua y reducir el porcentaje del rezago con la dotación de este servicio básico en cantidad y calidad. De acuerdo al inventario de flora realizado en el sitio de proyecto y la región ecológica, se reafirma el uso de suelo y vegetación reportado en la gaceta el 13 de agosto del 2021. La fuente de abastecimiento será la que actualmente tienen y han tenido, sin embargo, se harán los trámites correspondientes ante la CONAGUA para la ampliación del título de concesión, toda vez que el actual ya no es suficiente para dar servicio a la población demandante. Esta presa cumple con los lineamientos y estrategias del recurso agua propuestas desde la publicación del programa municipal en la gaceta

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.		
Nombre del instrumento jurídico	**Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)**
	Tancochin, su infraestructura consiste en un sistema de bombeo y potabilizadora que abastece a todo el municipio. Estableciendo un sistema de tandeo mediante un rol por colonia. En el apartado 3.2. Normas y criterios de desarrollo urbano, refiere que el programa tiene como estrategias principales la ejecución de obras de infraestructura de calidad, implementación de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal. De acuerdo al plano carta síntesis E-22 donde se grafican los usos de suelo y las reservas territoriales habitacionales, el sitio de proyecto queda fuera del universo de análisis. 4.2. Lineamientos estratégicos 4.2.7.1. Agua potable Como parte de la capacidad de almacenamiento de agua, e propone realizar una presa en el bordo inicial del río Tancochín para combatir con el rezago de la dotación del	oficial del Órgano de Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave número 322 de fecha 13 de agosto de 2021

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.		
Nombre del instrumento jurídico	**Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)**
	suministro de agua potable para la cabecera municipal. Esta acción ayudará a evitar de manera eficaz la temporada de estiajes en el municipio ya que se amplia	
Decreto del Área Natural Protegida (ANP) o Área Destinada Voluntariamente (ADVC)	- El proyecto no incide en superficie delimitada como área natural protegida de **competencia federal**, la más cercana se encuentra a aprox. 49 Km en línea recta, y corresponde al Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. - Con relación a las **ANP de competencia estatal**, el polígono más cercano se encuentra a aproximadamente 11 Km en línea recta, y se denomina Sierra de Otontepec.	
Regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad		
Terrestres	- El polígono de proyecto no incide en regiones terrestres prioritarias publicadas por la CONABIO, la más cercana se ubica a aproximadamente 19.26 Km en línea recta, y se corresponde a la RTP Launa de Tamiahua	
Marinas	- Con respecto al polígono de regiones marinas prioritarias, el sito de proyecto no incide en algún polígono delimitado para conservación marina, el más cercano se ubica a aproximadamente 19 Km en línea recta y corresponde al polígono de Lagunas Pueblo Viejo-Tamiahua	
Hidrológicas	- El predio no incide en polígono de región hidrológica prioritaria, la más cercana se encuentra a 48 Km en línea recta denominada Confluencia de las Huastecas.	
AICAS	Con respecto a las áreas de importancia para la conservación de las aves, el proyecto no incide en algún polígono delimitado para AICAS, el más cercano se encuentra a 68 Km en línea recta con dirección norte y se denomina humedales del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz.	

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

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)
RAMSAR	El polígono delimitado como sitio RAMSAR más cercano es la Laguna de Tamiahua	
Plan o programas de manejo de ANP o ADVC	No aplica	
Normas Oficiales Mexicanas		
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	La empresa constructora encargada de la obra deberá contratar la instalación de Servicios Sanitarios Portátiles (letrinas) para cubrir las necesidades fisiológicas de los trabajadores, dando un mantenimiento periódico y continuo a estas instalaciones para evitar daños a la salud y prevenir la contaminación de algún cuerpo de agua.
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.	Por el uso de maquinarias y vehículos automotores durante la ejecución de la obra. Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la maquinaria y el equipo a emplear. También se vigilarán los niveles de emisiones producidos por la maquinaria empleada, así como las plantas de energía que empleen gasolina y/o diésel como combustible durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.
NOM-045- SEMARNAT-2017	Referente al nivel máximo permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan diésel como combustible.	

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.		
Nombre del instrumento jurídico	**Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)**
		Se establecerá la verificación de emisiones para los vehículos a gasolina que se utilicen para la preparación, construcción o mantenimiento del proyecto.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Para obtener el nivel sonoro de una fuente fija se debe aplicar el procedimiento de actividades siguientes: Un reconocimiento inicial, una medición de campo, un procesamiento de datos de medición y, la elaboración de un informe de medición.	Se deberán aplicar medidas que mitiguen este efecto, tales como el mantenimiento adecuado al equipo; se restringirán los horarios de trabajo y los trabajadores deberán utilizar protección auditiva al dedicarse a actividades que emitan ruidos altos.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen al un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	Por la generación de residuos sólidos y líquidos. Se deberá extremar los cuidados a fin de evitar derrames o fugas de combustibles, grasas, aceites, disolventes y todo aquel material que se considere como de riesgo o peligroso para el ambiente, por lo que estos se deberán recolectar de conformidad con la normatividad ambiental vigente para ser dispuestos por

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.		
Nombre del instrumento jurídico	**Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)**
		prestadores deservicio autorizados para su confinamiento fuera de las áreas de trabajo, o bien su tratamiento o reciclaje según lo amerite el caso.
NOM-059-SEMARNAT-2010	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.	Por las condiciones del medio no se observó la presencia de organismos catalogados dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se capacitará al personal de la obra con el objeto que esta norma sea aplicada rigurosamente, durante el tiempo en que se realice el proyecto, indicando a los trabajadores que laboren en el proyecto que no se permitirá la captura, cacería o comercialización de especies de flora y fauna silvestre de la zona en donde se ubica el proyecto.
Derivado del Análisis de estos instrumentos de planeación, ordenamiento, jurídicos y normativos, se establece que no se encontró algún lineamiento o precepto en su contenido que tenga prohibiciones o restricciones a las obras o actividades del proyecto denominado Construcción de presa en el río Tancochín (reservorio)para el sistema de agua entubada de la localidad de Naranjos, Municipio de Naranjos Amatlán, Ver. No obstante, dentro de las medidas de mitigación que se planean implementar como parte del proyecto, se reducirán muchos de los impactos que podría provocar. Por último, se menciona que se dará cabal cumplimiento a todas las disposiciones aplicables con las obras y actividades del proyecto con el objeto de afectar lo menos posible a los componentes ambientales de la zona.		
Localidades (es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del proyecto y/o su zona de influencia		

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.		
Nombre del instrumento jurídico	**Disposiciones y restricciones aplicables al proyecto en materia de evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Congruencia o cumplimiento del proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el proyecto se ajustará al instrumento)**
Estado(s)	**Municipio(s)**	**Localidad(es)**
Veracruz	Naranjos Amatlán	Naranjos
De acuerdo con el Anexo B del listado de Zonas de Atención Prioritarias Urbanas del Decreto por el que se formula la Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria para el año 2026, Naranjos cuenta con los siguientes AGEB's urbanas: 0048, 0067, 0071, 0086, 0103, 0118, 0122, 0137, 0141, 0156, 0175, 0194, 0245, 025A, 0264, 0279, 0283, las cuáles serán beneficiadas con las construcción del reservorio en el Rio Tancochín, puesto que es la fuente de abastecimiento del sistema de agua existente de la cabecera municipal y la zona conurbada. Así mismo de la localidad Colonia las Flores, del Mpio. de chinampa de Gorostiza, se beneficiarán las AGEB´s urbanas 0071, 0086, 0122.		

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

Delimitación, descripción, caracterización y diagnóstico de la región o regiones ecológicas (Artículo 3 fracción XXXI de la LGEEPA) donde se pretende ubicar el Proyecto, considerando los ecosistemas que se circunscriben y los elementos del ambiente (bióticos, abióticos, económicos y sociales) que los conforman, identificando, describiendo y analizando las relaciones de interdependencia entre dichos elementos, así como las problemáticas ambientales existentes a las que se sumarán los efectos de los impactos ambientales que generarán las obras y actividades consideradas por el promovente para la realización del Proyecto.

Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas de acuerdo con las características y alances del proyecto.

Criterios para delimitación	Para establecer la delimitación del área de estudio o sistema ambiental, se toman en cuenta 3 aspectos importantes, estos son: • Área de estudio: Se refiere a la extensión dentro de la cual se realiza el estudio de impacto ambiental. • Área de proyecto: Se refiere a los límites de ubicación del proyecto • Área de influencia: Es aquella superficie que por las actividades del proyecto se puede ver afectada fuera de los límites de la obra. Esto se expresa como: **Área de estudio= Área de proyecto + Área de influencia** Área de proyecto= 126,413.732 m^2 Área de influencia= 200,458 m^2 Área de estudio= 326,871.732 m^2 El área de proyecto corresponde a la superficie donde se construirá la cortina más el área de embalse, mientras que el área de influencia corresponde a la superficie donde las obras y el proyecto ejercen directamente sus efectos y donde pueden ocurrir impactos de poza magnitud se trazó considerando 20 m a la redonda por la posible dispersión de partículas.

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

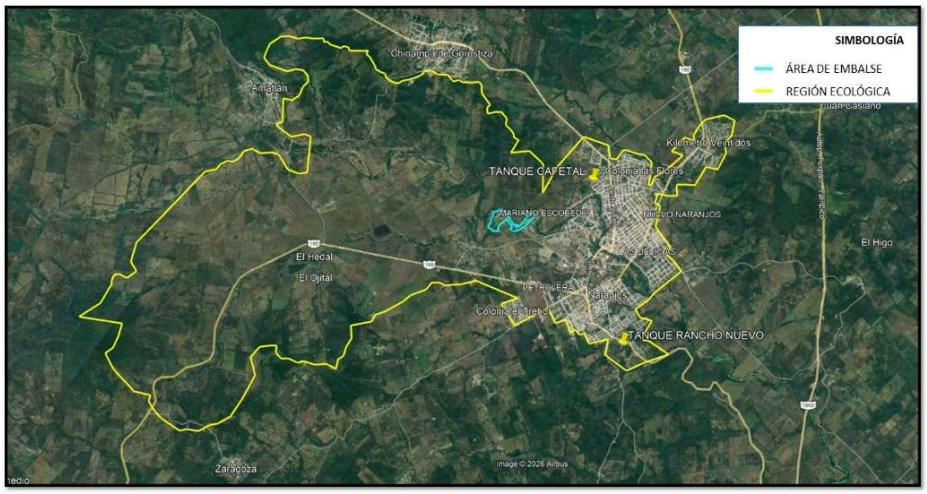
Superficie de la región ecológica

Debido a que la superficie del proyecto no recae en algún Plan de Ordenamiento Ecológico, no es posible apoyarnos en el polígono de alguna unidad de gestión ambiental delimitada por estos ordenamientos.

Considerando que el proyecto corresponde al sector hidráulico, cuyo objetivo principal es reforzar el sistema de abastecimiento de agua potable para cubrir demandas actuales y futuras, considerando construir una presa, para delimitar la región ecológica se tomó como base la cuenca de aportación del cuerpo de agua donde se pretenden llevar a cabo los trabajos, cuya superficie es de 11,199 Ha.

Con el apoyo de las cartas topográficas F14D34 y F14D35 escala 1:50,000, carta de uso de suelo y vegetación escala 1:250,000 serie VII, la hidrología de la cuenca y como factor social la localidad a beneficiar, se realizó geoposición de todos los elementos, y con el apoyo de la geomorfología se trazó un polígono donde se incluyera la nanocuenca de la corriente, polígonos de uso de suelo y vegetación y la localidad de Naranjos, obteniendo el polígono de la región ecológica.

Esta poligonal denominada región ecológica tiene una superficie de 46,668,395 m^2, integra no solo las variables de hidrología superficial de las cuales depende la operación del proyecto, sino que, también integra otros criterios de importancia ambiental y factor social, así pues, se estima que la superficie comprende una región relativamente homogénea, dentro de la cual es factible identificar las principales interacciones de las actividades programadas en el proyecto, con los componentes ambientales donde estará inserto.



Anexo 5: Cartografía georreferenciada en UTM Datum WGS84 de la Región Ecológica delimitada, formato PDF y archivos en formato KML/KMZ

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

Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región o Regiones Ecológicas

De acuerdo a la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VII (conjunto nacional 2021), en el polígono de la región ecológica prevalece el pastizal cultivado, el área de proyecto recae en este uso de suelo en su totalidad, hacia el norte colindando con la cabecera municipal de Chinampa de Gorostiza se encuentran manchones de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, mientras que para el sur se encuentran relictos de vegetación secundaria arbórea de selva alta subperennifolia. Los centros de población están catalogados como asentamientos humanos.

Reforzando la cartografía de USyV en el Plan Municipal de desarrollo refiere que el Municipio se destaca por su orientación del uso del suelo hacia el desarrollo de actividades primarias. El 72% de su superficie está conformada por pastizal principalmente cultivado, 4.2% por pastizal cultivado con vegetación secundaria de selva alta perennifolia y 1.2% de vegetación secundaria de selva alta perennifolia con pastizal cultivado.

Especies potenciales	
componente	**Listados de especies potenciales**
Flora	Anexo 6: Reporte de vegetación
Fauna	Anexo 7: Reporte de fauna

Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP)								
Componente	**Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)**	**Métodos (Transecto, lineal, área puntual)**	**Números de sitios de muestreo**	**Horario de muestreo (diurno nocturno)**	**Estacionalidad (lluvia, secas, primavera, verano, otoño, invierno)**	**Fecha de realización y esfuerzo del muestreo**	**Comunidad perenne o estacional**	**Comunidad acuática o terrestre**
Muestreo de flora en 3 polígonos delimitados como Región ecológica, área de influencia y sitio de proyecto. En cada polígono se realizaron 5 muestreos de la siguiente manera.								
Estrato arbóreo	Rectángulos de 20*50 m	Dentro el polígono, se registraron datos de los individuos de especies leñosas con diámetro a la altura del pecho (D.A.P.) mayor o igual a 10 cm.	5	Diurno	Temporada de lluvias en primavera	Del 06 al 09 de abril del 2026	Planta leñosa perenne con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo con varios tallos, que tengan una copa más o menos definida;	Terrestre

Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP)								
Componente	**Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)**	**Métodos (Transecto, lineal, área puntual)**	**Números de sitios de muestreo**	**Horario de muestreo (diurno nocturno)**	**Estacionalidad (lluvia, secas, primavera, verano, otoño, invierno)**	**Fecha de realización y esfuerzo del muestreo**	**Comunidad perenne o estacional**	**Comunidad acuática o terrestre**
Estrato arbustivo	Rectángulos de 4*4 m	Dentro el polígono, se registraron datos de los individuos de especies leñosas con diámetro a la altura del pecho (D.A.P.) menor a 10 cm y diámetro basal superior o igual a 1 cm.					Planta leñosa perenne con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 metros, pero no alcanza los 5 metros a su madurez y sin un solo vástago principal, ni una copa definida.	
Estrato herbáceo	Rectángulos de 1*1 m^2	Dentro el polígono, se registraron: a) la cantidad de individuos por especie, b) la altura máxima					Constituido por plantas que no desarrollan leño.	

Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP)								
Componente	**Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)**	**Métodos (Transecto, lineal, área puntual)**	**Números de sitios de muestreo**	**Horario de muestreo (diurno nocturno)**	**Estacionalidad (lluvia, secas, primavera, verano, otoño, invierno)**	**Fecha de realización y esfuerzo del muestreo**	**Comunidad perenne o estacional**	**Comunidad acuática o terrestre**
		de cada especie y c) la cobertura proporcional estimada en porcentaje de área ocupada al interior del cuadrante.						
Plantas vasculares	Simple	Lineal	Margen derecha e izquierda de río Tancochín.				Estacional	Acuática
Muestreo de fauna								
Ictiofauna	Sistemático	Arte de pesca con atarraya	5	Diurno	Temporada de lluvias en primavera	Del 06 al 09 de abril del 2026	Estacional	Acuática
Avifauna	Por puntos	Indirecto con ayuda de binoculares	Radio de 30 m a intervalos de 5 min					Aérea

Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP)								
Componente	**Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)**	**Métodos (Transecto, lineal, área puntual)**	**Números de sitios de muestreo**	**Horario de muestreo (diurno nocturno)**	**Estacionalidad (lluvia, secas, primavera, verano, otoño, invierno)**	**Fecha de realización y esfuerzo del muestreo**	**Comunidad perenne o estacional**	**Comunidad acuática o terrestre**
Mastofauna	Transectos dentro de los polígonos establecidos para vegetación	Indirectos mediante identificación de rastros y directos con fototrampeo	15	Diurno y nocturno				Terrestre
Herpetofauna	Transectos de prospección visual	Indirectos mediante identificación de rastros y directos con apoyo de redes, guantes, bolsas de anta, ganchos y pinzas herpetológicas.	15	Diurno y nocturno				
Especies identificadas en campo endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010								
Componente						**Presencia**		

Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP)								
Componente	**Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)**	**Métodos (Transecto, lineal, área puntual)**	**Números de sitios de muestreo**	**Horario de muestreo (diurno nocturno)**	**Estacionalidad (lluvia, secas, primavera, verano, otoño, invierno)**	**Fecha de realización y esfuerzo del muestreo**	**Comunidad perenne o estacional**	**Comunidad acuática o terrestre**
	Nombre científico	**Nombre común**	**Categoría de riesgo**	**Endémica (sí/no)**	**Número de individuos**	**AP**	**AI**	**RE**
Anexo 6: Reporte de vegetación Anexo 7: Reporte de fauna								
Anexar el análisis estadístico que demuestre la representatividad de los muestreos realizados, incluyendo los métodos utilizados y memorias de cálculo.Anexar mapas georreferenciados en UTM, Datum WGS84, en formato PDF y archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV, de la ubicación de las especies identificadas en campo que se encuentren en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado actualizado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, incluyendo los resultados de los muestreos y mapas de distribución existentes (Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), entre otras). -Anexar Listado completo de especies identificadas en campo; así como la información de soporte de los resultados de los muestreos de flora y fauna, mapas de ubicación georreferenciada en UTM, Datum WGS84, de sitios de muestreo e imágenes de referencia. -Anexar listado completo de individuos por especie que se pretenden afectar, que contenga nombre científico, nombre común, categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, si corresponde a especie endémica, número de individuos por afectar, tipo de afectación, tipo de vegetación (forestal o no forestal) y coordenadas de ubicación georreferenciada en UTM, Datum WGS84, considerar en su caso, aquellas especies de importancia médica, económica y/o ecológica, estén o no en algún estatus de protección.								

Índices de diversidad biológica						
Componente	Nombre de índice (Shannon-wiener, Simpson, de valor de importancia, entre otros)	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
			AP	AI	RE	
Flora	Anexo 6: Reporte de vegetación					
Fauna	Anexo 7: Reporte de fauna					

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

- **MEDIO ABIÓTICO**

a) CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

En el área de estudio existe la estación climatológica No. 30340, ubicada a 2.86 km del área de estudio en las coordenadas 21°21'13.94" latitud norte y 97°40'54.03" longitud oeste con una altura de 60 msnm.

El tipo de clima en el área de estudio de acuerdo a la clasificación climática de Köppen corresponde al tipo **Cálido Subhúmedo Aw1** con temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de luvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

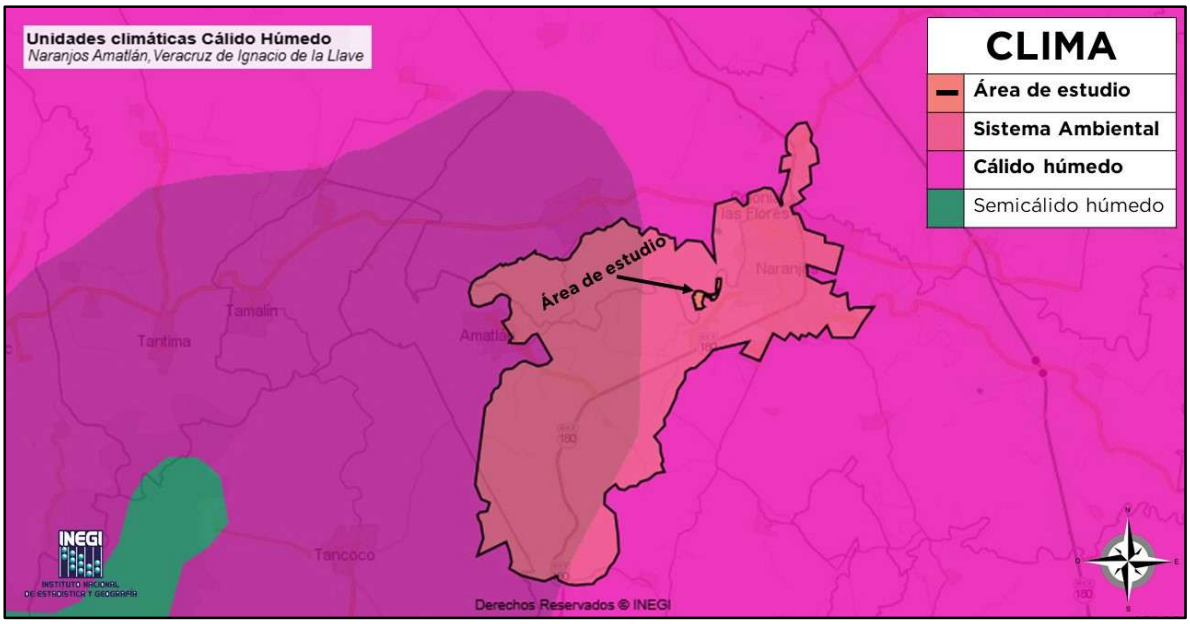
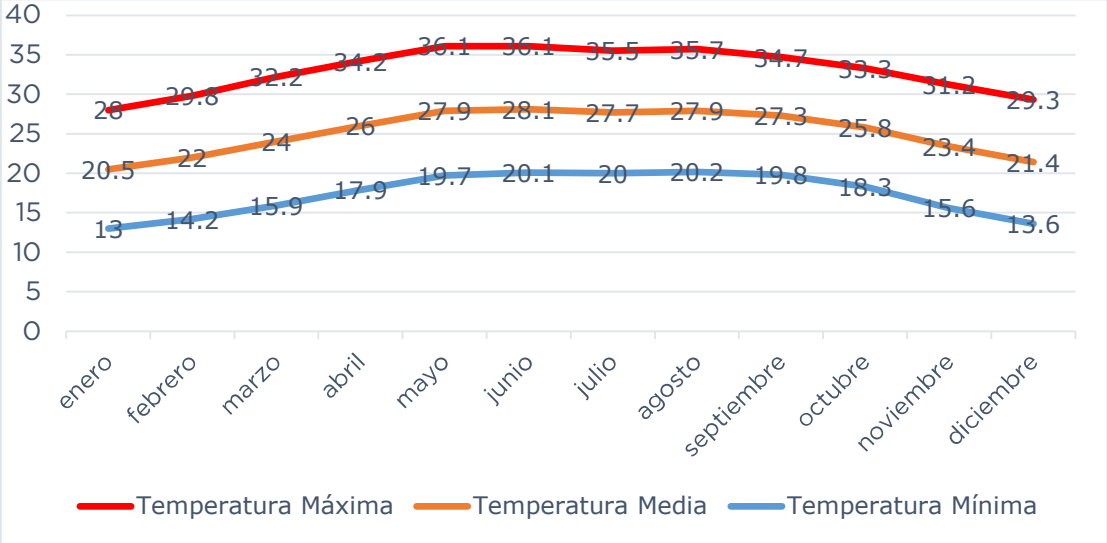


Fig. 4. Clima en el área de estudio, Fuente: INEGI

- **Temperatura promedio mensual, anual y extrema**

Temperatura	Meses												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Máxima	28	29.8	32.2	34.2	36.1	36.1	35.5	35.7	34.7	33.3	31.2	29.3	**32.9**
Media	20.5	22	24	26	27.9	28.1	27.7	27.9	27.3	25.8	23.4	21.4	**25.2**
Mínima	13	14.2	15.9	17.9	19.7	20.1	20	20.2	19.8	18.3	15.6	13.6	**17.4**

Temperaturas en el área de estudio. Fuente CONAGUA.



Temperaturas en el área de estudio. Fuente CONAGUA.

En la gráfica anterior se observa que en los meses de mayo y agosto se presentan los valores máximos promedio de temperatura que oscilan entre los 36.1°C y los 35.5°C. Las temperaturas mínimas se presentaron en el mes de enero con valor de 13°C. La temperatura media promedio oscila alrededor de los 25.2°C.

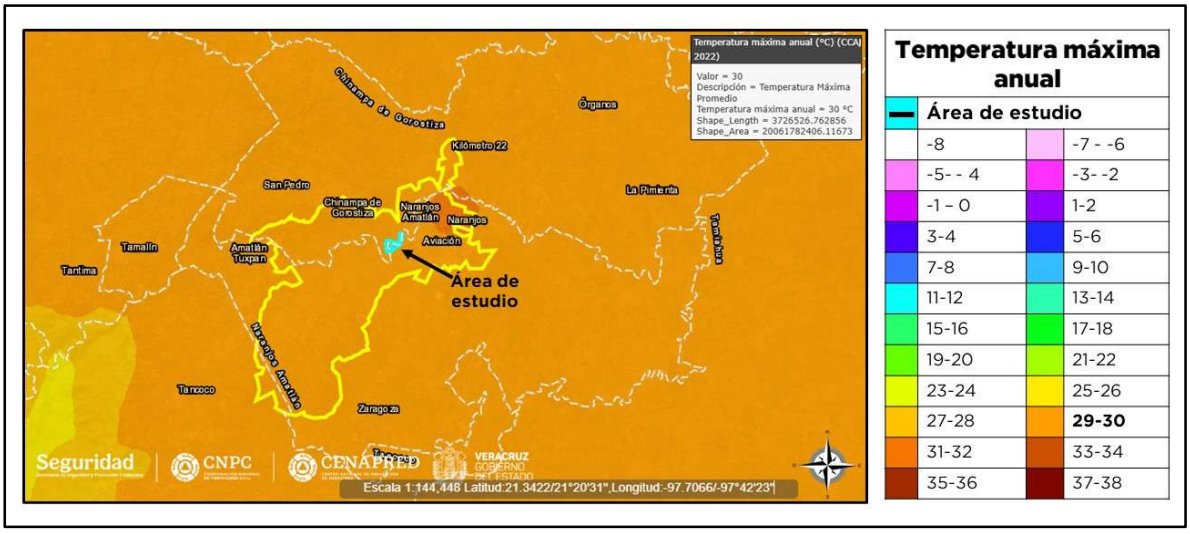


Fig. 5. Temperatura máxima en el área de estudio. Fuente CENAFRED

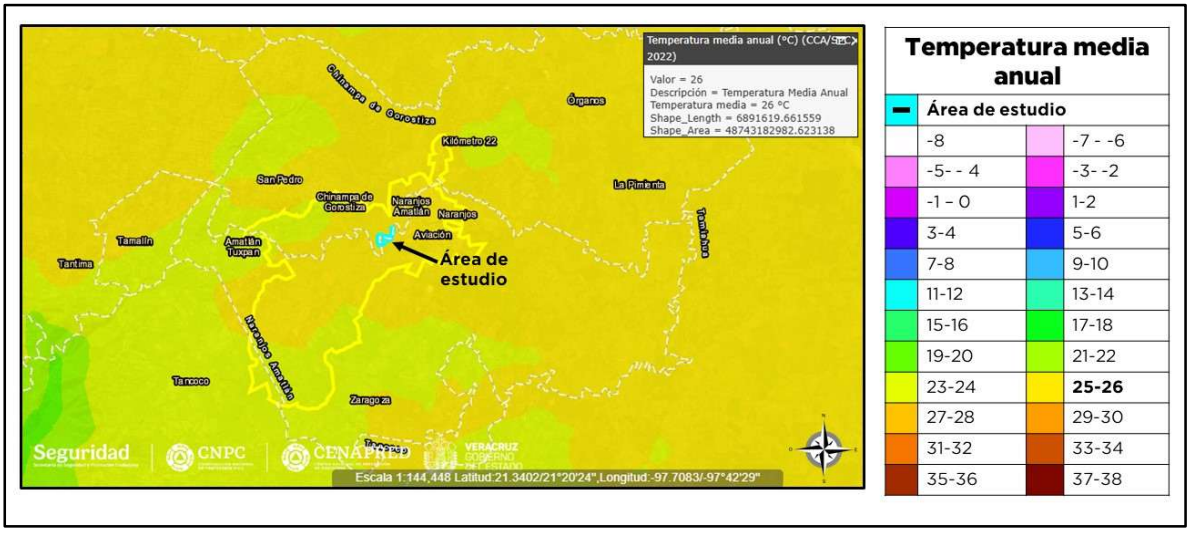


Fig. 6. Temperatura media en el área de estudio. Fuente CENAFRED

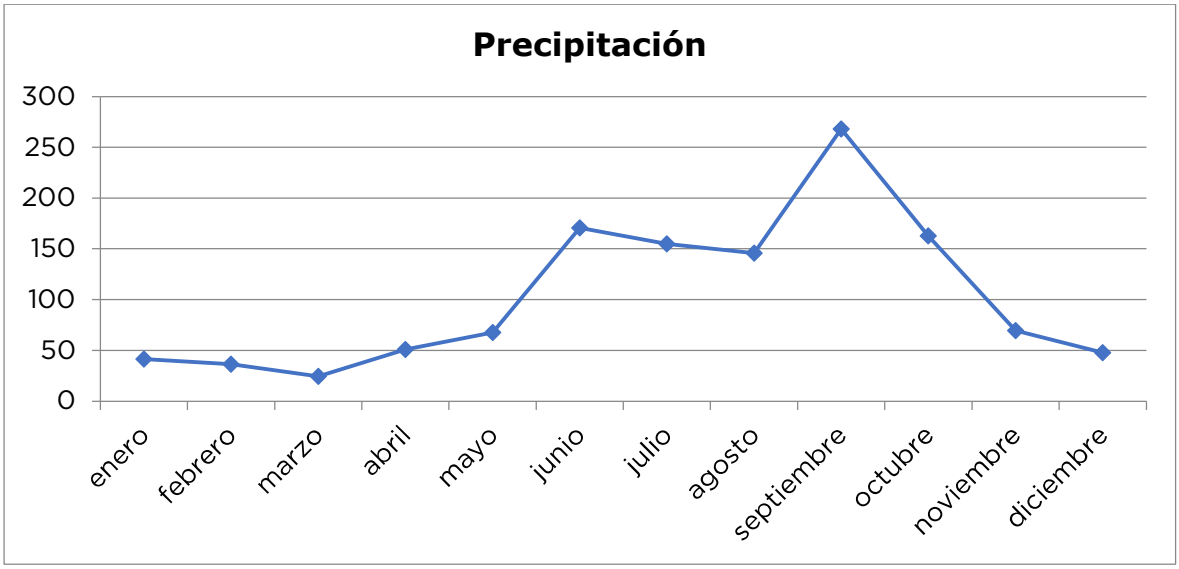


Fig. 7. Temperatura mínima en el área de estudio. Fuente CENAFRED

- **Precipitación pluvial**

Precipitación (mm)												
Ene	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
41.3	36.2	24.5	50.8	67.5	170.7	154.9	145.6	267.9	162.6	69.3	47.6	**1,239.2**

Precipitación en el área de estudio. Fuente CONAGUA.



Precipitación en el área de estudio. Fuente CONAGUA.

Los valores referentes a la cantidad de precipitación reflejan que el período de lluvias intensas entre los meses de junio a octubre correspondiendo con la temporada de huracanes para la región del golfo de México.

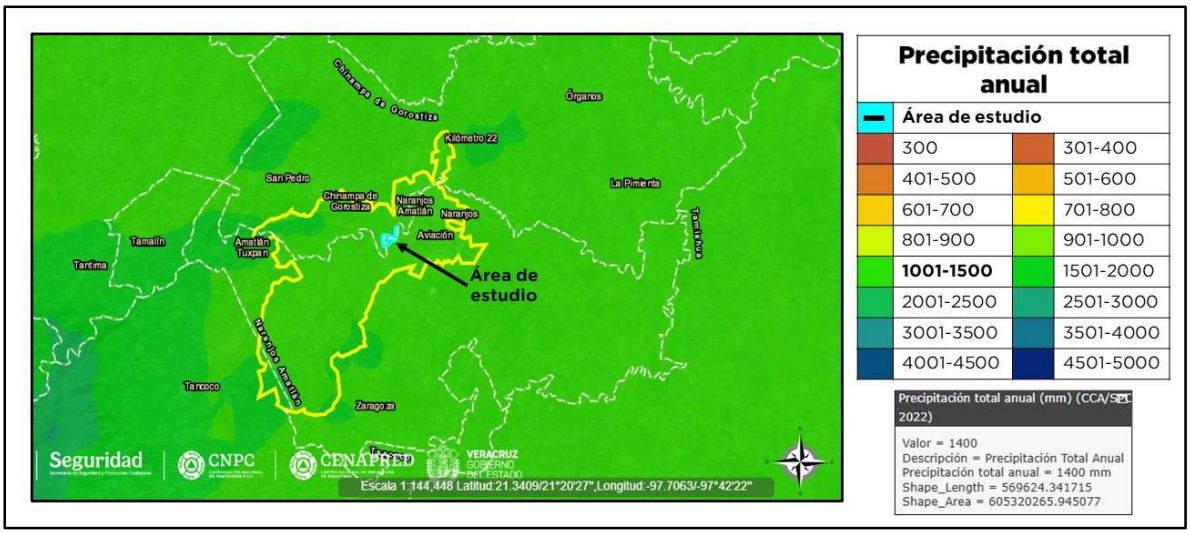


Fig. 8. Precipitación anual en el área de estudio. Fuente CENAPRED.

Vientos dominantes (dirección y velocidad)

La Rosa de los Vientos para el área de estudio muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada.

Dirección (Horas al año)	Velocidad						
	<2 km	2-5 km	5-10 km	10-20 km	20-30 km	30-40 km	40-50 km
N	17.0	64.0	120.5	127.0	23.5	0.8	0.0
NNE	18.9	61.0	128.9	111.9	13.2	0.4	0.0
NE	14.6	61.2	148.9	97.6	1.9	0.0	0.0
ENE	18.2	77.9	224.7	156.1	0.3	0.1	0.1
E	14.7	99.7	337.9	436.7	2.2	0.1	0.0
ESE	17.2	139.9	665.5	669.7	5.0	0.0	0.0
SE	15.8	148.6	638.2	187.5	0.3	0.0	0.0
SSE	26.7	144.5	245.4	12.8	0.0	0.0	0.0
S	28.3	130.3	96.2	1.6	0.0	0.0	0.0
SSW	37.6	130.9	71.3	0.3	0.0	0.0	0.0
SW	26.7	123.7	55.0	0.5	0.0	0.0	0.0
WSW	37.2	152.0	80.2	0.7	0.1	0.0	0.0
W	23.5	179.9	187.1	12.4	0.2	0.1	0.0
WNW	34.8	198.1	419.3	174.9	10.5	0.1	0.0
NW	22.3	144.2	285.3	192.1	8.6	0.1	0.0
NNW	24.2	99.6	174.9	162.4	14.0	0.2	0.0

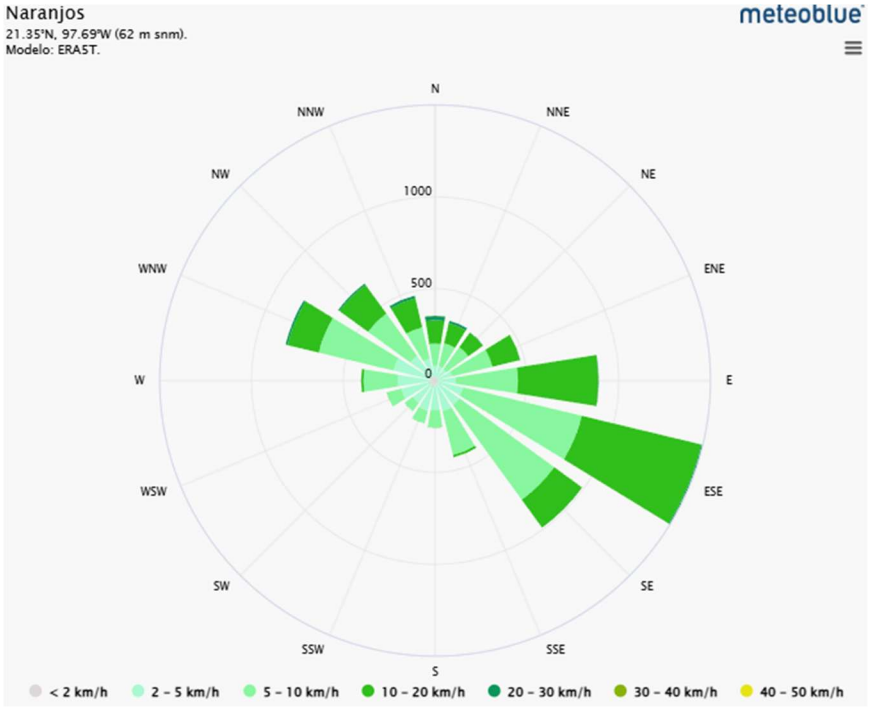


Fig. 9. Rosa de Viento en el área de estudio. Fuente CONAGUA.

- **Fenómenos climatológicos (heladas, granizo, niebla, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos).**

Ciclones Tropicales

Los ciclones tropicales son uno de los fenómenos más poderosos y destructivos en la naturaleza. Aún aquellas áreas que se encuentran bien apartadas de la costa pueden estar amenazadas por vientos destructivos, tornados e inundaciones de estas tormentas. Entre 1970-2010, el promedio de ciclones tropicales por año fue el siguiente:

- Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México: 11 tormentas tropicales, 6 de las cuales se convirtieron en huracanes.
- Océano Pacífico Este: 15 tormentas tropicales, 8 de las cuales se convirtieron en huracanes.
- Océano Pacífico Central: 4 tormentas tropicales, 2 de las cuales se convirtieron en huracanes.

Mientras que los huracanes son la mayor amenaza a la vida y la propiedad, las tormentas tropicales y depresiones también pueden ser devastadoras. Las inundaciones por lluvias torrenciales y el tiempo severo, como los tornados, pueden causar daños extensos y pérdida de vidas humanas.

Las temporadas de huracanes para cada cuenca y sus temporadas picos son las siguientes (NOAA, 2013):

- Atlántico y Caribe: 1 de junio hasta 30 noviembre con la temporada pico entre mediados de agosto hasta finales de octubre.
- Pacífico Central (Hawái): 1 de junio hasta 30 noviembre con la temporada pico desde julio hasta septiembre.
- Pacífico Este: 15 mayo hasta 30 noviembre.
- Pacífico Noroeste: Los ciclones tropicales pueden formarse durante todo el año.

El Estado de Veracruz es un punto sensible de afectación por estos fenómenos, de acuerdo con el Atlas Nacional De Riesgos, la zona donde se localiza el área de estudio se localiza en riesgo **BAJO** por ciclones tropicales a nivel municipal. Lo más cercano fue una tormenta tropical.

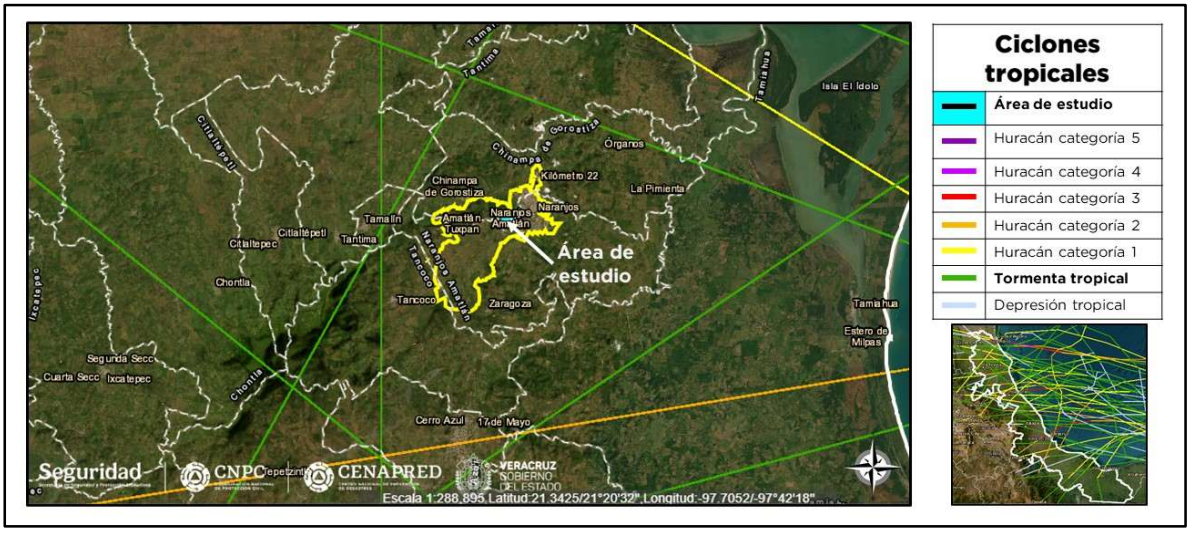


Fig. 10. Ciclones tropicales en el área de estudio. Fuente CENAPRED.

En los últimos años, estos fenómenos han sido cada vez más recurrentes y particularmente severos. El aumento en la frecuencia de huracanes de categoría mayor es debido al incremento de las temperaturas del agua. De hecho, su influencia y las inundaciones asociadas a ellos comienzan a ser un problema preocupante en el estado. Claro ejemplo de ellos es los desastres ocasionados por la llegada del huracán Debby (1988), Diana (1990), los remanentes del huracán Roxanne en octubre de 1995; la combinación del frente frío No. 5 y la depresión tropical No. 11 en octubre de 1999; el impacto de las tormentas tropicales Bret, Gert (1993), José y el huracán Stan en 2005; los huracanes Dean y Lorenzo en 2007; la tormenta tropical Marco en 2008; y desde luego, las recientes inundaciones históricas de 2010, especialmente ocasionadas por el huracán Karl y los remanentes de la tormenta tropical Matthew, así como
Nate en el 2011 y Franklin en 2017, por mencionar algunos.

Adicionalmente, el cambio en los patrones de circulación atmosférica regional y posiblemente el cambio climático, hacen que cada vez sean más frecuentes los llamados sistemas convectivos de mesoescala que generan lluvias intensas, tormentas eléctricas, granizadas y, en ocasiones, tomados en áreas relativamente pequeñas.

Tormenta tropical y depresión tropical

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el área de estudio, así como el sistema ambiental se localiza en la zona de peligro **alto**.

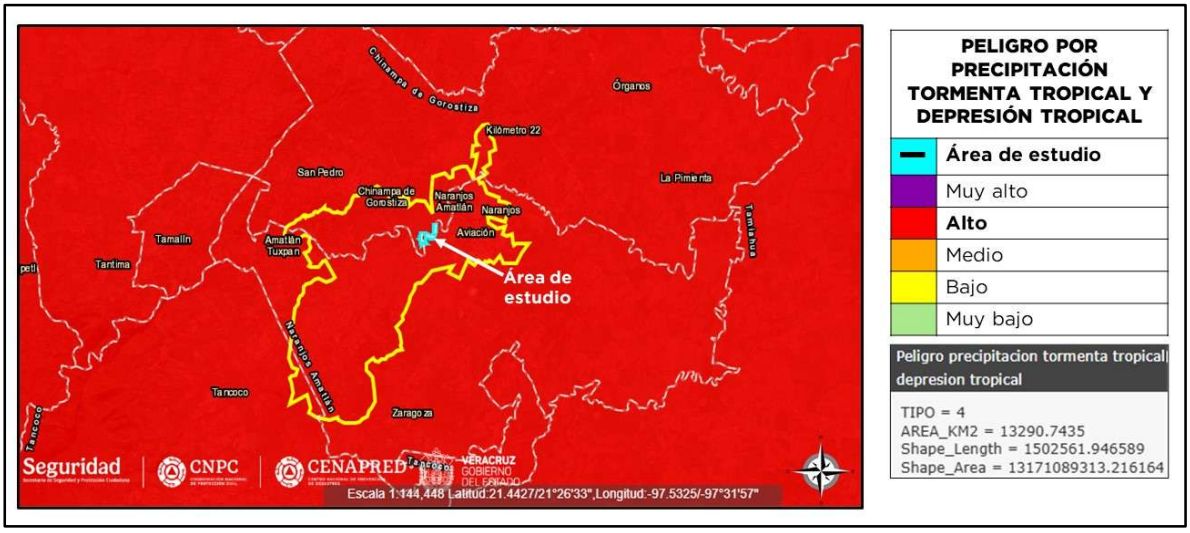


Fig. 11. Peligro por tormenta tropical y depresión tropical en el área de estudio. Fuente CENAPRED.

Inundaciones

Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran secas. Normalmente es consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que puede drenar el propio cauce del río, aunque no siempre es este el motivo. Las inundaciones se producen por diversas causas (o la combinación de éstas), pueden ser causas naturales como las lluvias, oleaje o deshielo o no naturales como la rotura de presas, por ejemplo.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, el área de estudio, así como el sistema ambiental se encuentra en un área categorizada con índice pocas zonas susceptibles a inundación.

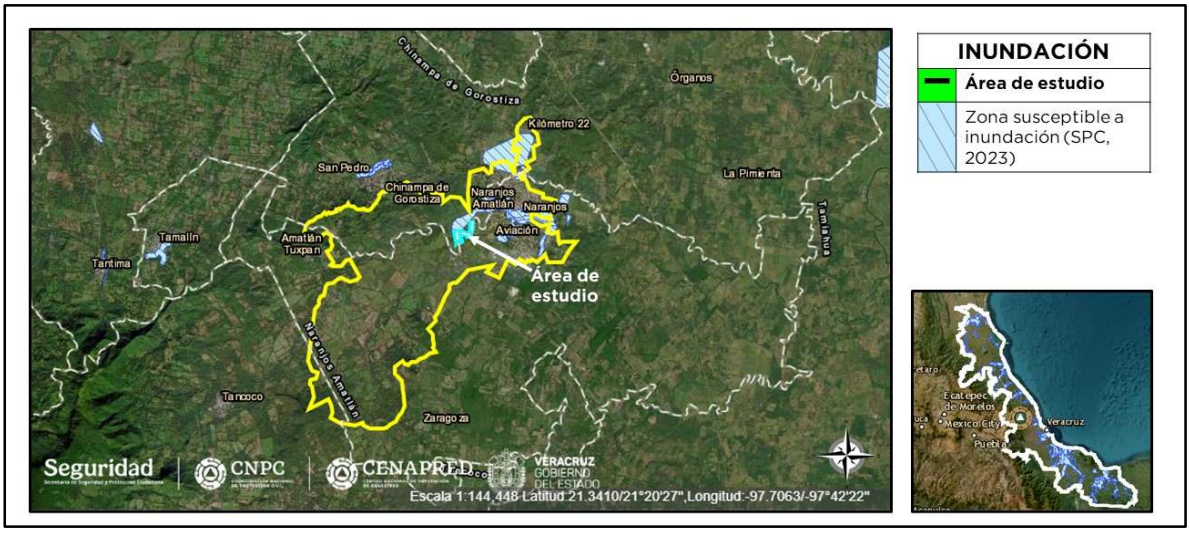


Fig. 12. Zonas susceptibles a inundación en el área de estudio. Fuente CENAPRED.

Sequía

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el área de estudio, así como el sistema ambiental se localiza en las zonas de sequía correspondientes a **muy fuerte**.

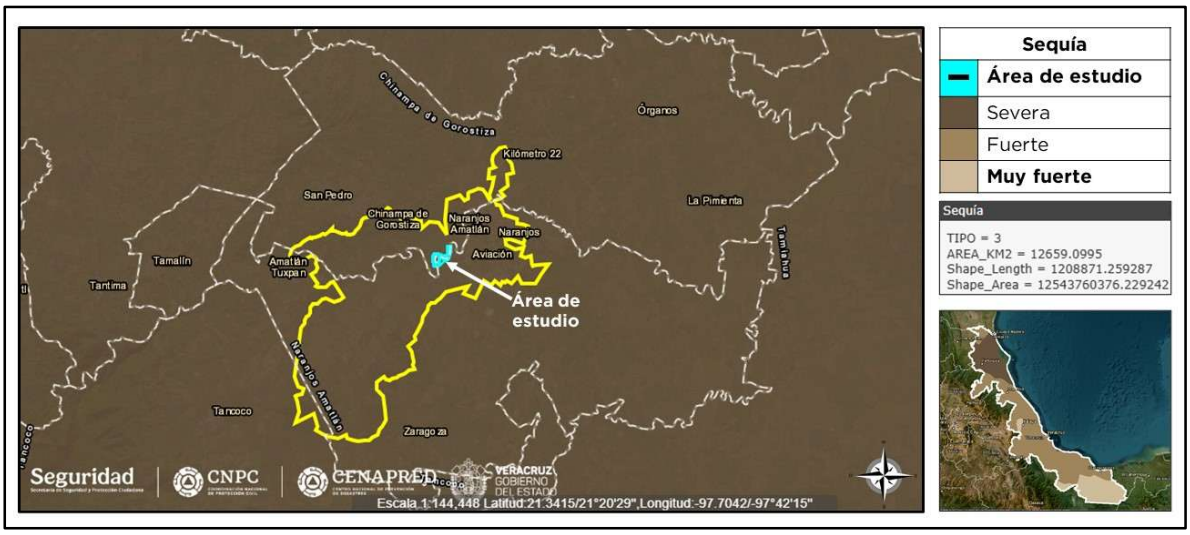


Fig. 13. Sequía en el área de estudio. Fuente CENAPRED.

Tormentas eléctricas.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, en el área de estudio, así como el sistema ambiental los días con tormentas eléctricas corresponden de 10 a 20 días.

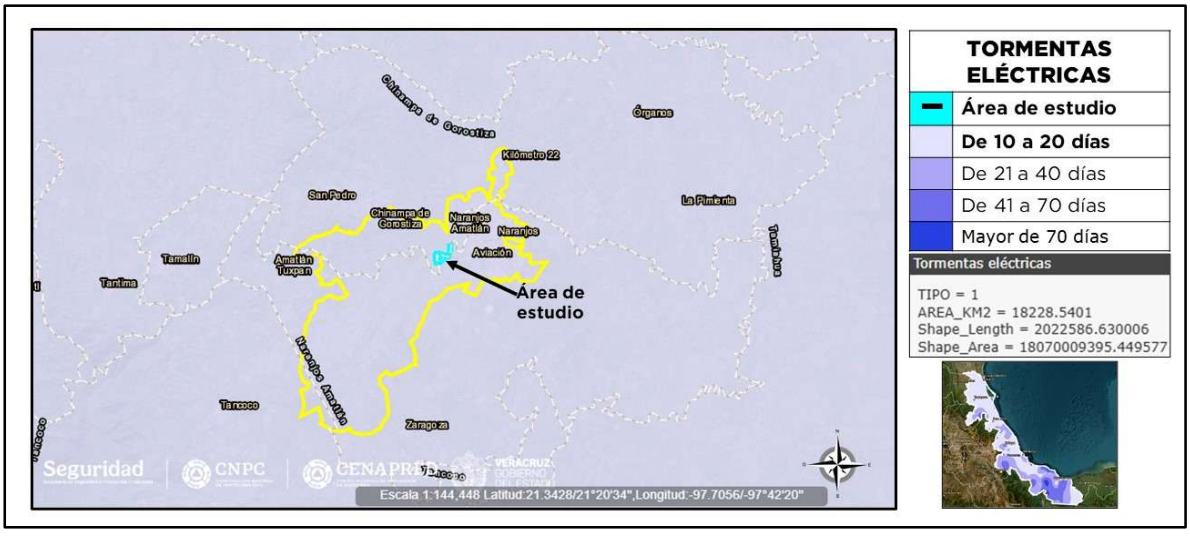


Fig. 14. Tormentas eléctricas en el área de estudio. Fuente CENAPRED.

Heladas en el área de estudio.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, en el área de estudio los días con heladas corresponden días sin heladas y de acuerdo al sistema ambiental una zona corresponde de 1 a 30 días con heladas.

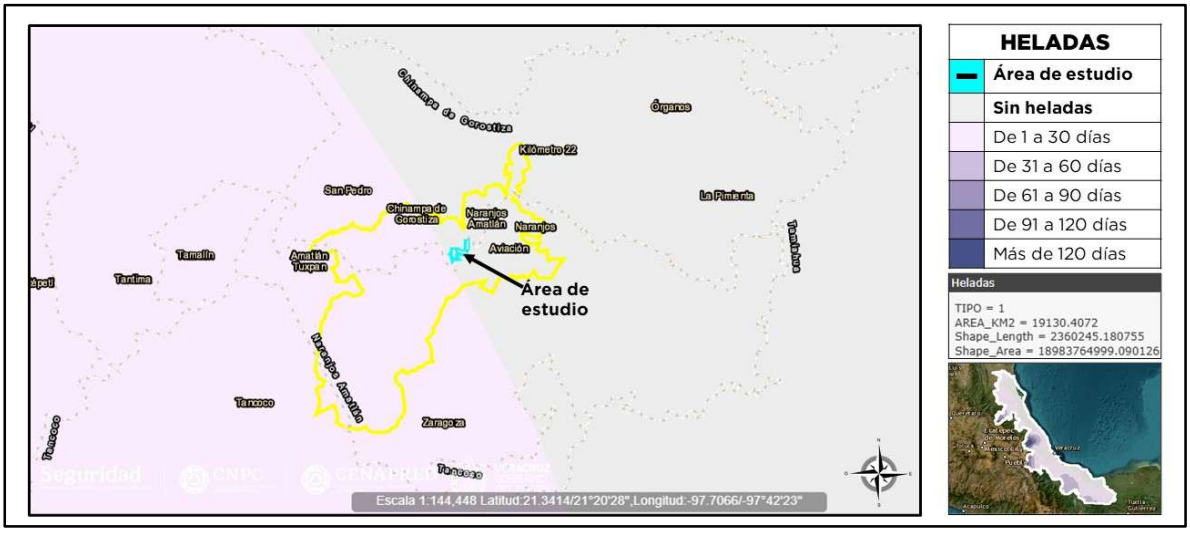


Fig. 15. Heladas en el área de estudio. Fuente CENAPRED.

Granizo en el área de estudio.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, en el área de estudio, así como en el sistema ambiental los días con granizo corresponden de 0 a 1 día.

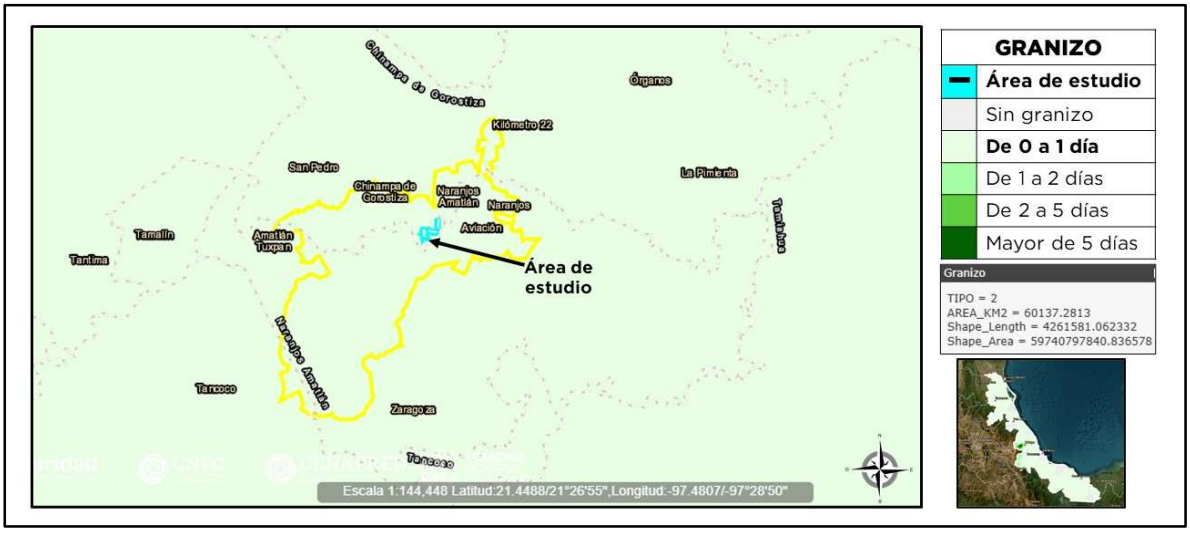


Fig. 16. Granizo en el área de estudio. Fuente CENAPRED.

Niebla en el área de estudio.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, en el área de estudio, así como en el sistema ambiental los días con niebla corresponden de 10 a 60 días.

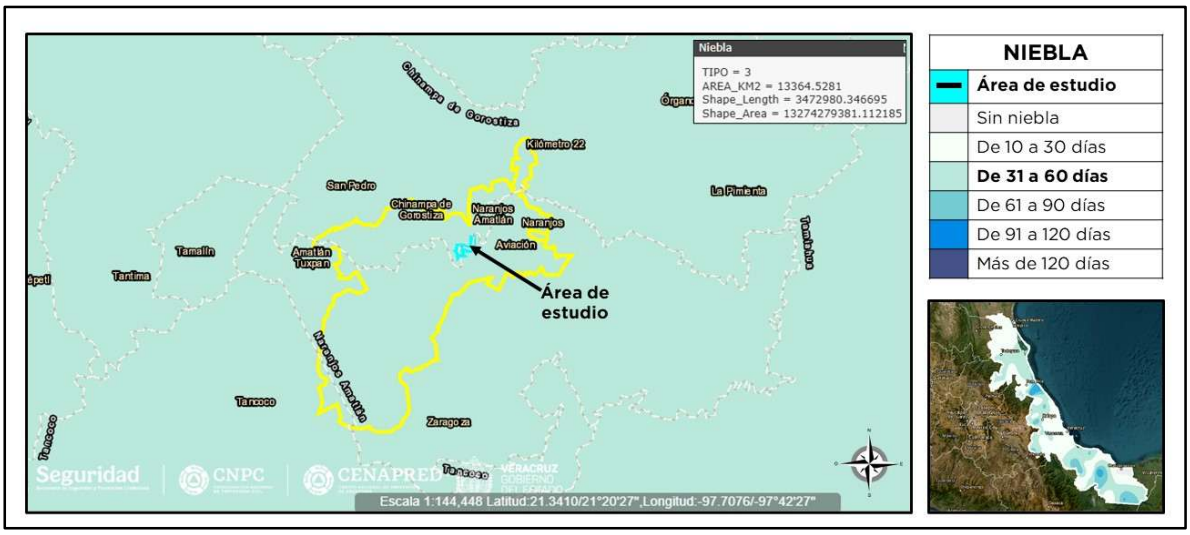


Fig. 17. Niebla en el área de estudio. Fuente CENAPRED.

b) GEOMORFOLOGÍA

De acuerdo con el Atlas Geohidrológico del Estado de Veracruz (SARH, 1982) y con las cartas geológico-mineras (E15-C14 y E15-1-4) del Servicio Geológico Mexicano escala 1:250,000, en el área de estudio afloran la unidad geológica correspondiente a lo siguiente:

Qhoal Aluvión: Es material detrítico transportado y depositado por una corriente de agua. Puede estar compuesto por arena, grava, arcilla o limo. Se acumula en abanicos aluviales, cauces de corrientes fluviales, llanuras de inundación y deltas. Algunos autores también incluyen bajo este término los materiales que se sedimentan en lagos o estuarios. A menos que se especifique otra cosa, el término aluvión se refiere a material no consolidado.

Características principales:

- Composición: Esta formada por una mezcla heterogénea de sedimentos como arcilla, arena, grava.
- Origen: Se origina por la erosión de rocas preexistentes en zonas altas. El agua de ríos, arroyos o inundaciones, arrastra estos detritos y los deposita cuando la velocidad de la corriente disminuye.
- Ubicación: Se encuentra principalmente en los cauces de los ríos, llanuras de inundación, deltas y abanicos aluviales.

- Distribución en el estado de Veracruz: Se localiza principalmente en la Llanura Costera del Golfo, formando amplias fajas que bordean los cauces de ríos importantes como el Panuco, Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Nautla, Actopan, Antigua, Jamapa, Papaloapan y Coatzacoalcos.

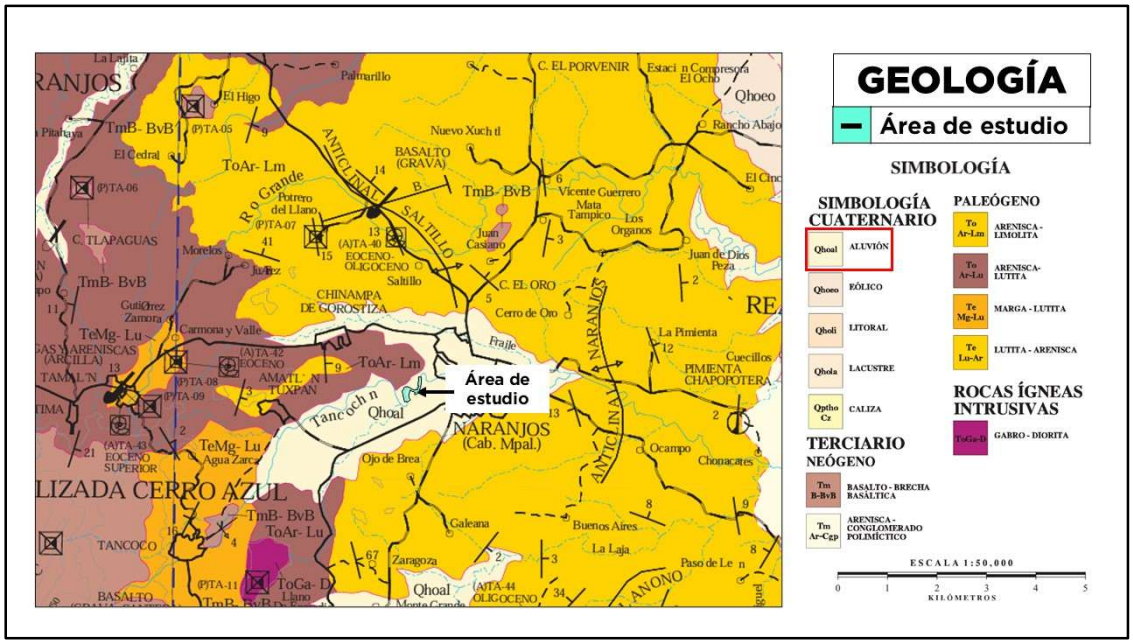


Fig. 18. Geología en el área de estudio. Fuente SGM

- **Características litológicas del área.**

El área de estudio, se encuentra en la unidad litológica correspondiente a Aluvial (Qhoal), rocas sedimentarias, de la era cenozoico, correspondiente al periodo Cuaternario, con un tipo de unidad de depósito reciente.

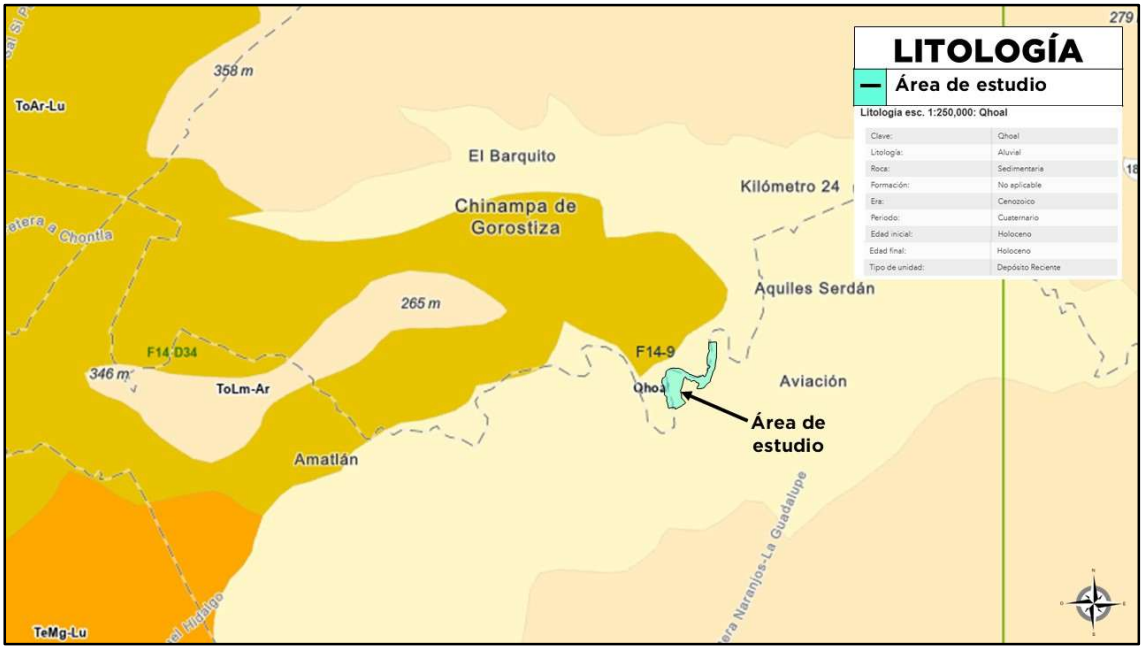


Fig. 19. Litología esc. 1:250,000 en el área del proyecto. Fuente: Servicio Geológico Mexicano SGM

- **EXPLORACIÓN DE GEOTECNIA EN CAMPO**

Para recabar información acerca de las características de los materiales tanto superficiales como en el subsuelo, se realizó una exploración de campo mediante recorridos al tramo, las observaciones directas de los depósitos aluviales superficiales, así como una campaña de exploración de tipo superficial (mediante pozos a cielo abierto) y exploración profunda (Sondeos con equipo rotatorio). Se realizó excavación y muestreo de 7 pozos a cielo abierto ubicados en la margen del río y en el cauce, a una profundidad de 2.0 y 2.5 m.

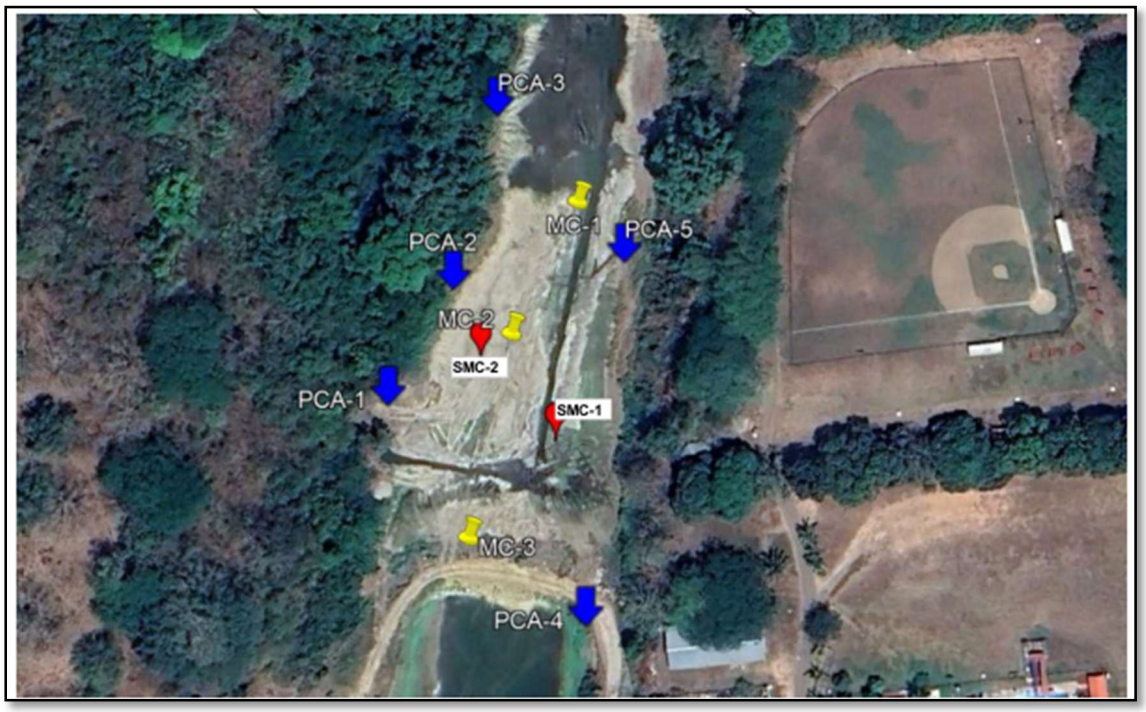


Fig. 20. Sitios muestreados: PCA: pozo a cielo abierto; SMC: Sondeo mixto continuo y MC: Muestreo en el centro del río

Del contexto geológico de la zona y con base a la exploración de campo, se informa que en el sitio de proyecto se tienen suelos principalmente sedimentarios, sin embargo, los depósitos en la superficie corresponden a materiales acarreados de origen volcánico producto del arrastre pluvial desde la sierra de Tancoco. En seguida se describe de manera general la estratigrafía con base la exploración de campo.

En el sitio donde se pretende construir la estructura de la presa, el cauce tiene una sección uniforme, en la margen derecha se tiene un talud natural de entre 4 y 6 metros de altura, constituido por una capa de cobertura que da pie a la vegetación de arcilla de baja compresibilidad, con espesores del orden de 0.5 a 1.5 metros, posteriormente se tiene una capa de transición de suelos sedimentarios aluviales constituidos por gravas subredondeadas empacadas en una matriz de arcillas de compresibilidad media. Respecto a la margen izquierda se tiene un talud del orden de 2 a 3 metros de altura con una estratigrafía similar. En ambas márgenes subyacen a los lechos aluviales un horizonte de lutitas homogéneas en estado natural muy firme, de coloración gris oscuro tono verdoso. Hacia el cuerpo del cauce se tienen depósitos aluviales de grava-arena, de partículas redondeadas y subredondeadas, el espesor del lecho aluvial es relativamente delgado desde unos centímetros hasta 0.80 metros.

A través de la exploración profunda, se detectó la presencia de un horizonte homegéneo y profundo de lutitas densas homogéneas, prácticamente aflora a la superficie siendo cubierto por el lecho aluvial, en su estado natural de subsuelo su color es gris oscuro tono verdoso, con esporádicas incrustaciones de moluscos y conchas a mayores profundidades, considerándose un depósito de

consistencia muy firme, de varios metros espesor, pues se detectó su continuidad hasta los 17 metros explorados. Las lutitas del sitio son un tipo de roca relativamente suave, su estado natural es de consistencia dura, al disgregarse producen arcillas del tipo CH (arcilla de alta compresibilidad, con límite líquido de entre 50 a 60%), sin embargo, por su dureza, requiere para su excavación de maquinaria excavadora tipo 320.

Anexo 8. Estudio de Geotecnia

c) SISMICIDAD

La sismicidad se define como la intensidad y frecuencia de los sismos en la superficie terrestre. Los sismos son propagaciones de ondas que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo, debido al rompimiento abrupto de rocas como consecuencia de las fuerzas de tensión y compresión a que están sujetas, generando los temblores en la superficie terrestre.

Existen básicamente dos criterios para catalogar y cuantificar los sismos: magnitud e intensidad. La magnitud es una escala estrictamente cuantitativa que mide la cantidad de energía liberada por un sismo, la escala de Richter es una de las más comúnmente usadas (CENAPRED, 1995). La intensidad es una medida de carácter cualitativo de la severidad de un sismo en un sitio particular, que se califica según los efectos que éste produce; esta escala de intensidad se enfoca a los efectos visibles del evento en la población, infraestructura y naturaleza, pudiendo ser de carácter directo (derrumbe de edificios, desplazamiento permanente del suelo, deslizamientos, flujos de lodo y avalanchas, licuación de suelos, tsunamis) o indirecto (incendios, contaminación por daños en plantas industriales).

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada dentro del área conocida como el *Cinturón Circumpacífico*. La alta sismicidad en el país es debido, principalmente, a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como, a fallas locales que corren a lo largo de varios estados, aunque estas últimas menos peligrosas. Por otro lado, la placa norteamericana se separa de la del Pacífico, pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (2017), Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y el Distrito Federal.
Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo, a saber:

La ZONA A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Las ZONAS B es una zona intermedia, donde se registran sismos poco frecuentes o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

La ZONA C es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la regionalización sísmica en la República Mexicana:



Fig. 21. Regionalización sísmica con respecto al sitio de proyecto: Zona D. Fuente CENAPRED

De acuerdo con datos históricos del Servicio Sismológico Nacional (Instituto de Geofísica, UNAM), en un radio de 50 km con respecto a la ubicación de esta, en el periodo comprendido entre 2016-2026, se han registrado 5 sismos con magnitud entre 3.5° y 3.8°. Lo anterior se detalla en la tabla siguiente, donde se puede identificar el evento telúrico con mayor magnitud registrado a proximidad al Sistema Ambiental en estudio.

Fecha	Hora	Localización	Latitud	Longitud	Profundidad (Km)	Magnitud	Fecha	Hora UTC
2016-03-30	23:15:45	15 km al noroeste de Alto Lucero, Ver.	21.0252	-97.5677	8.0	3.8	2016-03-31	05:15:4
2025-07-13	13:20:29	17 km al oeste de Cerro Azul, Ver.	21.215	-97.901	5.0	3.7	2025-07-13	19:20:29

Fecha	Hora	Localización	Latitud	Longitud	Profundidad (Km)	Magnitud	Fecha	Hora UTC
2026-02-16	13:05:11	21 km al noroeste de Tantoyuca, Ver.	21.471	-98.077	5.0	3.5	2026-02-16	19:05:11
2026-03-04	19:08:07	29 km al noroeste de Naranjos, Ver.	21.509	-97.906	10.0	3.5	206-03-05	01:08:07

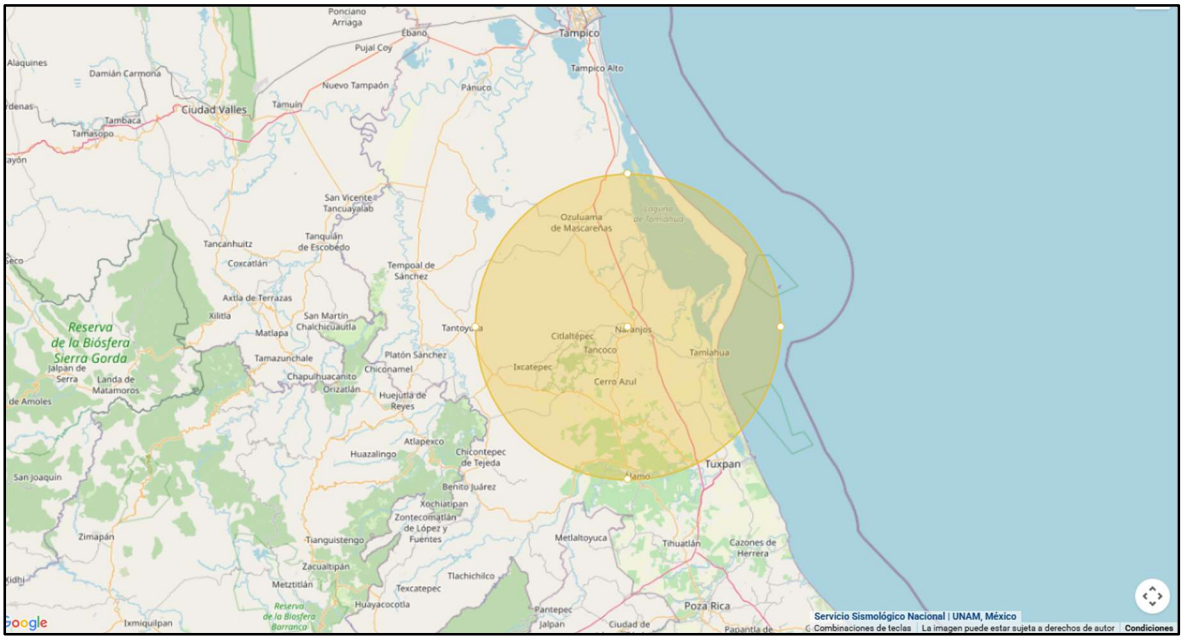


Fig. 22. Histórico de eventos telúricos registrados a proximidad del área de estudio. Fuente: Servicio Sismológico Nacional | UNAM, México

Características geomorfológicas más importantes de la zona, tales como cerros, depresiones, laderas, etc.

DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos son movimientos de materiales de rocas, suelos, material artificial o una combinación de ambos, producidos por la inestabilidad del suelo y la lluvia, a favor de la pendiente. Dentro de los fenómenos meteorológicos, el clima es un factor que intervine en los procesos condicionantes de los deslizamientos, asociados con mayor frecuencia a zonas con clima cálido húmedo y semihúmedo, en segundo término, en zonas templadas y, finalmente a zonas áridas (Herrera-Castañeda S., 2002).

El área de estudio se localiza en **peligro bajo** y de acuerdo al sistema ambiental la mayoría se localiza en peligro bajo con algunas zonas con peligro medio, alto y muy alto.

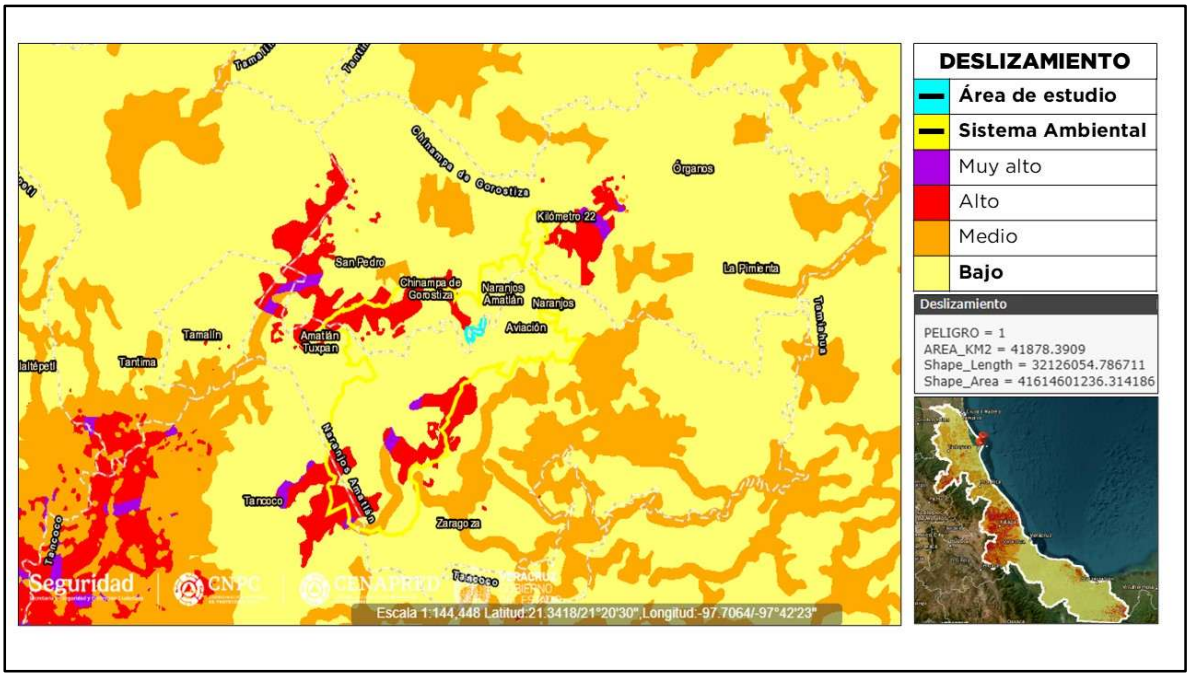


Fig. 23. Desplazamiento con respecto al sitio de proyecto. Fuente CENAPRED

El área del proyecto se localiza dentro de la **Provincia Fisiográfica correspondiente a Llanura Costera del Golfo Norte**, esta provincia se extiende paralela a las costas del Golfo de México, desde el río Bravo hasta la zona de Nautla. La presencia de una costa de emersión está claramente indicada por los siguientes factores observados: la dominancia de materiales sedimentarios marinos no consolidados cuya edad se incrementa conforme el área se distancia de la costa, con materiales que van desde el Cuaternario, hasta del Cretácico —cerca del límite con la Sierra Madre Oriental—; la escasa depositación de aluviones en los ríos que desembocan en sus costas (Bravo, Soto la Marina, Tamesí, Pánuco, Tuxpan, Cazones Tecolutla y Nautla), así como la presencia de barras que encierran a las lagunas Madre, Tamiahua y Tampamachoco.

La porción veracruzana de esta provincia se divide a su vez en dos subprovincias: Llanuras y Lomeríos y Llanura Costera Tamaulipeca.

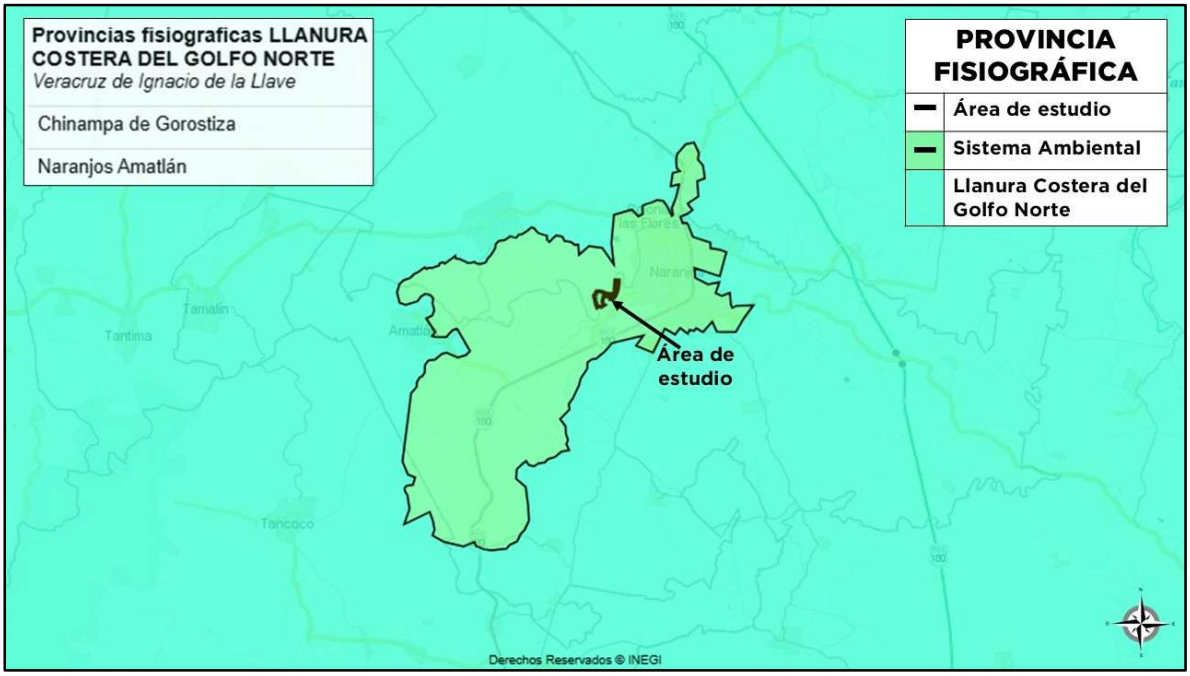


Fig. 24. Provincia fisiográfica en el área de estudio. Fuente INEGI.

El área del proyecto se localiza dentro de la **Subprovincia Fisiográfica correspondiente a Llanuras y lomeríos**, la mayor parte del sur de esta subprovincia, desde Tampico hasta Misantla, queda incluida dentro de Veracruz, donde abarca 20,792.50 km^2 de la superficie total estatal, en terrenos que abarcan 27 municipios completos y parte de otros 17. En el norte de la entidad se encuentra gran parte de la cuenca baja del Pánuco, en la que dominan llanuras aluviales y salinas, inundables y con lagunas permanentes asociadas con lomeríos. Hacia el sur, hasta el valle de Tuxpan, siguen extensos sistemas de lomeríos suaves asociados con llanos y algunos con cañadas.

Junto a la sierra, al occidente, se localiza el amplio valle de laderas tendidas por el que fluye el río Moctezuma, que al recibir las aguas del Tempoal recibe el nombre de Pánuco. Al oeste, cerca de la sierra, hay mesetas constituidas de sedimentos antiguos.

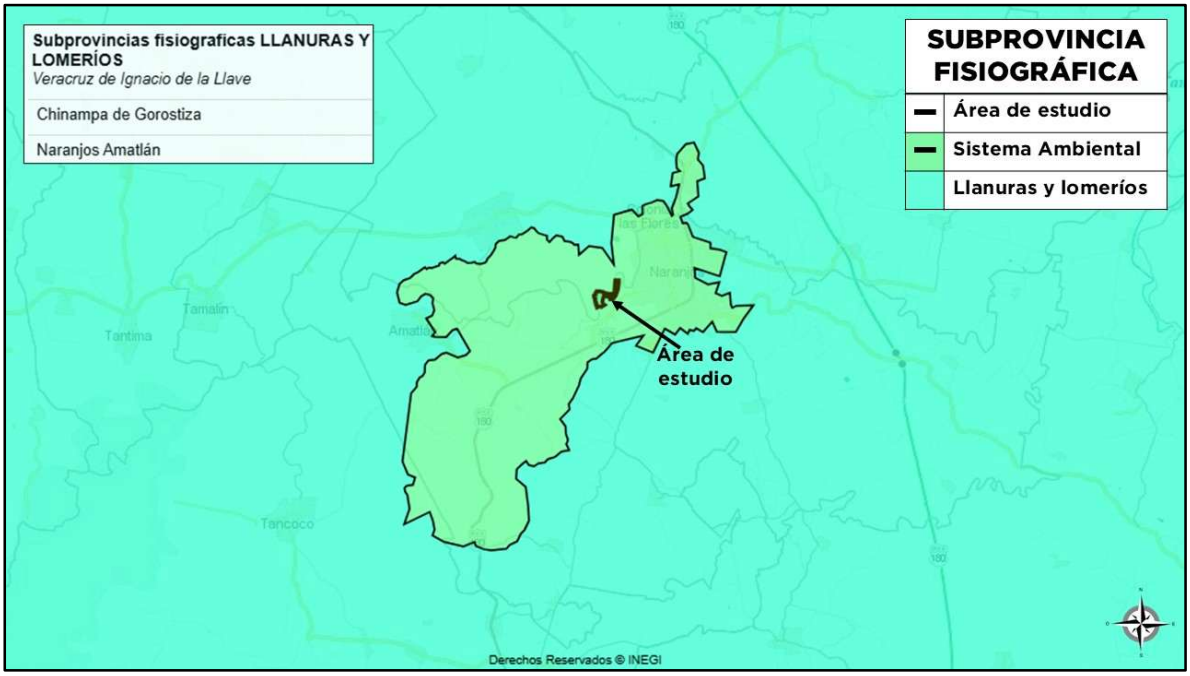


Fig. 25. Subprovincia fisiográfica en el área de estudio. Fuente INEGI.

d) SUELO

Para evaluar las unidades edafológicas presentes en el área del estudio., se empleó la cartografía edafológica escala 1:250,000. De acuerdo a la clasificación de FAO-UNESCO el área de estudio presenta el suelo tipo **Vertisol**, que son suelos de climas semiáridos a subhúmedos y de tipo mediterráneo, con marcada estacionalidad de sequía y lluvias. La vegetación natural que se desarrolla en ellos incluye sabanas, pastizales y matorrales. Se pueden encontrar en los lechos lacustres, en las riberas de los ríos o en sitios con inundaciones periódicas. Se caracterizan por su alto contenido de arcillas que se expanden con la humedad y se contraen con la sequía, lo que puede ocasionar grietas en esta última temporada. Esta propiedad hace que, aunque son muy fértiles, también sean difíciles de trabajar debido a su dureza durante el estiaje y a que son muy pegajosos en las lluvias (IUSS, 2007). A nivel mundial ocupan alrededor de 335 millones de hectáreas, de las cuales cerca de la mitad se destinan al cultivo de maíz (IUSS, 2007). En México, sus colores más comunes son el negro o gris oscuro en las zonas centro y oriente del país y el café rojizo hacia el norte. Su uso agrícola particularmente de riego, es muy extenso, variado y productivo. Ocupan gran parte de los principales distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Se utilizan para la producción.

de caña, cereales, hortalizas y algodón. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización (INEGI, 2012).

De acuerdo al sistema ambiental presenta los siguientes tipos de suelos:

- **Regosol:** Son suelos muy jóvenes que se desarrollan sobre material no consolidado1, de colores claros y pobres en materia orgánica. Se encuentran en todos los climas, con excepción de zonas de permafrost, y en todas las elevaciones, y son particularmente comunes en las regiones áridas, semiáridas (incluyendo los trópicos secos) y montañosas. Muchas veces se asocian con los Leptosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Los Regosoles de zonas áridas tienen escasa vocación agrícola, aunque su uso depende de su profundidad, pedregosidad y fertilidad, por lo que sus rendimientos son variables (FAO, 2001). A nivel mundial, los Regosoles ocupan alrededor de 260 millones de hectáreas (IUSS, 2007). En México, las mayores extensiones se encuentran en la Sierra Madre Occidental y del Sur y en la Península de Baja California. Las variantes más comunes en el territorio son los Regosoles eútricos y calcáricos que se caracterizan por tener una capa ócrica, que cuando se retira la vegetación, se vuelve dura y costrosa lo que impide la penetración del agua hacia el subsuelo y dificulta el establecimiento de las plantas. Esta combinación (escasa cubierta vegetal y baja infiltración de agua al suelo) favorece la escorrentía superficial, y con ello, la erosión.

- **Phaeozem:** Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que son muy utilizados en agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se utilizan intensamente para la producción de granos (soya, trigo y cebada, por ejemplo) y hortalizas, y como zonas de agostadero cuando están cubiertos por pastos. A nivel mundial, ocupan alrededor de 190 millones de hectáreas, de las cuales cerca de una cuarta parte se encuentra en las pampas argentinas y uruguayas (IUSS, 2007). En México, se distribuyen en porciones del Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Occidental, la Península de Yucatán, Guanajuato y Querétaro, principalmente.

- **Cambisol:** Son suelos que muestran una pedogénesis marcada pero no avanzada. El horizonte de diagnóstico es el *horizonte cámbico* (un horizonte B), que se caracteriza por formación de minerales de arcilla y óxidos de hierro o por remoción de carbonatos o yeso. Siempre tiene por lo menos algo de estructura del suelo. Encima del horizonte cámbico hay un horizonte superficial mineral (horizonte A) pobre en humus. En climas húmedos y fríos muchos Cambisoles tienen una capa orgánica encima del suelo mineral.



Fig. 26. Tipo de suelo en el área de estudio. Fuente INEGI.

e) AGUA

Hidrología superficial

Región Hidrográfica	RH27 Tuxpan-Nautla (26887.95 km^2)
Cuenca	RH27E L. de Tamiahua (4189.99 km^2)
Subcuenca	Estero Tancochín
Tipo de Subcuenca	Exorreica
Lugar a donde drena (principal)	RH27Ea L. de Tamiahua (603.25 km^2)
Coeficiente de escurrimiento	Del 20 al 30%

Región Hidrográfica en el área de estudio. Fuente SIATL.

Identificador	3614025
Clave de Subcuenca	RH27Ec
Clave del conjunto topográfico escala 1:50000	f14d34
Tipo de entidad	10156tt
Entidad	Corriente de agua
Código de rasgo	3272
Condición de la corriente	Perenne

Red Hidrográfica en el área de estudio. Fuente SIATL.

Región Hidrográfica RH27 Tuxpan-Nautla

El área de estudio se localiza en la Región Hidrográfica RH27 Tuxpan-Nautla, es la segunda región en extensión dentro del territorio veracruzano. El sistema fluvial determinante son las cuencas de los ríos Tuxpan-Nautla, además de los cauces secundarios y sistemas lagunares-estuarinos asociados a esta región, entre ellos Tamiahua y otros de menor dimensión. Esta región se caracteriza por presentar las principales expresiones geomorfológicas del litoral, como son las dunas e islas de barrera que se apoyan en arrecifes para formar extensos sistemas lagunares-estuarinos, entre ellos destacadamente Tamiahua y otros de menor dimensión. Ocupa 25.70% del total de la superficie del territorio veracruzano.

Comparativamente con las otras regiones hidrológicas, ésta ocupa el primer lugar en superficie de manglar y el tercer lugar en descarga fluvial. Cubre una extensión de 18,259 km^2 (25.07% del total de las regiones en su parte veracruzana) y la extensión total de manglar para dicha porción es de 215.44 km^2 que corresponden a 49.17% del total del estado; la descarga fluvial es de 14,193 millones de metros cúbicos, lo que representa 13.39% del total estatal.

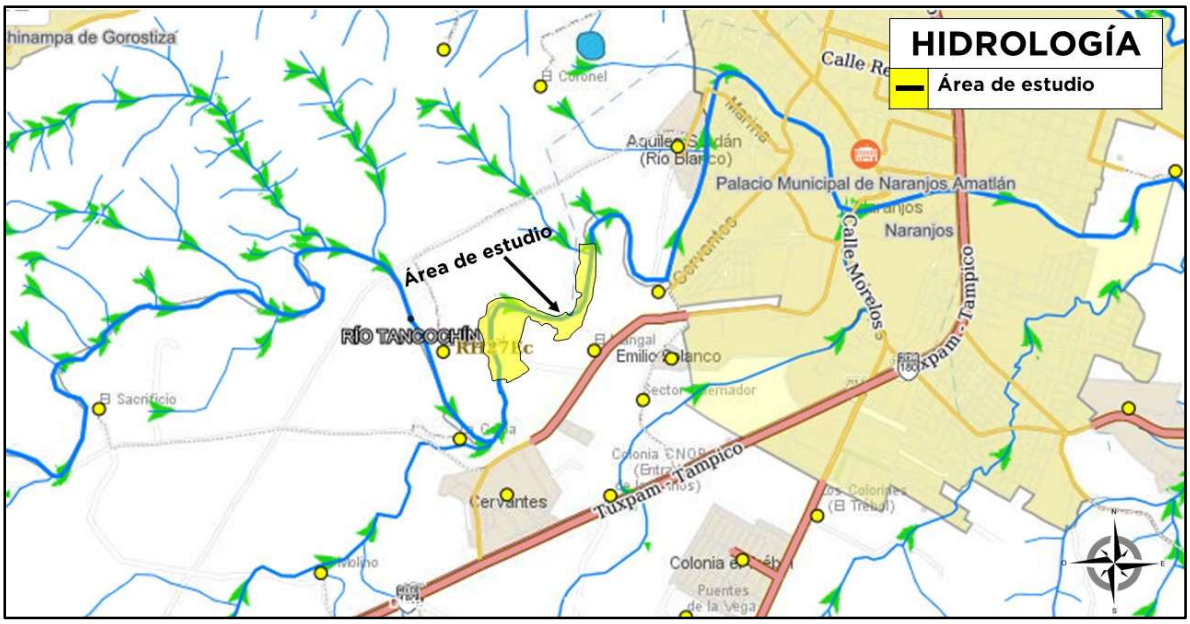


Fig. 27. Hidrología en el área de estudio, escala 1:2500,000. Fuente: SIATL

Cuenca de la Laguna de Tamiahua

La cuenca hidrológica Laguna de Tamiahua se localiza en la porción norte del estado de Veracruz, dentro de la planicie costera del Golfo de México, constituye un sistema de drenaje costero independiente cuya descarga final ocurre en el sistema estuarino de la Laguna de Tamiahua, el cual mantiene intercambio hidráulico con el Golfo de México. El polígono de la cuenca se ubica aproximadamente entre 21°08´00 – 21°36´30" latitud norte y 97°24´00" – 97°47´30" longitud oeste.

La cuenca hidrológica que drena hacia la laguna presenta una superficie aproximada de 2,370 km^2, integrada por diversas subcuencas y microcuencas que descargan directamente en el sistema lagunar.

La red hidrográfica de la cuenca está integrada por corrientes de orden bajo medio, con régimen predominante pluvia.

Las principales subcuencas aportadoras son:

- Cuenca del Río Cucharas: Superficie aproximada de 714 km^2, constituye el principal drenaje superficial hacia el sistema lagunar. Presenta cauces del tipo meándrico en su tramo inferior.
- Cuenca del Río Tancochín: Aporta escurrimientos desde la porción occidental de la cuenca, recibe escurrimientos de arroyos intermitentes y zonas de escurrimiento difuso.
- Cuenca del Estero Galindo: Superficie aproximada a 459 km^2, conformada por varias corrientes menores que desembocan en la laguna.
- Cuenca del Arroyo La Piedra o La Laja: Arroyo importantes de aporte hídrico y sedimentos.
- Cuenca del Arroyo Carbajal: Estas corrientes drenan directamente hacia el sistema lagunar.

Aprovechamientos hidráulicos.

Se centran principalmente en la pesca, el transporte náutico. Al ser la tercera laguna más grande de México, su gestión es vital para la economía regional.

Hidrología subterránea

El acuífero Tampico-Misantla, definido con la clave 3017 por la Comisión Nacional del Agua, se ubica en la porción norte del estado de Veracruz, entre los paralelos 20°30’ y 22°28’ de latitud norte y los meridianos 97°19’ y 98°41’ de longitud oeste, abarcando una superficie de 14,192 km².
Limita al norte el acuífero Zona Sur, al noroeste con Llera-Xicoténcatl, ambos pertenecientes al Estado de Tamaulipas; al sur con el acuífero Álamo-Tuxpan, del Estado de Veracruz; al suroeste con los acuíferos Atotonilco-Jaltocan, Xochitlán– Huejutla, Atlapexco-Candelaria y Calabozo, pertenecientes al Estado de Hidalgo y al oeste con el acuífero Tamuín del estado de San Luis Potosí. Al este su límite natural es el Golfo de México.

Geopolíticamente el acuífero abarca totalmente los municipios Pánuco, Pueblo Viejo, Tampico Alto, Ozulama de Mascareñas, El Higo, Tempoal, Platón Sánchez, Chiconamel, Chalma, Tantoyuca, Ixcatepec, Chontla, Citlaltépetl, Tancoco, Tantima, Naranjos de Amatlán, Chinampa de Gorostiza, Tamalín, Tamiahua e Ilamatlán; parcialmente los municipios Tuxpan, Temapache, Cerro Azul, Chicontepec, Huayacocotla, Zontecomatlán de López y Fuentes y Benito Juárez.

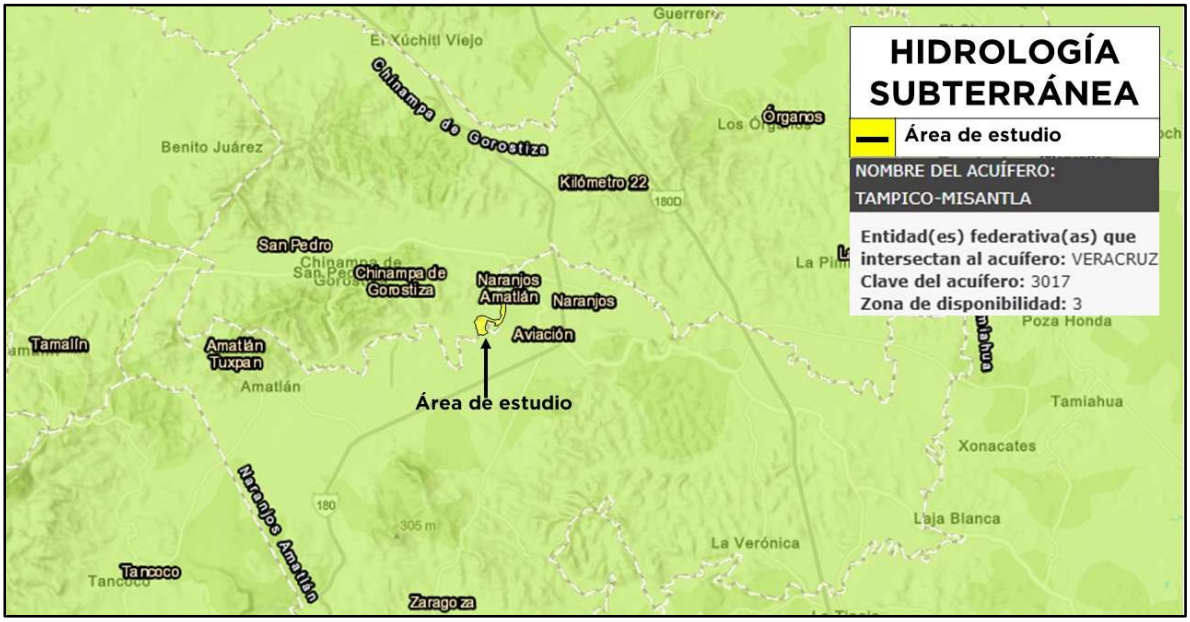


Fig. 28. Acuífero en el área del proyecto. Fuente. CONAGUA

El acuífero Álamo-Tuxpan pertenece al Organismo de Cuenca Golfo Norte y al Consejo de Cuenca Río Pánuco, instalado el 26 de agosto de 1999. En la mayor parte de su superficie no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea.

De acuerdo a la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. El usuario principal del agua es el público-urbano, en su territorio se localizan parcial o totalmente 3 Distritos de Riego. No se ha constituido a la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

En el censo de aprovechamientos llevado a cabo como parte del estudio realizado en el año 2013, se registraron un total de 150 obras que aprovechan el agua subterránea: 42 pozos, 102 norias y 6 manantiales; del total de obras, 133 están activas y las 17 restantes inactivas. Del total de obras activas, 78 (40 pozos y 38 norias) se destinan al público-urbano; 48 (4 pozos, 38 norias y 6 manantiales) para uso doméstico-pecuario y 7 norias para servicios.

El volumen de extracción conjunta asciende a 8.5 hm^3 anuales, de los cuales 8.1 hm^3 (95.3 %) se destinan al uso público-urbano y 0.4 hm^3 (4.7 %) para usos doméstico y pecuario. El volumen de agua utilizado para uso agrícola es muy bajo.

Adicionalmente, a través de los 6 manantiales se descarga un caudal de 73 lps, que representa un volumen anual de 2.3 hm^3, destinado al uso doméstico-pecuario.

Anexo 10. Estudio hidrológico
Anexo 9. Mapas Cartográficos

- **MEDIO ABIÓTICO**

a) vegetación

Respecto a las especies de flora en la Región Ecológica, se obtuvo un registro total de 33 especies, comprendidas por 18 familias. Se registro 1 especie catalogada en la categoría de Protección Especial (Pr) de acuerdo al listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en su Modificación del Anexo Normativo III Lista de Especies en Riesgo, publicada el 14 de noviembre de 2019 en el Diario Oficial de la Federación. En relación a la distribución se registró un total de 31 especies nativas y 2 especies de origen introducido.

La Región Ecológica muestra una estratificación vertical funcional. El hecho de que todos los valores de equidad superen el umbral de 0.75 permite inferir que el ecosistema se encuentra en un estado de conservación favorable, sin perturbaciones antrópicas severas que hayan sesgado la distribución de las comunidades.

Respecto a las especies de flora en el Área de Influencia (AI), se obtuvo un registro total de 28 especies, comprendidas por 17 familias. No se registraron especies catalogas bajo algún estatus de protección de acuerdo al listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en su Modificación del Anexo Normativo III Lista de Especies en Riesgo, publicada el 14 de noviembre de 2019 en el Diario Oficial de la Federación. En relación a la distribución se registró un total de 25 especies nativas y 3 especies de origen introducido.

El análisis vertical de la comunidad vegetal revela un gradiente inverso de biodiversidad, donde la complejidad y riqueza taxonómica incrementan progresivamente hacia los estratos inferiores, consolidando al componente herbáceo como el eje de mayor diversidad (H = 2.45) y estabilidad estructural del ecosistema. Esta condición se ve respaldada por los altos índices de equidad registrados en todos los niveles (superiores a (0.69), destacando de manera sobresaliente el herbáceo con un valor de (0.93), lo que evidencia una distribución altamente homogénea de los individuos y la ausencia de especies dominantes que monopolicen los recursos disponibles. Por el contrario, la marcada brecha observada en el estrato arbóreo entre su diversidad real y su potencial máximo (H.MAX = 2.48) sugiere que el dosel superior se encuentra bajo una fase de sucesión ecológica activa o sujeto a presiones selectivas específicas como es el caso de actividades agropecuarias, las cuales predominan en la zona.

El sitio del proyecto exhibe una heterogeneidad vertical diferenciada. Mientras que la base del ecosistema (estrato herbáceo) presenta un equilibrio óptimo y una alta representatividad de especies, los estratos superiores (arbóreo y arbustivo) muestran una tendencia hacia la simplificación estructural y la dominancia de especies clave.

b) Fauna

De acuerdo al registro y levantamiento de fauna en los polígonos establecidos para el presente proyecto, se puede concluir que las especies de mamíferos no se verán afectadas con el desarrollo de la obra; el cambio de uso de suelo en la región ecológica, se ve reflejada de igual manera en el

área de influencia y el área del proyecto, las especies reportadas son consideradas altamente adaptables a los cambios en su entorno y las alteraciones provocadas por la actividad humana ya que son especies generalistas que han logrado prosperar cerca de asentamientos humanos. Caso particular que destacar es la avifauna en relación al tipo de proyecto en evaluación, la transformación de un río con corriente a embalse cambia la temperatura, la oxigenación y la dinámica de los sedimentos. Esto favorece a algunas aves acuáticas (patos, gansos, gaviotas), pero perjudica a las aves de ribera que necesitan corrientes y orillas arenosas para vivir, obligándolas a desplazarse a otros sitios.

La ampliación de la zona embalse, será un detonador para el incremento de las poblaciones de anfibios y reptiles, siendo una de las poblaciones que probablemente sea más beneficiadas por el desarrollo del proyecto.

- **MEDIO SOCIOECONÓMICO**

a) Demografía

En 2020 la población del municipio de Naranjos de Amatlán fue de 26,843 habitantes, de los cuales 14,174 eran hombres y 12,669 eran mujeres. La tasa de crecimiento de la población en la última década fue de -1.05%.

Año	Total	Hombres	Mujeres	Proporción estatal (%)
2020	26,843	12,669	14,174	0.33
2015	28,295	13,338	14,957	0.35
2010	27,548	13,076	14,472	0.36
2005	26,119	12,336	137,783	0.37
2000	26,377	12,444	13,933	0.38
1995	27,096	13,009	14,087	0.40

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI: Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2020. y Encuesta Intercensal, 2015.

En 2020 la población del municipio de Chinampa de Gorostiza fue de 16,283 habitantes, de los cuales 7,927 eran hombres y 8,356 eran mujeres. La tasa de crecimiento de la población en la última década fue de -0.55%.

Año	Total	Hombres	Mujeres	Proporción estatal (%)
2020	16,283	7,927	8,356	0.20
2015	16,741	8,207	8,531	0.21
2010	15,286	7,477	7,809	0.20
2005	14,143	6,891	7,252	0.20
2000	14,035	6,885	7,150	0.20
1995	14,557	7,168	7,278	0.22

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI:
Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2020. y Encuesta Intercensal, 2015.

Tasa de crecimiento en el municipio de Naranjos de Amatlán

Periodo	Tasa (%)
2015-2020	-1.05
2010-2015	0.56
2005-2010	1.15
2000-2005	-0.17

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN, estimaciones con base en el INEGI:
Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2020; y Encuesta Intercensal, 2015.

Tasa de crecimiento en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Periodo	Tasa (%)
2015-2020	-0.55
2010-2015	1.93
2005-2010	1.68
2000-2005	0.14

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN, estimaciones con base en el INEGI:
Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1995 a 2020; y Encuesta Intercensal, 2015.

Habitantes en principales localidades en el municipio de Naranjos de Amatlán

Localidad	Habitantes
Naranjos	19,272
Amatlán	1,726
Colonia el Trébol	1,249
Rancho Nuevo	815
Cervantes	714
Resto de localidades	3,067

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN, estimaciones con base en el INEGI:
Censos y Conteos de Población y Vivienda, 2020.

Habitantes en principales localidades en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Localidad	Habitantes
Chinampa de Gorostiza	5,988
Colonia las Flores	3,182
Kilometro Veintidós	2,192
La Pimienta	654
Los Órganos	403
Resto de localidades	3,864

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN, estimaciones con base en el INEGI:
Censos y Conteos de Población y Vivienda, 2020.

Estadísticas vitales del municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador	Valor
Nacimientos	280
Defunciones generales	294
Defunciones infantiles a/	4
Matrimonios	53
Divorcios	5

a/ Se refiere a menores de un año.
Fuente: GPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2021.

Estadísticas vitales del municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Valor
Nacimientos	181
Defunciones generales	139
Defunciones infantiles a/	0
Matrimonios	49
Divorcios	0

a/ Se refiere a menores de un año.
Fuente: GPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2021.

Razón de masculinidad y edad media en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Valor
Índice de masculinidad	94.9
Edad mediana (años)	31
Hombres	30
Mujeres	31

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Razón de masculinidad y edad media en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador	Valor
Índice de masculinidad	89.4
Edad mediana (años)	35
Hombres	33
Mujeres	36

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Razón de masculinidad y edad media en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Valor
Índice de masculinidad	94.9
Edad mediana (años)	31
Hombres	30

Indicador	Valor
Mujeres	31

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Población por grupos de edad del municipio en el municipio de Naranjos de Amatlán

Grupo de edad	Habitantes
Infantil (0-14 años)	5,999
Joven y adultos (15-64 años)	17,264
Tercera edad (65 años y más)	3,580

NOTA: Excluye a la población que no especificó su edad, por lo que la suma puede no coincidir con el total de población expresado en el cuadro de la evolución de la población.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Población por grupos de edad del municipio en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Grupo de edad	Habitantes
Infantil (0-14 años)	4,272
Joven y adultos (15-64 años)	10,190
Tercera edad (65 años y más)	1,787

NOTA: Excluye a la población que no especificó su edad, por lo que la suma puede no coincidir con el total de población expresado en el cuadro de la evolución de la población.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Población indígena del municipio en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador	Valor
Población en hogares indígenas a/	1,524
Población de 3 años o más hablantes de lengua indígena	
Total	721
Hombres	354
Mujeres	367
Población de 3 años y más que habla lengua indígena	2.79%
Habitantes de lengua indígena que no hablan español	0.14%
Lengua principal	Huasteco

a/ Se refiere a la población en hogares donde el jefe (a) o su cónyuge habla alguna lengua indígena
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Población indígena del municipio en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Valor
Población en hogares indígenas a/	1,918
Población de 3 años o más hablantes de lengua indígena	
Total	795
Hombres	425

Indicador	Valor
Mujeres	370
Población de 3 años y más que habla lengua indígena	5.12%
Habitantes de lengua indígena que no hablan español	0.38%
Lengua principal	Huasteco

a/ Se refiere a la población en hogares donde el jefe (a) o su cónyuge habla alguna lengua indígena

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Pobreza en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador	Personas	%
Población en situación de pobreza	13,797	48.7
Población en situación de pobreza moderada	11,338	40.0
Población en situación de pobreza extrema	2,458	8.7
Población vulnerable por carencia social	8,634	30.5
Población vulnerable por ingreso	1,388	4.9
Población no pobre y no vulnerable	4,493	15.9

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el CONEVAL, Medición de pobreza a nivel municipal 2020 y su comparativo con los años 2010 y 2015, 2021.

Pobreza en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Personas	%
Población en situación de pobreza	13,602	73.4
Población en situación de pobreza moderada	9,782	52.8
Población en situación de pobreza extrema	3,820	20.6
Población vulnerable por carencia social	3,925	21.2
Población vulnerable por ingreso	284	1.5
Población no pobre y no vulnerable	722	3.9

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el CONEVAL, Medición de pobreza a nivel municipal 2020 y su comparativo con los años 2010 y 2015, 2021.

Pobreza en el municipio de Naranjos de Amatlán

Concepto	Valor
2015	
Grado de rezago social	Bajo
Lugar a nivel estatal	193
2020	
Grado de rezago social	Muy bajo
Lugar a nivel estatal	193

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el CONEVAL, Medición de pobreza a nivel municipal 2020 y su comparativo con los años 2010 y 2015, 2021.

Pobreza en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Concepto	Valor
2015	
Grado de rezago social	Medio
Lugar a nivel estatal	90
2020	
Grado de rezago social	Medio
Lugar a nivel estatal	80

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el CONEVAL,
Medición de pobreza a nivel municipal 2020 y su comparativo con los años 2010 y 2015, 2021.

Marginación en el municipio de Naranjos de Amatlán

El índice de marginación es una medida única que describe la intensidad y la dimensión espacial de la desigualdad social entre los municipios del país; en la información de los censos se obtienen cuatro datos los cuales son: educación elemental, condiciones de la vivienda, distribución de la población en el territorio y el ingreso que perciben las personas. La aplicación de los métodos estadísticos permite elaborar un indicador que identifica grupos de municipios con el mismo grado de marginación. La marginación se expresa en la exclusión de la población del proceso de desarrollo y del disfrute de sus beneficios. Naranjos de Amatlán, está clasificado por el Consejo Nacional de Población como un municipio de muy bajo marginación en donde los ingresos provienen principalmente de la zona urbana.

Concepto	Referencia
Grado de marginación	Muy bajo
Índice de marginación	56.9
Lugar que ocupa en el contexto estatal	192
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,916
Población analfabeta de 15 años o más	4.6%
Población sin primaria completa de 15 años o más	31.6%
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	0.5%
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	1.0%
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	6.4%
Viviendas con algún nivel de hacinamiento	18.6
Ocupantes en viviendas con piso de tierra	3.8%
Población en localidades con menos de 5,000 habitantes	28.2%
Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	78.8%

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el CONAPO, Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio, 2020.

Marginación en el municipio de Chinampa de Gorostiza

El índice de marginación es una medida única que describe la intensidad y la dimensión espacial de la desigualdad social entre los municipios del país; en la información de los censos se obtienen cuatro

datos los cuales son: educación elemental, condiciones de la vivienda, distribución de la población en el territorio y el ingreso que perciben las personas. La aplicación de los métodos estadísticos permite elaborar un indicador que identifica grupos de municipios con el mismo grado de marginación. La marginación se expresa en la exclusión de la población del proceso de desarrollo y del disfrute de sus beneficios. *Chinampa de Gorostiza*, está clasificado por el Consejo Nacional de Población como un municipio de alto en marginación en donde los ingresos provienen principalmente de la zona urbana.

Concepto	Referencia
Grado de marginación	Alto
Índice de marginación	52.1
Lugar que ocupa en el contexto estatal	69
Lugar que ocupa en el contexto nacional	672
Población analfabeta de 15 años o más	11.5%
Población sin primaria completa de 15 años o más	48.0
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	1.7%
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	2.1%
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	20.2%
Viviendas con algún nivel de hacinamiento	29.7%
Ocupantes en viviendas con piso de tierra	10.1%
Población en localidades con menos de 5,000 habitantes	63.2%
Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	88.5%

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el CONAPO, Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio, 2020.

Índice de Desarrollo humano (IDH), 2010, 2015 y 2020 en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador Componente	2010	2015	2020
Índice de desarrollo humano	0.781	0.762	0.768
Grado de desarrollo humano	Alto	Alto	Alto
Subíndice de salud	0.875	0.856	0.892
Subíndice de educación	0.695	0.685	0.690
Subíndice de ingreso	0.784	0.755	0.734

Nota: El Índice de Desarrollo Humano es un indicador compuesto que mide el grado de desarrollo de tres dimensiones esenciales para el bienestar humano: la educación, la salud y los ingresos disponibles. Así cada dimensión conforma un subíndice del IDH que van de 0 a 1, dividido en cuatro niveles: Bajo: menos de 0.55, Medio: entre 0.55 y 0.7, Alto: entre 0.7 y 0.8, y Muy Alto: mayor a 0.8

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el PNUD en México, Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2020: una década de transformaciones locales en México, 2023.

Índice de Desarrollo humano (IDH), 2010, 2015 y 2020 en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador Componente	2010	2015	2020
Índice de desarrollo humano	0.667	0.684	0.681
Grado de desarrollo humano	Medio	Medio	Medio
Subíndice de salud	0.857	0.829	0.795
Subíndice de educación	0.515	0.554	0.590

Indicador Componente	2010	2015	2020
Subíndice de ingreso	0.670	0.696	0.672

Nota: El Índice de Desarrollo Humano es un indicador compuesto que mide el grado de desarrollo de tres dimensiones esenciales para el bienestar humano: la educación, la salud y los ingresos disponibles. Así cada dimensión conforma un subíndice del IDH que van de 0 a 1, dividido en cuatro niveles: Bajo: menos de 0.55, Medio: entre 0.55 y 0.7, Alto: entre 0.7 y 0.8, y Muy Alto: mayor a 0.8

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el PNUD en México, Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2020: una década de transformaciones locales en México, 2023.

Índice de desigualdad de Género (IDG) Municipal en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador Componente	Hombres	Mujeres
Índice de desigualdad municipal	0.334	
Índice de Empoderamiento	0.578	0.559
Índice de Mercado Laboral	0.716	0.426
Índice de Salud Reproductiva	1.000	0.063

Nota: El IDG municipal se calcula por medio de tres componentes que buscan caracterizar las diferencias de oportunidades. Cuanto menor sea su valor, menor desigualdad.

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el PNUD en México, Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2020: una década de transformaciones locales en México, 2023.

Índice de desigualdad de Género (IDG) Municipal en el municipio de Naranjos Chinampa de Gorostiza

Indicador Componente	Hombres	Mujeres
Índice de desigualdad municipal	0.306	
Índice de Empoderamiento	0.516	0.470
Índice de Mercado Laboral	0.744	0.342
Índice de Salud Reproductiva	1.000	0.090

Nota: El IDG municipal se calcula por medio de tres componentes que buscan caracterizar las diferencias de oportunidades. Cuanto menor sea su valor, menor desigualdad.

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el PNUD en México, Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2020: una década de transformaciones locales en México, 2023.

Vivienda en el municipio de Naranjos de Amatlán

De acuerdo al censo de 2020 de las 8,361 viviendas habitadas en este municipio el 93.6% tiene agua en el interior; el 98.7% cuenta con drenaje; el 99.0% cuenta con energía eléctrica y el 98.7% cuenta con sanitario.

Indicador	Viviendas	%
Viviendas particulares habitadas	8,361	
Con disponibilidad de agua entubada	7,833	93.6
Con disponibilidad de drenaje	7,150	83.5
Con disponibilidad de energía eléctrica	8,480	99.0
Con disponibilidad de sanitario o excusado	8,454	98.7
Con piso de:		
Cemento o firme	5,099	60.9
Tierra	324	3.9
Madera, mosaico y otros recubrimientos	2,938	35.1

Indicador	Viviendas	%
Con disposición de bienes y tecnologías de la información y la comunicación		
Automóvil o camioneta	3,426	40.9
Televisor	7,555	90.3
Refrigerador	7,497	89.6
Lavadora	5,518	69.5
Computadora	2,548	30.4
Aparato para oír radio	4,968	59.4
Línea telefónica fija	3,149	37.6
Teléfono celular	7,374	88.1
Internet	3,730	44.6

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Vivienda en el municipio de Chinampa de Gorostiza

De acuerdo al censo de 2020 de las 4,644 viviendas habitadas en este municipio el 79.1% tiene agua en el interior; el 63.4% cuenta con drenaje; el 97.6% cuenta con energía eléctrica y el 98.1% cuenta con sanitario.

Indicador	Viviendas	%
Viviendas particulares habitadas	4,644	
Con disponibilidad de agua entubada	3,694	79.1
Con disponibilidad de drenaje	2,993	63.4
Con disponibilidad de energía eléctrica	4,609	97.6
Con disponibilidad de sanitario o excusado	4,628	98.1
Con piso de:		
Cemento o firme	3,694	79.1
Tierra	467	10.0
Madera, mosaico y otros recubrimientos	471	10.1
Con disposición de bienes y tecnologías de la información y la comunicación		
Automóvil o camioneta	1,036	22.2
Televisor	3,928	84.1
Refrigerador	3,671	78.6
Lavadora	2,165	46.4
Computadora	489	10.5
Aparato para oír radio	2,443	52.3
Línea telefónica fija	490	10.5
Teléfono celular	3,626	77.7
Internet	1,112	23.8

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Urbanización en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador	Valor
Fuente de abastecimiento de agua a/	100
Volumen promedio diario de extracción (miles de metros cúbicos)	5
Plantas potabilizadoras de agua	0
Capacidad instalada (litros por segundo)	0
Volumen suministrado anual de agua potable (millones de metros cúbicos)	0
Sistemas de drenaje y alcantarillado	4
Localidades con el servicio de drenaje y alcantarillado b/	4

a/ Comprende: arroyos, esteros, galerías, lagunas, norias, pozas, presas y ríos.
b/ Información referida a la definición de "localidad" utilizada por la fuente que la genera, por lo que no es comparable con la correspondiente a la información censal
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Urbanización en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Valor
Fuente de abastecimiento de agua a/	67
Volumen promedio diario de extracción (miles de metros cúbicos)	3
Plantas potabilizadoras de agua	0
Capacidad instalada (litros por segundo)	0
Volumen suministrado anual de agua potable (millones de metros cúbicos)	0
Sistemas de drenaje y alcantarillado	0
Localidades con el servicio de drenaje y alcantarillado b/	7

a/ Comprende: arroyos, esteros, galerías, lagunas, norias, pozas, presas y ríos.
b/ Información referida a la definición de "localidad" utilizada por la fuente que la genera, por lo que no es comparable con la correspondiente a la información censal
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Salud y seguridad social en el municipio de Naranjos de Amatlán

El municipio de Naranjos de Amatlán cuenta con 18 unidades médicas de consulta externa, de los cuales 3 son del IMSS; 1 de PEMEX, 1 del IMSS-BIENESTAR y 1 del Seguro Popular.

Institución	Unidades de consulta externa	Consultas externas otorgadas	Hospitales		Médicos a/
			General	Especialidad	
Total	**3**	**47,915**	**2**	**0**	**50**
IMSS	ND	ND	ND	ND	ND
ISSSTE	ND	ND	ND	ND	ND
PEMEX	1	24,653	1	0	18
SEDENA	0	0	0	0	0
SEMAR	0	0	0	0	0
IMSS-BIENESTAR	1	3,087	0	0	2
SS	1	20,175	1	0	30

a/ Comprende médicos generales, especialistas, residentes, pasantes, odontólogos y en otras labores
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Atención Médica en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador	Valor
Médicos por cada 1,000 habitantes a/	0.5
Población derechohabiente b/	5,083
Población usuaria de los servicios médicos c/	21,168
Afiliados al Seguro Popular d/	ND
5,632	7,978

a/ Estimaciones con base en el INEGI, 2020, 2022 y 2023.
d/ Se refiere al conjunto de personas que por ley tienen derecho a recibir prestaciones en especie o en dinero por parte de las instituciones de seguridad social. Este grupo comprende a los asegurados directos o cotizantes, pensionados y a los familiares o beneficiarios de ambos.
c/ Se refiere al segmento de población derechohabiente y potencial que hace uso de los servicios institucionales de atención médica, al menos una vez durante el año de referencia.
d/ Se refiere a los afiliados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) en el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) por municipio.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI,
Censo de Población y Vivienda 2020; e INEGI, IEGEMC, 2022 y 2023.

Salud y seguridad social en el municipio de Chinampa de Gorostiza

El municipio de *Chinampa de Gorostiza* cuenta con 3 unidades médicas de consulta externa, de los cuales 3 son del Seguro Popular.

Institución	Unidades de consulta externa	Consultas externas otorgadas	Hospitales		Médicos a/
			General	Especialidad	
Total	**3**	**7,108**	**0**	**0**	**8**
IMSS	0	0	0	0	0
ISSSTE	ND	ND	ND	ND	ND
PEMEX	0	0	0	0	0
SEDENA	0	0	0	0	0
SEMAR	0	0	0	0	0
IMSS-BIENESTAR	0	0	0	0	0
SS	3	7,108	0	0	8

a/ Comprende médicos generales, especialistas, residentes, pasantes, odontólogos y en otras labores
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Atención Médica en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Valor
Médicos por cada 1,000 habitantes a/	2.0
Población derechohabiente b/	592
Población usuaria de los servicios médicos c/	13,972
Afiliados al Seguro Popular d/	ND
5,632	3,060

a/ Estimaciones con base en el INEGI, 2020, 2022 y 2023.
d/ Se refiere al conjunto de personas que por ley tienen derecho a recibir prestaciones en especie o en dinero por parte de las instituciones de seguridad social. Este grupo comprende a los asegurados directos o cotizantes, pensionados y a los familiares o beneficiarios de ambos.
c/ Se refiere al segmento de población derechohabiente y potencial que hace uso de los servicios institucionales de atención médica, al menos una vez durante el año de referencia.
d/ Se refiere a los afiliados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) en el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) por municipio.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI,

Censo de Población y Vivienda 2020; e INEGI, IEGEMC, 2022 y 2023.

Educación en el municipio de Naranjos de Amatlán

La población estudiantil en el ciclo escolar 2022-2023 fue de 7,996 alumnos, atendidos por 566 maestros, en 86 escuelas. En Naranjos de Amatlán actualmente funcionan 27 planteles de preescolar, 34 de primaria, 10 de secundaria y 7 de bachillerato.

Nivel educativo	Escuelas	Docentes	Grupos	Alumnos		
				Hombres	Mujeres	Total
Total	**86**	**566**	**429**	**3,906**	**4,090**	**7,996**
Educación inicial	0	0	0	0	0	0
Educación especial	3	22	6	145	79	224
Preescolar	27	63	63	370	372	742
Primaria	34	184	184	1,263	1,203	2.466
Secundaria	10	114	69	544	551	1,095
Profesional técnico	0	0	0	0	0	0
Bachillerato	7	85	43	687	715	1,402
Técnico superior universitario	0	0	0	0	0	0
Normal	0	0	0	0	0	0
Licenciatura Univ. y Tec.	3	73	0	593	789	1,382
Posgrado Univ. y Tec.	0	0	0	0	0	0
Educación para adultos	1	6	0	19	10	29
Formación para el trabajo	1	19	64	285	371	656

Fuente: DGPE con base en la SEV, Información Estadística del Sistema Educativo Estatal, 2023.

Analfabetismo en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador	Valor
Población de a 14 años que sabe leer y escribir	90.8%
Población de 15 años y más	20,844
Población de 15 años y más analfabeta	953
Tasa de analfabetismo	4.6%

a/ Se refiere a las ubicadas en los centros de educación básica y medio superior y superior

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Educandos alfabetizados, alfabetizadores y bibliotecas públicas en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador	Valor
Educandos alfabetizas	2
Alfabetizadores	8
Bibliotecas a/	5

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI,
Censo Nacional de Población y Vivienda, 2020.

Educación en el municipio de Chinampa de Gorostiza

La población estudiantil en el ciclo escolar 2022-2023 fue de 3,050 alumnos, atendidos por 187 maestros, en 50 escuelas. En *Chinampa de Gorostiza* actualmente funcionan 18 planteles de preescolar, 21 de primaria, 7 de secundaria y 4 de bachillerato.

Nivel educativo	Escuelas	Docentes	Grupos	Alumnos		
				Hombres	Mujeres	Total
Total	**50**	**187**	**188**	**1,529**	**1,521**	**3,050**
Educación inicial	0	0	0	0	0	0
Educación especial	0	0	0	0	0	0
Preescolar	18	30	30	199	189	388
Primaria	21	93	93	674	677	1,351
Secundaria	7	44	47	432	435	867
Profesional técnico	0	0	0	0	0	0
Bachillerato	4	20	18	224	220	444
Técnico superior universitario	0	0	0	0	0	0
Normal	0	0	0	0	0	0
Licenciatura Univ. y Tec.	0	0	0	0	0	0
Posgrado Univ. y Tec.	0	0	0	0	0	0
Educación para adultos	0	0	0	0	0	0
Formación para el trabajo	0	0	0	0	0	0

Fuente: DGPE con base en la SEV, Información Estadística del Sistema Educativo Estatal, 2023.

Analfabetismo en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Valor
Población de a 14 años que sabe leer y escribir	87.0%
Población de 15 años y más	11,977
Población de 15 años y más analfabeta	1,380
Tasa de analfabetismo	11.5%

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo Nacional de Población y Vivienda, 2020.

Educandos alfabetizados, alfabetizadores y bibliotecas públicas en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Valor
Educandos alfabetizas	1

Indicador	Valor
Alfabetizadores	1
Bibliotecas a/	3

a/ Se refiere a las ubicadas en los centros de educación básica y medio superior y superior

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Aspectos Económicos en el municipio de Naranjos de Amatlán

La ocupación que predomina en esta región es el trabajo de campo, la agricultura, que es más de subsistencia que comercial, la ganadería ocupa el segundo sitio, algunas personas dominan algún otro oficio, que les permite ganar un ingreso extra, así tenemos, albañiles, carpinteros, y comerciantes.

La población económicamente activa se encuentra distribuida en la forma siguiente: el sector primario representa el 10.1%; el sector secundario representa el 17.0% y el sector terciario representa el 71.6%, del total.

Empleo	
Indicador	**Valor**
Población de 12 años y más	22,113
Población económicamente activa	12,400
Población económicamente activa ocupada	12,137
Sector primario	10.1%
Sector secundario	17.0%
Sector terciario	71.6%
No especificado	1.3%
Población económicamente activa desocupada	263
Población no económicamente activa	9,671
Estudiantes	2,914
Quehaceres del hogar	4,386
Jubilados y pensionados	983
Incapacitados permanentes	648
Otro tipo	740
Tasa de participación económica	56.1%
Tasa de ocupación	97.9%

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Aspectos Económicos en el municipio de Chinampa de Gorostiza

La ocupación que predomina en esta región es el trabajo de campo, la agricultura, que es más de subsistencia que comercial, la ganadería ocupa el segundo sitio, algunas personas dominan algún otro oficio, que les permite ganar un ingreso extra, así tenemos, albañiles, carpinteros, y comerciantes.

La población económicamente activa se encuentra distribuida en la forma siguiente: el sector primario representa el 12.2%; el sector secundario representa el 19.1% y el sector terciario representa el 68.1%, del total.

Empleo	
Indicador	**Valor**
Población de 12 años y más	12,928
Población económicamente activa	6,922
Población económicamente activa ocupada	6,706
Sector primario	12.2%
Sector secundario	19.1%
Sector terciario	68.1%
No especificado	0.6%
Población económicamente activa desocupada	216
Población no económicamente activa	5,964
Estudiantes	1,724
Quehaceres del hogar	3,197
Jubilados y pensionados	70
Incapacitados permanentes	439
Otro tipo	534
Tasa de participación económica	53.5%
Tasa de ocupación	96.9%

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020.

Agricultura en el municipio de Naranjos de Amatlán

Principales cultivos	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Volumen (toneladas)	Valor (Miles de pesos)
Total	**878.0**	**869.0**	**4,459.1**	**16,268.6**
Maíz grano	540.0	540.0	714.0	4,560.0
Naranja	219.0	215.0	3,440.0	9,632.0
Frijol	100.0	100.0	65.0	1,267.5

NOTA: El total de superficie sembrada, cosechada y el valor de la producción incluyen el resto de cultivos del municipio

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en la SADER, SIAP, 2024.

Agricultura en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Principales cultivos	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Volumen (toneladas)	Valor (Miles de pesos)
Total	**989.0**	**980.0**	**6,470.5**	**21,708.1**
Maíz grano	571.0	571.0	755.1	4,684.3
Naranja	31.0	310.0	5,425.0	15,225.0
Frijol	84.0	84.0	50.4	982.8

NOTA: El total de superficie sembrada, cosechada y el valor de la producción incluyen el resto de cultivos del municipio

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en la SADER, SIAP, 2024.

Ganadería y Avicultura en el municipio de Naranjos de Amatlán

Especie	Volumen de producción en pie (toneladas)	Valor de producción en pie (Miles de pesos)	Volumen de producción de carne en canal (toneladas)	Valor de producción de carne en canal (miles de pesos)
Total	**NA**	**58,730.3**	**NA**	**66,123.0**
Bovino	1,465.9	55,665.1	796.8	62,747.2
Porcino	69.9	2,278.0	49.2	2,545.5
Ovino	14.1	555.5	7.3	589.0
Caprino	0.0	0.0	0.0	0.0
Ave a/	8.3	231.7	6.1	241.4
Guajolotes	0.0	0.0	0.0	0.0

a/ Comprende pollos de engorda, progenitora pesada y reproductora pesada.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Anuario Estadístico y Geográfico, 2018; y la SADER, SIAP, 2024.

Ganadería y Avicultura en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Especie	Volumen de producción en pie (toneladas)	Valor de producción en pie (Miles de pesos)	Volumen de producción de carne en canal (toneladas)	Valor de producción de carne en canal (miles de pesos)
Total	**NA**	**42,666.2**	**NA**	**47,874.0**
Bovino	984.5	37,656.7	538.0	42,438.9
Porcino	142.2	4,544.7	99.7	4,944.1
Ovino	8.9	345.4	4.6	366.7
Caprino	0.0	0.0	0.0	0.0
Ave a/	4.3	119.3	3.1	124.3
Guajolotes	0.0	0.0	0.0	0.0

a/ Comprende pollos de engorda, progenitora pesada y reproductora pesada.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Anuario Estadístico y Geográfico, 2018; y la SADER, SIAP, 2024.

Principales características de las unidades económicas en el municipio de Naranjos de Amatlán

Indicador	Valor
Unidades económicas	1,574
Personal ocupado total	4,895
Personal ocupado dependiente de la razón social total	3,898
Personal ocupado dependiente de la razón social remunerado	1,749
Personal ocupado no dependiente de la razón social	997
Total, de remuneraciones (miles de pesos)	123,929
Producción brutal total (miles de pesos)	1,035,279
Consumo intermedio (miles de pesos)	369,360
Valor agregado censal bruto (miles de pesos)	665,919
Formación bruta de capital fijo (miles de pesos)	15,219
Variación total de existencial (miles de pesos)	-103
Total, de activos fijos (miles de pesos)	1,487,652

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censos Económicos, 2019.

Principales características de las unidades económicas en el municipio de Chinampa de Gorostiza

Indicador	Valor
Unidades económicas	464
Personal ocupado total	1,010
Personal ocupado dependiente de la razón social total	1,007
Personal ocupado dependiente de la razón social remunerado	298
Personal ocupado no dependiente de la razón social	3
Total, de remuneraciones (miles de pesos)	15,091
Producción brutal total (miles de pesos)	365,690
Consumo intermedio (miles de pesos)	111,090
Valor agregado censal bruto (miles de pesos)	254,600
Formación bruta de capital fijo (miles de pesos)	1,070
Variación total de existencial (miles de pesos)	2,487
Total, de activos fijos (miles de pesos)	10,649,179

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, Censos Económicos, 2019.

Comunicaciones y Transportes

Red Carretera *en el municipio de Naranjos de Amatlán*

Tipo	Longitud (Km)
Total, en el municipio	**68.1**
Troncal federal pavimentada	14.4
Alimentadores estatales pavimentadas	47.7
Alimentadores estatales revestidas	0.0
Caminos rurales pavimentados	0.0
Caminos rurales revestidos	6.0

NOTA: El total puede no coincidir con el desglose ya que incluye
alimentadoras estatales de terracería y caminos rurales de terracería.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Red Carretera *en el municipio de Chinampa de Gorostiza*

Tipo	Longitud (Km)
Total, en el municipio	**43.8**
Troncal federal pavimentada	5.8
Alimentadores estatales pavimentadas	25.0
Alimentadores estatales revestidas	10.0
Caminos rurales pavimentados	0.0
Caminos rurales revestidos	3.0

NOTA: El total puede no coincidir con el desglose ya que incluye
Alimentadoras estatales de terracería y caminos rurales de terracería.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Vehículos de motor *en el municipio de Naranjos de Amatlán*

Tipo	Tipo de servicio			
	Oficial	Público	Particular	Total
Automóviles	0	351	5,094	5,445
Camiones de pasajeros	0	28	8	36
Camionetas y camionetas para carga	0	16	2,575	2,591
Motocicletas	0	NA	563	563

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Vehículos de motor *en el municipio de Chinampa de Gorostiza*

Tipo	Tipo de servicio			
	Oficial	Público	Particular	Total
Automóviles	0	67	760	827
Camiones de pasajeros	0	3	3	6
Camionetas y camionetas para carga	0	3	795	798
Motocicletas	0	NA	217	217

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Aeropuertos y aeródromos *en el municipio de Naranjos de Amatlán*

Concepto	Numero
Aeropuertos a/	0
Nacionales	0
Internacionales	0
Aeródromos	0

NOTA: El total puede no coincidir con el desglose ya que incluye alimentadoras estatales de terracería y caminos rurales de terracería.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Aeropuertos y aeródromos *en el municipio de Chinampa de Gorostiza*

Concepto	Numero
Aeropuertos a/	0
Nacionales	0
Internacionales	0
Aeródromos	0

NOTA: El total puede no coincidir con el desglose ya que incluye alimentadoras estatales de terracería y caminos rurales de terracería.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Suscripciones a línea de telefónica fija *en el municipio de Naranjos de Amatlán*

Suscripciones	Numero
Total	**4,010**
Residenciales	3,489
No residenciales	521

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Suscripciones a línea de telefónica fija *en el municipio de Chinampa de Gorostiza*

Suscripciones	Numero
Total	**32**
Residenciales	28
No residenciales	4

Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Puntos de Servicio Postal *en el municipio de Naranjos de Amatlán*

Concepto	Total
Puntos de servicio postal	1
Personal ocupado	3
Correspondencia expedida (miles de piezas)	3
Correspondencia recibida (miles de piezas)	96

NOTA: Existen municipios que reportan oficinas sin postal ocupado debido a que se trata de agencias o expendios propiedad de terceros, cuya persona no pertenece a Correos de México.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

Puntos de Servicio Postal *en el municipio de Chinampa de Gorostiza*

Concepto	Total
Puntos de servicio postal	0
Personal ocupado	0
Correspondencia expedida (miles de piezas)	0
Correspondencia recibida (miles de piezas)	

NOTA: Existen municipios que reportan oficinas sin postal ocupado debido a que se trata de agencias o expendios propiedad de terceros, cuya persona no pertenece a Correos de México.
Fuente: DGPE de la SEFIPLAN con base en el INEGI, IEGEMC, 2023.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El sistema ambiental en el que se pretende insertar el proyecto, se caracteriza por una planicie rodeada de cerros con relieve casi plano, y asociada a la influencia del tipo climático cálido subhúmedo con regímenes de lluvia en verano, estas condiciones han favorecido el cambio de uso de suelo de selva mediana subperennifolia a grandes extensiones de pastizal cultivado, agricultura de temporal (maíz, cítricos, papaya).

La calidad de los suelos, y las aguas superficiales se encuentran afectados el primero por el manejo propio de las prácticas agrícolas y el segundo por una mala disposición de los asentamientos humanos que van en incremento.

De acuerdo al análisis cuantitativo en magnitudes bajas de abundancia y de biomasa de los componentes leñosos de la vegetación, es decir, valores bajos de riqueza, densidad y cobertura en los estratos arbóreo y arbustivo. La cobertura herbácea tiene la más amplia extensión, posee una diversidad mediana, y está compuesta principalmente por especies de vocación ecológica pionera, propias de las etapas iniciales de sucesión secundaria.

Se puede concluir que las especies de mamíferos no se verán afectadas con el desarrollo de la obra; el cambio de uso de suelo en la región ecológica, se ve reflejada de igual manera en el área de influencia y el área del proyecto, las especies reportadas son consideradas altamente adaptables a los cambios en su entorno y las alteraciones provocadas por la actividad humana ya que son especies generalistas que han logrado prosperar cerca de asentamientos humanos.

La tendencia degradativa por la utilización del sistema se magnifica por la disponibilidad de recursos que ofrece, si a esto se le agrega la falta de una perspectiva de utilización del sistema, fuera de las modalidades de producción tradicionales y la falta de orientación técnica para el aprovechamiento de los recursos potenciales que se ofrecen a la población, sus posibilidades de sustentabilidad serán cada vez menores, por lo que el círculo vicioso de sobreutilización del sistema – pobreza persistirá como un elemento sustancial del funcionamiento del subsistema socioeconómico, favoreciendo la migración de la población, como hasta ahora se ha evidenciado, con la reducción del número de habitantes, que es potenciada por la falta o desconocimiento de modalidades alternas de producción, que permitan un mejor desarrollo económico, lo suficiente para satisfacer las necesidades de las familias.

PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES EN LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS

Contaminación de río Tancochín: Después de la cabecera municipal de Naranjos, esta corriente de agua presenta altas concentraciones de materia orgánica, debido a las descargas de aguas residuales que se observan sin previo tratamiento, toda vez que no se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, sistema que se encuentra a cargo del H. Ayuntamiento.

Escasez de agua: Al contar con pocos cuerpos de agua libres de contaminantes, contar con fuentes de abastecimiento aptas para dotar del vital líquido ha representado una crisis social, que ante la desesperación y necesidad de la población se han realizado protestas en casetas de autopista frenando la circulación vial.

Por la falta de un relleno sanitario formal, se promueven tiraderos a cielo abierto y en algunas zonas quema de basura, generando contaminación por residuos sólidos urbanos, dentro de las acciones que el H. Ayuntamiento tiene implementada es la recolección de los residuos y la separación de estos, y su posterior transferencia.

El uso extensivo de la tierra para cultivos y pastizales, disminuyendo las superficies de vegetación primaria, uso inadecuado de agroquímicos lo que se traduce en degradación de suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, fragmentación del hábitat, etc.

REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS DEL PROYECTO Y SU AI			
INCIDENCIA	**ELEMENTO DEL PROYECTO QUE INCIDE**	**SUPERFICIE DE INCIDENCIA**	**% DE INCIDENCIA RESPECTO DE LA SUPERFICIE TOAL DEL PROYECTO**
Uso de suelo y vegetación	Área de embalse	43,948 m^2	34.76%
Áreas de importancia ambiental	No incide		
Corrientes y cuerpos de agua	Cortina	2977 m^2	2.35
Ecosistemas relevantes	No incide		

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgico, acumulativos y residuales

⇒ **METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Los métodos y técnicas usualmente aceptadas, están destinadas a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales. Como es sabido, el análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana.

Un primer criterio a incluir en la selección de técnicas y métodos es definir si se necesita medir la capacidad de una variable del ambiente o el impacto que sobre ella se genera. Un segundo elemento, se relaciona con su comportamiento en el tiempo. Por ejemplo, se considera a la naturaleza como un estado de equilibrio que es ocasionalmente perturbado por eventos propios o inducidos. Esta percepción obedece, probablemente, a que los cambios ecológicos acontecen en escalas temporales mayores que las humanas. Esto introduce una complicación adicional en la utilización de técnicas y métodos ya que las perturbaciones ambientales ocasionadas por un proyecto y sus efectos sobre el medio ambiente deben compararse no tan sólo con la situación inicial, previa a la acción, sino que con los posibles estados del sistema de acuerdo a las dinámicas de cambio natural.

Para la obtención de la información requerida en las evaluaciones ambientales destaca la utilización de metodologías y técnicas de medición, ya que con ellas es posible realizar adecuadamente una predicción, identificación e interpretación del impacto en los diferentes componentes del medio ambiente. La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada. Algunos de los métodos utilizados permiten identificar los impactos.

Para la evaluación del presente proyecto se utilizó el método siguiente:

Matriz de Leopold modificada.

La evaluación del presente proyecto se apoya en el empleo de 8 matrices.

- 1 general o de resultados.
- 2 carácter.
- 3 perturbación.
- 4 importancia.
- 5 ocurrencia.
- 6 extensión.
- 7 duración.
- 8 reversibilidad.

La identificación de impactos se realizó en base al análisis de la información recopilada, durante las visitas efectuadas al sitio del proyecto y a la delimitación del área de influencia, así como las características propias del sitio en sus componentes ambientales del medio físico, biótico y socioeconómico que prevalecen en el sitio del proyecto.

En el Cuadro siguiente se relacionan las 13 actividades que se pretenden realizar durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, en donde cada una de dichas actividades se analizaron para conocer las condiciones en que se pretenden realizar, así como para identificar sus alcances.

- Actividades del proyecto en las diferentes etapas

Etapa	Descripción de la actividad
Preparación del sitio	Trazo y delimitación de las superficies de terreno
	Despalme de las secciones de desplante de obra civil
	Conformación de ataguías a base de material pétreo del río
Construcción	Excavación de zanjas para desplante de estructura
	Acarreo de material de banco de préstamo
	Colocación de acero de refuerzo para cimentación
	Colado de estructura con concreto premezclado
	Colocación de barandal
	Tratamiento de juntas mediante calafateo
Operación y mantenimiento	Arranque y puesta en marcha
	Operación
	Mantenimiento general

En virtud de que estas actividades generarán tanto impactos benéficos como adversos en los medios físico, biótico y socioeconómico del sitio del proyecto, fue necesario definir los componentes y elementos ambientales de estos medios.

De esta forma se definieron los componentes del medio ambiente que podrían ser afectados por la implementación del proyecto, mismos que se muestran en seguida:

Componentes y elementos ambientales

SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles
		Arbustos
		Vegetación herbácea
	FAUNA	Terrestre
		Avifauna
		Acuática
	AGUA	Subterránea
		Superficial
		Calidad
	SUELO	Geomorfología
		Erosión
		Infiltración
		subsuelo
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas
		Emisión a la atmósfera
	RUIDO	Vibraciones
	PAISAJE	Unidades paisajísticas afectadas
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos

		Seguridad en la población
		Seguridad laboral
		Generación de residuos

De esta manera se tiene que en 2 factores habrá 8 componentes ambientales y 21 subcomponentes ambientales.

⇒ **CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS**

El impacto ambiental constituye una alteración significativa de las acciones humanas; su trascendencia deriva de la vulnerabilidad territorial. Esta es múltiple; por ejemplo: un determinado territorio puede presentar características de fragilidad en cuanto al riesgo de erosión y no por la contaminación de acuíferos. Esta diversidad de facetas siempre debería ponerse de manifiesto en una evaluación de impacto ambiental. Una alteración ambiental, correspondiente a cualquiera de esas facetas de la vulnerabilidad o fragilidad del territorio, puede ser individualizada por una serie de características; entre ellas destacan:

CARÁCTER (C)

Este criterio es el que impone el mayor peso sobre la evaluación y es la respuesta de los componentes ambientales a los impactos generados por las actividades de la obra, pudiendo ser positiva (+), negativa (-) o neutra (0). Esto último cuando la actividad no produzca alteración sobre el medio.

PERTURBACIÓN (P)

Es el trastorno o alteración que se produce sobre el medio, por la acción de un impacto y se clasifica como:

- Importante.
- Regular.
- Escasa.

IMPORTANCIA (I)

Es la significación o trascendencia del impacto sobre el medio y se clasifica como:

- Alta.
- Media.
- Baja.

Para que quede más clara la diferencia entre los criterios de perturbación e importancia se muestra el siguiente ejemplo:
Un impacto de importancia alta y escasa perturbación, sería la tala de un árbol que se encuentra clasificado como especie en peligro de extinción. La importancia es alta porque es una especie en peligro, no obstante, la perturbación es escasa porque solo implica remover un individuo.

Un impacto de importancia baja y perturbación elevada, sería el desmonte de una superficie igual a la superficie total del predio, cuando la vegetación a remover corresponde a cultivos agrícolas o a un pastizal inducido.

Para el caso del componente medio socioeconómico, específicamente el subcomponente empleos, importancia baja se calificará cuando se generen de 1 a 5 empleos; importancia media cuando se generen de 6 a 10 empleos; e importancia alta cuando se generen más de 10 empleos.

OCURRENCIA (O)

Es la probabilidad de que el impacto se presente sobre el medio. Se clasifica como poco probable, probable y muy probable.

EXTENSIÓN (E)

Se refiere al área de influencia de cada impacto identificado y se puede clasificar como:

- Puntual. Considerando el área que estará sometida a estructuras.
- Local. Considerando el área total del predio.

- Regional. Considera al Municipio.

DURACIÓN (D)

Este criterio se refiere a la permanencia del impacto sobre el medio y se clasifica como:

- Corta. Impactos identificados menores a 1 mes.
- Media. Aquellos efectos que comprendan un periodo de tiempo de hasta 4 meses.
- Permanente. Durante la permanencia del proyecto (vida útil).

REVERSIBILIDAD (R)

Este es el último criterio de evaluación considerado y se define como la posibilidad o imposibilidad del medio para retornar a sus condiciones iniciales y se clasifica como:

- Reversible. Si no requiere ayuda antropogénica.
- Parcial. Si requiere ayuda antropogénica.
- Irreversible. Si se debe generar una nueva condición ambiental.

En el cuadro siguiente se muestran los valores cuantitativos asignados a cada criterio.

Carácter	**(C)**	**Positivo**	**1**	**Negativo**	**-1**	**Neutro**	**0**
Perturbación	**(P)**	**Importante**	**3**	**Regular**	**2**	**Escasa**	**1**
Importancia	**(I)**	**Alta**	**3**	**Media**	**2**	**Baja**	**1**
Ocurrencia	**(O)**	**Muy Probable**	**3**	**Probable**	**2**	**Poco probable**	**1**
Extensión	**(E)**	**Regional**	**3**	**Local**	**2**	**Puntual**	**1**
Duración	**(D)**	**Permanente**	**3**	**Media**	**2**	**Corta**	**1**
Reversibilidad	**(R)**	**Irreversible**	**3**	**Parcial**	**2**	**Reversible**	**1**
TOTAL			**19**		**13**		**6**

Como puede observarse en el cuadro anterior, un impacto no puede ser mayor a 19 (valor absoluto), pero si puede tener valor de “cero”, cuando el carácter es neutro. Una vez que cada impacto identificado está clasificado con cada criterio, se proporciona un valor final con la siguiente fórmula:

Impacto Total: C x (P + I + O + E + D + R)

Una vez obtenido el valor cuantitativo del impacto, se efectúa una agrupación de los valores para obtener rangos de impacto y así asignar una escala de valoración cualitativa.

⇒ INDICADORES DE IMPACTO

Quien define si el impacto es negativo, positivo o neutro es el criterio de carácter, el cual multiplica a la suma de los valores del resto de los criterios que han sido asignados a cada impacto identificado. El valor del impacto total se clasifica como se muestra en el cuadro siguiente:

CARÁCTER NEGATIVO (-)	
Severo	Mayor a -15
Moderado	Entre -15 y -9
Compatible	Menor a -9
CARÁCTER POSITIVO (+)	
Alto	Mayo a 15
Mediano	Entre 15 y 19
Bajo	Menor a 9

Una vez obtenido el valor total de cada impacto, se procedió a llenar la Matriz de Leopold modificada. Este método contrapone las actividades del proyecto con los componentes ambientales que podrían resultar afectados por su desarrollo, de manera que puede evaluarse de manera más gráfica, cuales componentes ambientales resultan más afectados por la obra y cual actividad es la que afecta más al medio.

En cuanto se obtuvo la valoración total de cada impacto se procedió a sacar la frecuencia con la cual se presenta cada uno de ellos y con lo anterior se obtuvieron los índices de afectabilidad e impactabilidad. Así mismo se procedió a obtener el resultado de la valoración de impactos positivos o negativos por importancia relativa, además de un valor cuantitativo de la mitigación (unidad de mitigación), a partir de los porcentajes de mitigación de los impactos.

El objetivo de calcular todo lo anterior es determinar la viabilidad ambiental del proyecto.

⇒ VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

El análisis de la interacción proyecto-entorno para identificar los diferentes impactos ocasionados por el desarrollo del proyecto genero impactos positivos, negativos y residuales. De la identificación de impactos negativos se propondrán medidas de mitigación para aquellos considerados como adversos, lo que es tema del siguiente capítulo. Se identificaron 13 actividades impactadoras y 21 sub componentes ambientales susceptibles de ser afectados; el producto de ambas categorías permite determinar el universo potencial de análisis.

(Número de actividades) X (Número de elementos) = Universo de análisis

Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del proyecto.			
Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la región ecológica, que se relacionan con el proyecto	**Componente ambiental impactado**	**Impacto ambiental**	**Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)**
Conformación de represa a base de material pétreo	Agua Social	Ante la necesidad de contar con agua, en temporada de sequías (diciembre-mayo) se vienen realizando represamientos en el cauce del río Tancochín, para lo cual utilizan material pétreo del mismo río elevando cortina de hasta 2 m de altura, que ante una avenida máxima esta represa es arrastrada por la corriente llevándose el material aguas abajo, lo que provoca azolve en el río incrementando riesgo de desbordamientos y/o inundación en las partes bajas. Esta situación complica las condiciones del cauce, toda vez que, después de la localidad de Naranjos la calidad del agua varía por incremento de materia orgánica, y al recibir mayor cantidad de material pétreo la corriente se azolva y se observa	Impacto negativo, de duración media, extensión local, perturbación regular, intensidad media, reversibilidad parcial.

Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del proyecto.			
Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la región ecológica, que se relacionan con el proyecto	**Componente ambiental impactado**	**Impacto ambiental**	**Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)**
		el crecimiento de algas, generación de malos olores y generación de vectores transmisores de enfermedades de dengue, zika, entre otros.	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
PREPARACIÓN DEL SITIO	**Trazo y delimitación del área de trabajo**	Fauna - Terrestre - Avifauna	Previo a las actividades de desmonte y despalme, se hará recorrido en la zona	De acuerdo al levantamiento de fauna, la superficie a afectar y las condiciones del medio,	Se consideran efectos directos, en las poblaciones de fauna terrestre, ya que buscarán sitios

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			de construcción de la cortina, poniendo mayor atención en la margen izquierda que es la zona con mayor vegetación, ya que la margen derecha colinda con zona urbana y la perturbación en ese punto es mayor. La finalidad del recorrido es la identificación y reubicación de nidos, ahuyentamiento de fauna local.	en ambos subcomponentes se considera el impacto de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia de afectación a especies poco probable, con extensión puntual, por los tiempos establecidos para la construcción se consideran de corta duración y en cuanto la maquinaria y personal de trabajo se retiren del sitio se espera que las condiciones sean reversibles.	seguros que les prevean alimentos y agua, Al no ser una obra de grandes dimensiones la temporalidad de los efectos es corta. De acuerdo al estudio de fauna, este considera que los mamíferos presentes en el área de proyecto son consideradas altamente adaptables a los cambios de su entorno y a las alteraciones

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
				Con adecuadas medidas de prevención este impacto se considera compatible.	provocadas por la actividad humana. Para el caso de la avifauna la construcción favorecerá a aves acuáticas, pero en el caso de aves de ribera que requieren de orillas arenosas para vivir están obligadas a desplazarse a corriente debajo de la cortina.
	Desmonte y despalme de zona para obra civil	Flora: - Árboles - Arbustos - Vegetación herbácea	El desmonte y despalme se contempla únicamente en la superficie	El impacto de estos 3 subcomponentes es de carácter negativo la perturbación va de escasa a regular, de	El efecto de las acciones es directo, sobre el componente flora durante las etapas

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			establecida para la construcción de la cortina que corresponde a 1,374 m^2, la vegetación que mayormente será desmontada es herbácea, seguida de la arbustiva y 4 elementos arbóreos no catalogados en la NOM-059-SEMARNAT. Si bien la afectación de esta superficie es permanente, las especies a afectar son de amplia distribución, y su presencia se ve influencia	importancia baja, ocurrencia probable, extensión puntual, de duración permanente, pero reversible.	de preparación del sitio, sin embargo, durante la operación las afectaciones serán nulas, al contar con un embalse de agua la humead irá en aumento lo que beneficiará a la repoblación de la vegetación en zonas circundantes a la presa.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			principalmente durante la temporada de lluvias.		
		Fauna: - Terrestre - Avifauna - Acuática	Al haber presencia de maquinaria y personal de trabajo, la fauna que se encuentra adaptada al cambio en el entorno y que merodee por la zona, podrá decidir migrar a otra zona cercana.	El impacto para este componente es de carácter negativo, de escasa perturbación, importancia baja, ocurrencia poco probable, extensión puntual, de corta duración y reversible. Con adecuadas medidas de prevención este impacto se considera compatible.	Los efectos de este impacto son directos, una vez se lleve a cabo la puesta en marcha, las funciones bioecológicas de la fauna, seguirán funcionando de igual manera.
		Suelo: - Erosión	El desmonte y despalme consideran el retiro	El impacto para este componente es de carácter negativo, por	Los efectos son indirectos, una vez construida la

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			de la vegetación y el material orgánico de la capa superior del suelo, lo cual no es útil para procedimientos constructivos. Estas acciones permiten que la superficie despalmada que expuesta a la radiación solar y, en consecuencia, los niveles de humedad de abaten, la sequía incrementa y puede dar paso a la erosión de esa porción de suelo.	la superficie se considera de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia poco probable, extensión puntual, duración media, pero reversible.	cortina el riesgo por erosión disminuye o se nulifica.
		Calidad del aire:	Por la operación de maquinaria como	El impacto es de carácter negativo, de	El efecto es directo, una vez concluido el

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		- Partículas suspendidas - Emisión a la atmósfera	retroexcavadora, se incrementa la presencia de partículas de CO, CO_2, SO_2, HC y NOx debido a la combustión interna por la operación. De igual manera, el movimiento de tierras, genera partículas de polvos en suspensión que afectan la calidad del aire, junto con el tránsito de vehículos requeridos para transportar el material residual de estas actividades.	perturbación regular, importancia baja, probable ocurrencia, extensión puntual, corta duración, pero reversible. Con implementación de medidas de mitigación este impacto se considera compatible.	despalme, por lo menos la emisión de polvos será mínima.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		Ruido: - Vibraciones	El movimiento de tierra y el ruido de la maquinaria genera ruido y vibraciones. Este impacto será ocasionado en las secciones de los muros de la cortina.	Impacto de carácter negativo, de perturbación regular, de importancia baja, con probabilidad de ocurrencia, extensión puntual, duración corta y reversible.	Efecto directo
		Paisaje: - Unidades paisajísticas	La remoción de vegetación afectará paisajes de comunidades vegetales correspondiente a una sección de vegetación riparia, que, aunque representan ecosistemas perturbados dejar desprovisto de	El carácter del impacto es negativo, de perturbación escasa, importancia media, probable ocurrencia, extensión puntual, duración media, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			vegetación incide notablemente en el paisaje actual.		
		Entorno social: - Generación de empleos	Respecto a la generación de empleo, se prevé un impacto benéfico en generación de empleo local temporal.	Impacto de carácter positivo, de perturbación regular, importancia baja, probable ocurrencia, extensión local, corta duración, reversible.	Efecto directo
		- Seguridad laboral	Respecto a la seguridad laboral, el riesgo de accidentes siempre se encuentra latente en cualquier tipo de obra, y la maniobra de maquinaria pesada no excluye este riesgo.	Impacto de carácter negativo, perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia poco probable, extensión	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		- Generación de residuos	La generación de residuos será principalmente vegetal y terreo con materia orgánica.	puntual, corta duración, reversible. Carácter negativo, perturbación regular, importancia baja, probable ocurrencia, extensión puntual, duración corta, reversible.	Efecto directo
	Conformación de ataguías	Fauna: - Acuática	La función de a ataguía es desviar el agua a una sección del cauce y poder trabajar en seco, si bien el agua que corre por esta sección no abarca toda la sección del cauce, esta acción prevé la afectación	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular, importancia baja, poco probable de ocurrencia, extensión puntual, duración media, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			de la fauna acuática. Si bien las especies de gran tamaño se acoplarán al ritmo de la corriente, hay especies de menos tamaño como caracoles de agua dulce, microorganismos que quedarán expuestos sin agua.		
		Agua: - Superficial	La extracción de material pétreo del río Tancochín para la conformación de ataguías puede afectar la calidad del agua por la presencia de maquinaria. Cabe destacar que no se	El impacto será de carácter negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			considera afectación de la morfometría del río, toda vez que este material pétreo ha sido arrastrado con los años por la conformación de barreras que la misma población realiza para retener agua. No se contempla modificación de cauce, sin embargo, se obligará a la corriente transitar con una sección, ya sea la margen derecha o la izquierda, esto en función de la sección		

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			que se esté trabajando.		
		Suelo: - Erosión	Al tener expuestas secciones de horizontes del suelo excavado, se favorece a la ocurrencia de fenómenos erosivos por acción eólica y pluvial, esto traduce en la pérdida de componentes y propiedades del suelo.	El impacto es de carácter negativo, perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia poco probable, extensión puntual, corta duración, reversible.	Efecto directo
		Ruido: - Vibraciones	El movimiento del material pétreo y la conformación de las	El carácter del impacto es negativo, de perturbación regular,	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			ataguías se realizará con maquinaria (retroexcavadora) lo que genera ruido y vibraciones. Estas acciones están contempladas a realizarse en 2 semanas.	importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración corta, reversible.	
		Paisaje: - Unidades paisajísticas	La presencia de maquinaria en el cauce del río, el movimiento de material pétreo y la conformación de ataguías para desvío de cauce hará, intervendrá en el paisaje natural del sitio de proyecto, si bien el sitio se	El impacto es considerado como negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			encuentra alterado por acumulación de material pétreo, estas acciones serán notables.		
		Entorno social: - Generación de empleos - Seguridad laboral	Respecto a la generación de empleo, se prevé un impacto benéfico en generación de empleo local temporal. Respecto a la seguridad laboral, el riesgo de accidentes siempre se encuentra latente en cualquier tipo de obra, y la maniobra	El impacto será positivo, perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión local, corta duración, reversible. El carácter del impacto es negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia poco probable, extensión	Efecto directo Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		- Generación de residuos	de maquinaria pesada no excluye este riesgo. Con la presencia de trabajadores se prevé la generación de residuos de origen urbano.	puntual, duración corta, reversible. Carácter negativo, perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión puntual, duración corta, reversible.	Efecto directo
CONSTRUCCIÓN	**Excavación de zanjas para desplante**	Agua: - Superficial	Se realizará excavación de zanja para desplante de estructura, esto se pretende realizar en seco, sin embargo, esta acción podría modificar la geomorfología del cauce.	El impacto es de carácter negativo, perturbación regular, importancia media, ocurrencia poco probable, extensión puntual, duración media, reversible	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		Suelo: - Erosión	La exposición de la superficie del cauce a la radiación solar, puede producir erosión, por lo que el tiempo de ejecución es un factor importante para minimizar este posible impacto.	El impacto es considerado de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia media, ocurrencia poco probable, extensión local, corta duración, reversible	Efecto directo
		Calidad del aire: - Partículas suspendidas	A pesar de ser una superficie relativamente pequeña y con alta concentración de humedad, al estar sin agua, haber movimiento de tierras y haber exposición de sol	El impacto es de carácter negativo, perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión local, duración corta, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			se prevé la generación de partículas suspendidas de polvos al aire. El material extraído de la excavación puede estar con saturación de agua, sin embargo, con el paso de los días el agua se evaporará y el material quedará en seco que al momento de llevarlo a su sitio de disposición final puede producir		

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		- Emisión a la atmósfera	dispersión de partículas de polvo. La presencia de maquinaria o vehículos automotores en el sitio, generan emisiones de gases emitidos por los escapes,	El impacto es de carácter negativo, perturbación regular, importancia baja, ocurrencia probable, extensión local, duración corta, reversible.	
		Ruido: - Vibraciones	El ruido será ocasionado por el uso de la maquinaria para la excavación de las zanjas, este impacto será ocasionado en los cadenamientos donde se vaya trabajando, no es un	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia media, extensión puntual, duración corta, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			impacto permanente en toda el área del proyecto.		
		Paisaje: - Unidades paisajísticas	La modificación temporal del cauce del río, la presencia de maquinaría, de trabajadores y el ruido de los vehículos empleados en las diferentes actividades generarán modificaciones al paisaje, causando perturbación en otros factores	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración corta, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			como fauna, flora, suelo, social.		
		Entorno social: - Seguridad laboral - Generación de residuos	Los trabajadores que se encuentren en la zona de excavación son propensos a tener caídas por error humano, al estar cerca de una zanja a las profundidades que marca el proyecto, el resultado de la caída puede resultar en riesgo alto para el trabajar presentando posibles fracturas, al igual que si el trabajador se	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración corta, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			encuentra en el interior de la zanja, por inestabilidad del suelo removido, pueden presentarse derrumbes que pongan en riesgo la vida de quien se encuentre en el interior.		
	Acarreo de material de banco	Calidad del aire: - Partículas suspendidas - Emisión a la atmósfera	Para la construcción de la cortina se requerirá material de banco de préstamo, los bancos propuestos en la geotecnia, son bancos autorizados por el estado o federación según su ubicación, este	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia media, ocurrencia probable, extensión local, duración corta, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			material será acarreado por camiones volteo, tanto el traslado como el vaciado generarán emisiones de partículas suspendidas de polvo.		
		Ruido: - Vibraciones	El constante tránsito de camiones genera vibraciones, esta afectación será principalmente en la ruta de acarreo	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión local, duración corta, reversible.	
		Entorno social: - Seguridad en la población	El riesgo a la población se prevé principalmente por la circulación de los	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia media,	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			camiones, lo incrementa el riesgo por accidentes vehiculares, atropellamiento, etc.	ocurrencia probable, extensión local, duración corta, reversible.	
	Colocación de acero	Ruido: - Vibraciones	La estructura de la cortina será reforzada con acero, este acero se cortará a media desde la ubicación del proveedor, sin embargo, no se descarta la posibilidad de realizar cortes en sitio, golpes, y maniobras que invariablemente generarán ruido y vibraciones	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		Entorno social: - Empleo	Respecto a la generación de empleo, se prevé un impacto benéfico en generación de empleo local temporal.	El impacto es de carácter positivo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	
		- Seguridad laboral	Respecto a la seguridad laboral, el riesgo de accidentes siempre se encuentra latente en cualquier tipo de obra, y la maniobra de maquinaria no excluye este riesgo.	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	
		- Generación de residuos	Con la presencia de trabajadores se		

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			prevé la generación de residuos de origen urbano.	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	
	Colado de estructura con concreto premezclado	Agua: - Superficial - Calidad	Al realizar el colado con concreto premezclado, será necesario el empleo de maquinaria tales como revolvedoras, bombas mezcladoras para vaciado. Esta maquinaria al operar con diésel puede presentar fugas que contaminarían de	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			grasas o aceites directo o por arrastre al cauce.		
		Calidad del aire: - Emisión a la atmósfera	Se prevé incremento en la generación de polvos y partículas provenientes de la circulación de camiones de los frentes de obra, y de manipulación de materiales de construcción como cal, cemento, arena, gases provenientes de los vehículos y maquinaria que operan con combustibles fósiles.	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	Efecto directo
		Ruido:	El proyecto contempla el empleo	El impacto es de carácter negativo, de	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		- Vibraciones	de vibro compactadores que permitan compactar el concreto, por lo que esta etapa del proyecto será la de tenga el rango más alto de vibraciones.	perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	
		Paisaje: - Unidades paisajísticas afectadas	Las condiciones actuales serán modificadas por la construcción de una nueva estructura, aunque esta sea pequeña, se modifica la apariencia visual actual	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	Efecto directo
		Entorno social: - Empleos	empleo, se prevé un impacto benéfico en generación de	El impacto es de carácter positivo, de perturbación regular,	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			empleo local temporal.	importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	
		- Seguridad laboral	Respecto a la seguridad laboral, el riesgo de accidentes siempre se encuentra latente en cualquier tipo de obra, y la maniobra de maquinaria no excluye este riesgo.	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	Efecto directo
			Generación de residuos de origen urbano por la presencia de trabajadores, así	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular,	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		- Generación de residuos	como fecalismo al aire libre, residuos propios de la construcción tales como, bolsas de cemento, latas de pintura, pedacerías de varillas, pedacerías de tubería, clavos, alambres, etc. Esta obra se realizará en la margen del río, estos residuos pueden ser arrastrados a la corriente de agua, aportando al deterioro de la calidad del agua superficial.	importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
	Tratamiento de juntas mediante calafateo	Agua: - Subterránea	Al tratarse de componentes de sellado con químicos, se prevé posible derrame al cauce. Contaminación por desechos sólidos	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia poco probable, extensión puntual, duración corta, reversible.	Efecto directo
		Calidad del aire: - Partículas suspendidas	Para sellar a profundidad será necesario raspar las grietas lo que podrá producir polvos y partículas suspendidas al aire	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia poco probable, extensión puntual, duración corta, reversible.	Efecto directo
		Entorno social:	Respecto a la generación de	El impacto es de carácter positivo, de	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		- Empleos	empleo, se prevé un impacto benéfico en generación de empleo local temporal.	perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia poco probable, extensión puntual, duración corta, reversible.	
		- Seguridad en la población	Realizar esta acción garantiza el buen funcionamiento de la estructura, y con esto se brinda una obra segura a la población	El impacto es de carácter positivo, de perturbación escasa, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración permanente reversible.	
		- Generación de residuos	Con la presencia de trabajadores se prevé la generación de residuos de origen urbano.	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable,	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
				extensión puntual, duración corta, reversible	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	**Arranque y puesta en marcha**	Flora: - Árboles - Arbustos - Vegetación herbácea	Cuando el área de embalse alcance su nivel ordinario, se prevé que vegetación riparia quede inundada que si bien la mayoría de la vegetación presente está adaptada a alta concentración de humedad tal es el cauce del sauce llorón, se prevé que algunas otras	El impacto es de carácter negativo, de perturbación regular, importancia media, ocurrencia probable, extensión puntual, duración media, reversible.	Efecto indirecto

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			especies sufran de asfixia por anegación.		
		Agua: - Superficial	En este punto la instalación y/o construcción de todas las actividades del proyecto se habrán concluido, en este punto se inicia con las pruebas de arranque por lo que, se iniciará con el aprovechamiento de del agua, lo que implica un aprovechamiento de las aguas del río Tancochín	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión local, duración permanente, reversible.	Efecto indirecto

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
			disminuyendo su volumen.		
		Ruido: - Vibraciones	La generación del ruido será principalmente por la acción de bombeo para la extracción del agua que irá a la línea de conducción existente.	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia poco probable, extensión puntual, duración media, reversible.	
		Entorno social: - Generación de residuos	La generación de residuo será mínima, y será principalmente de origen urbano originado por los operadores del sistema.	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión puntual duración corta, reversible.	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
	Operación del sistema potable	Agua: - Superficial	En caso de requerir acciones de operación en la presa, se corre el riesgo de realizar actividades que pongan en riesgo la calidad del agua, tales como derrames accidentales de líquidos o sólidos, suspensión de la línea para mantenimiento al fondo de la presa, etc.	El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión local, duración permanente, reversible.	Efecto indirecto
		Entorno social: - Empleos	Realizar esta acción garantiza el buen	El impacto es de carácter positivo, de	Efecto directo

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN					
DESCRIBIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA ZADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE A SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES					
ETAPA DEL PROYECTO	**OBRA O ACTIVIDAD DEL PROYECTO**	**COMPONENTE Y SUBCOMPONENTE AMBIENTAL EN EL QUE INCIDE**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO INDICANDO EL TIPO, DURACIÓN, EXTENSIÓN E INTENSIDAD**	**EFECTOS**
		- Seguridad en la población - Generación de residuos	funcionamiento de la estructura, y con esto se brinda una obra segura a la población Con la presencia de trabajadores se prevé la generación de residuos de origen urbano.	perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión local, duración permanente, reversible. El impacto es de carácter negativo, de perturbación escasa, importancia baja, ocurrencia probable, extensión puntual duración permanente, reversible	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
PREPARACIÓN DEL SITIO	P1	FLORA: Se deberá contar con un equipo de supervisión ambiental que esté presente en el proceso de desmonte y despalme. La remoción de la vegetación se circunscribe únicamente a la superficie delimitada en los cuadros de construcción del proyecto, a fin de evitar el deterioro de mayores superficies. La remoción de la vegetación deberá ser realizada de forma manual, sin el uso de sustancias químicas y de forma secuencial con el resto de las actividades, para evitar dejar expuesta la superficie durante largos períodos a la erosión hídrica y eólica. Se evitará la quema de residuos vegetales o estratos herbáceos y arbustivos en la zona de trabajo. Será importante concienciar al personal en el área ambiental, orientándolos sobre la importancia del cuidado de la vegetación del sitio, y exhortándolos a abstenerse de dañar vegetación de forma innecesaria, así	Se delimitará la superficie de afectación con estacas, la supervisión ambiental deberá estar presente durante y después de estas acciones. Ajustarse al programa que contempla una semana para el desmonte y despalme de las secciones de cada muro, considerando que la margen izquierda es la primera en intervenir y posteriormente margen derecha.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		como de abstenerse de hacer fogatas que pudiera generar algún incendio.	
	P1	FAUNA: Una semana antes del inicio de la obra, una brigada de especialistas deberá realizar acciones de ahuyentamiento, verificación de la existencia de nidos o madrigueras y en su caso reubicación, tomando como sección principal la margen izquierda a la altura de la construcción del muro izquierdo. Queda estrictamente prohibida la caza, captura, apropiación, tráfico o muerte de las especies halladas en la zona. Se deberá poner especial cuidado en verificar que el desmonte se lleve a cabo de manera paulatina e iniciando con chapeo manual en los estratos herbáceos y arbustivos con la finalidad de permitir el desplazamiento natural de la fauna que pudiera permanecer en la zona de desmonte. Durante la conformación de las ataguías es importante verificar que en la zona a trabajar en seco no quede	La empresa contratista deberá contratar el servicio de especialistas en la materia, con carreras afines a biología o forestales, aunado a la supervisión ambiental que se encuentre durante la ejecución de estas acciones. Se deberán elaborar bitácoras donde especifique la presencia, especie y números de individuos encontrados en el sitio.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		desprotegida alguna especie y sea llevada a cauce para garantizar su supervivencia.	
		AGUA SUPERFICIAL: La formación de ataguías se hará únicamente en la sección del río que establecen los planos de proyecto, se tendrá especial cuidado en verificar que la maquinaria empleada cuente con mantenimiento preventivo y correctivo, para evitar derrames de combustible o aceite en el interior del cauce.	En el cauce no debe haber presencia de residuos, ya sean sólidos u oleosos, en caso de haber presencia oleosa, deberá suspender la actividad retirar la maquinaria y verificar que no tenga fugas en sus tanques de combustible, y/o de ser necesaria, sustituirla por otra.
	P1	EROSIÓN DEL SUELO: Es importante que el desmonte y despalme se realice de forma secuencial y una vez se tenga la certeza que se cuenta con todos los elementos necesarios para la siguiente acción, esto con la finalidad de evitar mayor tiempo en la exposición del suelo desnudo a la intemperie. Trabajar únicamente en la superficie delimitada para la implementación del proyecto, evitando dañar mayor superficie que la correspondiente.	Supervisión ambiental En caso de suspensión de obra el suelo desnudo se deberá cubrir con lonas o el material picado del desmonte. Deberán ajustarse a las secciones establecidas en el proyecto para la obtención del material pétreo.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		Evitar rodar, descansar o estacionar maquinaria o vehículos fuera del sitio definido para esta obra. La extracción del material pétreo para la conformación de las ataguías deberá ser en las secciones donde hay mayor azolve de este material, considerando la zona de la cortina y la sección colindante río abajo, con la finalidad de abrir paso a la corriente a futuro y no afectar mayores secciones del cuerpo de agua.	Es importante ajustarse a los tiempos establecidos en proyecto o de ser posible minimizarlos, para evitar mayor tiempo de exposición a la radiación solar.
	P1	CALIDAD DEL AIRE: Se vigilará que no haya quema del material de desmonte El material de desplante se le otorgará al área de limpia pública del municipio para ser usado en las áreas verdes por su alto contenido de materia orgánica, o bien, al propietario del predio colindante para empleo en sus áreas de siembra. Se verificará que el material de despalme no sea colocado cerca o en la corriente del río Tancochín.	Se establecerá convenio con el municipio para el retiro del material de despalme o bien con el propietario colindante, de tal forma que el material removido no permanezca por largo tiempo y se corra el riesgo que pueda ser arrastrado a la corriente de agua.
	P1	RUIDO: Es importante que la empresa contratista ponga como medida preventiva el uso de tapones auditivos y equipos	Se deberá contar con bitácora de mantenimiento de la maquinaria a emplear con la finalidad de asegurarse

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		de protección al personal que labore en el proyecto y a los conductores de maquinaria. Se establecerán límites de velocidad a vehículos pesados. Se deberán respetar los horarios de trabajo establecidos, y en ningún caso se deberá laborar en horario nocturno, para no afectar a los habitantes.	que se encuentra en condiciones óptimas de uso.
	P1	SEGURIDAD LABORAL Y DE LA POBLACIÓN: Se deberá suministrar a los trabajadores todos los elementos de protección personal necesarios, acorde con las actividades que realicen, además de contar con un botiquín de primeros auxilios y tener identificado el hospital o servicio de salud más cercano, así como establecer la ruta de acceso más corta y segura para su traslado en caso de suscitarse alguna emergencia médica. Se deberán respetar las normas de trabajo y de construcción establecidas, para garantizar el buen desempeño laboral y rendimiento del trabajador. Se hará aviso a la población mediante mantas informativas, donde se hará mención el tipo de obra y la	La ausencia de accidentes y buenas prácticas durante la ejecución de la ejecución de las obras.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		duración de los trabajos, es importante que esta difusión llegue a nivel regional por la circulación de camiones y vehículos en la zona. Colocar señalamientos restrictivos, informativos y preventivos necesarios, con la finalidad de evitar accidentes.	
	P1	RESIDUOS: El control de los residuos vegetales generados durante la eliminación de la cubierta vegetal, deberá realizarse mediante la pica y dispersión para facilitar su integración al suelo. Para evitar la contaminación del suelo con residuos sólidos generada por la obra y por los trabajadores, se establecerá la siguiente medida de mitigación: recolección y depósito de basura doméstica en tambos de 200 litros con tapa, etiquetados para tal fin y posteriormente ser transportados al sitio donde la autoridad municipal indique. Queda estrictamente prohibido verter residuos al cauce, en todo su ancho, aún en la zona en seco.	Colocación de contenedores con tapa identificados por tipo de residuo, así como establecimiento y acondicionamiento del almacén temporal de residuos peligrosos. Recolección diaria de residuos sólidos y entrega al servicio de limpia municipal. Uso de bitácoras de registro para seguimiento del manejo y disposición final de los residuos generados.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		Se utilizarán 1 sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a una empresa especializada y autorizada.	
CONSTRUCCIÓN	P1	AGUA SUPERFICIAL: No obstaculizar drenajes o cauces durante las maniobras o procesos de construcción, con la finalidad de no interrumpir los escurrimientos naturales de agua, no importando que estas sean temporales. No se deberá rodar o transitar maquinaria por la sección del cauce con agua. No depositar basura, aceites o desechos en toda la sección del cauce, debiendo utilizar los contenedores en los lugares destinados para el caso. Una vez concluida la construcción de la obra, este material será extraído y acarreado mediante camiones volteo a un sitio dispuesto por el H. Ayuntamiento para uso en las obras municipales y una parte se quedará a resguardo en la bodega de CAEV naranjos, para la instalación de las líneas de conducción que se tienen programadas en una siguiente etapa. Previo a la puesta en marcha del sistema de agua potable, se deberá contar con título de concesión por parte de la CONAGUA.	Capacitación al personal y supervisión ambiental de implementación de medidas de emergencia para atención a contingencias ambientales por derrame de combustible, lubricantes y otros. En el cauce no debe haber presencia de residuos, ya sean sólidos u oleosos, en caso de haber presencia oleosa, deberá suspender la actividad retirar la maquinaria y verificar que no tenga fugas en sus tanques de combustible, y/o de ser necesaria, sustituirla por otra.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		El gasto que se extraerá, será por el que autorice la CONAGUA o bien por el que se está manejando en el presente estudio. Se deberá contar con un equipo de supervisión ambiental que esté presente en el proceso constructivo, y que vigile las medidas preventivas propuestas.	
	P1	CALIDAD DEL AIRE: Durante el acarreo de los materiales y residuos de las excavaciones (tierra y residuos vegetales) en camiones de volteo, ésta se deberá cubrir con una lona o plástico para evitar su dispersión. Utilizar maquinaria en buenas condiciones mecánicas para reducir la generación de emisiones. Verificar que la maquinaria utilizada cuente con los dispositivos correspondientes que se apegue a lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-011-STPS-2001, las cuales establecen los límites máximos permisibles de emisión de ruido y su método de medición. Solicitar que el parque automotor esté verificado. Manteniendo el estado de los escapes de la maquinaría	Los indicadores aplicables para medir la eficiencia del mismo serán los parámetros de emisiones que se encuentren en regla dentro de lo permitido por las NOM's que correspondan, y la acumulación de polvos en las superficies por las que transitan los vehículos.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		en constante mantenimiento para disminuir la cantidad de ruido generado. Evitar el uso de maquinaria pesada en horarios nocturnos, para no perturbar a la población Cercana.	
	P1	UNIDADES PAISAJÍSTICAS: Se recomienda apegarse al programa general de trabajo, para realizar las obras dentro del tiempo establecido y no afectar el paisaje por más tiempo que el previsto. Las obras deberán ser realizadas única y exclusivamente dentro del área establecida para el desarrollo del proyecto. Se deberá instalar el equipo y material de forma ordenada y sin generar trastornos visuales evitando la alteración de puntos de mayor interés visual. Durante el desarrollo del proyecto se deberá evitar la degradación del paisaje por la incorporación de residuos	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		y su posible dispersión por el viento, por lo que se deberá disponer los medios necesarios para lograr una correcta gestión de residuos durante todo el desarrollo de la obra. Para reducir el incremento en los niveles de ruido ocasionado por manejo de maquinaria pesada, se solicitará a los contratistas de la obra, que indiquen a los conductores de sus camiones la obligatoriedad para que cierren los escapes de sus unidades, cuando se encuentren circulando cerca de las poblaciones aledañas. Los límites máximos permisibles de nivel sonoro se establecerán en los siguientes horarios: de 7:00 a 18:00 hrs 68 dB(A), principalmente los operadores de maquinaria pesada, deberán emplear tapones auditivos para mitigar el ruido. Se recomienda capacitar el personal para minimizar la contaminación visual al paisaje, así como asignar horarios definidos que den orden y regulen las jornadas diarias de trabajo.	

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		Se deberá instalar el equipo y material de forma ordenada y sin generar trastornos visuales evitando la alteración de puntos de mayor interés visual. Establecer un programa permanente de recolección de desechos sólidos, así como las instalaciones de depósitos de basura en la zona donde se desarrolla el proyecto.	
		RUIDOS Y VIBRACIONES: En caso de que existan emisiones de ruido elevadas, los trabajadores deberán usar tapones auditivos para evitar daños a su salud, así como equipo silenciador en la maquinaria a fin de que los niveles de ruido producidos no excedan los límites permitidos ni afecte a los pobladores de las localidades cercanas. Se deberán tomar en cuenta las normas oficiales mexicanas, y demás aplicables, para el uso, manejo y regulación de la maquinaria y equipos.	Aplicación de un programa para el mantenimiento preventivo y periódico de maquinaria, equipo y vehículos, que incluya la afinación de motores y verificación vehicular de automotores y maquinaria pesada.
	P1	EMPLEOS Y SEGURIDAD LABORAL: Se deberá buscar que el personal empleado en la construcción del proyecto, sean en su mayoría habitantes de las localidades cercanas al sitio del	Establecer los mecanismos de comunicación apropiados, entre los prestadores de servicios ambientales y la plantilla que trabajará en las obras y

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		proyecto, con la finalidad de beneficiar a la población mediante la generación de empleos en la zona. Así mismo, se buscará que el suministro del material e insumos necesarios para la realización del proyecto sea abastecido de fuentes cercanas al sitio del trabajo, para beneficiar a los pobladores y generar un incremento en su economía regional. Se deberán respetar las normas de trabajo y de construcción establecidas, para garantizar el buen desempeño laboral y rendimiento del trabajador. Se deberá suministrar a los trabajadores todos los elementos de protección personal necesarios, acorde con las actividades que realicen, además de contar con un botiquín de primeros auxilios y tener identificado el hospital o servicio de salud más cercano, así como establecer la ruta de acceso más corta y segura para su traslado en caso de suscitarse alguna emergencia médica.	actividades en cada etapa de desarrollo del proyecto. Informar y hacer de conocimiento al personal los diferentes planes, programas y reglamentos que serán implementados para proteger y cuidar el entorno ambiental, de tal manera que se participe en forma activa y consiente. Dar a conocer al personal los lineamientos de seguridad y equipo de protección necesaria, para minimizar los riesgos de accidentes que pudiesen presentarse. La ausencia de accidentes dentro de las etapas del proyecto
	P1	RESIDUOS:	Los indicadores con los cuales se medirá la eficiencia del mismo será la presencia

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		Se capacitará al personal de la obra para identificar los residuos peligrosos que se generen de acuerdo con los lineamientos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-1993; que establecen las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, y la NOM-053-SEMARNAT-1993; que estable el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los elementos que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Los sitios de disposición temporal del material sobrante de los cortes, deben ser cuidadosamente seleccionados y protegidos, para evitar la transformación y degradación paisajística de estos y sus componentes. Se deberán establecer señalamientos informativos de los sitios de trabajo, así como de los sitios destinados para el almacenamiento de residuos, resguardo de maquinaria y equipo, almacenamiento temporal de insumos, etc.	de residuos fuera de las áreas destinadas a su almacenamiento temporal, y los días de trabajo del procedimiento constructivo contra el registro de actividades realizadas diariamente.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN			
MEDIDAS A IMPLEMENTAR DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO			
ETAPA DEL PROYECTO	**TIPO DE MEDIDA**	**DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA**	**PARÁMETROS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y EFICACIA**
		Durante las distintas etapas del proyecto, se colocarán botes o contenedores etiquetados para el almacenamiento y disposición de los residuos sólidos y de manejo especial, vigilando que posteriormente estos residuos sean transportados por el personal de limpia pública. Establecer un programa permanente de recolección de desechos sólidos, así como las instalaciones de depósitos de basura en la zona donde se desarrolla el proyecto	

- **VIDEOS**

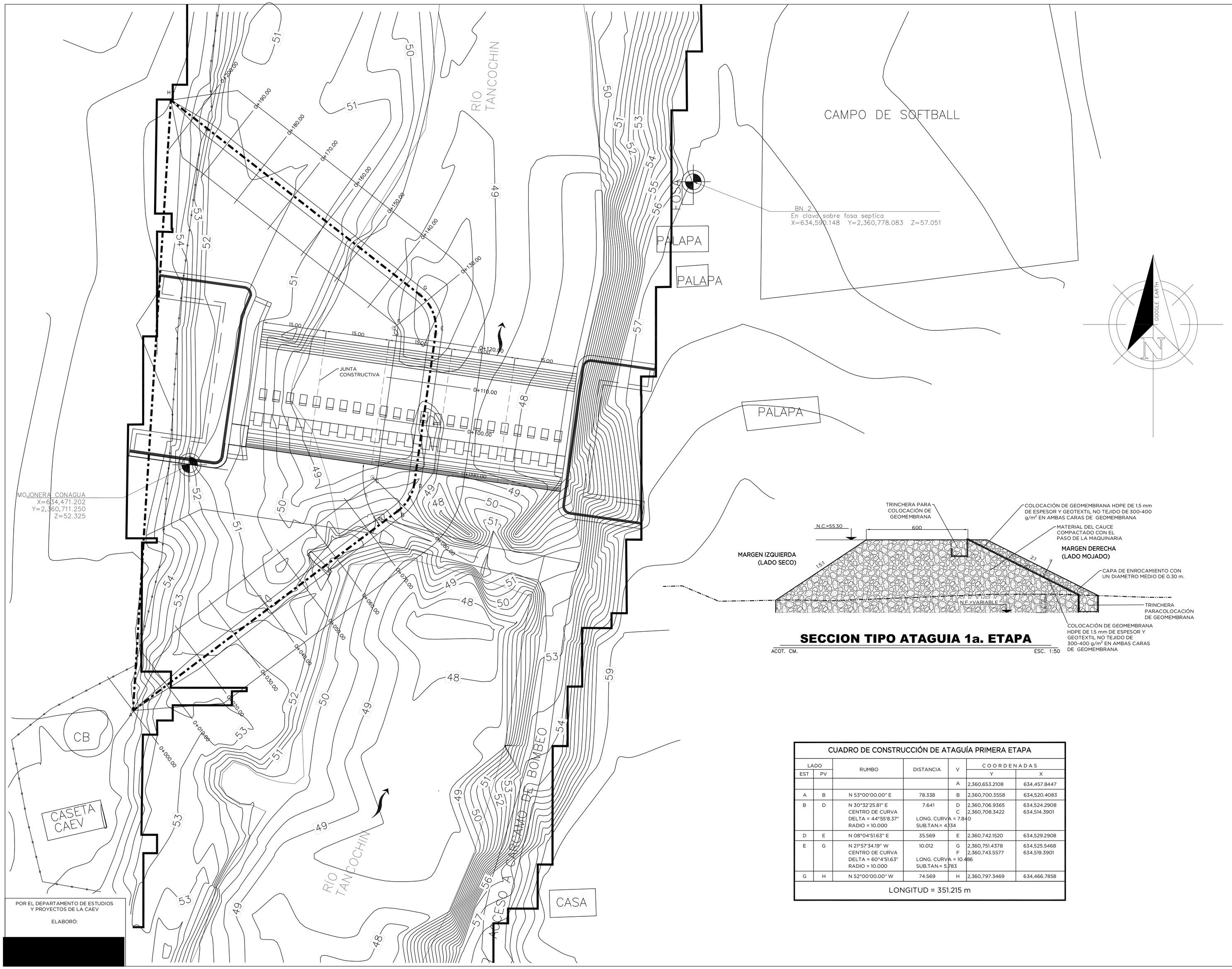
Vuelo de Dron de la zona de la presa

- **BIBLIOGRAFÍA**

- Conesa Fernádez-Vitora, Vicente, Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Segunda Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao España, 1995.
- Perovic, P., C. Trucco, A. Tálamo, V. Quiroga, D. Ramallo, A. Lacci, A. Baungardner y F. Mohr. 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad - Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provincial Copo, y Zona de Amortiguamiento. APN/GEF/BIRF. Salta, Argentina.
- Maximino Martínez. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica, México D. F.
- Rzedowski R., J., 1978. La Vegetación de México. Limusa Wiley, México.
- Diario Oficial de la Federación. 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. Disponible en: http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf
- Escalante Pliego, Patricia Andrés M. Sada y Javier Robles Gil., 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. México. Agrupación Sierra Madre, S.C. 32 p.
- González, M.F. 1998. La vegetación de México y su historia. Ciencias 52: 58-65.
- INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2020.
- Coordinación de Estrategias de biodiversidad y Cooperación -CONABIO. 2021. Resumen de La Biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado. CONABIO, México.
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naranjos Amatlán, Ver. Gaceta Oficial de órgano del Gobierno del estado de Veracruz Tomo CCIV, Num. Ext. 322. 2021

Información cartográfica de dependencias Gubernamentales

- https://enciclovida.mx/especies/193822-gmelina-arborea
- http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/
- http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=
- https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/
- http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/espacios-naturales-protegidos/



SECCION TIPO ATAGUIA 1a. ETAPA

ACOT. CM. ESC. 1:50

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE ATAGUÍA PRIMERA ETAPA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				A	2,360,653.2108	634,457.8447
A	B	N 53°00'00.00" E	78.338	B	2,360,700.3558	634,520.4083
B	D	N 30°32'25.81" E CENTRO DE CURVA DELTA = 44°55'8.37" RADIO = 10.000	7.641 LONG. CURVA = 7.840 SUB.TAN.= 4.134	D C	2,360,706.9365 2,360,708.3422	634,524.2908 634,514.3901
D	E	N 08°04'51.63" E	35.569	E	2,360,742.1520	634,529.2908
E	G	N 21°57'34.19" W CENTRO DE CURVA DELTA = 60°4'51.63" RADIO = 10.000	10.012 LONG. CURVA = 10.486 SUB.TAN.= 5.783	G F	2,360,751.4378 2,360,743.5577	634,525.5468 634,519.3901
G	H	N 52°00'00.00" W	74.569	H	2,360,797.3469	634,466.7858
LONGITUD = 351.215 m						

POR EL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LA CAEV

ELABORÓ:

[redacted]

LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

- BANCOS DE NIVEL Y REFERENCIAS
- CERCADO PERIMETRAL EXISTENTE
- LÍMITE DE ZONA FEDERAL
- CURVAS PRINCIPALES
- CURVAS SECUNDARIAS
- EJE DE PROYECTO
- REFERENCIAS
- SECCIONES
- ESPEJO DE AGUA
- JUNTA CONSTRUCTIVA
- INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA
- INFRAESTRUCTURA URBANA

ESCALA 1 : 400

0 100 200 400

METROS

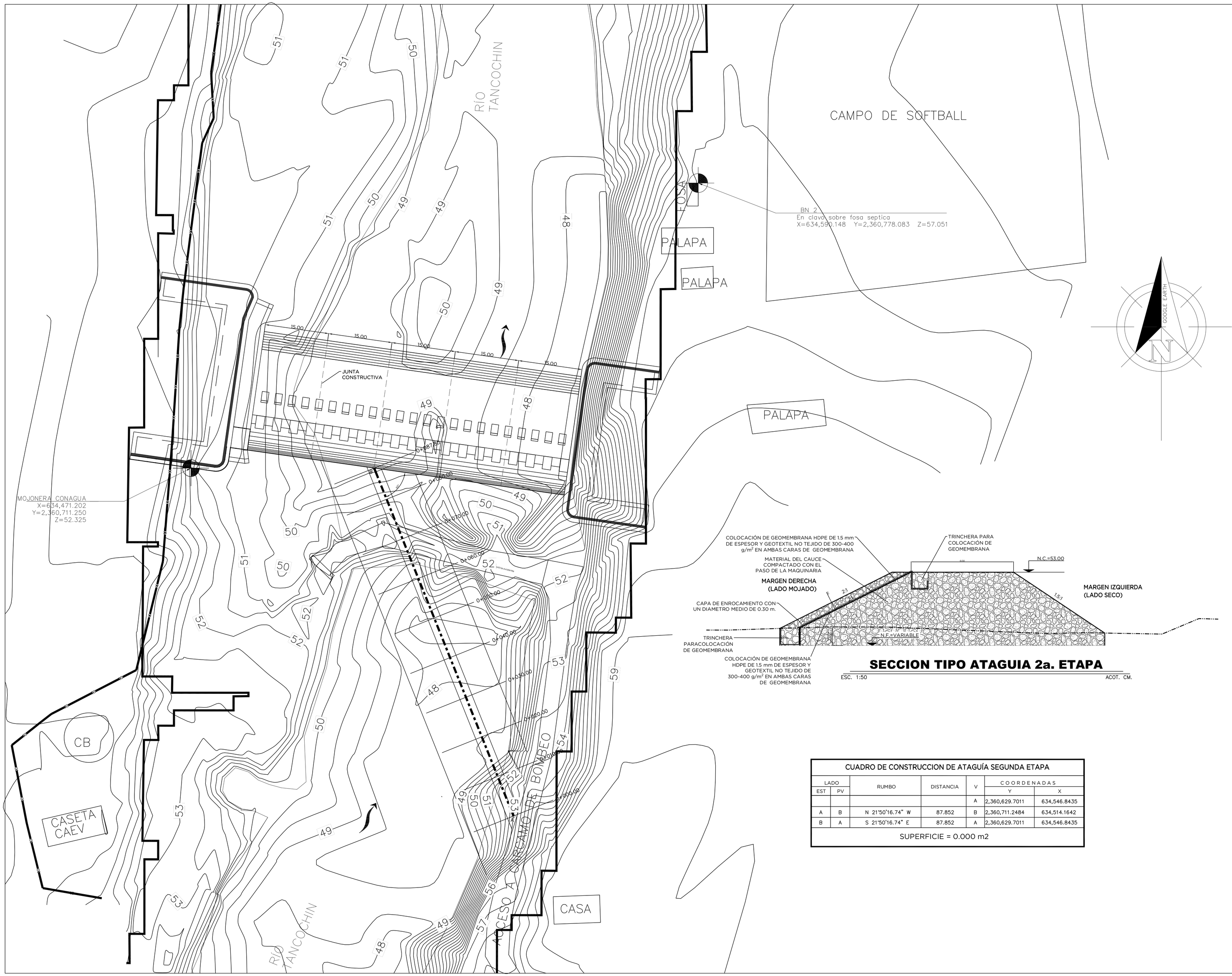
GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ 2024 - 2030 | SEFIPLAN | CAEV | ¡VER AMOR A VERACRUZ | SIOP

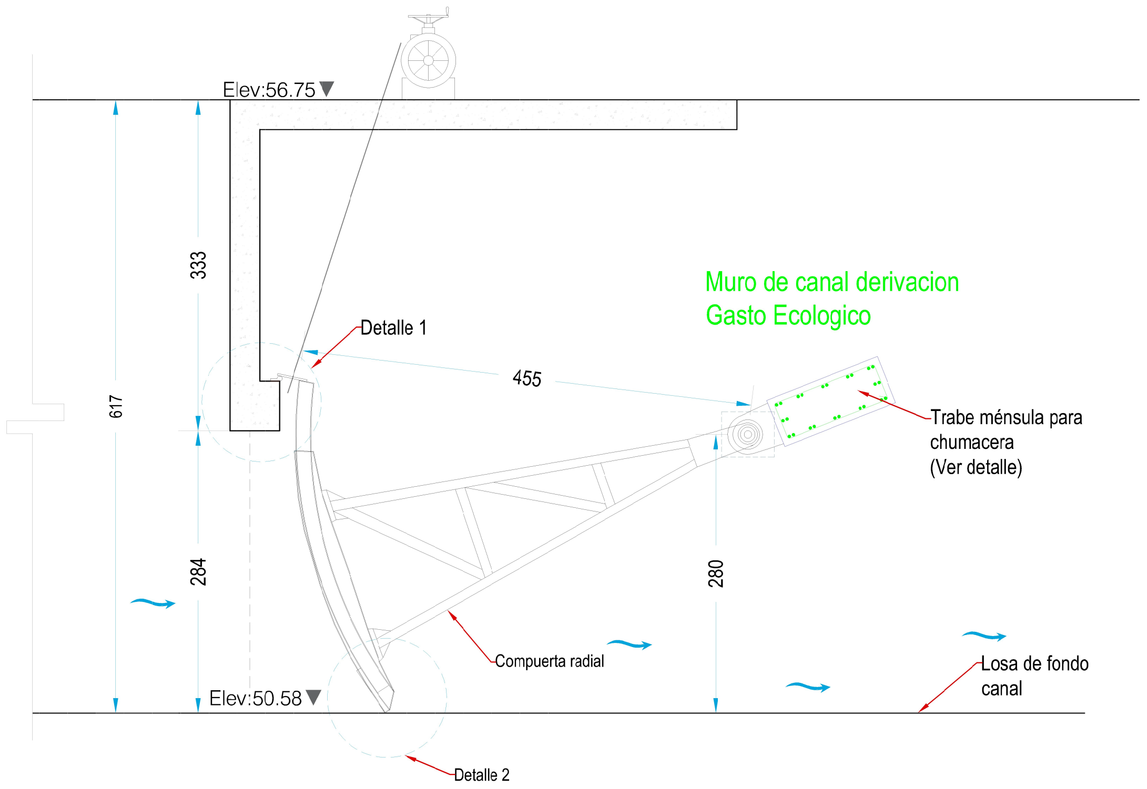
CONSTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

OBRA DE DESVÍO - ATAGUÍA PRIMERA ETAPA

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	SUBDIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA
ING. RAQUEL GASPERÍN SÁNCHEZ	ING. FREDY CRUZ MARTÍNEZ

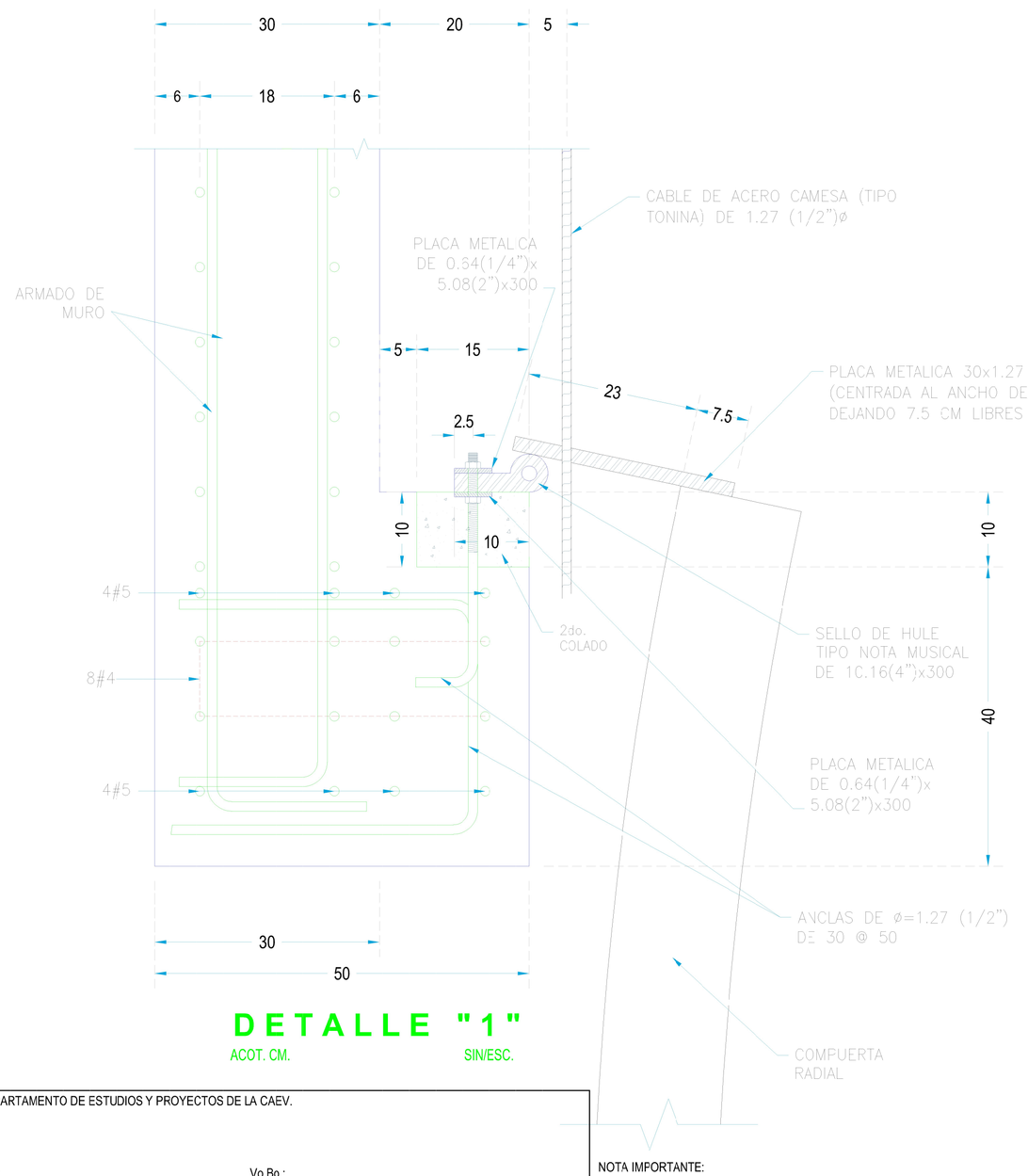
JUNIO 2025	PLANO 01 DE 04	CAEV-133-0001-562/25


RÍO TANCOCHIN
CAMPO DE SOFTBALL
PALAPA
PALAPA
PALAPA
BN_2
En clavo sobre fosa septica
X=634,590.148 Y=2,360,778.083 Z=57.051
MOJONERA CONAGUA
X=634,471.202
Y=2,360,711.250
Z=52.325
JUNTA CONSTRUCTIVA
CB
CASETA CAEV
CASA
ACCESO A CARCAMO DE BOMBEO
RÍO TANCOCHIN
15.00
0+000.00
0+010.00
0+020.00
0+030.00
0+040.00
0+050.00
0+060.00
0+070.00
0+080.00
0+090.00
0+100.00
0+110.00
0+120.00
0+130.00
0+140.00
0+150.00
0+160.00
0+170.00
0+180.00
0+190.00
0+200.00
0+210.00
0+220.00
0+230.00
0+240.00
0+250.00
0+260.00
0+270.00
0+280.00
0+290.00
0+300.00
0+310.00
0+320.00
0+330.00
0+340.00
0+350.00
0+360.00
0+370.00
0+380.00
0+390.00



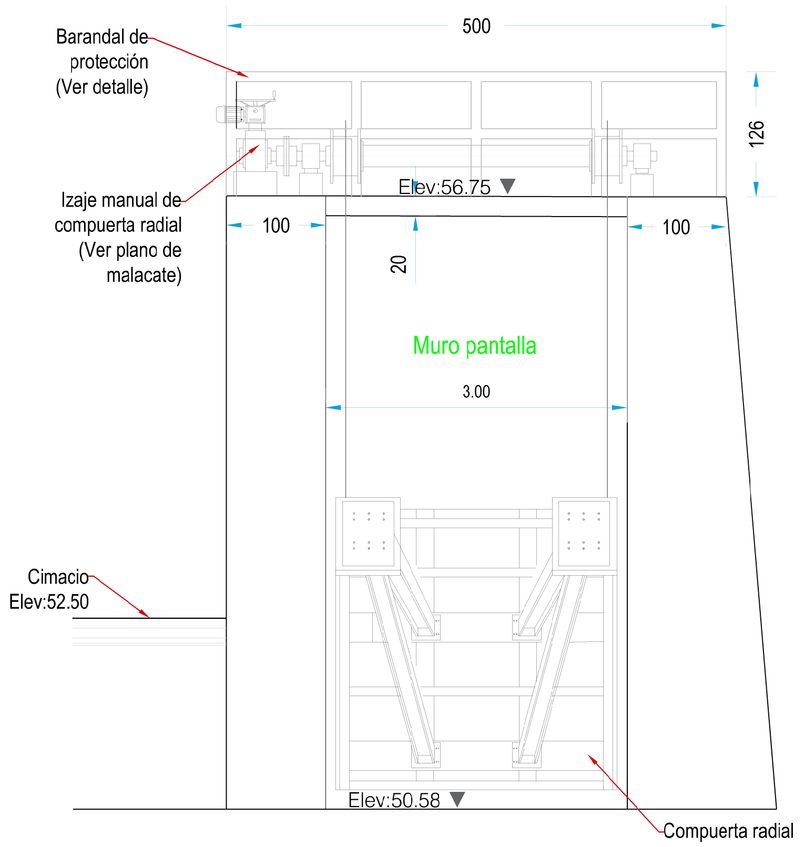
CORTE LONGITUDINAL DE CANAL

ACOT. CM. SIN/ESC.



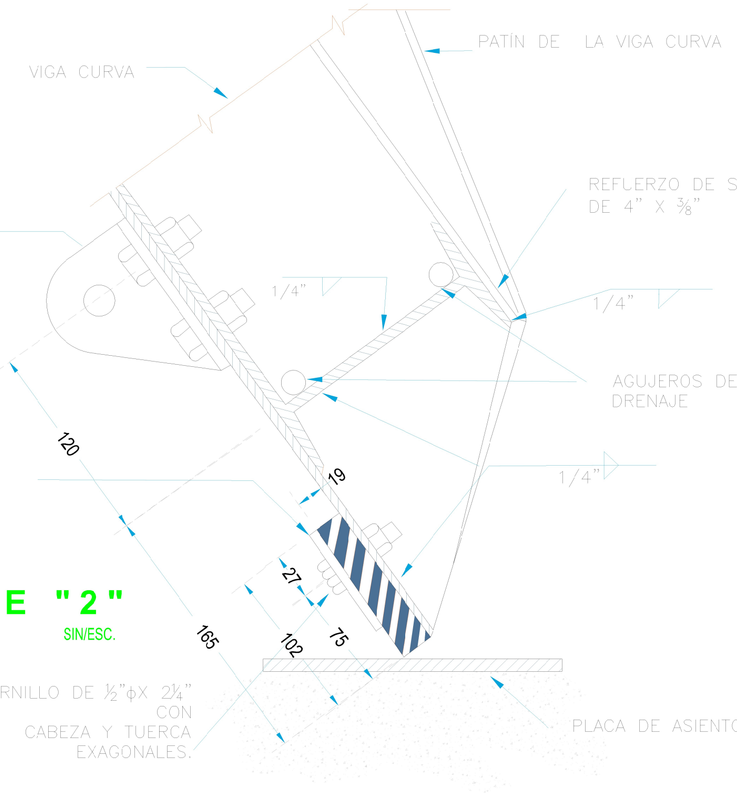
DETALLE "1"

ACOT. CM. SIN/ESC.



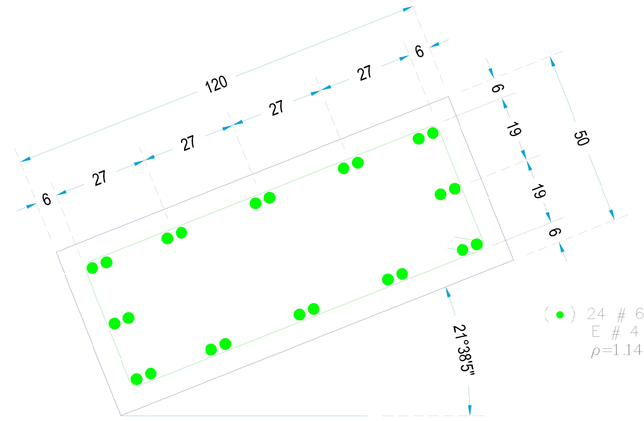
CORTE TRANSVERSAL DE DESARENADOR

ACOT. CM. SIN/ESC.



DETALLE "2"

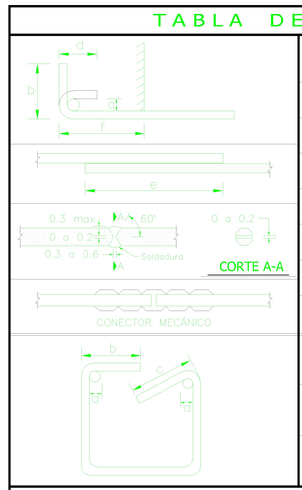
ACOT. CM. SIN/ESC.



TRABE MENSULA PARA CHUMACERA

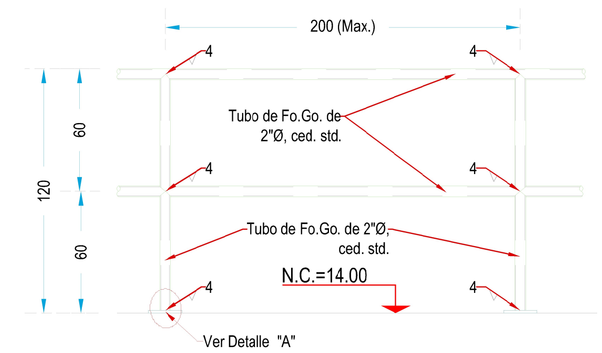
ACOT. CM. SIN/ESC.

TABLA DE REFUERZO



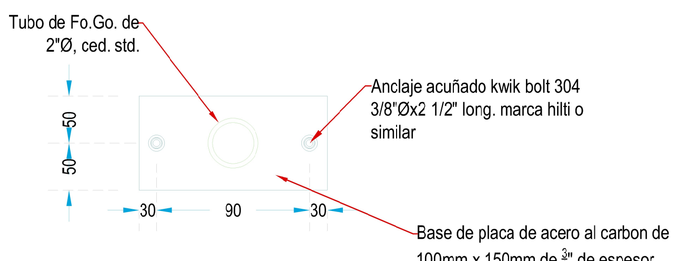
ARM. #	a (cm)	b (cm)	c (cm)	d (cm)	e (cm)	f (cm)
3	6	15	—	10	42	15
4	8	20	—	10	53	15
5	10	26	—	13	67	18
6	12	31	—	16	80	20
8	15	40	—	—	133	28
10	25	55	—	—	*	35
12	38	68	—	—	*	50
3	4	10	10			
4	5	11	11			
5	7	14	14			

NOTA: EN NINGUN CASO SE PERMITIRA TRASLAPAR EN UNA MISMA SECCIÓN MAS DEL 50% DE LAS VARILLAS.
* NO SE PERMITIRAN TRASLAPES, SE EMPLEARAN CONECTORES MECÁNICOS o SOLDADURA A TOPE.
+ PARA ELEMENTOS EN QUE EXISTA MAS DE 30 cm. DE CONCRETO BAJO EL TRASLAPE, LAS CANTIDADES SE INCREMENTARAN 30%



DETALLE DE BARANDAL

SIN/ESC.



DETALLE "A"

ACOT. MM. SIN/ESC.

POR EL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LA CAEV.

ACTUALIZÓ: Vo.Bo.:

[redacted]

NOTA IMPORTANTE:

ESTE PLANO FUE TOMADO DEL ESTUDIO ELABORADO POR LA PERSONA FISICA FILIBERTO LÓPEZ TORRES PARA LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ EN DICIEMBRE DE 2025, CON PÓLIZAS DE ORDEN DE PAGO FOLIO: OP20251200140I.

LOCALIZACIÓN



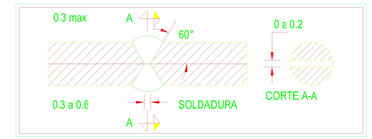
NOTAS DE PROYECTO

DIMENSIONES EN CENTMETROS Y ELEVACIONES EN METROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
EL CONCRETO A EMPLEARSE EN LA ESTRUCTURA DEBE CUMPLIR CON LA NORMA MMX-C-414-ONNCCE-1999, ADEMÁS QUE DEBE TENER UNA DURABILIDAD QUE CUMPLA CON UNA CLASE DE EXPOSICIÓN DE 2a Y UN f'c= 350 kg/cm², DE ACUERDO A LA NORMA MENCIONADA.
ACERO DE REFUERZO CORRUGADO: fy = 4200 Kg/cm².

EN UNA SECCIÓN PUEDE INTERRUMPIRSE MAXIMO EL 33% DEL AREA DE REFUERZO QUE PASA PERPENDICULARMENTE POR LA SECCIÓN CONSIDERADA SIEMPRE Y CUANDO SE SATISFAGAN LAS CONDICIONES DE TRASLAPE, LA LONGITUD DE EMPALME SERA:

-DE 40 DIÁMETROS DE VARILLA CONSIDERADA
-PERO NO MENOR QUE 15 cm.

SIEMPRE SE UNIRAN, LAS BARRAS TRASLAPADAS, EN EL CASO DE UTILIZAR LAS UNIONES DE VARILLAS A TOPE, LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE ELLAS SERÁ DE 20 DIÁMETROS DE VARILLA CON DIÁMETRO MAYOR, CONSIDERANDO LAS DOS VARILLAS ENTRE SI PARALELAS, LA UNION A TOPE ES SOLDADA.



5. LA ESTRUCTURA SE DESPLANTARÁ SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE f'c=100Kg/cm2 Y 10cm. DE ESPESOR.
6. EN LAS JUNTAS DE COLADO QUE SE HAGAN INDISPENSABLES SE DEBERÁ USAR UNA BANDA ESTRIADA DE CLORURO DE POLIVINILO O SIMILAR, ESTA BANDA SE COLOCARÁ A LO LARGO DE LA JUNTA CON LAS DIMENSIONES NORMAS Y ESPECIFICACIONES QUE INDIQUE EL FABRICANTE.
7. ANTES DE PROCEDER AL COLADO POSTERIOR A UNA JUNTA DE COLADO DEBERA OBSERVARSE LO SIGUIENTE:
a) LA SUPERFICIE DE CONTACTO DE LA ZONA COLADA PREVIAMENTE SERÁ RUGOSA Y SE ENCONTRARA LIBRE DE POLVO GRASAS Y ESCORIAS.
b) POR LO MENOS CUATRO HORAS ANTES DEL COLADO SE DEBERÁN SATURAR CON AGUA TODAS LAS JUNTAS.
c) A LA SUPERFICIE DE CONTACTO SE LE APLICARÁ UN ADHESIVO EPÓXICO PARA UNIR CONCRETO FRESCO A ENDURECIDO APLICADO DE ACUERDO A LO INDICADO POR FABRICANTE.
8. EL CONCRETO DEBERÁ LLEVAR UN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL CON EL PROPORCIONAMIENTO Y ESPECIFICACIONES QUE ESTABLEZCA EL FABRICANTE; ESTE ADITIVO IMPERMEABILIZANTE NO DEBERÁ REDUCIR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO NI SUS PROPIEDADES FUNDAMENTALES.
9. ES IMPORTANTE CUMPLIR ADEMÁS CON LAS RECOMENDACIONES DE CURADO, VIBRADO, COMPACTADO, CIMBRA, ETC. INDICADAS EN EL REGLAMENTO ACI.
10. SE DEBERÁ CUIDAR QUE AL COLOCAR LA CIMBRA SEA RESPETADO EL ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO LIBRE ESPECIFICADO PARA EL ACERO DE REFUERZO.
11. POR NINGUN MOTIVO DEBERA PERMITIRSE QUE LA EXCAVACIÓN ESTE EXPUESTA A LOS AGENTES AMBIENTALES MAS TIEMPO DE LO NECESARIO. PARA EVITAR LA ALTERACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MISMO. LA SUPERFICIE DE DESPLANTE DEBERÁ COMPACTARSE AL 95% MÍNIMO DE SU P.V.S.M. EN UN ESPESOR MINIMO DE 20 CMS.
13. TODAS LAS ARISTAS TENDRAN UN BISEL O CHAFLAN DE 5.0cm. EL CONCRETO QUE SE UTILICE EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBE CUMPLIR CON LA NORMA NMX-C-403-ONNCCE-1999 "CONCRETO HIDRÁULICO PARA USO ESTRUCTURAL". LOS RELLENOS EMPLEADOS DEBERÁN COMPACTARSE AL 60% MÍNIMO DE SU P.V.S.M. EN CAPAS DE 20 cms. DE ESPESOR.

NOTAS PARA LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

ACERO ESTRUCTURAL SERÁ: ASTM-A-36
EL TIPO DE SOLDADURA POR APLICAR SERÁ DE ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO METÁLICO.
EL ACERO ESTRUCTURAL DEBERÁ TENER UN ANTICORROSIVO EL CUAL DEBE APLICARSE DE LA SIGUIENTE MANERA:

SE APLICARÁ UNA CAPA DE UN PRIMARIO INORGÁNICO DE ZINCAUTOCURANTE BASE AGUA EN UN ESPESOR DE 2-3 M/L POR CAPA (RP-4) Y UN ACABADO EPÓXICO DE CATALIZADO DE ALTOS SOLIDOS (RA-26) EN DOS CAPAS DE 5 M/L POR CAPA APLICADO POR ASPERSIÓN. ANTES DE LA APLICACIÓN DE LOS RECUBRIMIENTOS, LA SUPERFICIE DE ACERO DEBERÁ ESTAR LIBRE DE CUALQUIER TIPO DE SUCIEDAD COMO ÓXIDOS, GRASAS, POLVO, ETC., DEJÁNDOLO A METAL BLANCO CON PROCEDIMIENTO DE CHORRO DE ARENA.

NOTA ACLARATORIA

ESTE PLANO SE EDITÓ A PARTIR DEL ESTUDIO DE RESERVORIO SOBRE RÍO TANCOCHÍN, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER. ELABORADO POR LA PERSONA FISÍCA FILIBERTO LÓPEZ TORRES PARA LA CAEV EN EL AÑO 2025 MEDIANTE PROCEDIMIENTO _____.

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ 2024 - 2030 | SEFIPLAN | CAEV | POR AMOR A VERACRUZ | SIOP

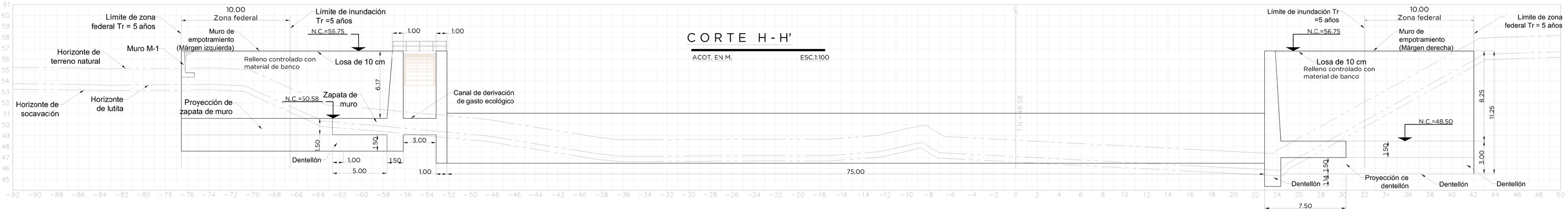
CONSTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VERACRUZ

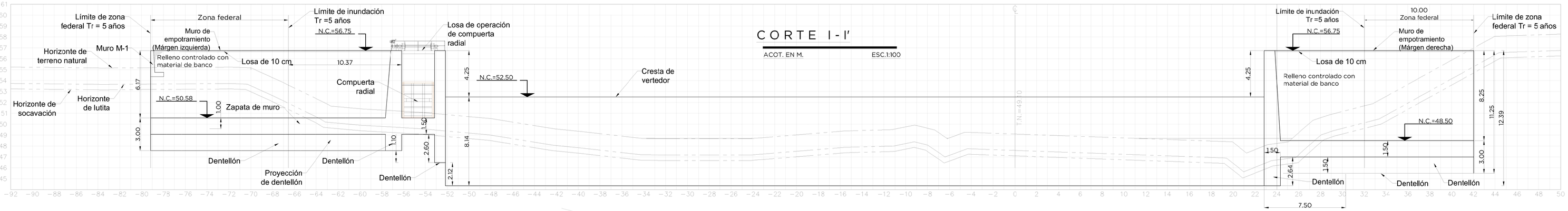
DETALLLES DE COMPUERTA

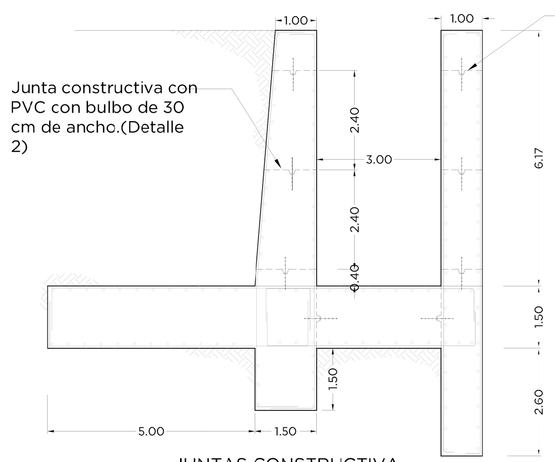
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	SUBDIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA
ING. RAQUEL GASPERÍN SÁNCHEZ	ING. FREDY CRUZ MARTÍNEZ

JUNIO 2026	PLANO 1 DE 1	CAEV - 013 - 301 - 010/26



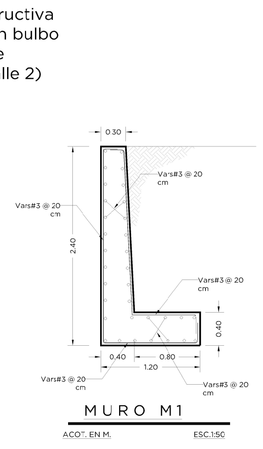






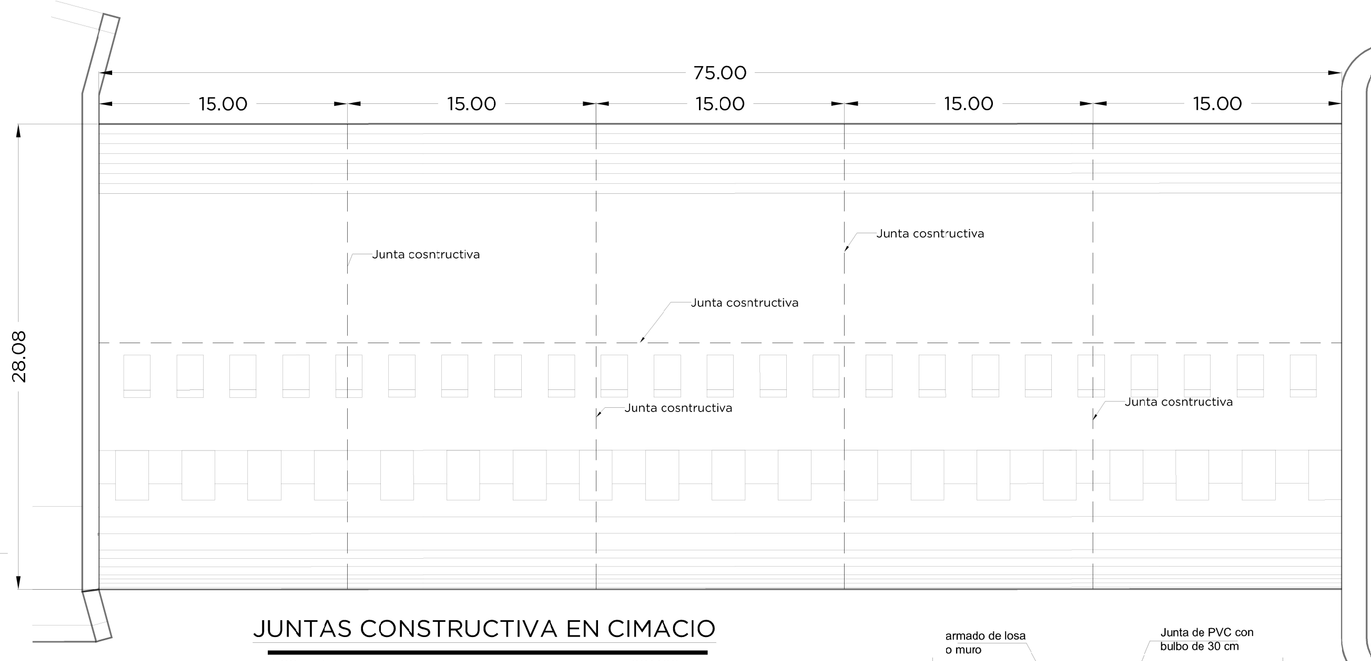
JUNTAS CONSTRUCTIVA

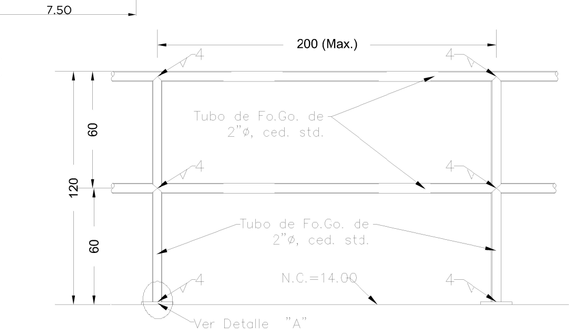
ACOT. EN M. ESC.1:100



MURO M1

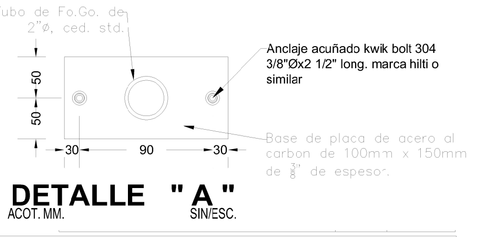
ACOT. EN M. ESC.1:50





DETALLE DE BARANDAL

SIN/ESC.



DETALLE "A"

ACOT. MM. SIN/ESC.

CANTIDADES DE OBRA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
LIMPIEZA Y TRAZO	M2	4,015.50
EXCAVACION P/DESPLANTE DE ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN	M3	4,229.13
EXCAVACION P/DESPLANTE DE ESTRUCTURAS EN LUTITA	M3	3,460.19
CONCRETO f'c= 100 KG/CM2	M3	102.44
CONCRETO f'c= 150 KG/CM2	M3	206.20
CONCRETO f'c= 350 KG/CM2	M3	11,107.40
ACERO DE REFUERZO fy= 4200 KG/CM2	KG	226,805.40
CIMBRA DE MADERA EN CIMENTACIONES	M2	1,842.49
CIMBRA DE MADERA EN MUROS	M2	3,148.92
CALAFATEO DE JUNTAS CONSTRUCTIVAS	ML	854.82
BANDA DE PVC SIN OJILLOS C/BULBO DE 30 CM.	M	749.10
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROD. EXC.	M3	5,280.65

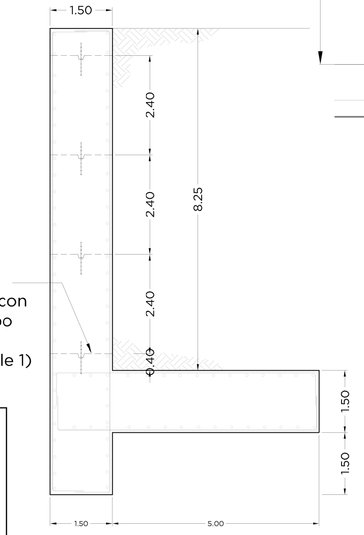
NOTA IMPORTANTE:

ESTE PLANO FUE TOMADO DEL ESTUDIO ELABORADO POR LA PERSONA FISICA FILIBERTO LÓPEZ TORRES PARA LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ EN DICIEMBRE DE 2025, CON PÓLIZAS DE ORDEN DE PAGO FOLIO: OP2025I200140I.

POR EL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LA CAEV.

ACTUALIZÓ: Vo.Bo.:

[redacted]



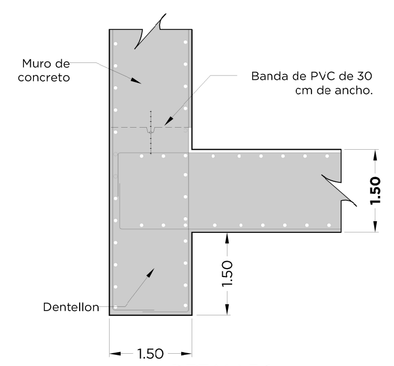
Junta constructiva con PVC con bulbo de 30 cm de ancho. (Detalle 1)

JUNTAS CONSTRUCTIVA

ACOT. EN M. ESC.1:100

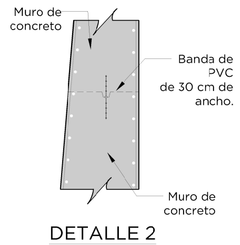
JUNTAS CONSTRUCTIVA EN CIMACIO

ACOT. EN M. ESC.1:100



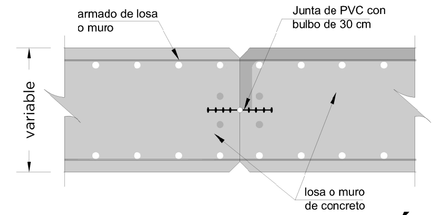
DETALLE 1

ACOT. EN M. ESC.1:75



DETALLE 2

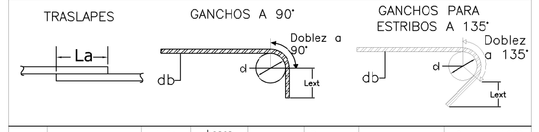
ACOT. EN M. ESC.1:75



JUNTA DE CONTRUCCIÓN

SIN/ESC.

LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPE EN BARRAS DE ACERO ESTRUCTURAL AR-42 - CONCRETO DE f'c = 350 kg/cm2



Nº	Diámetro		La\t Trabes y columnas	Losas + de 30cm lecho superior	Concreto ligero	Barras en paquete (3 o +)	Ganchos a 90°		Gancho a 180°	
	Pulg.	Cm					d	Lext	d	Lext
3	3/8	0.95	31	40	40	37	4	8	4	8
4	1/2	1.27	41	54	54	49	5	8	5	8
5	5/8	1.59	52	67	67	62	6	10	6	10
6	3/4	1.91	63	81	81	75	11	23	11	11
8	1	2.54					15	30	15	15

LOCALIZACIÓN



NOTAS DE PROYECTO

1. EL SISTEMA DE COORDENADAS EMPLEADO ES EL UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (U.T.M.-WGS-84).
2. EL NIVEL DE REFERENCIA ES METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR (M.S.N.M.).
3. LAS COTAS Y ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS.

SIMBOLOGÍA

NIVEL

CURVAS DE NIVEL

MOJONERAS CONAGUA

ORILLA DE RIO

EJE DEL RIO

CERCA x x

CADENAMIENTO 0+030.00

SENTIDO DEL ESCURRIMIENTO

1. EL ESTUDIO SE DESARROLLÓ A PARTIR DEL POYECTO FUNCIONAL ELABORADO POR LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ.
2. EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS FUE PROPORCIONADO POR LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ.
3. TODAS LAS ACOTACIONES ESTÁN REPRESENTADAS EN METROS, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.
4. SE DEBERÁ REALIZAR EL TRAZO DEL EJE DE LA CORTINA EN BASE AL PLANO FUNCIONAL Y VERIFICAR LOS NIVELES DE PROYECTO DE TAL FORMA QUE CORRESPONDAN A LO INDICADO EN PLANOS FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES. EN CASO DE MODIFICACIÓN SE DEBERÁN LLEVAR A CABO LAS REVISIONES Y LAS ADECUACIONES CORRESPONDIENTES YA QUE CUALQUIER CAMBIO IMPLICA LA VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO, LA REVISIÓN HIDRAULICA, FUNCIONAL, ESTRUCTURAL Y DE VOLUMENES DE OBRA.

TOMAR EN CUENTA LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES EMITIDAS EN EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

NOTAS ESPECIFICAS DEL PLANO:

- LAS ELEVACIONES ESTAN REFERENCIADAS AL NIVEL DEL MAR.
- TODAS LAS ACOTACIONES ESTÁN EN m EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRAS UNIDADES.
- EL CONCRETO UTILIZADO EN PLANTILLAS SERÁ DE f'c= 100 kg/cm2 en MUROS DE EMPOTRAMIENTO.
- EL CONCRETO UTILIZADO EN LAS LOSAS DE 10 cm DE ESPESOR SOBRE LOS RELLENOS DE LOS MUROS DE EMPOTRE, SERÁ DE UN f'c= 150 kg/cm2 COLADO EN LOSAS DE 250 cm X 250 cm DEBIDAMENTE CALAFATEADAS.
- EL CONCRETO UTILIZADO EN EL MURO M-1 SERÁ DE f'c= 150 kg/cm2
- EL CONCRETO ESTRUCTURAL SERÁ DE f'c= 350 kg/cm2
- TODO EL CONCRETO EXCEPTO EL DE LA PLANTILLA SE DOSIFICARÁ PARA OBTENER UN REVENIMIENTO DE 8 A 10 cm. Y TAMAÑO DE AGREGADO DE 3/4 " VIBRADO Y CURADO CON MEMBRANA.
- EL ACERO DE REFUERZO SERA DE VARILLA CORRUGADA DE fy= 4200 kg/cm2 Y DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA MEXICANA NMX-C-407-ONNCCE.
- LA CIMBRA EN MUROS SERA RETIRADA A LOS 7 DIAS DEL COLADO, EN TRABES Y LOSA DE CUBIERTA A LOS 28 DÍAS.
- EN JUNTAS DE COLADO, ANTES DE PROCEDER AL NUEVO COLADO LA SUPERFICIE DE JUNTA SE PICARÁ Y LIMPIARA CON CEPILLO DE ALAMBRE Y AGUA A PRESIÓN QUEDANDO A JUICIO DEL ING. RESIDENTE DE OBRA, UTILIZAR UN ADHESIVO ENTRE CONCRETO VIEJO Y NUEVO.
- A TODO EL CONCRETO ESTRUCTURAL (f'c= 350 kg/cm2) SE LE ADICIONARÁ IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL.
- TODO EL CONCRETO ESTRUCTURAL DEBERÁ MEZCLARSE MECÁNICAMENTE Y DOSIFICARSE POR PESO.
- TODOS LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO DEBERÁN SER PRESENTADOS AL LABORATORIO AUTORIZADO PARA SU APROBACIÓN.
- EL CONCRETO A UTILIZAR EN LA CONSTRUCCIÓN DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA MEXICANA MNX-C-414-ONNCCE " INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA USO ESTRUCTURAL".
- EL CONCRETO DEBERÁ INCLUIR UN INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN.
- EN CONCRETOS DE f'c= 350 kg/cm2, EL CEMENTO A EMPLEAR DEBERA SER PORTLAND TIPO IV (DE BAJA TEMPERATURA)
- RECUBRIMIENTO MINIMO DEL ACERO DE REFUERZO:

MUROS, ZAPATAS Y LOSAS DE CIMENTACIÓN CON PLANTILLA	5 cm
a. COLUMNAS	5 cm
b. TRABES	4 cm
c. LOSAS DE CUBIERTA	3 cm

- CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL TERRENO: 5.9 kg/cm2
  ZONA SISMICA A
- CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA SEGÚN SU USO: TIPO A2, Q=1.25, R=1.25 (MUROS Y CANAL)
- PESO DE COMPUERTA:
- 3000 kg/unidad
- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:
- LOSA SUPERIOR: 350 kg/m2
- LA OBRA SE REALIZARÁ CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONAGUA Y ESPECIFICACIONES PARTICULARES,
- LAS JUNTAS CONSTRUCTIVAS SON PRESENTADAS DE MANERA INDICATIVA, LA UBICACIÓN DEBERÁ SER VALIDADA EN OBRA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA SUPERVISIÓN DE OBRA, DEPENDIENDO DE LA PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
- PREVIO AL COLADO DE LA PLANTILLA SE DEBERÁ DE RETIRAR LA ROCA METEORIZADA Y EL LODO DE "LUTITA" JUSTO ANTES DEL COLADO.

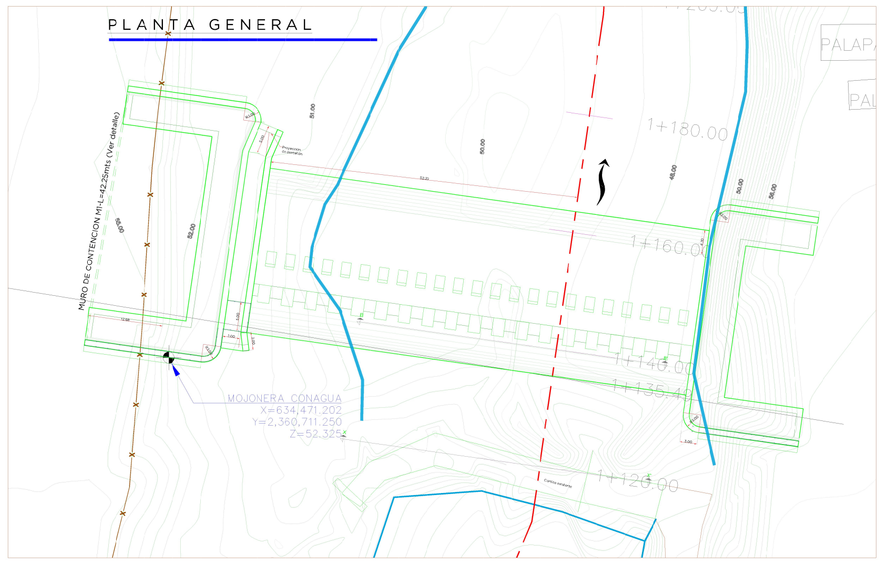
GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ 2024 - 2030 | SEFIPLAN SECRETARÍA DE FINANZAS Y PLANEACIÓN | CAEV COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ | POR AMOR A VERACRUZ | SIOP SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA

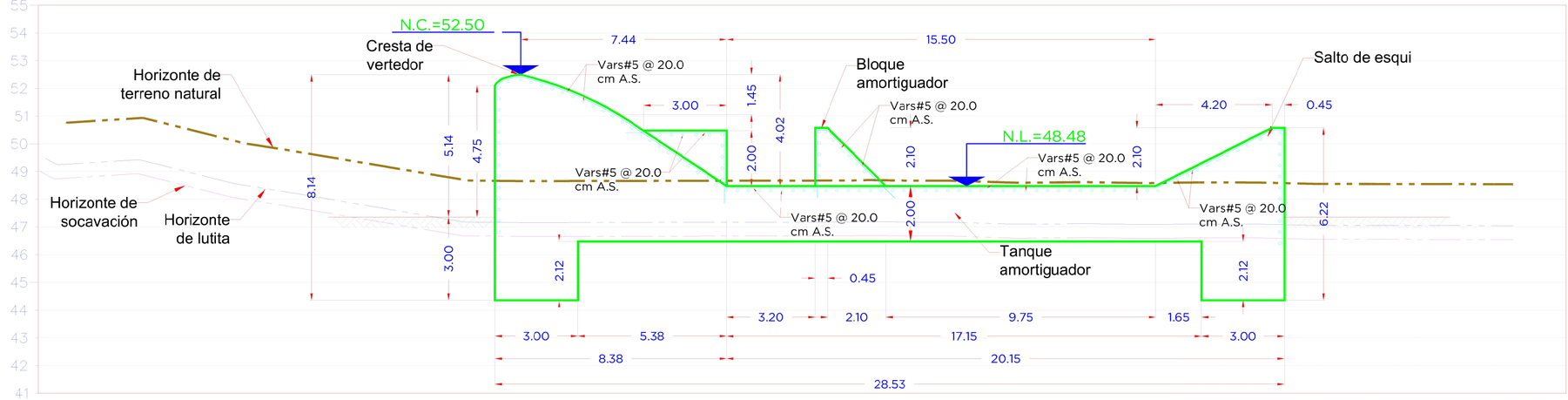
CONSTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VERACRUZ

ESTRUCTURAL DE RESERVORIO

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	SUBDIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA
ING. RAQUEL GASPERÍN SÁNCHEZ	ING. FREDY CRUZ MARTÍNEZ

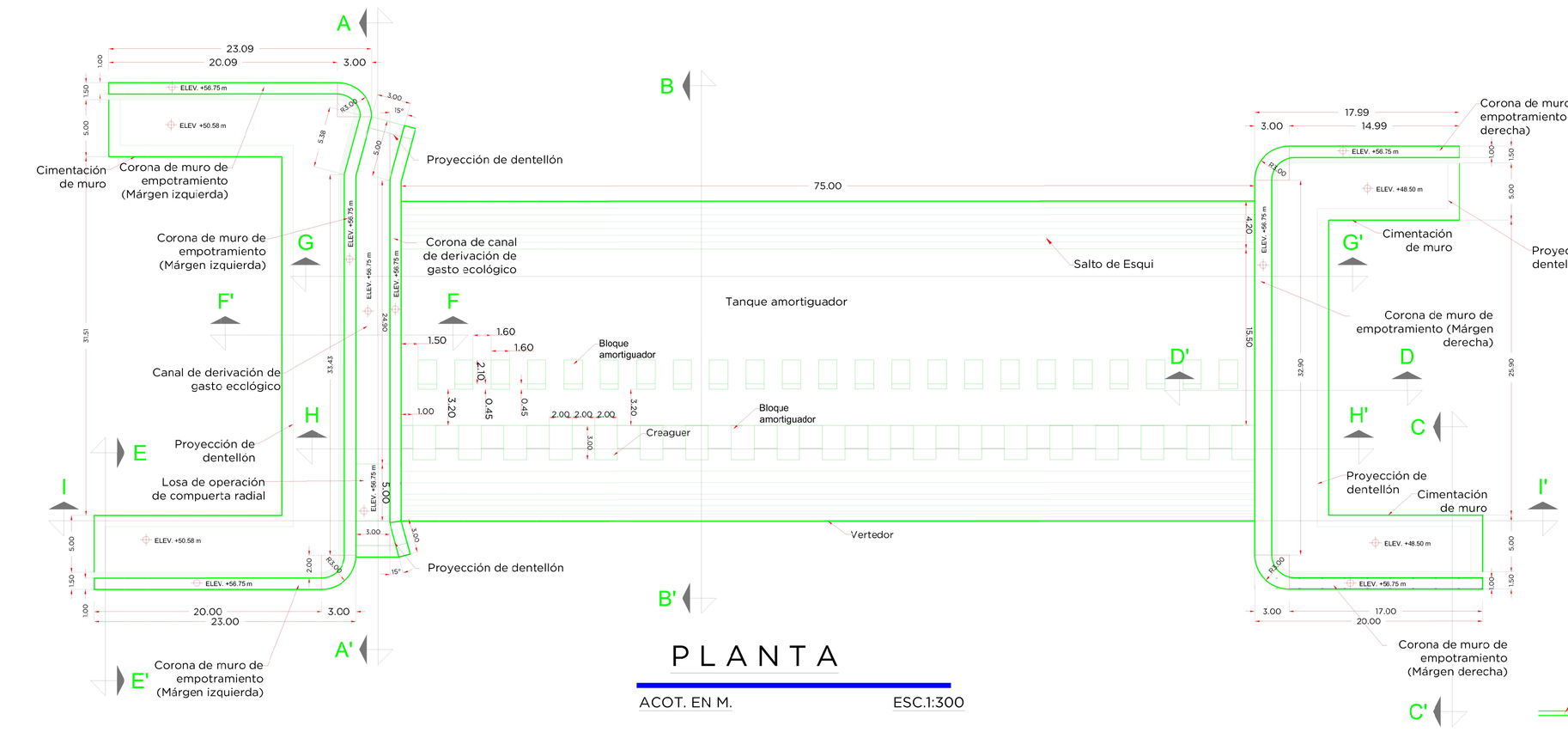
JUNIO 2026	PLANO 2 DE 2	CAEV - 013 - 001 - 009/26





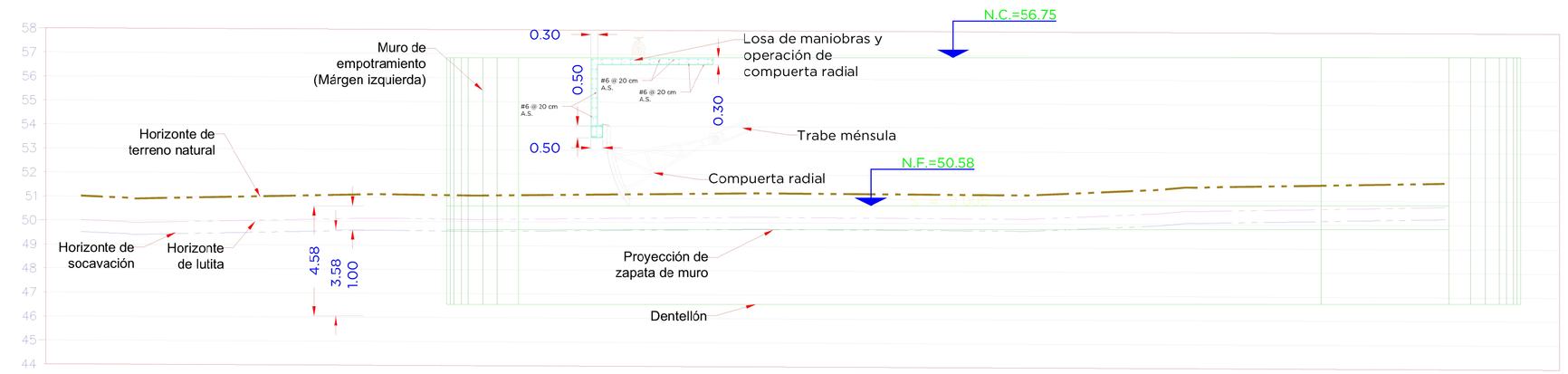
CORTE B-B'

ACOT. EN M. ESC.1:150



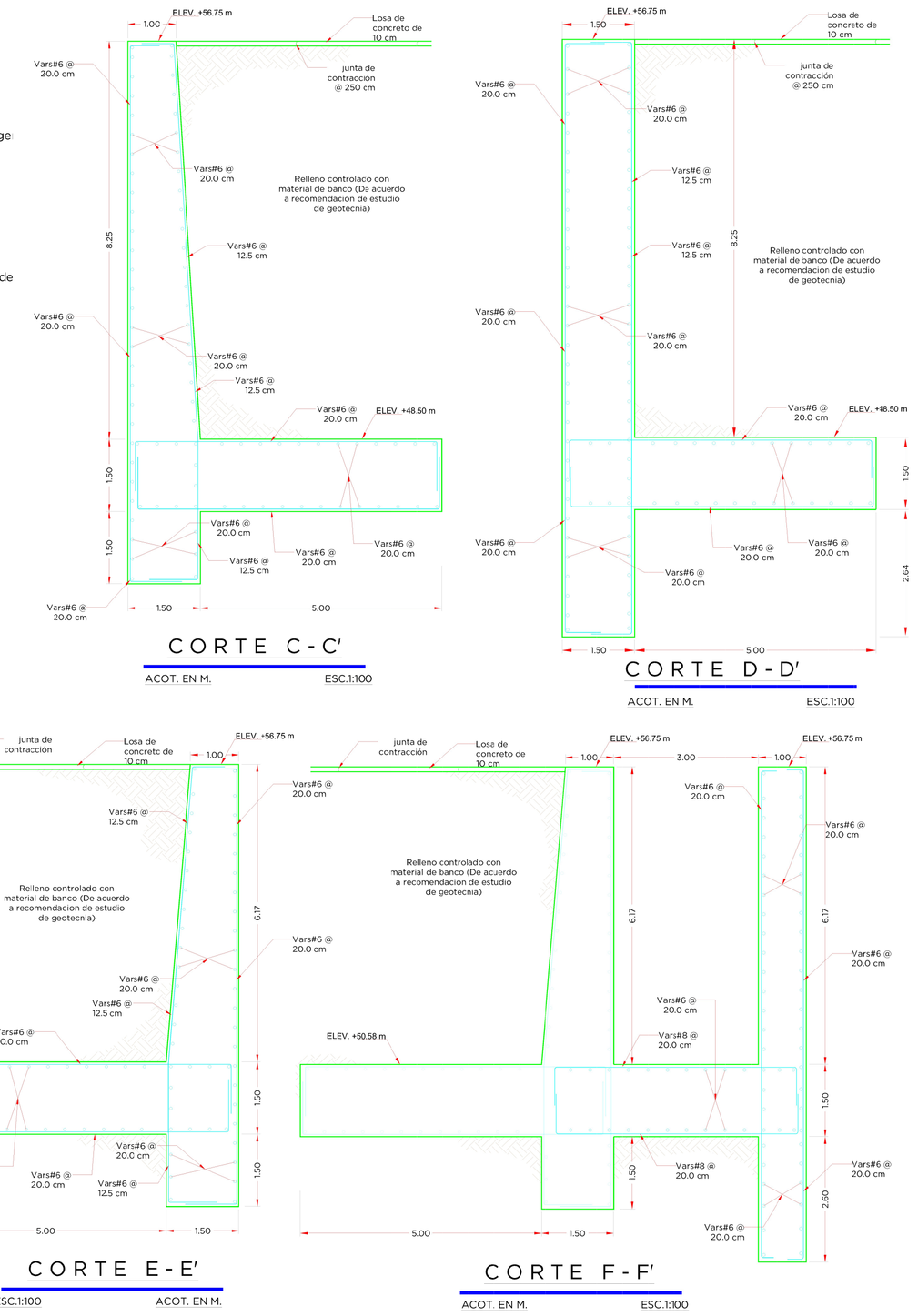
PLANTA

ACOT. EN M. ESC.1:300



CORTE A-A'

ACOT. EN M. ESC.1:200



CORTE C-C'

ACOT. EN M. ESC.1:100

CORTE D-D'

ACOT. EN M. ESC.1:100

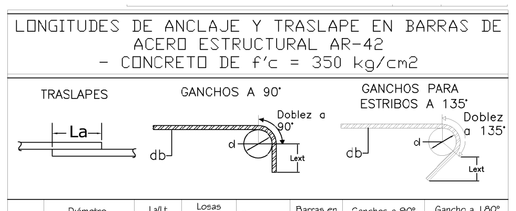
CORTE E-E'

ESC.1:100 ACOT. EN M.

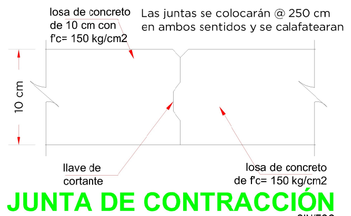
CORTE F-F'

ACOT. EN M. ESC.1:100

LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPE EN BARRAS DE ACERO ESTRUCTURAL AR-42 - CONCRETO DE f'c = 350 kg/cm2



Nº	Diámetro		LaLt Traves y columnas	Losas + de 30cm lecho superior	Concreto ligero	Barras en paquete (3 o +)	Ganchos a 90°		Gancho a 180°	
	Pulg.	Cm					d	Lext	d	Lext
3	3/8	0.95	31	40	40	37	4	8	4	8
4	1/2	1.27	41	54	54	49	5	8	5	8
5	5/8	1.59	52	67	67	62	6	10	5	10
6	3/4	1.91	63	81	81	75	11	23	11	11
8	1	2.54					15	30	15	15



JUNTA DE CONTRACCIÓN SINESC.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
LIMPIEZA Y TRAZO	M2	4,015.50
EXCAVACION P/DESPLANTE DE ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN	M3	4,229.13
EXCAVACION P/DESPLANTE DE ESTRUCTURAS EN LUTITA	M3	3,460.19
CONCRETO f'c= 100 KG/CM2	M3	102.44
CONCRETO f'c= 150 KG/CM2	M3	206.20
CONCRETO f'c= 350 KG/CM2	M3	11,107.40
ACERO DE REFUERZO fy= 4200 KG/CM2	KG	226,805.40
CIMBRA DE MADERA EN CIMENTACIONES	M2	1,842.49
CIMBRA DE MADERA EN MUROS	M2	3,148.92
CALAFATEO DE JUNTAS CONSTRUCTIVAS	ML	854.82
BANDA DE PVC SIN OJILLOS C/BULBO DE 30 CM.	M	749.10
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROD. EXC.	M3	5,280.65

POR EL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LA CAEV.

ELABORO: Vo.Bo.:

[redacted]

LOCALIZACIÓN



NOTAS DE PROYECTO

1. EL SISTEMA DE COORDENADAS EMPLEADO ES EL UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (U.T.M.-WGS-84).
2. EL NIVEL DE REFERENCIA ES METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR (M.S.N.M.).
3. LAS COTAS Y ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS.

SIMBOLOGÍA

NIVEL
CURVAS DE NIVEL
MOJONERAS CONAGUA
ORILLA DE RIO
EJE DEL RIO
CERCA
CADENAMIENTO
SENTIDO DEL ESCURRIMIENTO

1. EL ESTUDIO SE DESARROLLÓ A PARTIR DEL POYECTO FUNCIONAL ELABORADO POR LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ.
2. EL ESTUDIO DE MECÁNCA DE SUELOS FUE PROPORCIONADO POR LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ.
3. TODAS LAS ACOTACIONES ESTÁN REPRESENTADAS EN METROS, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.
4. SE DEBERÁ REALIZAR EL TRAZO DEL EJE DE LA CORTINA EN BASE AL PLANO FUNCIONAL Y VERIFICAR LOS NIVELES DE PROYECTO DE TAL FORMA QUE CORRESPONDAN A LO INDICADO EN PLANOS FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES. EN CASO DE MODIFICACIÓN SE DEBERÁN LLEVAR A CABO LAS REVISIONES Y LAS ADECUACIONES CORRESPONDIENTES YA QUE CUALQUIER CAMBIO IMPLICA LA VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO, LA REVISIÓN HIDRAULICA, FUNCIONAL, ESTRUCTURAL Y DE VOLUMENES DE OBRA.

TOMAR EN CUENTA LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES EMITIDAS EN EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

NOTAS ESPECIFICAS DEL PLANO:

- LAS ELEVACIONES ESTAN REFERENCIADAS AL NIVEL DEL MAR.
- TODAS LAS ACOTACIONES ESTAN EN m EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRAS UNIDADES.
- EL CONCRETO UTILIZADO EN PLANTILLAS SERÁ DE f'c= 100 kg/cm2 en MUROS DE EMPOTRAMIENTO.
- EL CONCRETO UTILIZADO EN LAS LOSAS DE 10 cm DE ESPESOR SOBRE LOS RELLENOS DE LOS MUROS DE EMPOTRE, SERÁ DE UN f'c= 150 kg/cm2 COLADO EN LOSAS DE 250 cm X 250 cm DEBIDAMENTE CALAFATEADAS.
- EL CONCRETO UTILIZADO EN EL MURO M-1 SERÁ DE f'c= 150 kg/cm2
- EL CONCRETO ESTRUCTURAL SERÁ DE f'c= 350 kg/cm2
- TODO EL CONCRETO EXCEPTO EL DE LA PLANTILLA SE DOSIFICARÁ PARA OBTENER UN REVENIMIENTO DE 8 A 10 cm. Y TAMAÑO DE AGREGADO DE 3/4 " VIBRADO Y CURADO CON MEMBRANA.
- EL ACERO DE REFUERZO SERA DE VARILLA CORRUGADA DE fy= 4200 kg/cm2 Y DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA MEXICANA NMX-C-407-ONNCCE.
- LA CIMBRA EN MUROS SERA RETIRADA A LOS 7 DIAS DEL COLADO, EN TRABES Y LOSA DE CUBIERTA A LOS 28 DÍAS.
- EN JUNTAS DE COLADO, ANTES DE PROCEDER AL NUEVO COLADO LA SUPERFICIE DE JUNTA SE PICARÁ Y LIMPIARA CON CEPILLO DE ALAMBRE Y AGUA A PRESIÓN QUEDANDO A JUICIO DEL ING. RESIDENTE DE OBRA, UTILIZAR UN ADHESIVO ENTRE CONCRETO VIEJO Y NUEVO.
- A TODO EL CONCRETO ESTRUCTURA, (f'c= 350 kg/cm2) SE LE ADICIONARÁ IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL.
- TODO EL CONCRETO ESTRUCTURAL DEBERÁ MEZCLARSE MECÁNICAMENTE Y DOSIFICARSE POR PESO.
- TODOS LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO DEBERÁN SER PRESENTADOS AL LABORATORIO AUTORIZADO PARA SU APROBACIÓN.
- EL CONCRETO A UTILIZAR EN LA CONSTRUCCIÓN DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA MEXICANA MNX-C-414-ONNCCE " INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO PARA USO ESTRUCTURAL".
- EL CONCRETO DEBERÁ INCLUIR UN INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN.
- EN CONCRETCS DE f'c= 350 kg/cm2, EL CEMENTO A EMPLEAR DEBERA SER PORTLAND TIPO IV (DE BAJA TEMPERATURA)
- RECUBRIMIEN"O MINIMO DEL ACERO DE REFUERZO:

	MUROS, ZAPATAS Y LOSAS DE CIMENTACIÓN CON PLANTILLA	5 cm
a.	COLUMNAS	5 cm
b.	TRABES	4 cm
c.	LOSAS DE CUBIER"A	3 cm

- CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE DEL TERRENO: 5.9 kg/cm2
  ZONA SISMICA A
- CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA SEGÚN SU USO: TIPO A2, Q=1.25, R=1.25 (MUROS Y CANAL)
- PESO DE COMPUERTA:
- 3000 kg/unidad

- CARGAS VIVAS DE DISEÑO:
- LOSA SUPERIOR: 350 kg/m2
- LA OBRA SE REALIZARÁ CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONAGUA Y ESPECIFICACIONES PARTICULARES.
- LAS JUNTAS CONSTRUCTIVAS SON PRESENTADAS DE MANERA INDICATIVA, LA UBICACIÓN DEBERÁ SER VALIDADA EN OBRA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA SUPERVISIÓN DE OBRA, DEPENDIENDO DE LA PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
- PREVIO AL COLADO DE LA PLANTILLA SE DEBERÁ DE RETIRAR LA ROCA METEORIZADA Y EL LODO DE "LUTITA" JUSTO ANTES DEL COLADO.

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ 2024 - 2030 | SEFIPLAN | CAEV | POR AMOR A VERACRUZ | SIOP

"RESERVORIO SOBRE RÍO TANCOCHÍN, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN,VER"

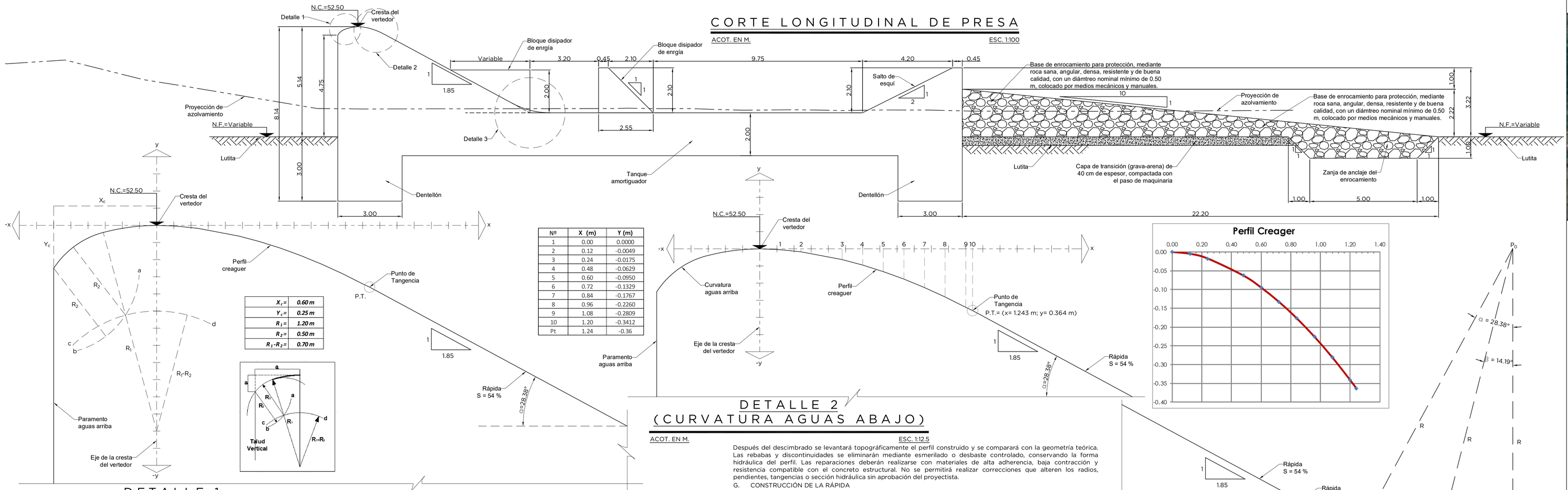
PLANO ESTRUCTURAL DE RESERVORIO

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	SUBDIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA
ING. RAQUEL GASPERÍN SÁNCHEZ	ING. FREDY CRUZ MARTÍNEZ

DICIEMBRE 2025	I DE 2	

CORTE LONGITUDINAL DE PRESA

ACOT. EN M. ESC. 1:100



DETALLE 1
(CURVATURA AGUAS ARRIBA)

ACOT. EN M. ESC. 1:12.5

X_c =	*0.60 m*
Y_c =	*0.25 m*
R_1 =	*1.20 m*
R_2 =	*0.50 m*
R_1-R_2 =	*0.70 m*

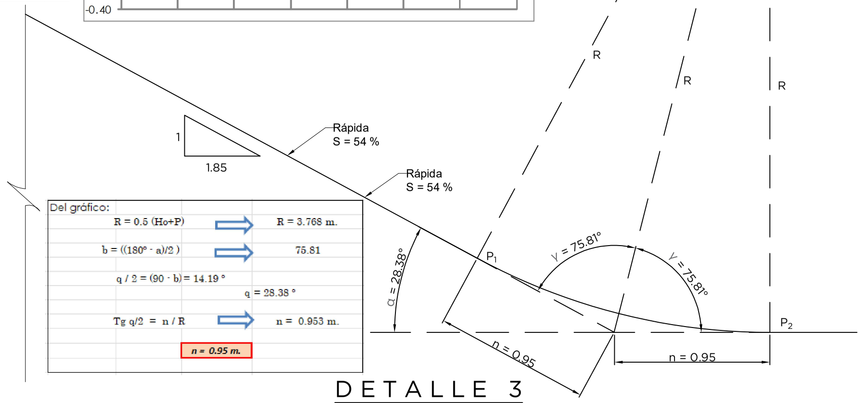
Nº	X (m)	Y (m)
1	0.00	0.0000
2	0.12	-0.0049
3	0.24	-0.0175
4	0.48	-0.0629
5	0.60	-0.0950
6	0.72	-0.1329
7	0.84	-0.1767
8	0.96	-0.2260
9	1.08	-0.2809
10	1.20	-0.3412
Pt	1.24	-0.36

DETALLE 2
(CURVATURA AGUAS ABAJO)

ACOT. EN M. ESC. 1:12.5

DETALLE 3
(TRANSICIÓN RÁPIDA-TANQUE AMORTIGUADOR)

ACOT. EN M. ESC. 1:25





NOTAS GENERALES

ACOT. EN M. ESC. 1:12.5

La construcción del cimacio, sus cuadrantes de aproximación aguas arriba, perfil tipo Creager aguas abajo, rápida, transiciones, tanque amortiguador y demás elementos asociados deberá ejecutarse de conformidad con los ejes, elevaciones, coordenadas, radios, pendientes, espesores, secciones, juntas y detalles indicados en los planos del proyecto ejecutivo.
La geometría hidráulica indicada en los planos es obligatoria y no podrá modificarse, simplificarse, aproximarse mediante segmentos rectos ni ajustarse en campo sin autorización expresa y por escrito del proyectista. Antes del inicio de los trabajos, el constructor deberá verificar la compatibilidad geométrica y altimétrica entre el cimacio, la rápida, el tanque amortiguador, el salto de esquí, los muros laterales y el cauce de restitución.

A. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL CIMACIO Y LA RÁPIDA

1. Control topográfico y replanteo geométrico

Previo a la ejecución del cimacio se establecerá una red de control topográfico permanente, referida al sistema de coordenadas y banco de nivel del proyecto. Los puntos de control deberán quedar fuera de las zonas de excavación, tránsito de maquinaria, colado y almacenamiento de materiales.
El replanteo comprenderá, como mínimo:

- eje longitudinal del vertedor;
- eje y alineamiento de la cresta;
- elevación de la cresta; ED
- paramento aguas arriba;
- puntos de inicio, tangencia y terminación de cada radio;
- coordenadas del perfil Creager;
- inicio y terminación de la rápida;
- puntos de cambio de pendiente;
- punto de tangencia entre el perfil Creager y la rápida;
- transición entre la rápida y el tanque amortiguador o salto de esquí;
- elevaciones del piso y coronas de muros laterales;
- ubicación de juntas de construcción y contracción.

La geometría del cimacio deberá materializarse mediante puntos topográficos suficientemente próximos para reproducir fielmente las curvas del proyecto. En las zonas de mayor curvatura, proximidad a la cresta, cambios de radio y puntos de tangencia, el espaciamiento entre puntos de control deberá reducirse respecto al empleado en los tramos de curvatura uniforme.

2. Preparación de la superficie de desplante

La excavación deberá llevarse hasta las líneas y elevaciones indicadas, retirando material suelto, alterado, intemperizado, fracturado o que no proporcione apoyo adecuado.
La superficie de cimentación deberá:
1. quedar limpia y libre de lodo, agua estancada, materia orgánica, residuos de barrenación y partículas sueltas;
2. presentar contacto firme con la roca o estrato competente;
3. acondicionarse mediante limpieza mecánica, agua y aire a presión;
4. recibir tratamiento local de irregularidades, oquedades y fracturas conforme al proyecto geotécnico;
5. contar con dentellones, anclajes, drenes o tratamiento de contacto cuando así se indique;
6. permanecer drenada durante la colocación del acero, cimbra y concreto.

Las sobreexcavaciones no autorizadas no se rellenarán con material suelto. Deberán regularizarse con concreto dental, concreto de limpieza o concreto de la resistencia indicada por el proyectista.

3. Concreto de limpieza y regularización

Sobre la superficie de desplante aprobada se colocará una capa de concreto simple (plantilla) con espesor de 10 cm y f'c=100 Kg/cm2.
Esta capa tendrá por objeto:

- proporcionar una superficie regular;
- impedir la contaminación del concreto estructural;
- facilitar el trazo del acero, juntas y cimbra;
- permitir un control preciso de las elevaciones;
- evitar pérdidas de lechada hacia la cimentación.

La superficie del concreto de limpieza no deberá emplearse para corregir errores importantes de excavación o replanteo.

4. Modulación y secuencia de colados

El cimacio, la rápida y las estructuras de disipación deberán construirse mediante bloques o monolitos definidos en el capítulo 1.19.2 Procedimiento Constructivo establecido en el proyecto ejecutivo.
No deberán formarse juntas de construcción en la cresta, dentro de los tramos de mayor curvatura, en puntos de tangencia ni en zonas donde puedan producir discontinuidades hidráulicas. (Consultar plano estructural para ubicación de las juntas)

B. CONFORMACIÓN DE LA CURVATURA AGUAS ARRIBA

5. Geometría del cuadrante aguas arriba

La forma aguas arriba de la cresta deberá reproducirse mediante los radios, centros, coordenadas, tangencias y dimensiones señalados. Los arcos que integran la nariz del cimacio deberán enlazarse tangencialmente entre sí, con el paramento vertical o inclinado aguas arriba y con la cresta.
No se permitirá sustituir los arcos definidos por:

- chaflanes;
- segmentos rectos;
- curvas aproximadas a juicio del personal de obra;
- redondeos ejecutados únicamente con mortero;
- desbastes posteriores sin control topográfico.

Procedimiento recomendado
1. Localizar topográficamente los centros de los radios y los puntos de tangencia.
2. Marcar los puntos inicial y final de cada arco.
3. Elaborar plantillas maestras de escala natural de cada curvatura.
4. Fabricar costillas o cerchas de cimbra conforme a dichas plantillas.
5. Instalar las costillas a espaciamientos suficientes para evitar deformaciones del forro.
6. Colocar un revestimiento continuo de cimbra capaz de reproducir suavemente la curva.
7. Verificar la geometría mediante estación total, nivel de precisión, reglas curvas y plantillas de control.
8. Liberar topográficamente la cimbra antes de colocar el concreto.

Las plantillas podrán elaborarse en madera laminada, perfiles metálicos, placas cortadas mediante control numérico u otro sistema que garantice precisión y rigidez.
El revestimiento de contacto deberá ser suficientemente flexible para adaptarse a los radios y suficientemente resistente para evitar abollamientos, ondulaciones o deformaciones por la presión del concreto fresco.

C. CONFORMACIÓN DEL PERFIL CREAGER

6. Replanteo del perfil aguas abajo

El perfil Creager se construirá utilizando las coordenadas indicadas en el presente plano.
Para cada sección transversal se establecerá una serie de puntos (x,y)(x,y)(x,y) referidos al origen hidráulico definido en la cresta. Estos puntos se transformarán al sistema topográfico general de la obra.
La cimbra del perfil deberá fabricarse mediante costillas principales cuya forma coincida con las coordenadas de proyecto. Entre costillas se colocará un forro continuo, evitando cambios bruscos de curvatura.
Requisitos de la cimbra del perfil Creager
La cimbra deberá:

- conservar su posición durante el colado y vibrado;
- resistir la presión hidrostática del concreto fresco;
- quedar adecuadamente apuntalada y contraventeada;
- impedir pérdida de lechada;
- reproducir sin deformación la curva teórica;
- permitir inspección y limpieza antes del colado;
- facilitar un descimbrado sin desprendimientos ni daños en la superficie;
- mantener continuidad entre bloques sucesivos.

Antes del colado se verificará:

- elevación exacta de la cresta;
- posición del origen del perfil;
- coordenadas de puntos intermedios;
- punto de tangencia con la rápida;
- continuidad entre curvas;
- ausencia de escalones, quiebres o contra pendientes;
- espesor del elemento y recubrimiento del acero.

7. Formación de la cresta

La cresta constituye una zona hidráulicamente sensible y deberá construirse con especial precisión.
La cimbra deberá proporcionar:

- alineamiento continuo;
- elevación uniforme;
- radio o forma de coronamiento indicada;
- transición suave entre los cuadrantes aguas arriba y aguas abajo;
- ausencia de quiebres longitudinales y transversales.

La elevación y geometría de la cresta deberán verificarse antes, durante y después del colado.
No se permitirá corregir una cresta fuera de tolerancia mediante la colocación de capas delgadas de mortero convencional. Las correcciones, cuando sean técnicamente admisibles, deberán ejecutarse mediante un procedimiento aprobado, con materiales de reparación compatibles y adheridos estructuralmente al concreto base.

D. COLOCACIÓN DEL ACERO, EMBEBIDOS Y JUNTAS

8. Acero de refuerzo

El acero deberá colocarse y fijarse de manera que conserve su posición durante el colado. Se emplearán separadores, silletas y soportes compatibles con la durabilidad requerida.
En superficies curvas, las barras deberán habilitarse previamente conforme a plantillas. No se permitirá forzar barras contra la cimbra ni utilizar el acero para corregir deformaciones del molde.
Se verificarán:

- diámetro y separación;
- traslapes y anclajes;
- recubrimientos;
- ubicación respecto a juntas;
- continuidad en cambios de pendiente;
- refuerzo adicional en la cresta, puntos de tangencia y transiciones;
- interferencias con anclajes, drenes, bandas PVC y otros elementos embebidos.

9. Juntas y bandas de estanqueidad

Las juntas deberán instalarse en las ubicaciones indicadas en los planos estructurales. Las bandas de PVC o sistemas de sello deberán quedar:

- centrados en la junta;
- alineados;
- firmemente sujetos;
- sin perforaciones, pliegues o torsiones;
- unidos mediante procedimientos compatibles con el material;
- protegidos durante la colocación del acero y concreto.

La mitad de la banda correspondiente al segundo colado deberá conservarse limpia y sin daños.
En juntas de construcción, la superficie del concreto endurecido deberá prepararse mediante remoción de lechada, escarificación controlada, limpieza y saturación superficial, evitando agua libre al momento del nuevo colado. Cuando el proyecto lo indique, se utilizará mortero de enlace o puente de adherencia compatible.

E. COLOCACIÓN DEL CONCRETO

10. Colado y consolidación

El concreto deberá colocarse en capas sucesivas cuyo espesor permita una consolidación completa. La descarga se efectuará lo más cerca posible de su posición final, evitando caída libre excesiva, segregación o desplazamiento del acero y de la cimbra.
En las superficies inclinadas o curvas se establecerá una secuencia de colocación que impida:

- acumulación de concreto en la parte baja;
- segregación por deslizamiento;
- formación de vacíos contra la cimbra;
- desplazamiento o levantamiento de los moldes;
- juntas frías no previstas.

La velocidad de colocación se controlará conforme a la capacidad de la cimbra y al comportamiento del concreto fresco. El vibrado deberá realizarse con equipo de diámetro y frecuencia adecuados. Los vibradores no deberán utilizarse para desplazar lateralmente el concreto ni apoyarse directamente sobre el acero, bandas de estanqueidad o cimbra.
Se prestará especial atención al vibrado en:

- la cresta;
- radios y curvaturas;
- cambios de sección;
- zonas con alta concentración de acero;
- puntos de tangencia;
- uniones con rápida y tanque amortiguador;
- proximidad de juntas y elementos embebidos.

F. ACABADO DE SUPERFICIES HIDRÁULICAS

11. Acabado y regularidad

Las superficies del cimacio, rápida, transiciones y tanque amortiguador en contacto con flujo de alta velocidad deberán quedar densas, continuas, resistentes y libres de:

- salientes;
- escalones;
- rebabas;
- cangrejeras;
- oquedades;
- juntas abiertas;
- cambios bruscos de pendiente;
- ondas;
- depresiones localizadas;
- agregados expuestos;
- elementos metálicos sobresalientes.

Después del descimbrado se levantará topográficamente el perfil construido y se comparará con la geometría teórica. Las rebabas y discontinuidades se eliminarán mediante esmerilado o desbaste controlado, conservando la forma hidráulica del perfil. Las reparaciones deberán realizarse con materiales de alta adherencia, baja contracción y resistencia compatible con el concreto estructural. No se permitirá realizar correcciones que alteren los radios, pendientes, tangencias o sección hidráulica sin aprobación del proyectista.

G. CONSTRUCCIÓN DE LA RÁPIDA

12. Geometría de la rápida

La rápida se ejecutará respetando la pendiente longitudinal, bombeo o pendiente transversal, ancho, elevaciones y espesores indicados.
El piso deberá construirse con reglas y plantillas rígidas referidas a puntos topográficos. No se permitirá definir la pendiente únicamente mediante nivelación visual o reglas apoyadas en elementos no controlados.
Las juntas deberán quedar enrasadas con la superficie. Cualquier diferencia de nivel deberá corregirse para evitar escalones orientados contra el flujo.
El acabado de la rápida deberá ser uniforme y suficientemente liso para reducir irregularidades, sin producir una superficie pulida susceptible de desprendimientos superficiales.

13. Unión tangencial entre el perfil Creager y la rápida

La conexión entre el perfil Creager y la rápida deberá ejecutarse en el punto de tangencia indicado en los planos.
En dicho punto deberán coincidir:
1. la coordenada del extremo del perfil Creager;
2. la elevación inicial de la rápida;
3. la pendiente de la tangente al perfil;
4. la pendiente longitudinal de la rápida.

No se permitirá un quiebre angular, escalón, depresión o convexidad local.
La cimbra de ambos tramos deberá montarse preferentemente como un sistema geométrico continuo o mediante plantillas coincidentes. Antes del colado se verificará la pendiente a ambos lados del punto de tangencia.
Cuando el cimacio y la rápida se coloquen en etapas diferentes, la junta de construcción no deberá ubicarse exactamente en el punto de tangencia, salvo que así lo indique el proyecto. Se deberá preservar la continuidad del acero y reproducir la curva mediante una plantilla de empalme.

H. CONEXIÓN DE LA RÁPIDA CON EL TANQUE AMORTIGUADOR

14. Transición de entrada al tanque amortiguador

La unión entre la rápida y el tanque amortiguador deberá construirse conforme al perfil longitudinal y las transiciones indicadas.
La conexión deberá garantizar:

- continuidad del piso;
- transición gradual de pendiente;
- ausencia de escalones contra el flujo;
- alineamiento con el eje del tanque;
- ancho hidráulico requerido;
- continuidad de muros laterales;
- correcta ubicación de bloques, dientes, umbrales o accesorios disipadores;
- conservación del tirante y condiciones de entrada considerados en el diseño.

Cuando exista una curva de transición vertical entre la rápida y el tanque, se replanteará por coordenadas o radios. No deberá sustituirse por una intersección directa de dos pendientes.
La superficie de entrada al tanque deberá quedar libre de irregularidades que induzcan separación de flujo, chorros concentrados o comportamiento asimétrico del resalto hidráulico.

15. Piso y muros del tanque amortiguador

El tanque amortiguador se construirá respetando:

- elevación del piso;
- longitud útil;
- ancho;
- altura de muros;
- dentellones;
- umbral terminal;
- bloques de caída o bloques deflectores;
- dientes terminales;
- drenes y alivios de subpresión;
- juntas y bandas de estanqueidad.

El piso deberá quedar firmemente vinculado con la cimentación.
Antes de permitir el paso del flujo se deberá comprobar:

- resistencia mínima del concreto;
- terminación de juntas y sellos;
- limpieza del tanque;
- funcionamiento de drenes;
- ausencia de materiales sueltos;
- retiro de cimbra y elementos temporales;
- correcta geometría del umbral y dispositivos disipadores.

I. CONEXIÓN CON SALTO DE ESQUÍ

16. Construcción del salto de esquí

Cuando la rápida termine en salto de esquí, la cubeta o labio deflector se conformará mediante coordenadas, radios y ángulos indicados en el presente plano.
El labio deberá presentar:

- alineamiento transversal uniforme;
- elevación constante o variación controlada;
- radio continuo;
- superficie libre de irregularidades;
- aristas y terminaciones conforme al detalle hidráulico.

La zona de lanzamiento no podrá modificarse para facilitar el cimbrado o el colado, ya que variaciones en el ángulo, radio o elevación alteran la trayectoria del chorro y la ubicación de la zona de impacto.
La geometría terminada deberá verificarse mediante levantamiento topográfico antes de la puesta en operación.

J. COLOCACIÓN DE ENROCAMIENTO AGUAS ABAJO DEL SALTO DE ESQUÍ

17. Objeto de la protección

El enrocamiento tendrá por objeto proteger el terreno aguas abajo contra erosión, socavación, impacto del chorro, corrientes de retorno y arrastre de material.
La protección se construirá con la geometría, extensión, espesor, elevaciones y tamaño de roca indicados en el presente plano.

18. Preparación del desplante

Antes de colocar el enrocamiento se deberá:
1. retirar material vegetal, orgánico, suelto o erosionable;
2. excavar hasta alcanzar la sección de proyecto;
3. regularizar la superficie;
4. retirar bloques inestables;
5. abatir o desviar temporalmente el agua cuando sea necesario;
6. formar la zanja de anclaje en el pie;
7. verificar elevaciones y pendientes.

19. Capa filtro o transición

Entre el terreno natural y el enrocamiento se colocará la capa filtro indicada en el presnte plano, la cual quedará constituida por grava-arena extraída del mismo cauce y compactada con el paso de maquinaria.
El filtro deberá impedir la migración de finos del terreno y permitir el alivio de presiones de poro.

20. Calidad de la roca

La roca deberá ser:

- sana;
- densa;
- dura;
- durable;
- resistente al intemperismo;
- de forma angular o subangular;
- libre de lutita delezнable, material alterado, arcilla, materia orgánica y fracturas abiertas.

No se aceptarán fragmentos:

- lajeados;
- alargados en exceso;
- redondeados que dificulten el trabado;
- fácilmente desintegrables;
- contaminados con suelo.

El tamaño nominal, graduación y peso de las piezas serán los indicados en el presente plano. Las piezas mayores se concentrarán en la zona de impacto, pie, bordes y áreas de mayor solicitación hidráulica.

21. Colocación y trabado mecánico

El enrocamiento se colocará progresivamente desde el pie o zona de anclaje hacia las elevaciones superiores, evitando trabajar sobre una capa inestable.
Las piezas principales deberán acomodarse individualmente o en grupos controlados mediante excavadora, retroexcavadora, grúa o equipo con aditamento apropiado.
El acomodo deberá lograr:

- contacto entre piezas en varios puntos;
- interpenetración geométrica;
- trabado mecánico;
- orientación estable de las caras;
- reducción de vacíos continuos;
- ausencia de planos preferenciales de deslizamiento;
- distribución uniforme de tamaños;
- espesor mínimo de proyecto en toda la superficie.

Las piezas alargadas deberán colocarse con su eje mayor sensiblemente paralelo al talud o de manera que no favorezcan su extracción por el flujo. No deberán colocarse apoyadas únicamente sobre una arista o en equilibrio inestable.
Los huecos mayores se rellenarán con fragmentos de menor tamaño compatibles con la graduación, sin formar una capa superficial de piedra pequeña que oculte una estructura interna deficiente.
No se permitirá cubrir con material fino la cara expuesta del enrocamiento ni rellenar completamente los vacíos con suelo, salvo que el proyecto indique una solución específica.

26. Extensión y terminación de la protección

El enrocamiento deberá extenderse hasta enlazar con terreno estable fuera de la zona de impacto y de las corrientes de retorno.
Los bordes laterales y extremos no deberán quedar abruptamente expuestos. Se empotrarán o transicionarán gradualmente con el terreno natural.
La superficie terminada deberá seguir las líneas y pendientes del proyecto, sin montículos, depresiones profundas ni discontinuidades que concentren el flujo.

LOCALIZACIÓN



DATOS DE PROYECTO	
Parámetro	**Valor adoptado**
Gasto máximo de avenida, (Q)	924.06 m^3/s
Periodo de retorno	100 años
Longitud efectiva de vertedor, (L)	75.00 m
Cota de cresta	52.50 m
Altura geométrica (P)	5.14 m
Coeficiente μ	0.75
Coeficiente de descarga equivalente (C)	3.322 m^0.5/s
Pendiente del río, (S)	0.008
Manning del cauce, (n)	0.03
Gasto ecológico derivado	9.60 m^3/s
Carga total efectiva, (H_0)	2.396 m
Velocidad de aproximación, (Va)	1.666 m/s
Carga de velocidad, ($Va^2/(2g)$)	0.142 m
Carga estática sobre la cresta, (h)	2.254 m
Nivel hidráulico estático estimado, N.A. = cresta + h	54.754 m
Nivel energético, cresta + H_0	54.896 m
Gasto unitario q = Q/L	12.321 $m^3/s/m$
Tirante crítico unitario (yc)	2.492 m
Tirante normal reportado (yn)	2.400 m
Velocidad media Vr = Q/(L yn)	5.134 m/s

NOMENCLATURA

NIVEL DE TERRENO	N.T.
NIVEL HIDRAULICO	N.H.
NIVEL DE FONDO	N.F.
NIVEL DE CORONA	N.C.

CANTIDADES DE OBRA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
LIMPIEZA Y TRAZO	M2	4,015.50
EXCAVACION P/DESPLANTE DE ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN	M3	4,229.13
EXCAVACION P/DESPLANTE DE ESTRUCTURAS EN LUTITA	M3	3,460.19
CONCRETO f'c= 100 KG/CM2	M3	102.44
CONCRETO f'c= 150 KG/CM2	M3	206.20
CONCRETO f'c= 350 KG/CM2	M3	11,107.40
ACERO DE REFUERZO fy= 4200 KG/CM2	KG	226,805.40
CIMBRA DE MADERA EN CIMENTACIONES	M2	1,842.49
CIMBRA DE MADERA EN MUROS	M2	3,148.92
CALAFATEO DE JUNTAS CONSTRUCTIVAS	ML	854.82
BANDA DE PVC SIN OJILLOS C/BULBO DE 30 CM.	M	749.10
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROD. EXC.	M3	5,280.65

NOTA IMPORTANTE:

ESTE PLANO FUE TOMADO DEL ESTUDIO ELABORADO POR LA PERSONA FISICA FILIBERTO LOPEZ TORRES PARA LA COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ EN DICIEMBRE DE 2025, CON PÓLIZAS DE ORDEN DE PAGO FOLIO: OP20251200140 1.

ESCALA 1 : 100

0 2.5 5.0 10

METROS

POR EL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LA CAEV

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ 2024 - 2030 · SEFIPLAN · CAEV · VOR AMOR A VERACRUZ · SIOP

CONSTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	SUBDIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA
ING. RAQUEL GASPERÍN SÁNCHEZ	ING. FREDY CRUZ MARTÍNEZ

JUNIO 2026	PLANO 1 DE 1	CAEV - 013 - 001 - 011/26

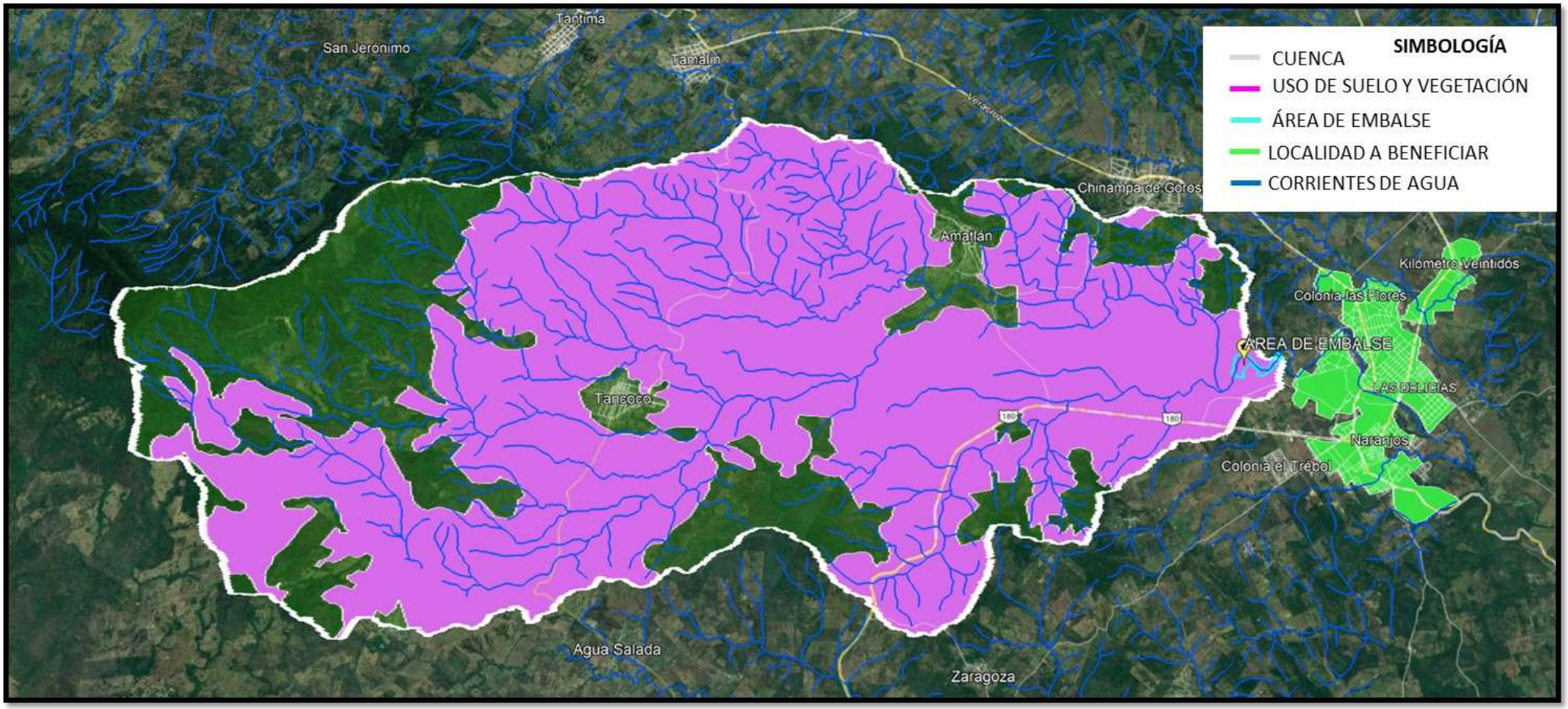
GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ 2024 - 2030 | SEFIPLAN SECRETARÍA DE FINANZAS Y PLANEACIÓN | CAEV Comisión del Agua del Estado de Veracruz | POR AMOR A VERACRUZ | SIOP SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE
COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
PROGRAMA DE OBRA

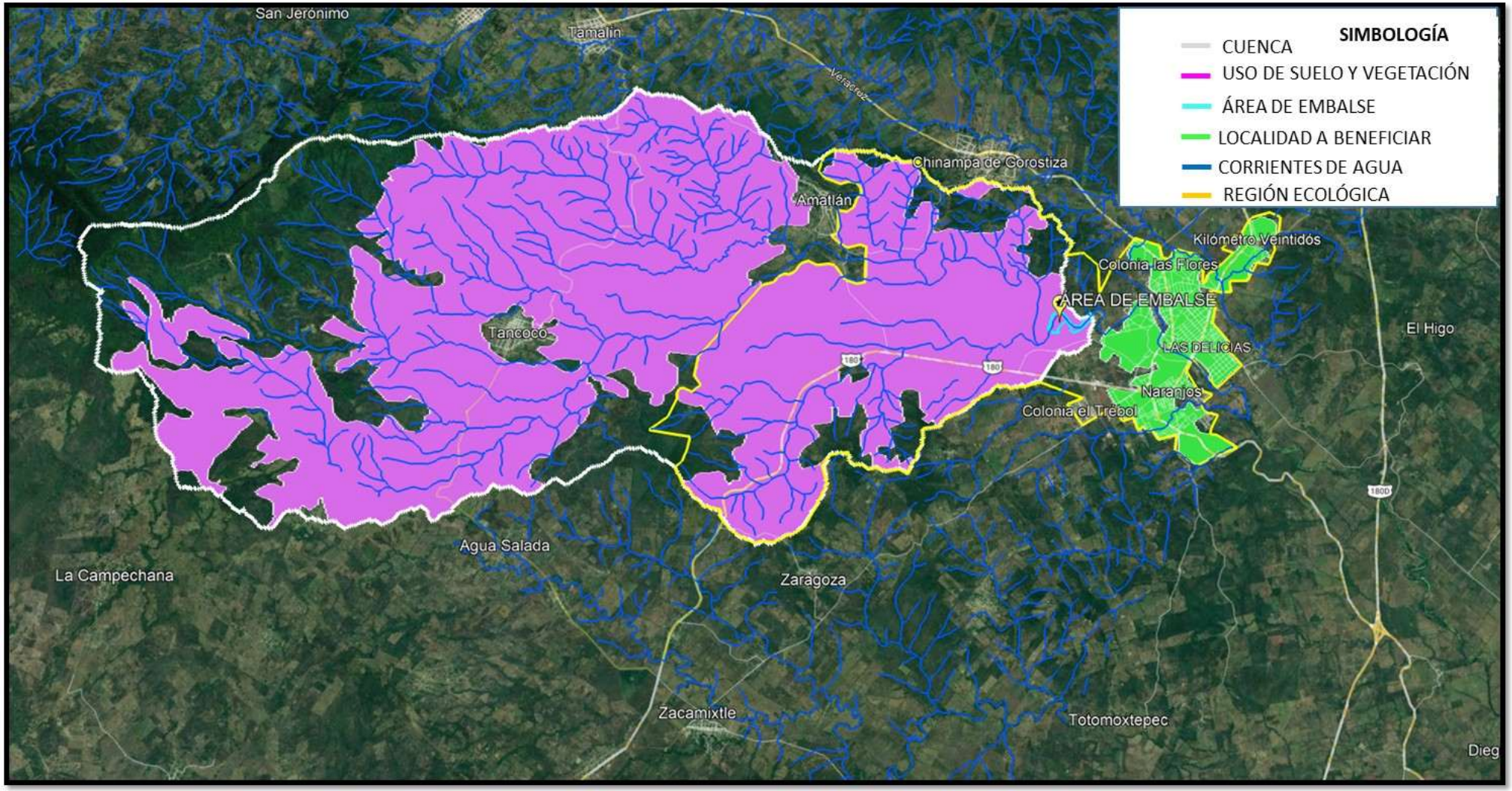
LOCALIDAD: NARANJOS
MUNICIPIO: NARANJOS AMATÁN, VERACRZ
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA EN LA LOCALIDAD DE NARANJOS

| CONCEPTO | | TIEMPO | | |

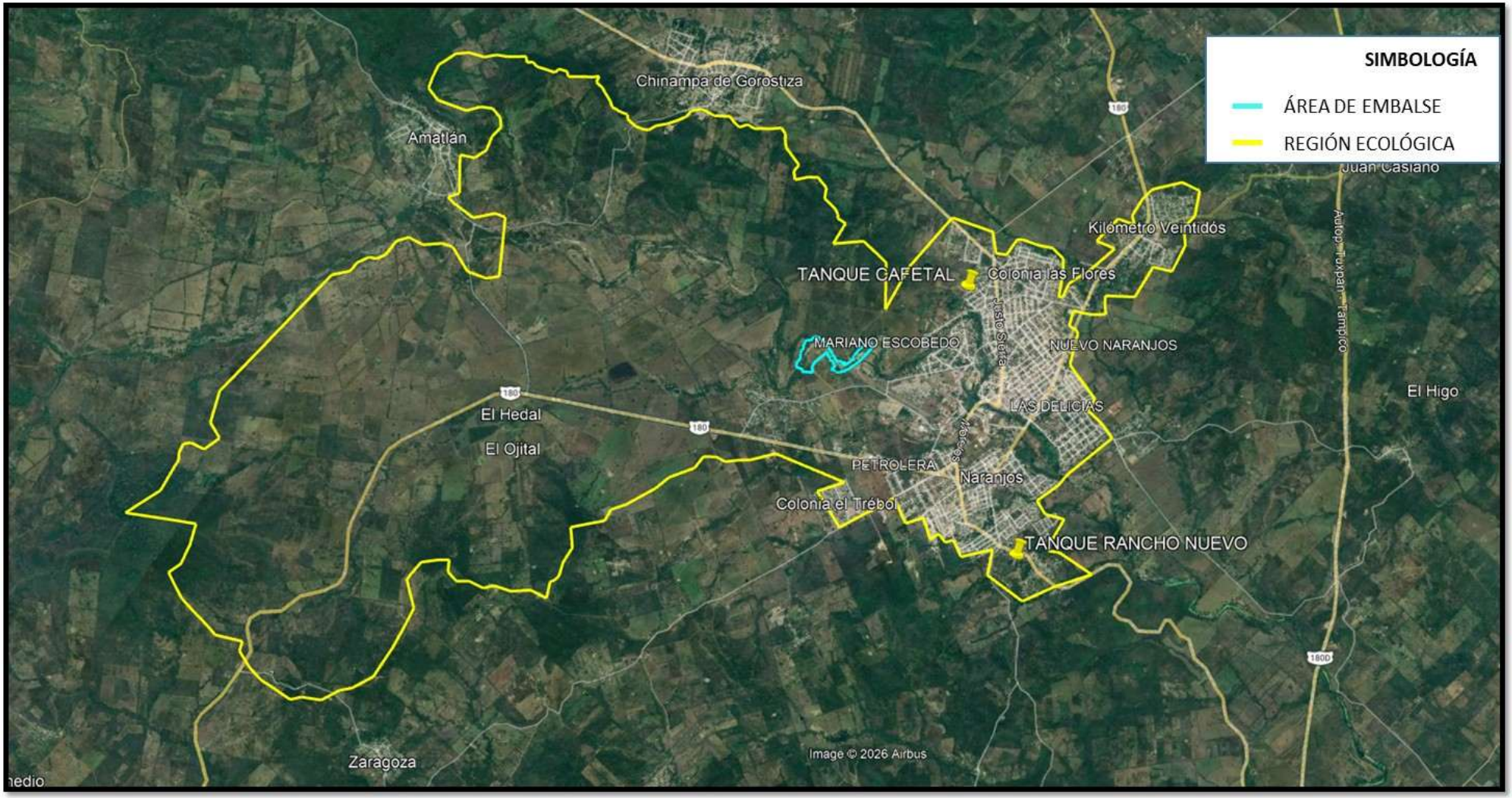
ELEMENTOS CONSIDERADOS PARA DELIMITAR LA REGIÓN ECOLÓGICA



POLÍGONO DELIMITADO PARA LA REGIÓN ECOLÓGICA



REGIÓN ECOLÓGICA



ESTUDIO DE VEGETACIÓN Y FLORA

CIPACTLI-CONSULTORIA A&V - 2030.

PRESENTADO A:

Departamento de Impacto Ambiental de la Comisión del Agua del Estado de Veracruz

[redacted]

Contenido

1. LOCALIZACIÓN 4
2. METODOLOGÍA 4
2.1 Estudios en el campo para la flora 5
2.2 Métodos de Medición de la Biodiversidad 6
3. RESULTADOS 8
3.1 Vegetación y flora en la Región Ecológica 8
3.1.1 Caracterización de la vegetación e Identificación de las especies de flora en la Región Ecológica 9
3.1.2. Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres en la Región Ecológica 12
3.2 Vegetación y flora en el Área de Influencia 18
3.2.1. Caracterización de la vegetación e Identificación de las especies de flora en el Área de Influencia 19
3.2.2. Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres en el Área de Influencia 21
3.3 Vegetación y flora en el sitio del proyecto 27
3.3.1 Caracterización de la vegetación e identificación de las especies de flora en el sitio del proyecto 28
3.3.2. Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres y/o acuáticas 30
4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA DIVERSIDAD DE FLORA POR ESTRATO DEL SITIO DEL PROYECTO Y REGIÓN ECOLÓGICA 36
5. VEGETACIÓN ACUÁTICA 37
6. DISCUCIÓN 38
7. CONCLUSIONES 41

Gráfica 1. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbóreo RE. *12*
Gráfica 2. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbustivo RE. *13*
Gráfica 3. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato herbáceo RE. *14*
Gráfica 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo AI. *21*
Gráfica 5. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo AI. *22*
Gráfica 6.Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo AI. *23*
Gráfica 7. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo SP. *30*
Gráfica 8. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo SP. *31*
Gráfica 9. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo SP. *32*

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V - 2030.

Imagen 1. Ubicación específica del sitio del proyecto, ciudad y municipio de Naranjos, Veracruz._ 4
Imagen 2. Ubicación geográfica y distribución de los sitios de muestreo en la Región Ecológica. _ 8
Imagen 3. Uso de Suelo y Vegetación que abarca la RE. _____ 10
Imagen 4. Ubicación geográfica y distribución de los sitios de muestreo en el Área Influencia.___ 18
Imagen 5. Uso de Suelo y Vegetación que abarca el AI. _____ 19
Imagen 6. Ubicación geográfica y distribución de los sitios de muestreo en el polígono del proyecto. _____ 27
Imagen 7. Uso de Suelo y Vegetación que abarca el sitio del proyecto._____ 28

Tabla 1. Formas biológicas de la vegetación muestreada._____ 5
Tabla 2.Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en la Región Ecológica._____ 8
Tabla 3. Tipos de vegetación en la RE de acuerdo a la carta de USyV de INEGI. _____ 9
Tabla 4. Especies de flora forma de vida arbóreo registradas en la RE._____ 11
Tabla 5. Especies de flora forma de vida arbustivo registradas en la RE._____ 11
Tabla 6. Especies de flora forma de vida herbáceo registradas en la RE._____ 12
Tabla 7. Valores del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbóreo RE. _____ 13
Tabla 8. Valores del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbustivo RE. _____ 14
Tabla 9. Valores del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbustivo RE. _____ 15
Tabla 10. Valores del Índice de Shannon del estrato arbóreo RE._____ 16
Tabla 11. Valores del Índice de Shannon del estrato arbustivo RE._____ 16
Tabla 12. Valores del Índice de Shannon del estrato herbáceo RE. _____ 17
Tabla 13. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en el Área de Influencia. _____ 18
Tabla 14. Especies de flora forma de vida arbóreo registradas en el AI. _____ 20
Tabla 15. Especies de flora forma de vida arbustivo registradas en el AI. _____ 20
Tabla 16. Especies de flora forma de vida herbáceo registrados en el AI. _____ 20
Tabla 17. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo AI._____ 22
Tabla 18. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo AI._____ 23
Tabla 19. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo AI. _____ 24
Tabla 20. Valores del Índice de Shannon del estrato arbóreo AI._____ 25
Tabla 21. Valores del Índice de Shannon del estrato arbustivo AI._____ 25
Tabla 22. Valores del Índice de Shannon del estrato herbáceo AI. _____ 26
Tabla 23. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo realizados en el sitio del proyecto._____ 27
Tabla 24.Especies de flora forma de vida arbóreo registradas en el SP. _____ 29
Tabla 25.Especies de flora forma de vida arbustivo registradas en el SP. _____ 29
Tabla 26. Especies de flora forma de vida herbáceo registradas en el SP. _____ 30
Tabla 27. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo SP. _____ 31
Tabla 28.Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo SP. _____ 32
Tabla 29. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo SP._____ 33
Tabla 30. Índice de Shannon del estrato arbóreo SP._____ 34
Tabla 31. Índice de Shannon del estrato arbustivo SP._____ 34
Tabla 32.Índice de Shannon del estrato herbáceo SP._____ 35
Tabla 33. Especies de flora acuática presente en el Sitio del Proyecto. _____ 38

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V 2030.

1. LOCALIZACIÓN

De acuerdo con la carta de INEGI F14D34, el Sitio donde se llevará a cabo el Proyecto se ubica en la porción Oeste de la Ciudad de Naranjos, en las coordenadas centroides 634197.92 E y 2360551.38 N. Se ubica a 520 m aproximadamente de la mancha urbana de la Ciudad y Cabecera Municipal de Naranjos.

Se trata de un terreno de forma irregular que cuenta con una superficie de 15.6 Hectáreas, en las márgenes del Río Tancochin, colinda con terrenos de propiedad privada dedicados a la agricultura y pastoreo de ganado.

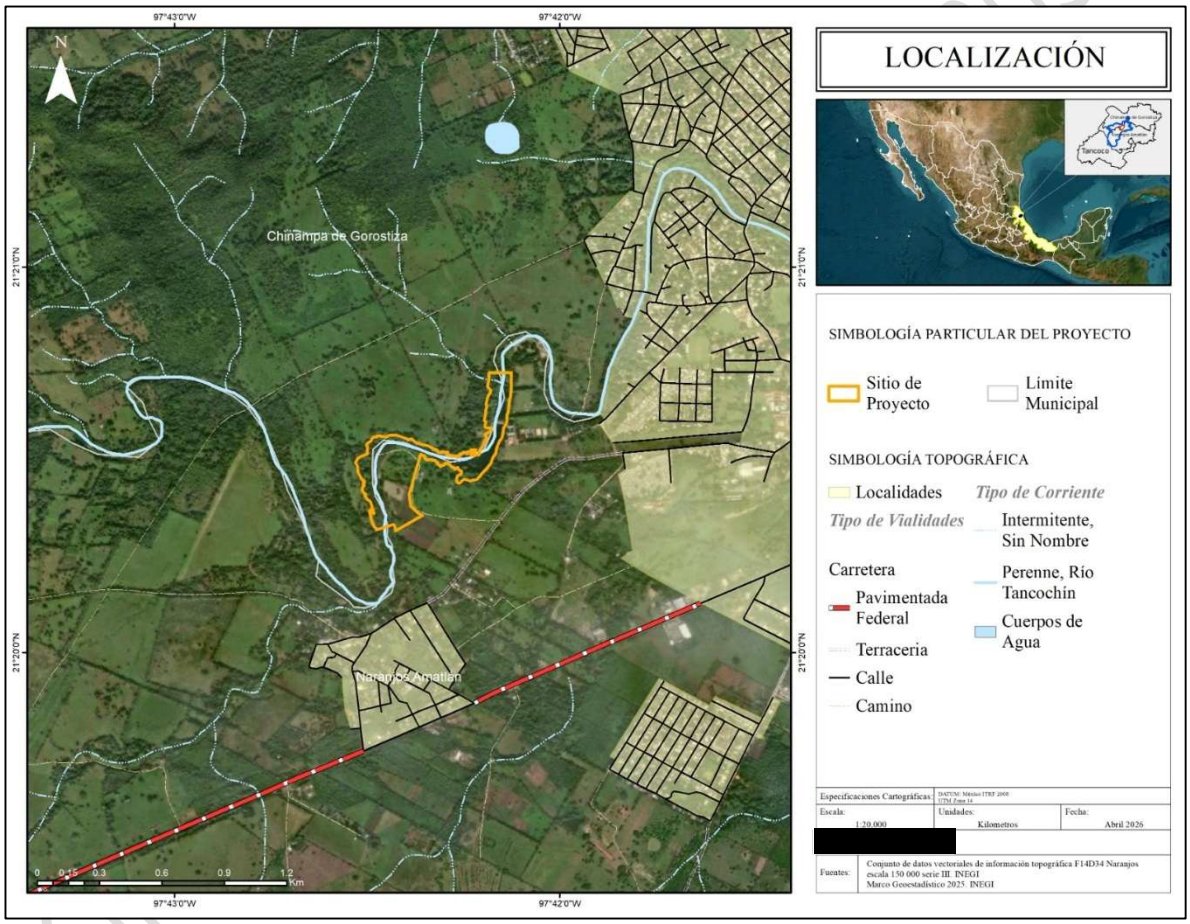


Imagen 1. Ubicación específica del sitio del proyecto, ciudad y municipio de Naranjos, Veracruz.

2. METODOLOGÍA

Los trabajos de campo fueron ejecutados los días del 06 al 09 de abril de 2026, a continuación, se describe la metodología aplicada que se llevó a cabo para el levantamiento de información en campo y gabinete.

[redacted].

2.1 Estudios en el campo para la flora

Se consideró para el muestreo, los trabajos en sitios en forma de rectángulos bajo las siguientes especificaciones:

- estrato arbóreo, sitios de muestreo de 1000 m², delimitando un área de 20 x 50 m.
- estrato arbustivo, las dimensiones fueron de 16 m², utilizando áreas de 4 x 4 m.
- estrato herbáceo, fueron sitios de 1 x 1 metro, teniendo una superficie de 1m²

Lo anterior con el fin de caracterizar adecuadamente todos los estratos de la comunidad vegetal bajo estudio.

En la siguiente ilustración se puede observar la forma de los sitios de muestreo.

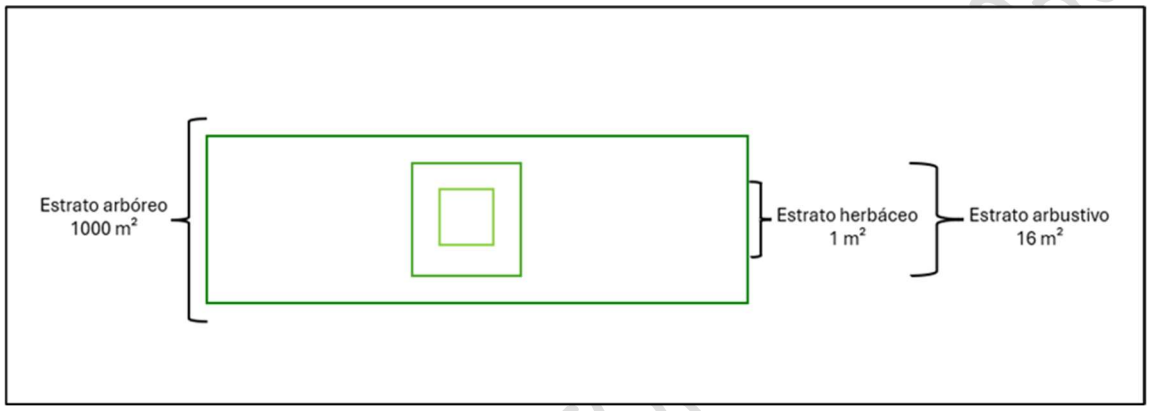


Ilustración 1. Forma de sitios de muestreo para los estratos de vegetación.

Criterios para la estratificación de la vegetación

Forma biológica	Características	Criterios dasometricos
Árbol	Planta leñosa perenne con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo con varios tallos, que tengan una copa más o menos definida;	Se registraron datos de los individuos de especies leñosas con diámetro a la altura del pecho (D.A.P.) mayor o igual a 10 cm.
Arbusto	Planta leñosa perenne con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 metros, pero no alcanza los 5 metros a su madurez y sin un solo vástago principal, ni una copa definida.	Se registraron datos de los individuos de especies leñosas con diámetro a la altura del pecho (D.A.P.) menor a 10 cm y diámetro basal superior o igual a 1 cm.
Hierba	Constituido por plantas que no desarrollan leño.	Se registraron: a) la cantidad de individuos por especie, b) la altura máxima de cada especie y c) la cobertura proporcional estimada en porcentaje de área ocupada al interior del cuadrante.

Tabla 1. Formas biológicas de la vegetación muestreada.

Criterios para la identificación de los tipos de vegetación arbórea

Esta se basa de manera inicial en el mapa de uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI (2025), y la aplicación de la clave para la identificación de los tipos de vegetación arbórea de la zona cálido – húmeda de México (Pennintong y Sarukan; 2005). Misma fuente se utilizó para la identificación de los ejemplares del estrato arbóreo presentes en los sitios de muestreo.

2.2 Métodos de Medición de la Biodiversidad

Para conocer la importancia de la Región Ecológica (RE), Área de Influencia, (AI) y Sitio del Proyecto (SP); en términos de la riqueza y de los índices de importancia de las especies de flora, se aplicaron las fórmulas que han sido propuestos por diferentes ecólogos con el propósito de estimar la cantidad de especies existentes en una localidad a partir de información parcial, y comparar biológicamente diferentes localidades.

Para estimar la diversidad de la flora de la Región Ecológica, Área de Influencia y Sitio del Proyecto, se determinaron dos valores principales que corresponden a la riqueza de especies y al índice de diversidad de Shannon.

Riqueza de especies. Refleja distintos aspectos de la misma; su medición constituye una estructura compleja, en la que cada elemento posee una abundancia dependiente de otros elementos y representan un eslabón que desempeña una función sobre un espacio determinado e interacciona con otros componentes bajo la misma circunstancia.

La riqueza de especies (H') o diversidad alfa (Whittaker, 1972) en los sitios de muestreo, se representó con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, que es el más utilizado en estudios ecológicos:

$$H' = -\sum_{i=i}^{S} Pi \ln Pi$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

S= número de especies (La riqueza de especies)

Pi= proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i)

ni= número de individuos de la especie i

N= número de todos los individuos de todas las especies

Índice de Shannon (H'). Corresponde a un indicador de biodiversidad alfa, que busca medir la diversidad de especies, considerando la uniformidad de las mismas. En otras palabras, el índice formula la uniformidad de los valores de importancia por medio de todas

CIPACTLI-CONSULTORIA A&Y-2030.

las especies de una muestra, es una valoración cuantitativa de la cantidad de especies en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de cada una de esas especies (abundancia). En general, este índice tiene ciertas restricciones y en la práctica, permite hacer comparaciones de la diversidad de especies entre distintas comunidades o sitios de estudio. Asimismo, sirve para estimar los atributos de la vegetación para cada especie de la comunidad encontrada.

Como parte de la estimación de Índice de Shannon, se calcularon los valores de abundancia, dominancia y frecuencia (en valores absolutos y relativos). Con la suma de los valores relativos de estas variables, se calculó el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Relativa por especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). De igual forma se estimaron índices de diversidad, como riqueza de especies (alfa) y similitud (beta) para conocer la riqueza florística.

Para la representación de estos índices se tomaron en cuenta las especies arbóreas con diámetros mayores a 10 cm de circunferencia, así como los elementos arbustivos y herbáceos registrados en los sitios de muestreo.

Para la obtención de los valores de Densidad, Dominancia y Frecuencia y sus respectivos valores relativos, se empleó la metodología del Índice de Valor de Importancia. Este valor indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985). De acuerdo con dicha metodología, la determinación de cada parámetro se realiza de la siguiente forma:

$$IVI = DR + FR + DR$$

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia

DR = Densidad relativa

$$\text{densidad} = \frac{\text{N° individuos}}{\text{área muestreada}}$$

$$\text{densidad relativa} = \frac{\text{densidad de una especie x 100}}{\text{densidad de todas las spp.}}$$

FR = Frecuencia relativa

$$\text{frecuencia} = \frac{\text{N° de cuadros (sitios) en que aparece una especie}}{\text{N° de cuadros muestreados}}$$

$$\text{frecuencia relativa} = \frac{\text{valores de frecuencia de una especie x 100}}{\text{valores de frecuencia de todas las spp.}}$$

DR = Dominancia relativa (Área basal)

Área basal

$AB = (DAP/2)^2\pi$; $\pi = 3.1416$

$$DmR = \frac{\text{area basal de la especie } x}{\Sigma \text{ area basal de todas las especies}} (100)$$

CIPACTLI-CONSULTORÍA A&V-2030

Índice del Valor de Importancia. Se calculó mediante el uso del dato de área basal para árboles, mientras que para el estrato arbustivo se consideró el diámetro de las copas para el total de las áreas muestreadas y por tipo de comunidad, de acuerdo con Osorio et al. (1996), determinando de este modo, la cobertura, que es el área total medida expresada en m², calculada a partir de la medición de dos diámetros perpendiculares de las copas, como se presenta en la siguiente fórmula:

$$C = \{[(d1+d2)/4]2 * \pi$$

Dónde:

C = Cobertura promedio

d1 = Primer diámetro de la cobertura de la copa

d2 = Segundo diámetro de la cobertura de la copa

π= 3.1416

3. RESULTADOS

3.1 Vegetación y flora en la Región Ecológica

Los sitios de muestreo de flora en la Región Ecológica se indican a continuación.

Sitio de muestreo	Coordenada	
	Este (X)	Norte (Y)
1	630115.00	2356438.00
2	632672.00	2357785.00
3	630529.00	2359593.00
4	630817.00	2361137.00
5	631640.00	2353771.00

Tabla 2.Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en la Región Ecológica.

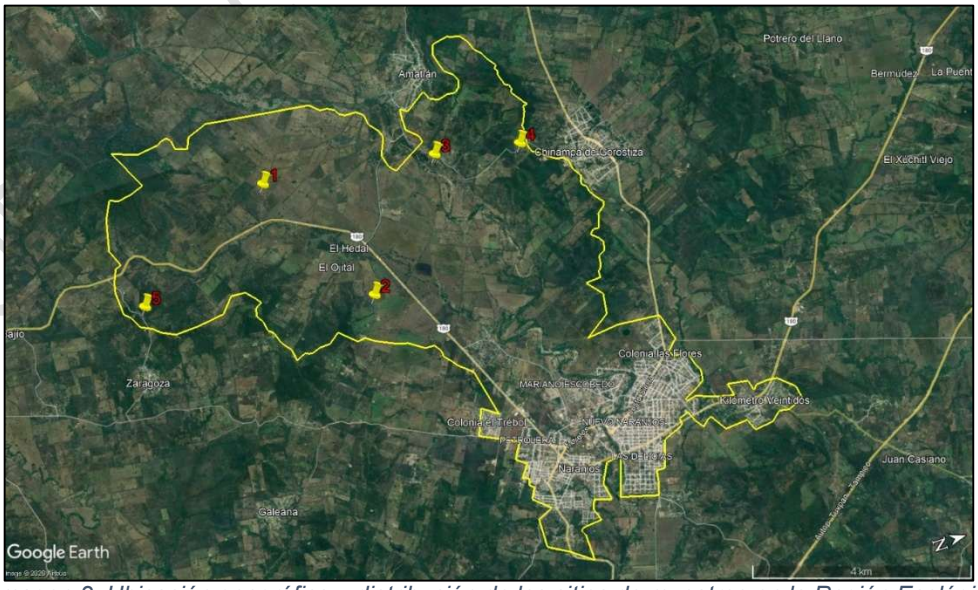


Imagen 2. Ubicación geográfica y distribución de los sitios de muestreo en la Región Ecológica.

CONSULTORÍA A&V - 2030.

3.1.1 Caracterización de la vegetación e Identificación de las especies de flora en la Región Ecológica

Para llevar a cabo la descripción de las comunidades vegetales se pueden considerar varios aspectos, entre los que destacan la flora (las especies componentes), la fisonomía (apariencia de la vegetación), la ubicación geográfica y las características climáticas y edafológicas. Para este estudio en particular, destacamos que los tipos de vegetación en el estado de Veracruz están conformados aproximadamente por 18 tipos, los cuales han sido sustituidos a través del tiempo por pastizales y vegetación secundaria. La cubierta vegetal dominante en él, está integrada principalmente por bosques tropicales y bosques templados que en su mayoría se caracterizan por ser del tipo de vegetación secundaria, el resto se agrupa en vegetación de manglar, dunas costeras, entre otras y por supuesto las grandes zonas agropecuarias que cubren nuestro estado.

Acorde a la Carta de Uso de Suelo Serie VII, escala 1:70,000; el 70.75% de la región Ecológica (RE) presenta cubierta uso de tipo pastizal cultivado; el 15.72% corresponde a asentamientos humanos y el 0.44% ha perdido cobertura debido a actividades agrícolas. Del porcentaje de terrenos con cubierta vegetal, la mayor cubierta corresponde a Vegetación Secundaria Arborea de Selva Alta Subperennifolia (6.72 %), seguido por Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (6.34%), tal como se muestra en la Tabla 2.

Tipo de vegetación	Superficie (Ha)	Porcentaje
Agricultura de Temporal Anual	1.9426	0.04
Agricultura de Temporal Permanente	18.8969	0.40
Asentamientos Humanos	728.7966	15.72
Pastizal Cultivado	3278.6262	70.75
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Subperennifolia	311.4702	6.72
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	294.0143	6.34
Total	**4633.7468**	**100**

Tabla 3. Tipos de vegetación en la RE de acuerdo a la carta de USyV de INEGI.

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V 2030

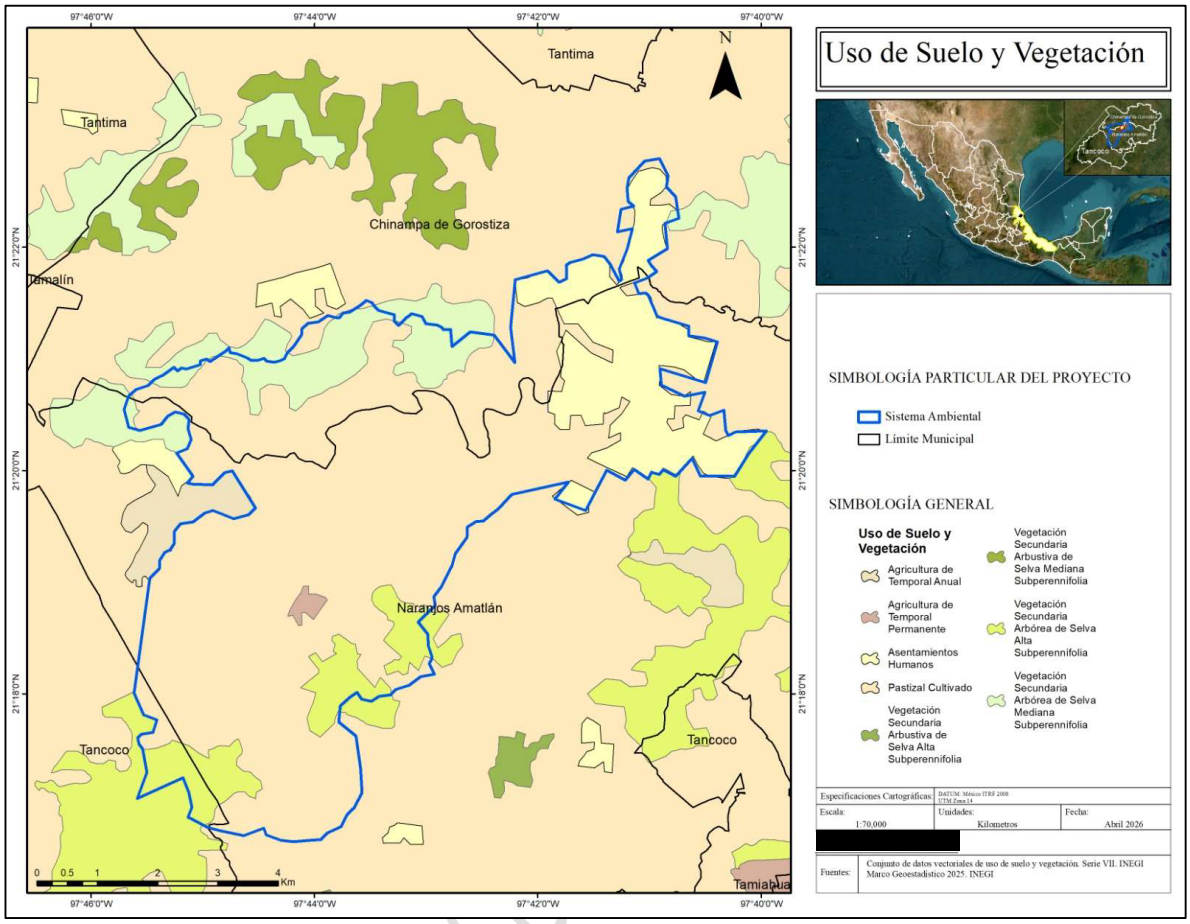


Imagen 3. Uso de Suelo y Vegetación que abarca la RE.

Por otro lado, respecto a las especies de flora en la Región Ecológica, se obtuvo un registro total de 33 especies, comprendidas por 18 familias. Se registro 1 especie catalogada en la categoría de Protección Especial (Pr) de acuerdo al listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en su Modificación del Anexo Normativo III Lista de Especies en Riesgo, publicada el 14 de noviembre de 2019 en el Diario Oficial de la Federación. En relación a la distribución se registró un total de 31 especies nativas y 2 especies de origen introducido.

En las siguientes Tablas se presenta listado de especies registradas en la Región Ecológica, por estrato y/o forma biológica.

Estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Adelia barbinervis	Espino blanco	Nativa	Sc
Bursera simaruba	Palo Mulato	Nativa	Sc
Casearia laetioides	Palo volador	Nativa	Sc
Cedrela odorata	Cedro	Nativa	Pr
Ceiba pentandra	Ceiba	Nativa	Sc
Cnidoscolus multilobus	Mala mujer	Nativa	Sc

Coccoloba barbadensis	Uvero	Nativa	Sc
Croton draco	Sangregado	Nativa	Sc
Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste	Nativa	Sc
Ficus insipida	Higuera blanca	Nativa	Sc
Gliricidia sepium	Cocuite	Nativa	Sc
Guazuma ulmifolia	Guásima	Nativa	Sc
Parmentiera aculeata	Cuajilote	Nativa	Sc
Persea americana	Aguacate	Nativa	Sc
Piscidia piscipula	Chijol	Nativa	Sc
Pithecellobium dulce	Guamúchil	Nativa	Sc
Salix babylonica	Sauce Llorón	Introducida	Sc
Tabernaemontana alba	Cojón de Gato	Nativa	Sc

Tabla 4. Especies de flora forma de vida arbóreo registradas en la RE.

Estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Adelia barbinervis	Espino blanco	Nativa	Sc
Bonellia macrocarpa	Amole	Nativa	Sc
Casearia laetioides	Palo volador	Nativa	Sc
Cnidoscolus multilobus	Mala mujer	Nativa	Sc
Croton draco	Sangregado	Nativa	Sc
Guazuma ulmifolia	Guásima	Nativa	Sc
Piper amalago	Cordoncillo	Nativa	Sc
Piscidia piscipula	Chijol	Nativa	Sc
Tabernaemontana alba	Cojón de Gato	Nativa	Sc
Vachellia cornigera	Cornezuelo	Nativa	Sc
Vachellia farnesiana	Huizache	Nativa	Sc

Tabla 5. Especies de flora forma de vida arbustivo registradas en la RE.

Estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Adelia barbinervis	Espino blanco	Nativa	Sc
Aldama dentata	Acahual	Nativa	Sc
Asclepias curassavica	Algodoncillo Tropical	Nativa	Sc
Cirsium mexicanum	Cardo Santo	Nativa	Sc
Cynodon dactylon	Zacate	Introducida	Sc
Euphorbia hirta	Golondrina	Nativa	Sc
Lasiacis nigra	Carricillo	Nativa	Sc
Lippia dulcis	Hierba dulce	Nativa	Sc
Macroptilium atropurpureum	Chorequillo	Nativa	Sc
Malvaviscus arboreus	Manzanita	Nativa	Sc
Ruellia blechum	Flor moradita	Nativa	Sc

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V-2030.

Sida ulmifolia	Malva de Caballo	Nativa	Sc
Syngonium angustatum	Lengua de Vaca	Nativa	Sc
Vachellia cornigera	Cornezuelo	Nativa	Sc

Tabla 6. Especies de flora forma de vida herbáceo registradas en la RE.

Sc: Sin categoría (NOM-059-SEMARNAT-2010).

3.1.2. Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres en la Región Ecológica

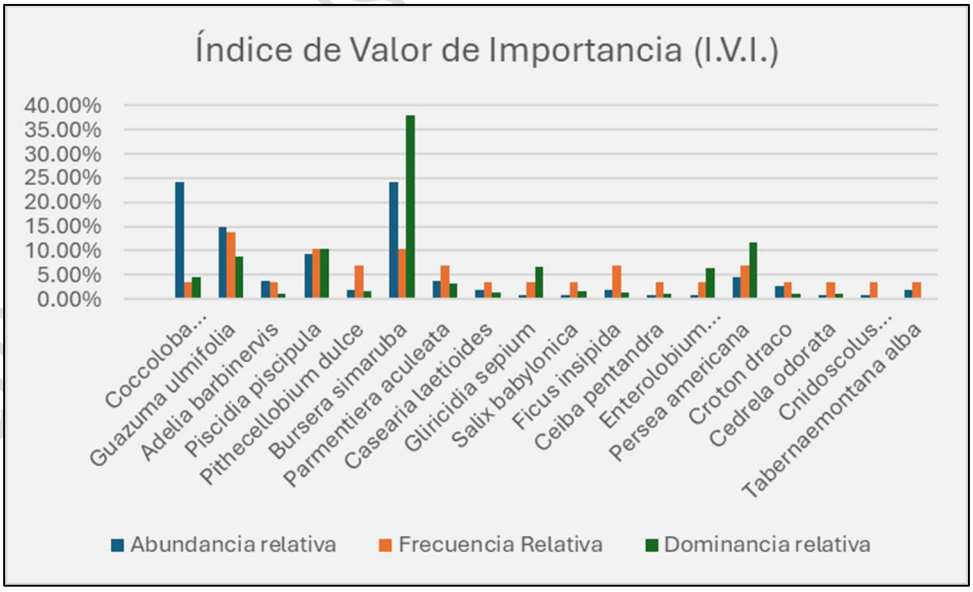
Para analizar la estructura y composición del tipo de vegetación muestreado en la Región Ecológica, se obtuvo el índice de valor de importancia de las especies por estrato, así como la densidad por sitio y por hectárea, como se describe en el siguiente apartado.

Resultados del Índice de Valor de Importancia (IVI)

Se presenta el IVI (Densidad relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa), y el número de individuos por hectárea para cada estrato por tipo de vegetación, asimismo.

- IVI del Estrato Arbóreo

La riqueza de especies del estrato arbóreo en la Región Ecológica equivale a 18 especies de acuerdo con los resultados de los muestreos, siendo las más representativas *Coccoloba barbadensis* (Uvero) con un Índice de Valor de Importancia (I.V.I). de 32.10; *Bursera simaruba* (Palo mulato) con un I.V.I. de 71.61; *Guazuma ulmifolia* (Guácima) con un Índice de Valor de Importancia (I.V.I). de 37.46 y *Piscidia piscipula* (Chijol) con un I.V.I. de 29.91. Las 14 especies restantes presentan un I.V.I. por debajo de 23.



Gráfica 1. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbóreo RE.

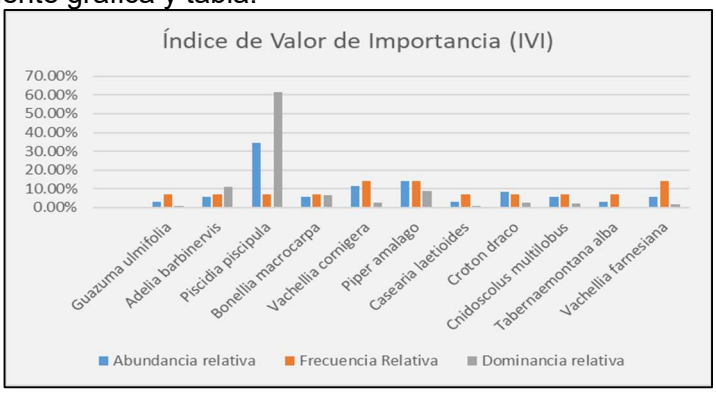
En la siguiente Tabla se presentan los registros obtenidos por especie en cada sitio de muestreo, así como las densidades promedio por sitio y por hectárea, además de los resultados del índice de valor de importancia para el estrato arbóreo en la Región Ecológica

Nombre científico	N. de individuos	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de importancia (IVI)
Coccoloba barbadensis	26	24.30%	3.45%	4.58%	32.33%
Guazuma ulmifolia	16	14.95%	13.79%	8.85%	37.60%
Adelia barbinervis	4	3.74%	3.45%	1.07%	8.25%
Piscidia piscipula	10	9.35%	10.34%	10.31%	30.00%
Pithecellobium dulce	2	1.87%	6.90%	1.65%	10.42%
Bursera simaruba	25	23.36%	10.34%	37.91%	71.61%
Parmentiera aculeata	4	3.74%	6.90%	3.29%	13.92%
Casearia laetioides	2	1.87%	3.45%	1.40%	6.71%
Gliricidia sepium	1	0.93%	3.45%	6.61%	10.99%
Salix babylonica	1	0.93%	3.45%	1.65%	6.03%
Ficus insipida	2	1.87%	6.90%	1.25%	10.02%
Ceiba pentandra	1	0.93%	3.45%	1.04%	5.43%
Enterolobium cyclocarpum	1	0.93%	3.45%	6.27%	10.66%
Persea americana	5	4.67%	6.90%	11.78%	23.34%
Croton draco	3	2.80%	3.45%	0.98%	7.23%
Cedrela odorata	1	0.93%	3.45%	1.04%	5.43%
Cnidoscolus multilobus	1	0.93%	3.45%	0.11%	4.49%
Tabernaemontana alba	2	1.87%	3.45%	0.22%	5.53%
Total	**107**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

Tabla 7. Valores del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbóreo SA.

- IVI del Estrato Arbustivo

La riqueza de especies del estrato arbustivo en la Región Ecológica equivale a 11 especies de acuerdo con los resultados de los muestreos; siendo la más representativa *Piscidia piscipula* (Chijol) con un Índice de Valor de Importancia (I.V.I). de 103.05. Las 10 especies restantes en el estrato arbustivo presentan un I.V.I. por debajo de 37. Tal y como se puede observar en la siguiente gráfica y tabla.



Gráfica 2. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbustivo RE.

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V 2030

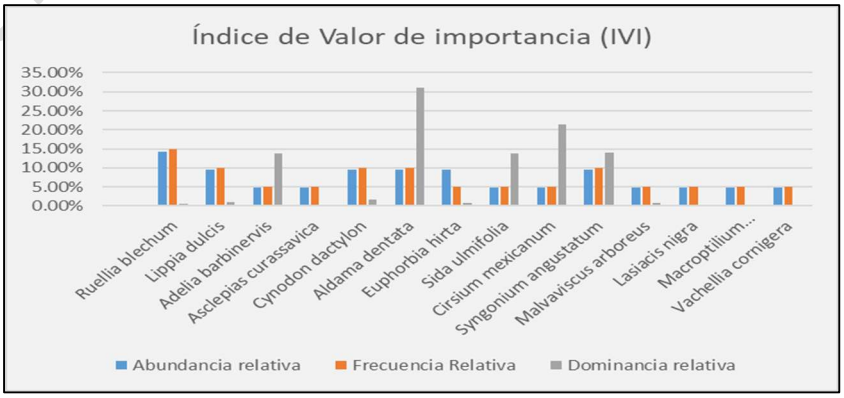
En la siguiente Tabla se presentan los registros obtenidos por especie en cada sitio de muestreo, así como las densidades promedio por sitio y por hectárea, además de los resultados del índice de valor de importancia para el estrato arbustivo en la Región Ecológica.

Nombre científico	N. de individuos	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de importancia (IVI)
Guazuma ulmifolia	1	2.86%	7.14%	1.00%	11.00%
Adelia barbinervis	2	5.71%	7.14%	11.12%	23.98%
Piscidia piscipula	12	34.29%	7.14%	61.62%	103.05%
Bonellia macrocarpa	2	5.71%	7.14%	6.79%	19.64%
Vachellia cornigera	4	11.43%	14.29%	2.78%	28.50%
Piper amalago	5	14.29%	14.29%	8.79%	37.36%
Casearia laetioides	1	2.86%	7.14%	1.00%	11.00%
Croton draco	3	8.57%	7.14%	2.45%	18.16%
Cnidoscolus multilobus	2	5.71%	7.14%	2.22%	15.08%
Tabernaemontana alba	1	2.86%	7.14%	0.44%	10.44%
Vachellia farnesiana	2	5.71%	14.29%	1.78%	21.78%
Total	**35**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

Tabla 8. Valores del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbustivo RE.

- IVI del Estrato Herbáceo

La riqueza de especies del estrato herbáceo en la Región Ecológica equivale a 14 especies de acuerdo con los resultados de los muestreos; siendo las más representativas *Aldama dentata* (Acahual) con un Índice de Valor de Importancia (I.V.I). de 50.55; *Syngonium angustatum* (Lengua de vaca) con un I.V.I. de 33.64; *Cirsium mexicanum* (Cardo Santo) con un I.V.I. de 31.16 y *Ruellia blechum* (Flor moradita) con un I.V.I. de 29.79. Mientras que el resto de las 10 especies en el estrato herbáceo presentan un I.V.I. por debajo de 23. Tal y como se puede observar en la siguiente gráfica y tabla.



Gráfica 3. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato herbáceo RE.

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V-2030

En la siguiente Tabla se presentan los registros obtenidos por especie en cada sitio de muestreo, así como las densidades promedio por sitio y por hectárea, además de los resultados del índice de valor de importancia para el estrato herbáceo en la Región Ecológica.

Nombre científico	N. de individuos	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de importancia (IVI)
Ruellia blechum	3	14.29%	15.00%	0.50%	29.79%
Lippia dulcis	2	9.52%	10.00%	0.99%	20.52%
Adelia barbinervis	1	4.76%	5.00%	13.69%	23.46%
Asclepias curassavica	1	4.76%	5.00%	0.21%	9.98%
Cynodon dactylon	2	9.52%	10.00%	1.71%	21.24%
Aldama dentata	2	9.52%	10.00%	31.03%	50.55%
Euphorbia hirta	2	9.52%	5.00%	0.86%	15.38%
Sida ulmifolia	1	4.76%	5.00%	13.69%	23.46%
Cirsium mexicanum	1	4.76%	5.00%	21.40%	31.16%
Syngonium angustatum	2	9.52%	10.00%	14.11%	33.64%
Malvaviscus arboreus	1	4.76%	5.00%	0.86%	10.62%
Lasiacis nigra	1	4.76%	5.00%	0.21%	9.98%
Macroptilium atropurpureum	1	4.76%	5.00%	0.31%	10.07%
Vachellia cornigera	1	4.76%	5.00%	0.42%	10.18%
Total	**21**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

Tabla 9. Valores del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) del estrato arbustivo RE.

Análisis de diversidad de la vegetación

- Diversidad del Estrato Arbóreo

El estrato arbóreo presenta una riqueza de 18 especies con una densidad de sitio de 107 individuos y de 1,070 individuos por hectárea, el índice de Shannon es de 2.23, lo cual indica una diversidad moderada. El estrato presenta una equidad del 0.77%, por lo que aún no alcanza su diversidad máxima la cual es de 2.89. El índice de Shannon suele oscilar entre 0.5 (muy baja diversidad) y 5 (muy alta diversidad).

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi= ni/N	Ln (Pi)	Pi*Ln(PI)
Coccoloba barbadensis	26	0.24	-1.415	- 0.34
Guazuma ulmifolia	16	0.15	-1.900	- 0.28
Adelia barbinervis	4	0.04	-3.287	- 0.12
Piscidia piscipula	10	0.09	-2.370	- 0.22
Pithecellobium dulce	2	0.02	-3.980	- 0.07
Bursera simaruba	25	0.23	-1.454	- 0.34
Parmentiera aculeata	4	0.04	-3.287	- 0.12
Casearia laetioides	2	0.02	-3.980	- 0.07

Gliricidia sepium	1	0.01	-4.673	- 0.04
Salix babylonica	1	0.01	-4.673	- 0.04
Ficus insipida	2	0.02	-3.980	- 0.07
Ceiba pentandra	1	0.01	-4.673	- 0.04
Enterolobium cyclocarpum	1	0.01	-4.673	- 0.04
Persea americana	5	0.05	-3.063	- 0.14
Croton draco	3	0.03	-3.574	- 0.10
Cedrela odorata	1	0.01	-4.673	- 0.04
Cnidoscolus multilobus	1	0.01	-4.673	- 0.04
Tabernaemontana alba	2	0.02	-3.980	- 0.07
Total	**107**	**1**	**H**	***2.24***
			H.max	***2.89***
			Equidad= H/Hmax	***0.77***

Tabla 10. Valores del Índice de Shannon del estrato arbóreo RE.

- Diversidad del Estrato Arbustivo

El estrato arbustivo presenta una riqueza de 11 especies con una densidad de sitio de 35 individuos y de 350 individuos por hectárea, el índice de Shannon es de 2.06, lo cual indica una diversidad moderadamente alta. El estrato presenta una equidad del 0.86%, por lo que aún no alcanza su diversidad máxima la cual es de 2.40.

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi= ni/N	Ln (Pi)	Pi*Ln(PI)
Guazuma ulmifolia	1	0.03	-3.555	- 0.10
Adelia barbinervis	2	0.06	-2.862	- 0.16
Piscidia piscipula	12	0.34	-1.070	- 0.37
Bonellia macrocarpa	2	0.06	-2.862	- 0.16
Vachellia cornigera	4	0.11	-2.169	- 0.25
Piper amalago	5	0.14	-1.946	- 0.28
Casearia laetioides	1	0.03	-3.555	- 0.10
Croton draco	3	0.09	-2.457	- 0.21
Cnidoscolus multilobus	2	0.06	-2.862	- 0.16
Tabernaemontana alba	1	0.03	-3.555	- 0.10
Vachellia farnesiana	2	0.06	-2.862	- 0.16
Total	**35**	**1**	**H**	***2.06***
			H.max	**2.40**
			Equidad=H /Hmax	**0.86**

Tabla 11. Valores del Índice de Shannon del estrato arbustivo RE.

CIPACTLI-CONSULTORÍA A&V 2030

- Diversidad del Estrato Herbáceo

El estrato herbáceo presenta una riqueza de 14 especies con una densidad de sitio de 21 individuos y de 210 individuos por hectárea, el índice de Shannon es de 2.56, lo cual indica una diversidad moderadamente alta. El estrato presenta una equidad del 0.97%, por lo que aún no alcanza su diversidad máxima la cual es de 2.64.

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi= ni/N	Ln (Pi)	Pi*Ln(PI)
Ruellia blechum	3	0.14	-1.946	- 0.28
Lippia dulcis	2	0.10	-2.351	- 0.22
Adelia barbinervis	1	0.05	-3.045	- 0.14
Asclepias curassavica	1	0.05	-3.045	- 0.14
Cynodon dactylon	2	0.10	-2.351	- 0.22
Aldama dentata	2	0.10	-2.351	- 0.22
Euphorbia hirta	2	0.10	-2.351	- 0.22
Sida ulmifolia	1	0.05	-3.045	- 0.14
Cirsium mexicanum	1	0.05	-3.045	- 0.14
Syngonium angustatum	2	0.10	-2.351	- 0.22
Malvaviscus arboreus	1	0.05	-3.045	- 0.14
Lasiacis nigra	1	0.05	-3.045	- 0.14
Macroptilium atropurpureum	1	0.05	-3.045	- 0.14
Vachellia cornigera	1	0.05	-3.045	- 0.14
Total	**21**	1	**H**	**2.56**
			H.max	**2.64**
			Equidad=H /Hmax	**0.97**

Tabla 12. Valores del Índice de Shannon del estrato herbáceo RE.

De acuerdo con los datos obtenidos en los muestreos de campo y los resultados de los índices de biodiversidad para los tres estratos vegetales evaluados se tiene lo siguiente:

Diversidad Alfa (Índice de Shannon-Wiener)

El estrato herbáceo presenta la mayor diversidad de especies con un valor de (H = 2.55), lo que indica una comunidad vegetal rica y compleja en la base del sistema. Por el contrario, el estrato arbustivo registra el valor más bajo (H = 2.06), sugiriendo una composición más simplificada en términos de riqueza de especies y distribución de individuos en este nivel intermedio.

Equidad de Pielou (J') y Estabilidad

La equidad mide qué tan uniforme es la distribución de los individuos entre las especies presentes, por lo que el estrato herbáceo (Máxima Homogeneidad) con un índice de 0.97, este estrato se encuentra muy cerca de su diversidad máxima teórica; esto significa que no existe dominancia de una sola especie (ausencia de especies invasoras o colonizadoras dominantes), reflejando una comunidad altamente estable y equilibrada.

CIPACTLI CONSULTORÍA A&Y - 2030

Respecto al estrato arbustivo (Equidad Alta), posee un valor de 0.86, lo cual indica una distribución saludable, donde la mayoría de las especies contribuyen de manera equitativa a la estructura del estrato.

Finalmente, el estrato arbóreo (Dominancia Moderada), registra el valor más bajo de equidad (0.77). Esto señala que, aunque existe diversidad, el peso ecológico y la abundancia se concentran de forma más marcada en un grupo reducido de especies.

Conclusión

La Región Ecológica muestra una estratificación vertical funcional. El hecho de que todos los valores de equidad superen el umbral de 0.75 permite inferir que el ecosistema se encuentra en un estado de conservación favorable, sin perturbaciones antrópicas severas que hayan sesgado la distribución de las comunidades.

3.2 Vegetación y flora en el Área de Influencia

Los sitios de muestreo de flora en el Área de Influencia se indican a continuación.

Sitio de muestreo	Coordenada	
	Este (X)	Norte (Y)
1	634561.00	2360208.00
2	633752.00	2359912.00
3	633530.00	2360340.00
4	634828.00	2360899.00
5	634266.00	2360765.00

Tabla 13. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo en el Área de Influencia.



Imagen 4. Ubicación geográfica y distribución de los sitios de muestreo en el Área Influencia.

3.2.1. Caracterización de la vegetación e Identificación de las especies de flora en el Área de Influencia

Acorde a la Carta de Uso de Suelo Serie VII, escala 1:70,000; el 100% de la superficie del Área de Influencia presenta uso de suelo de tipo pastizal cultivado. Tal como se muestra en el mapa de Uso de Suelo y Vegetación.

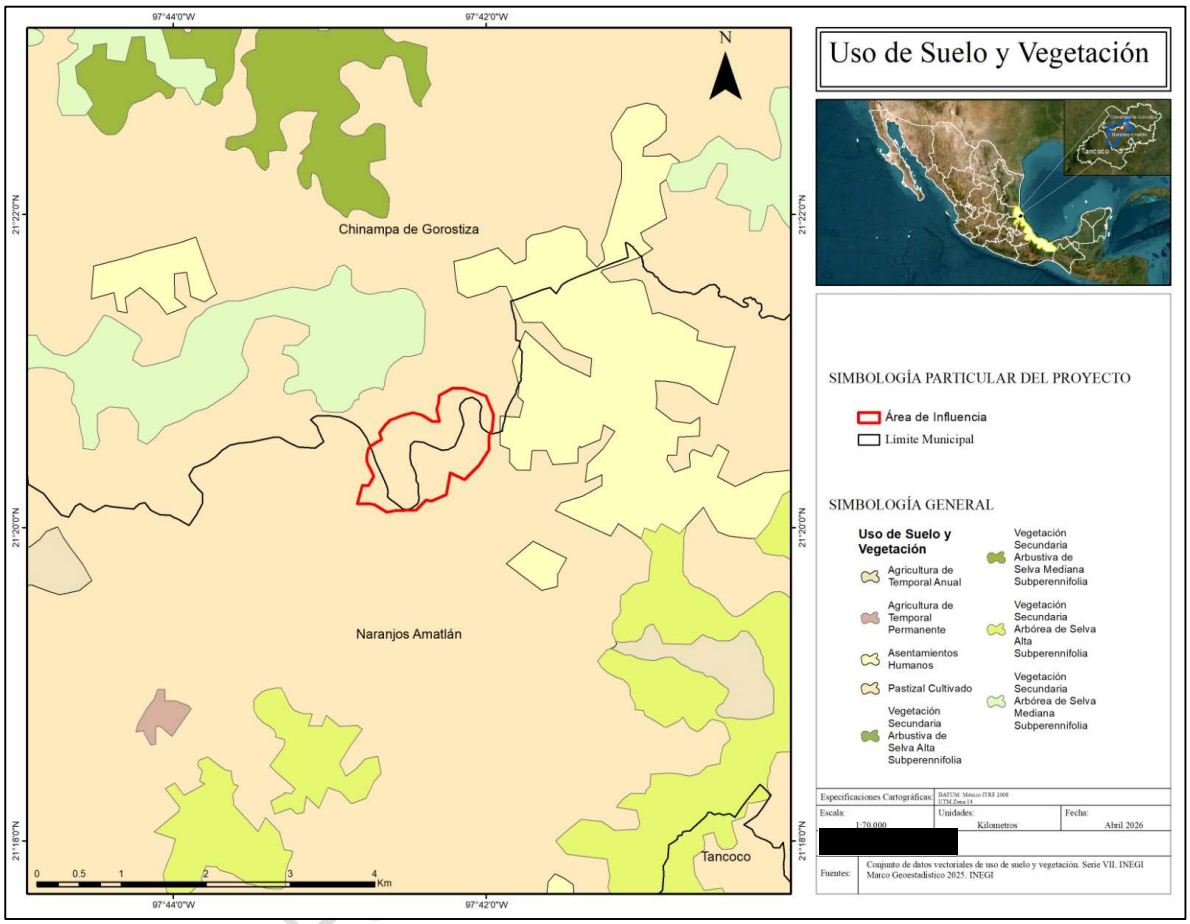


Imagen 5. Uso de Suelo y Vegetación que abarca el AI.

Por otro lado, respecto a las especies de flora en el Área de Influencia (AI), se obtuvo un registro total de 28 especies, comprendidas por 17 familias. No se registraron especies catalogas bajo algún estatus de protección de acuerdo al listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en su Modificación del Anexo Normativo III Lista de Especies en Riesgo, publicada el 14 de noviembre de 2019 en el Diario Oficial de la Federación. En relación a la distribución se registró un total de 25 especies nativas y 3 especies de origen introducido.

En las siguientes Tablas se presenta listado de especies registradas en el Área de Influencia, por estrato y/o forma biológica.

Estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Achatocarpus nigricans	Árbol del peine	Nativa	Sc
Cnidoscolus multilobus	Mala mujer	Nativa	Sc
Diphysa americana	Quebrache	Nativa	Sc
Ficus insipida	Higuera blanca	Nativa	Sc
Guazuma ulmifolia	Guásima	Nativa	Sc
Inga vera	Jinicuil	Nativa	Sc
Parmentiera aculeata	Cuajilote	Nativa	Sc
Piscidia piscipula	Chijol	Nativa	Sc
Pithecellobium dulce	Guamúchil	Nativa	Sc
Salix babylonica	Sauce Llorón	Introducida	Sc
Sapindus saponaria	Chambimbe	Nativa	Sc
Vachellia cornigera	Cornezuelo	Nativa	Sc

Tabla 14. Especies de flora forma de vida arbóreo registradas en el AI.

Estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Adelia barbinervis	Espino blanco	Nativa	Sc
Citrus sp.	Limón	Introducida	Sc
Guazuma ulmifolia	Guásima	Nativa	Sc
Malvaviscus arboreus	Manzanita	Nativa	Sc
Parmentiera aculeata	Cuajilote	Nativa	Sc
Vachellia cornigera	Cornezuelo	Nativa	Sc

Tabla 15. Especies de flora forma de vida arbustivo registradas en el AI.

Estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Aldama dentata	Acahual	Nativa	Sc
Asclepias curassavica	Algodoncillo Tropical	Nativa	Sc
Cynodon dactylon	Zacate	Introducida	Sc
Hydrocotyle umbellata	Ombligo de Venus	Nativa	Sc
Ipomoea microsepala	Campanilla Amarilla	Nativa	Sc
Lippia dulcis	Hierba dulce	Nativa	Sc
Macroptilium atropurpureum	Chorequillo	Nativa	Sc
Malvaviscus arboreus	Manzanita	Nativa	Sc
Parthenium hysterophorus	Hierba del Golpe	Nativa	Sc
Petiveria alliacea	Carricillo Silvestre	Nativa	Sc
Ruellia blechum	Flor moradita	Nativa	Sc
Sida ulmifolia	Malva de Caballo	Nativa	Sc
Vachellia farnesiana	Huizache	Nativa	Sc

Tabla 16. Especies de flora forma de vida herbáceo registrados en el AI.

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V-2030.

3.2.2. Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres en el Área de Influencia

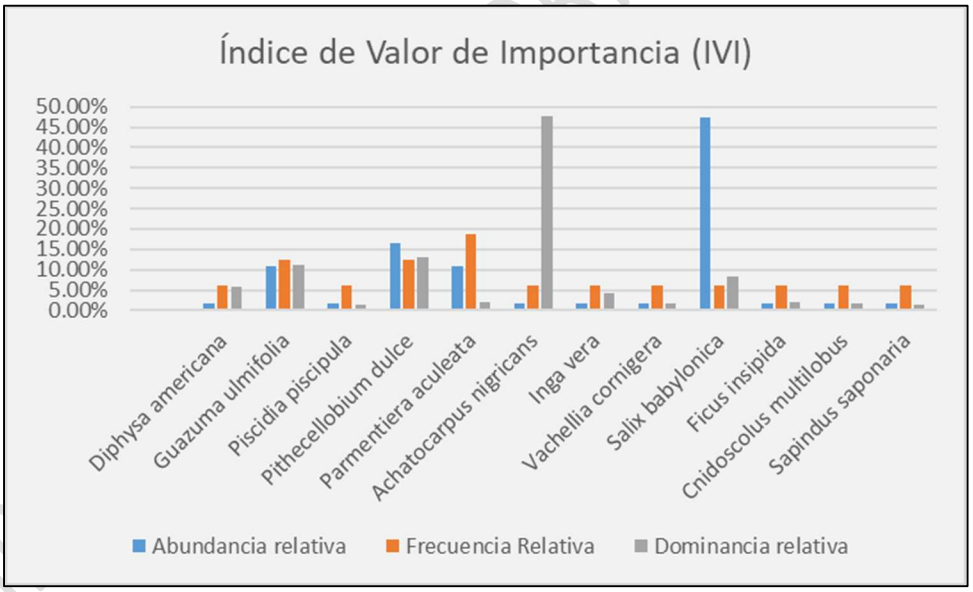
Para analizar la estructura y composición del tipo de vegetación muestreado en el Área de Influencia se obtuvo el índice de valor de importancia de las especies por estrato, así como la densidad por sitio y por hectárea, como se describe en el siguiente apartado.

Resultados del Índice de Valor de Importancia (IVI)

Se presenta el IVI (Densidad relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa), y el número de individuos por hectárea para cada estrato por tipo de vegetación.

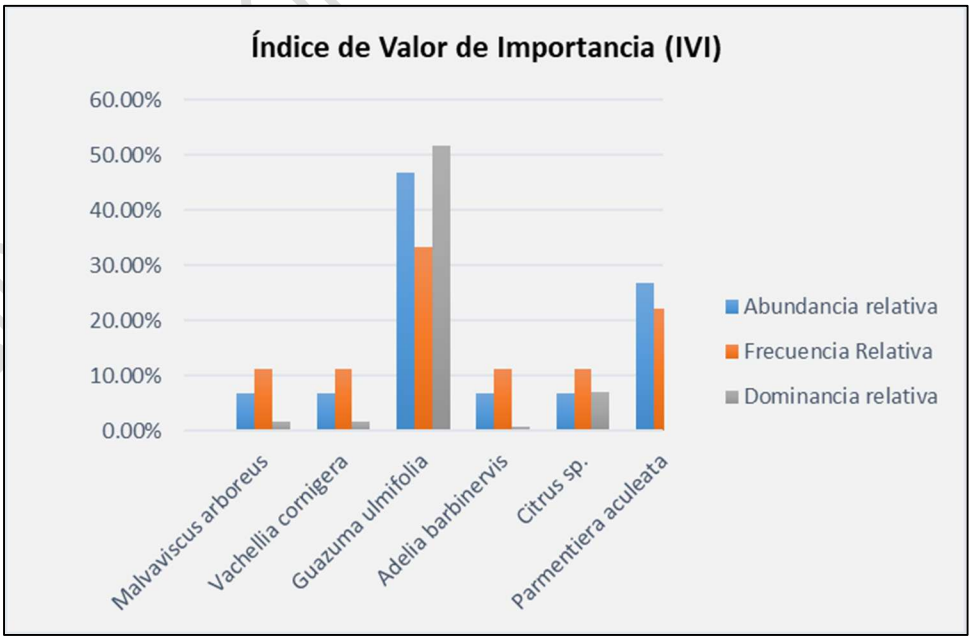
- IVI del Estrato Arbóreo

La riqueza de especies del estrato arbóreo en el Área de Influencia equivale a 12 especies de acuerdo con los resultados de los muestreos, siendo las más representativas *Salix babylonica* (Sauce llorón) con un Índice de Valor de Importancia (I.V.I). de 61.82; *Achatocarpus nigricans* (Árbol del peine) con un I.V.I. de 5.69; *Pithecellobium dulce* (Guamúchil) con un Índice de Valor de Importancia (I.V.I). de 41.81; *Guazuma ulmifolia* con un I.V.I. de 34.53 y *Parmentiera aculeata* (Cuajilote) con un I.V.I. de 31.73. Las 7 especies restantes presentan un I.V.I. por debajo de 13.



Gráfica 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo AI.

En la siguiente Tabla (17), se presentan los registros obtenidos por especie en cada sitio de muestreo, así como las densidades promedio por sitio y por hectárea, además de los resultados del índice de valor de importancia para el estrato arbóreo en el Área de Influencia.


Índice de Valor de Importancia (IVI)
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Malvaviscus arboreus
Vachellia cornigera
Guazuma ulmifolia
Adelia barbinervis
Citrus sp.
Parmentiera aculeata
Abundancia relativa
Frecuencia Relativa
Dominancia relativa

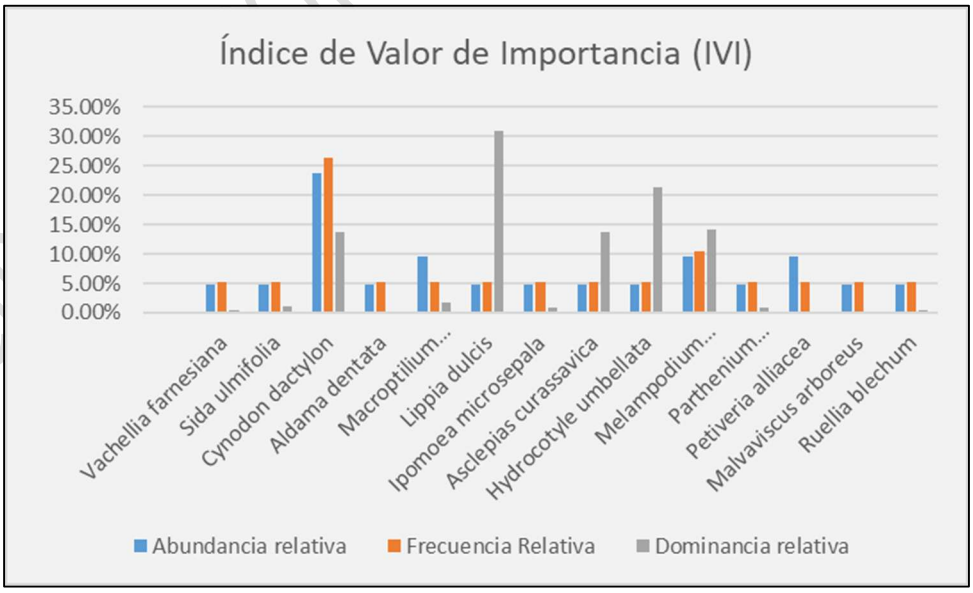
En la siguiente Tabla (18) se presentan los registros obtenidos por especie en cada sitio de muestreo, así como las densidades promedio por sitio y por hectárea, además de los resultados del índice de valor de importancia para el estrato arbustivo en el Área de Influencia.

Nombre científico	N. de individuos	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de importancia (IVI)
Malvaviscus arboreus	1	6.67%	11.11%	1.72%	19.50%
Vachellia cornigera	1	6.67%	11.11%	1.72%	19.50%
Guazuma ulmifolia	7	46.67%	33.33%	51.72%	131.72%
Adelia barbinervis	1	6.67%	11.11%	0.77%	18.54%
Citrus sp.	1	6.67%	11.11%	6.90%	24.67%
Parmentiera aculeata	4	26.67%	22.22%	37.16%	86.05%
Total	15	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

Tabla 18. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo AI.

- IVI del Estrato Herbáceo

La riqueza de especies del estrato herbáceo en el Área de Influencia equivale a 14 especies de acuerdo con los resultados de los muestreos; siendo las más representativas *Cynodon dactylon* (Zacate) con un Índice de Valor de Importancia (I.V.I). de 63.82; *Lippia dulcis* (Hierba dulce) con un I.V.I. de 41.05; *Melampodium divaricatum* (Acahual amarillo) con un I.V.I. de 34.16; *Hydrocotyle umbellata* (Ombligo de Venus) con un I.V.I. de 31.42 y *Asclepias curassavica* (Algodoncillo Tropical) con un I.V.I. de 23.72. Mientras que el resto de las 9 especies en el estrato herbáceo presentan un I.V.I. por debajo de 16. Tal y como se puede observar en la siguiente gráfica y tabla.



Gráfica 6.Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo AI.

En la siguiente Tabla (19) se presentan los registros obtenidos por especie en cada sitio de muestreo, así como las densidades promedio por sitio y por hectárea, además de los resultados del índice de valor de importancia para el estrato herbáceo en el Área de Influencia.

Nombre científico	N. de individuos	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de importancia (IVI)
Vachellia farnesiana	1	4.76%	5.26%	0.50%	10.53%
Sida ulmifolia	1	4.76%	5.26%	0.99%	11.02%
Cynodon dactylon	5	23.81%	26.32%	13.69%	63.82%
Aldama dentata	1	4.76%	5.26%	0.21%	10.24%
Macroptilium atropurpureum	2	9.52%	5.26%	1.71%	16.50%
Lippia dulcis	1	4.76%	5.26%	31.03%	41.05%
Ipomoea microsepala	1	4.76%	5.26%	0.86%	10.88%
Asclepias curassavica	1	4.76%	5.26%	13.69%	23.72%
Hydrocotyle umbellata	1	4.76%	5.26%	21.40%	31.42%
Melampodium divaricatum	2	9.52%	10.53%	14.11%	34.16%
Parthenium hysterophorus	1	4.76%	5.26%	0.86%	10.88%
Petiveria alliacea	2	9.52%	5.26%	0.21%	15.00%
Malvaviscus arboreus	1	4.76%	5.26%	0.31%	10.33%
Ruellia blechum	1	4.76%	5.26%	0.42%	10.44%
Total	21	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

Tabla 19. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo AI.

Análisis de diversidad de la vegetación

- Diversidad del Estrato Arbóreo

El estrato arbóreo presenta una riqueza de 12 especies con una densidad de sitio de 55 individuos y de 550 individuos por hectárea, el índice de Shannon es de 1.72, lo cual indica una diversidad media. El estrato presenta una equidad del 0.69%, por lo que aún no alcanza su diversidad máxima la cual es de 2.48. El índice de Shannon suele oscilar entre 0.5 (muy baja diversidad) y 5 (muy alta diversidad).

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi= ni/N	Ln (Pi)	Pi*Ln(Pl)
Diphysa americana	1	0.02	-4.007	- 0.07
Guazuma ulmifolia	6	0.11	-2.216	- 0.24
Piscidia piscipula	1	0.02	-4.007	- 0.07
Pithecellobium dulce	9	0.16	-1.810	- 0.30
Parmentiera aculeata	6	0.11	-2.216	- 0.24
Achatocarpus nigricans	1	0.02	-4.007	- 0.07
Inga vera	1	0.02	-4.007	- 0.07
Vachellia cornigera	1	0.02	-4.007	- 0.07

Salix babylonica	26	0.47	-0.749	- 0.35
Ficus insipida	1	0.02	-4.007	- 0.07
Cnidoscolus multilobus	1	0.02	-4.007	- 0.07
Sapindus saponaria	1	0.02	-4.007	- 0.07
Total	**55**	**1**	**H**	**1.72**
			H.max	**2.48**
			Equidad=H/ Hmax	**0.69**

Tabla 20. Valores del Índice de Shannon del estrato arbóreo AI.

- Diversidad del Estrato Arbustivo

El estrato arbustivo presenta una riqueza de 6 especies con una densidad de sitio de 15 individuos y de 150 individuos por hectárea, el índice de Shannon es de 1.43, lo cual indica una diversidad baja. El estrato presenta una equidad del 0.80%, por lo que aún no alcanza su diversidad máxima la cual es de 1.79.

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi= ni/N	Ln (Pi)	Pi*Ln(Pl)
Malvaviscus arboreus	1	0.07	-2.708	- 0.18
Vachellia cornigera	1	0.07	-2.708	- 0.18
Guazuma ulmifolia	7	0.47	-0.762	- 0.36
Adelia barbinervis	1	0.07	-2.708	- 0.18
Citrus sp.	1	0.07	-2.708	- 0.18
Parmentiera aculeata	4	0.27	-1.322	- 0.35
Total	15	1	**H**	**1.43**
			H.max	**1.79**
			Equidad=H/ Hmax	**0.80**

Tabla 21. Valores del Índice de Shannon del estrato arbustivo AI.

- Diversidad del Estrato Herbáceo

El estrato herbáceo presenta una riqueza de 14 especies con una densidad de sitio de 21 individuos y de 210 individuos por hectárea, el índice de Shannon es de 2.46, lo cual indica una diversidad moderadamente alta. El estrato presenta una equidad del 0.93%, por lo que aún no alcanza su diversidad máxima la cual es de 2.64.

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi= ni/N	Ln (Pi)	Pi*Ln(Pl)
Vachellia farnesiana	1	0.05	-3.045	- 0.14
Sida ulmifolia	1	0.05	-3.045	- 0.14
Cynodon dactylon	5	0.24	-1.435	- 0.34
Aldama dentata	1	0.05	-3.045	- 0.14
Macroptilium atropurpureum	2	0.10	-2.351	- 0.22
Lippia dulcis	1	0.05	-3.045	- 0.14

CIPACTLI-CONSULTORÍA A&V-2030.

Ipomoea microsepala	1	0.05	-3.045	-	0.14
Asclepias curassavica	1	0.05	-3.045	-	0.14
Hydrocotyle umbellata	1	0.05	-3.045	-	0.14
Melampodium divaricatum	2	0.10	-2.351	-	0.22
Parthenium hysterophorus	1	0.05	-3.045	-	0.14
Petiveria alliacea	2	0.10	-2.351	-	0.22
Malvaviscus arboreus	1	0.05	-3.045	-	0.14
Ruellia blechum	1	0.05	-3.045	-	0.14
Total	21	**1**	**H**	**2.46**	
			H.max	**2.64**	
			Equidad=H/ Hmax	**0.93**	

Tabla 22. Valores del Índice de Shannon del estrato herbáceo AI.

El análisis de la biodiversidad y distribución del área de muestreo se evaluó verticalmente mediante tres estratos principales (arbóreo, arbustivo y herbáceo) aplicando los índices de diversidad de Shannon (H), diversidad máxima (H.MAX) y la uniformidad o equidad de Pielou (H/HMAX).

Con respecto al estrato arbóreo se registró un índice de diversidad media con un valor de (H = 1.72), frente a una diversidad potencial máxima de (H.MAX = 2.48); su índice de equidad se situó en (0.69), reflejando una distribución de abundancias moderadamente heterogénea entre las especies que conforman el dosel superior, con la presencia de algunas especies dominantes en el área

Por otro parte, el estrato arbustivo mostró la diversidad más baja del estudio con un (H = 1.43) y un (H.MAX = 1.79). Sin embargo, alcanzó un nivel de equidad elevado de (0.80). Esto indica que, a pesar de contar con una menor riqueza total de especies, los individuos presentes se encuentran distribuidos de manera muy homogénea y equilibrada dentro del sotobosque.

Mientras tanto, el estrato herbáceo destacó como el estrato con mayor complejidad y biodiversidad de la zona, alcanzando un valor alto de (H = 2.45) de un límite máximo de (H.MAX = 2.64). De igual forma, reportó la equidad más alta de todo el ecosistema con un (0.93), lo que demuestra una comunidad vegetal óptimamente distribuida, muy cercana a la uniformidad perfecta y libre de dominancias absolutas por una única especie.

Conclusión

El análisis vertical de la comunidad vegetal revela un gradiente inverso de biodiversidad, donde la complejidad y riqueza taxonómica incrementan progresivamente hacia los estratos inferiores, consolidando al componente herbáceo como el eje de mayor diversidad (H = 2.45) y estabilidad estructural del ecosistema. Esta condición se ve respaldada por los altos índices de equidad registrados en todos los niveles (superiores a (0.69), destacando de manera sobresaliente el herbáceo con un valor de (0.93), lo que evidencia una distribución altamente homogénea de los individuos y la ausencia de especies dominantes que monopolicen los recursos disponibles. Por el contrario, la marcada brecha observada en el

estrato arbóreo entre su diversidad real y su potencial máximo (H.MAX = 2.48) sugiere que el dosel superior se encuentra bajo una fase de sucesión ecológica activa o sujeto a presiones selectivas específicas como es el caso de actividades agropecuarias, las cuales predominan en la zona.

3.3 Vegetación y flora en el sitio del proyecto

Se establecieron 5 sitios de muestreo distribuidos en toda la superficie del proyecto. Los sitios de muestreo suman un área de 5,000 m², lo cual representa el 3.19% de las 15.6 Ha., correspondiente al área total del proyecto. La ubicación geográfica y distribución de los sitios de muestreo se muestran a continuación.

Sitio de muestreo	Coordenada	
	Este (X)	Norte (Y)
1	634008.00	2360190.00
2	633916.00	2360480.00
3	634532.00	2360897.00
4	634106.00	2360526.00
5	634085.00	2360245.00

Tabla 23. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo realizados en el sitio del proyecto.



Imagen 6. Ubicación geográfica y distribución de los sitios de muestreo en el polígono del proyecto.

MIA-R&V - 2030

3.3.1 Caracterización de la vegetación e identificación de las especies de flora en el sitio del proyecto

Acorde a la Carta de Uso de Suelo Serie VII, escala 1:700,000; el 100% de la superficie del proyecto presenta un uso de tipo Pastizal cultivado, como se pude observar en la Imagen 6. Sin embargo, respecto a la cobertura en algunas áreas se presenta vegetación arbórea inducida por actividades pecuarias, con el fin de brindarle sombra al ganado, mismo que es un agente dispersor de algunas especies de árboles, al comer sus frutos y en menor proporción se observan algunos ejemplares relacionados con la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. La vegetación sobre las márgenes del río Tancochin (distribuidos en el área de embalse que conforma el proyecto), se encuentran vegetación inducida que junto con el estado secundario (arbóreo, arbustivo y herbáceo) cubren un 4.73 Ha; áreas provistas de pastizal el 3.38 Ha áreas de cultivo; el 1.89Ha áreas de cultivo y el 5.16 Ha corresponde al cuerpo de agua que en conjunto integran las 15.6 ha correspondientes al sitio de proyecto

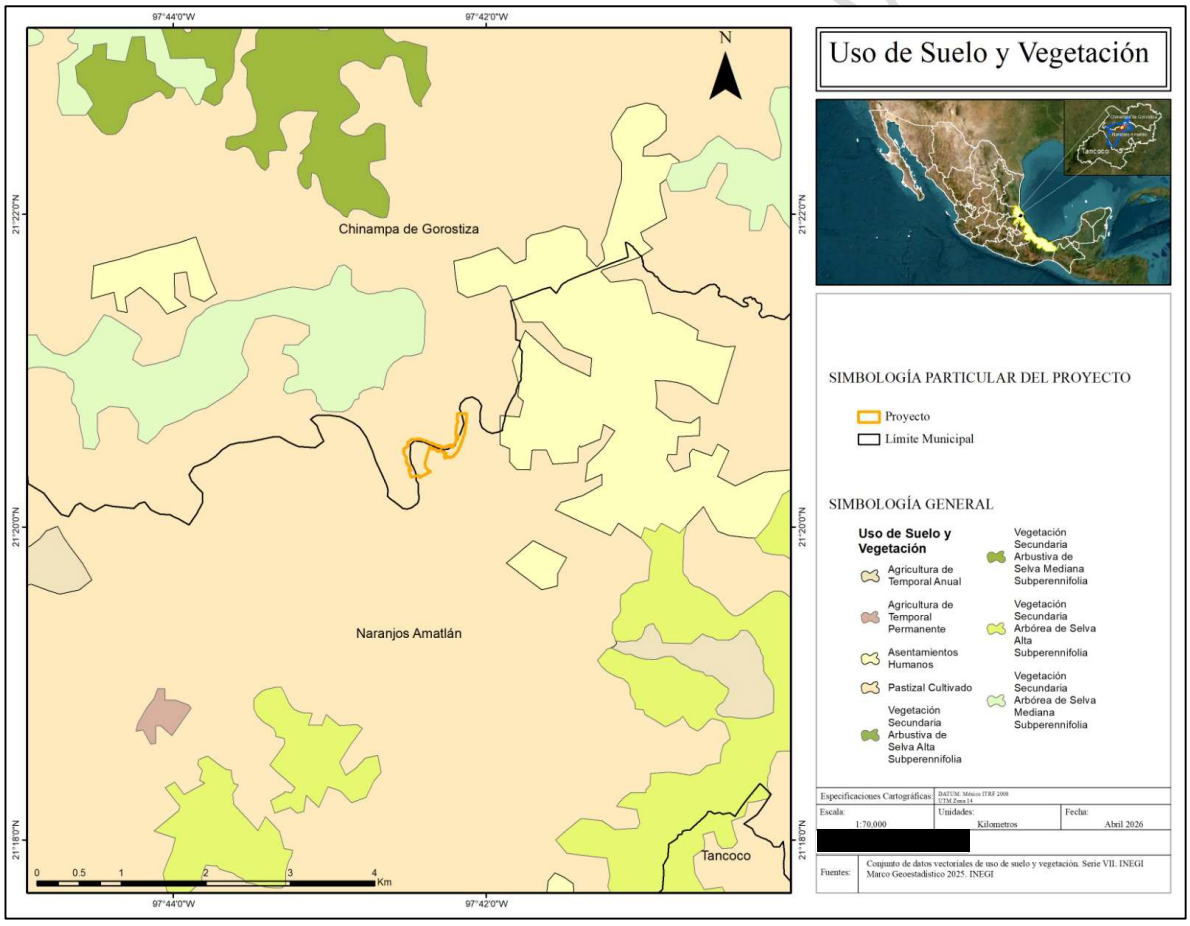


Imagen 7. Uso de Suelo y Vegetación que abarca el sitio del proyecto.

De acuerdo a los datos obtenidos en los sitios de muestreo en el sitio del proyecto se obtuvo un registro de 24 especies de flora, que están comprendidas en 14 familias. No se registraron especies catalogadas en alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en su Modificación del Anexo Normativo III Lista de Especies en Riesgo, publicada el 14 de noviembre de 2019 en el Diario Oficial de la Federación.

[redacted]

Por otro lado, se registran un total de 20 especies nativas, mientras que 4 especies se consideran introducidas. En la siguiente Tabla se presenta listado de especies registradas en el sitio del proyecto (SP), por estrato y/o forma biológica.

- Estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Bursera simaruba	Palo Mulato	Nativa	Sc
Ceiba pentandra	Ceiba	Nativa	Sc
Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste	Nativa	Sc
Ficus insípida	Higuera blanca	Nativa	Sc
Guazuma ulmifolia	Guásima	Nativa	Sc
Inga vera	Jinicuil	Nativa	Sc
Maclura tinctoria	Moral	Nativa	Sc
Salix babylonica	Sauce Llorón	Introducida	Sc
Tabernaemontana alba	Cojón de Gato	Nativa	Sc

Tabla 24.Especies de flora forma de vida arbóreo registradas en el SP.

- Estrato arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Achatocarpus nigricans	Árbol del peine	Nativa	Sc
Cnidoscolus multilobus	Mala mujer	Nativa	Sc
Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste	Nativa	Sc
Ficus insípida	Higuera blanca	Nativa	Sc
Guazuma ulmifolia	Guásima	Nativa	Sc
Ricinus communis	Higuerilla	Introducida	Sc
Tabernaemontana alba	Cojón de Gato	Nativa	Sc
Vachellia cornígera	Cornezuelo	Nativa	Sc

Tabla 25.Especies de flora forma de vida arbustivo registradas en el SP.

- Estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Distribución	Categoría
Aldama dentata	Acahual	Nativa	Sc
Cirsium mexicanum	Cardo Santo	Nativa	Sc
Cnidoscolus multilobus	Mala mujer	Nativa	Sc
Cynodon dactylon	Zacate	Introducida	Sc
Cyperus odoratus	Hierba del Zopilote	Introducida	Sc
Heliotropium angiospermum	Cola de alacrán	Nativa	Sc
Lasiacis nigra	Carricillo	Nativa	Sc
Lygodium venustum	Helecho	Nativa	Sc
Macroptilium atropurpureum	Chorequillo	Nativa	Sc

CIPACTLI-CONSULTORÍA A&V - 2030.

[redacted].

Malvastrum sp.	Malva	Nativa	Sc
Sorghum halepense	Zacate Johnson	Nativa	Sc
Syngonium angustatum	Lengua de Vaca	Nativa	Sc

Tabla 26. Especies de flora forma de vida herbáceo registradas en el SP.

3.3.2. Análisis de la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres y/o acuáticas

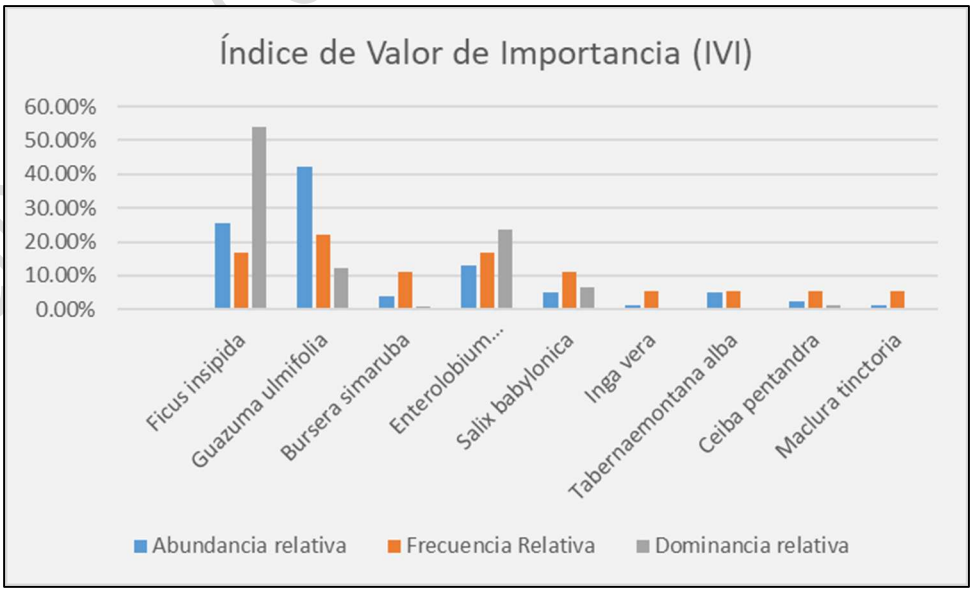
Para analizar la estructura y composición de los tipos de vegetación se obtuvo el índice de valor de importancia de las especies por estrato, así como la densidad por sitio y por hectárea tipo, mientras que el análisis de la diversidad florística se realizó con la obtención del índice de diversidad de Shannon-Wiener, la diversidad máxima, así como la equidad o índice de Pielou.

Resultados y análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) por estrato

Se presenta el índice de valor de importancia (Densidad relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa), y el número de individuos por hectárea para cada estrato para cada tipo de vegetación presente en la superficie del proyecto, asimismo, se anexa la memoria de cálculo para su determinación.

- IVI del Estrato Arbóreo

El listado florístico del estrato arbóreo está compuesto por 9 especies, de las cuales el orden del índice de valor de importancia es el siguiente: *Ficus insípida* (Higuera blanca) con un Índice de Valor de Importancia (I.V.I). de 131.72; *Guazuma ulmifolia* (Guácima) con un I.V.I. de 76.90; *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) con un I.V.I. de 52.96 y *Salix babylonica* (Sauce) con un I.V.I. de 22.65. Las 5 especies restantes en el estrato arbustivo presentan un I.V.I. por debajo de 15, lo cual indica que son especies acompañantes que no dominan en el estrato. Tal y como se puede observar en la siguiente gráfica y tabla.



Gráfica 7. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo SP.

CIPACTLI CONSULTORIA A&V 2030.

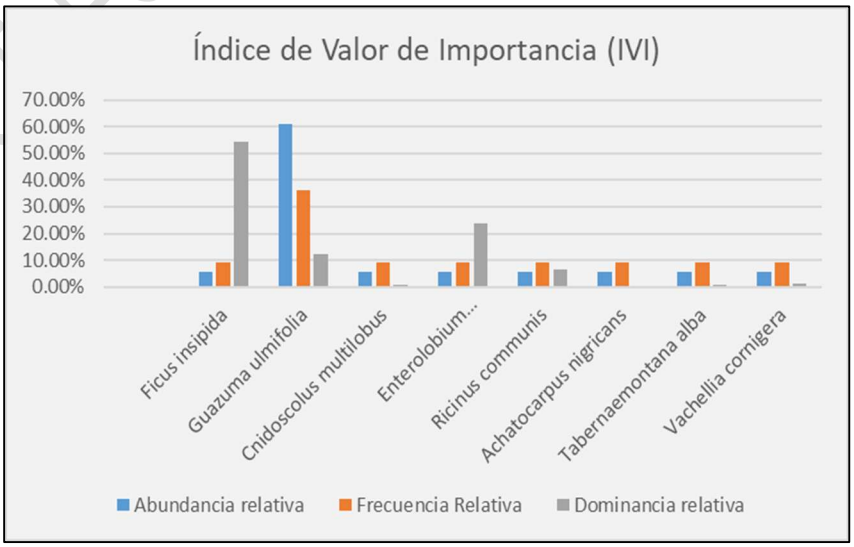
[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]



[redacted]

[redacted]

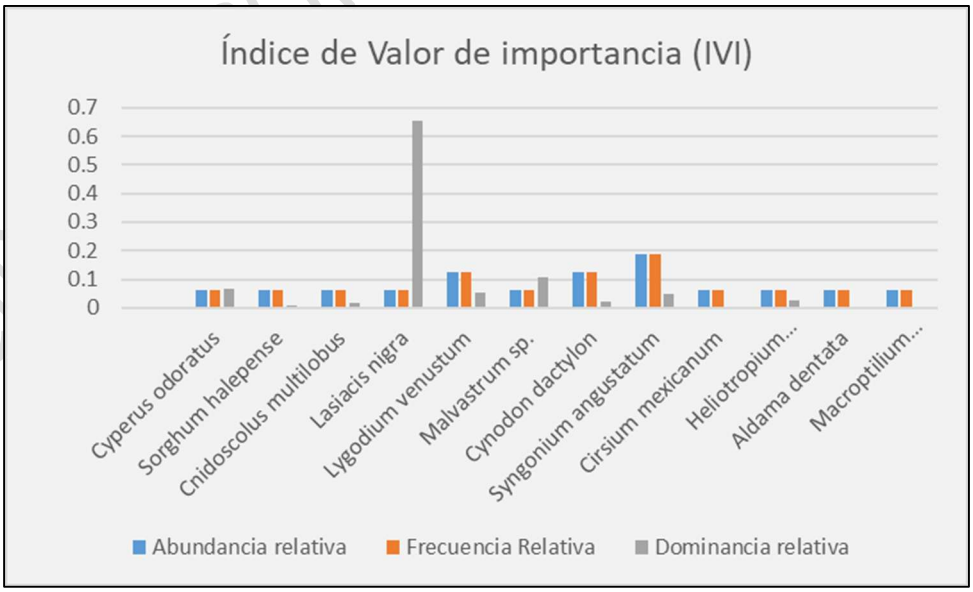
En la siguiente tabla se presentan los registros obtenidos por especie en cada sitio de muestreo, así como las densidades promedio por sitio y por hectárea, además de los resultados del índice de valor de importancia para el estrato arbóreo.

Nombre científico	N. de individuos	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de importancia (IVI)
Ficus insípida	1	5.56%	9.09%	54.19%	68.83%
Guazuma ulmifolia	11	61.11%	36.36%	12.44%	109.91%
Cnidoscolus multilobus	1	5.56%	9.09%	0.96%	15.61%
Enterolobium cyclocarpum	1	5.56%	9.09%	23.60%	38.25%
Ricinus communis	1	5.56%	9.09%	6.44%	21.09%
Achatocarpus nigricans	1	5.56%	9.09%	0.37%	15.01%
Tabernaemontana alba	1	5.56%	9.09%	0.61%	15.25%
Vachellia cornígera	1	5.56%	9.09%	1.39%	16.04%
Total	18	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

Tabla 28.Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo SP.

- IVI del Estrato Herbáceo

El listado florístico del estrato arbustivo está compuesto por 12 especies, de las cuales el orden del índice de valor de importancia es el siguiente: *Lasiacis nigra* (Carricillo) con un Índice de Valor de Importancia (I.V.I). de 77.88; *Syngonium angustatum* (Lengua de Vaca) con un I.V.I. de 42.34; *Lygodium venustum* (Helecho) con un I.V.I. de 30.23 y *Cynodon dactylon* (Zacate) con un I.V.I. de 27.08. Las 8 especies restantes en el estrato arbustivo presentan un I.V.I. por debajo de 22, lo cual indica que son especies acompañantes que no dominan en el estrato. Lo anterior se puede observar en la siguiente gráfica y tabla.



Gráfica 9. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo SP.

En la siguiente tabla se presentan los registros obtenidos por especie en cada sitio de muestreo, así como las densidades promedio por sitio y por hectárea, además de los resultados del índice de valor de importancia para el estrato arbóreo.

Nombre científico	N. de individuos	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de importancia (IVI)
Cyperus odoratus	1	6.25%	6.25%	6.70%	19.20%
Sorghum halepense	1	6.25%	6.25%	0.94%	13.44%
Cnidoscolus multilobus	1	6.25%	6.25%	1.67%	14.17%
Lasiacis nigra	1	6.25%	6.25%	65.38%	77.88%
Lygodium venustum	2	12.50%	12.50%	5.23%	30.23%
Malvastrum sp.	1	6.25%	6.25%	10.46%	22.96%
Cynodon dactylon	2	12.50%	12.50%	2.08%	27.08%
Syngonium angustatum	3	18.75%	18.75%	4.84%	42.34%
Cirsium mexicanum	1	6.25%	6.25%	0.03%	12.53%
Heliotropium angiospermum	1	6.25%	6.25%	2.62%	15.12%
Aldama dentata	1	6.25%	6.25%	0.03%	12.53%
Macroptilium atropurpureum	1	6.25%	6.25%	0.03%	12.53%
Total	16	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

Tabla 29. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo SP.

Resultados de la diversidad de flora por estrato del Sitio del Proyecto

Para determinar la diversidad por estrato en la vegetación que se pretende afectar del área donde se llevara a cabo el proyecto, se utilizó el Índice de Shannon, el cual combina dos componentes de la diversidad: la riqueza de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en las diversas especies. En las siguientes tablas se presentan los resultados de dicho índice, así como la densidad por sitio y la densidad por hectárea por estrato, la diversidad máxima y la equidad.

- Diversidad del Estrato Arbóreo

El estrato arbóreo presenta una riqueza de 9 especies con una densidad de sitio de 78 individuos y de 780 individuos por hectárea, por lo que se estima una densidad de 12,168 individuos en las 15.6 hectáreas de la superficie del proyecto. En cuanto al índice de Shannon, el resultado es de 1.61, lo cual indica una diversidad moderada. El estrato presenta una equidad del 0.73, por lo que aún no alcanza su máxima diversidad la cual es de 2.20.

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi= ni/N	Ln (Pi)	Pi*Ln(PI)
Ficus insípida	20	0.26	-1.361	- 0.35
Guazuma ulmifolia	33	0.42	-0.860	- 0.36
Bursera simaruba	3	0.04	-3.258	- 0.13

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V-2030

Enterolobium cyclocarpum	10	0.13	-2.054	- 0.26
Salix babylonica	4	0.05	-2.970	- 0.15
Inga vera	1	0.01	-4.357	- 0.06
Tabernaemontana alba	4	0.05	-2.970	- 0.15
Ceiba pentandra	2	0.03	-3.664	- 0.09
Maclura tinctoria	1	0.01	-4.357	- 0.06
Total	78	**1**	**H**	**1.61**
			H.max	**2.20**
			Equidad=H/ Hmax	**0.73**

Tabla 30. Índice de Shannon del estrato arbóreo SP.

- Diversidad del Estrato Arbustivo

El estrato arbustivo presenta una riqueza de 8 especies con una densidad de sitio de 18 individuos y de 180 individuos por hectárea, por lo que se estima una densidad de 2,808 individuos en las 15.6 hectáreas de la superficie del proyecto. En cuanto al índice de Shannon, el resultado es de 1.42, lo cual indica una diversidad baja. El estrato presenta una equidad del 0.69, por lo que aún no alcanza su máxima diversidad la cual es de 2.08.

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi= ni/N	Ln (Pi)	Pi*Ln(Pl)
Ficus insípida	1	0.06	-2.890	- 0.16
Guazuma ulmifolia	11	0.61	-0.492	- 0.30
Cnidoscolus multilobus	1	0.06	-2.890	- 0.16
Enterolobium cyclocarpum	1	0.06	-2.890	- 0.16
Ricinus communis	1	0.06	-2.890	- 0.16
Achatocarpus nigricans	1	0.06	-2.890	- 0.16
Tabernaemontana alba	1	0.06	-2.890	- 0.16
Vachellia cornígera	1	0.06	-2.890	- 0.16
Total	18	**1**	**H**	**1.42**
			H.max	**2.08**
			Equidad=H/ Hmax	**0.69**

Tabla 31. Índice de Shannon del estrato arbustivo SP.

- Diversidad del Estrato Herbáceo

El estrato arbustivo presenta una riqueza de 12 especies con una densidad de sitio de 16 individuos y de 160 individuos por hectárea, por lo que se estima una densidad de 2,496 individuos en las 15.6 hectáreas de la superficie del proyecto. En cuanto al índice de Shannon, el resultado es de 2.39, lo cual indica una diversidad alta. El estrato presenta una equidad del 096, por lo que aún no alcanza su máxima diversidad la cual es de 2.48.

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V-2030

Nombre científico	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa Pi= ni/N	Ln (Pi)	Pi*Ln(Pl)
Cyperus odoratus	1	0.06	-2.773	- 0.17
Sorghum halepense	1	0.06	-2.773	- 0.17
Cnidoscolus multilobus	1	0.06	-2.773	- 0.17
Lasiacis nigra	1	0.06	-2.773	- 0.17
Lygodium venustum	2	0.13	-2.079	- 0.26
Malvastrum sp.	1	0.06	-2.773	- 0.17
Cynodon dactylon	2	0.13	-2.079	- 0.26
Syngonium angustatum	3	0.19	-1.674	- 0.31
Cirsium mexicanum	1	0.06	-2.773	- 0.17
Heliotropium angiospermum	1	0.06	-2.773	- 0.17
Aldama dentata	1	0.06	-2.773	- 0.17
Macroptilium atropurpureum	1	0.06	-2.773	- 0.17
Total	**16**	**1**	**H**	**2.39**
			H.max	**2.48**
			Equidad =H/Hmax	**0.96**

Tabla 32.Índice de Shannon del estrato herbáceo SP.

El análisis de la biodiversidad en el sitio del proyecto se basó en la determinación del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (\(H'\)), la Diversidad Máxima (\(H_{max}\)) y el Índice de Equidad de Pielou (\(J'\)), desglosados por estratos verticales (Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo). Los resultados permiten establecer el estado ecológico actual de las comunidades vegetales.

En relación al estrato arbóreo, registra un índice (H = 1.61) y una equidad de 0.73; este valor de equidad indica una estructura jerárquica moderada; es decir, la abundancia comienza a concentrarse en un grupo selecto de especies dominantes. Por otro lado, el componente arbóreo registra un índice (H = 1.61) y una equidad de 0.73. Este valor de equidad indica una estructura jerárquica moderada; es decir, la abundancia comienza a concentrarse en un grupo selecto de especies dominantes.

El estrato herbáceo presenta la mayor complejidad biótica con un valor de \(H = 2.39\). Su índice de equidad es notablemente alto (J' = 0.93), lo que indica que el 93% de la diversidad teórica máxima se manifiesta de forma efectiva. Desde una perspectiva técnica, esto refleja una comunidad con una distribución de abundancias sumamente uniforme, donde no existe dominancia de especies oportunistas o invasoras, sugiriendo un ecosistema con resiliencia y estabilidad en su cobertura inferior.

Conclusión

El sitio del proyecto exhibe una heterogeneidad vertical diferenciada. Mientras que la base del ecosistema (estrato herbáceo) presenta un equilibrio óptimo y una alta representatividad de especies, los estratos superiores (arbóreo y arbustivo) muestran una tendencia hacia la simplificación estructural y la dominancia de especies clave.

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V-2030

4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA DIVERSIDAD DE FLORA POR ESTRATO DEL SITIO DEL PROYECTO Y REGIÓN ECOLÓGICA

Con la finalidad de determinar sí las especies de flora que se afectarán en el sitio del proyecto están suficientemente representadas en el sistema ambiental, con lo cual se garantiza que se mantenga la biodiversidad.

- **Análisis comparativo de la composición florística del estrato arbóreo**

La riqueza de especies es mayor en la Región Ecológica con 18 especies, mientras que en la superficie del Sitio del Proyecto son 9 especies, las densidades por hectárea de ambas unidades indican que hay una mayor densidad en la RE con 107 individuos, mientras que en el área del SP se tuvo una densidad de 78 individuos, esta diferencia indica un mejor estado de conservación de la vegetación en la Región Ecológica, mientras que la menor densidad arbórea del Sitio del Proyecto se debe a la menor riqueza de especies y a que colinda con zonas agrícolas, pastizales, mancha urbana.

Con relación a la estructura del estrato arbóreo de los tipos de vegetación presente en el sitio del proyecto, 7 especies de estas se encuentran en la Región Ecológica, como es el caso de *Guazuma ulmifolia, Bursera simaruba, Salix babylonica, Ficus insípida, Ceiba pentandra, Enterolobium cyclocarpum* y *Tabernaemontana alba*, las cuales se consideran como especies típicas de la selva mediana subperennifolia como las más importantes e indicadores de vegetación secundaria.

En términos de sí se mantendrá la diversidad de dicho estrato debido a la presencia/ausencia de las especies que se verían afectadas, los resultados permiten determinar que la diversidad del estrato arbóreo que componen las especies presentes en el área de estudio, se mantendrá con el desarrollo del proyecto, ya que de las 9 especies arbóreas que se verían afectadas, 2 de ellas no se registraron en la RE las cuales corresponden a las especies *Inga vera* y *Maclura tinctoria*, es decir, el 77.78% de las especies están representadas en la RE, mientras que el restante 22.28% se trata de especies de amplia distribución y el hecho de que no se hayan registrado en los muestreos de campo se debe a la probabilística estadística del muestreo y a su fase ecológica de crecimiento.

- **Análisis comparativo de la composición florística del estrato arbustivo**

La riqueza de especies en la Región Ecológica es mayor, con 11 especies, y en el Sitio del Proyecto es de 8 especies, las densidades por hectárea en ambas unidades presentan una diferencia siendo de 35 individuos en RE y de 18 individuos en el SP, esta menor densidad en el SP se debe al menor número de especies registradas, sin embargo, existe similitud con relación a las condiciones de competencia y espaciamiento entre individuos.

Con relación a la estructura del estrato arbustivo de los tipos de vegetación en ambas unidades, 4 especies de estas se encuentran en la Región Ecológica, como es el caso de Guazuma ulmifolia, Cnidoscolus multilobus, Tabernaemontana alba y Vachellia cornígera. Se puede observar que el índice de valor de importancia (IVI) indica que las especies más

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V 2030

importantes en el Sitio del Proyecto son *Guazuma ulmifolia*, *Ficus insípida* y *Enterolobium cyclocarpum*, estas especies corresponden a individuos juveniles del estrato arbóreo que están desarrollándose, lo cual indica la regeneración natural en este estrato.

En términos de sí se mantendrá la diversidad de dicho estrato debido a la presencia/ausencia de las especies que se verían afectadas, los resultados permiten determinar que la diversidad del estrato arbustivo que componen las especies presentes en el SP, se mantendrá con el desarrollo del proyecto, ya que de las 8 especies arbustivas que se verían afectadas, 4 de ellas no se registraron en la microcuenca las cuales corresponden a las especies *Enterolobium cyclocarpum*, *Ricinus communis*, *Achatocarpus nigricans* y *Ficus insípida*, es decir, el 50% de las especies están representadas en RE, mientras que el restante 50% se trata de especies de amplia distribución, y se asume que las razones de no haberlas registrado en los muestreos de campo realizados en el RE, puede deberse a la probabilística estadística del muestreo, a su ecología o a factores antrópicos.

- **Análisis comparativo de la composición florística del estrato herbáceo**

La riqueza de especies es ligeramente mayor en la Región Ecológica 14 especies, mientras que en la superficie del Sitio del Proyecto es de 12 especies, la densidad por hectárea es mayor en la RE con 21 individuos debido a la mayor riqueza de especies. El índice de valor de importancia indica que la especies más importante en ambas unidades es *Syngonium angustatum*.

En términos de sí se mantendrá la diversidad de dicho estrato debido a la presencia/ausencia de las especies afectadas, los resultados permiten determinar que la diversidad del estrato herbáceo que componen las especies presentes en el SP, se mantendrá con el desarrollo del proyecto, las 12 especies herbáceas que se verán afectadas, 7 no se registraron en la RE (*Cyperus odoratus, Sorghum halepense, Cnidoscolus multilobus, Lasiacis nigra, Lygodium venustum, Malvastrum sp.* y *Heliotropium angiospermum*), es decir, el 51.66% de las especies están representadas en la RE, mientras que el restante 58.33% se trata de especies de amplia distribución y el hecho de que no se hayan registrado en los muestreos de campo se debe a la probabilística estadística del muestreo y a que las especies herbáceas presentan una dinámica ecológica anual donde su presencia se ve influenciada principalmente durante la temporada de lluvias y a factores antrópicos.

5. VEGETACIÓN ACUÁTICA

Para determinar las comunidades vegetales (vasculares) presentes en el Sitio del Proyecto, se realizaron recorridos lineales en las márgenes del río.

Resultados

Se registro un total de 4 especies de plantas vasculares pertenecientes a 3 familias, se trata de plantas herbáceas hidrófitas enraizadas emergentes, *Pontederia cordata* es la especie más dominantes en el Sitio del Proyecto. Estas especies se encontraron en las partes bajas del río, sobre la orilla donde no hay vegetación arbórea.

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V - 2030

Por otro lado, en asociación a estas especies se registraron plantas subacuáticas, conformadas por especies de la familia Cyperaceae, Poaceae y Onagraceae la cuales se encuentran distribuidas a la orilla del rio, con pocos árboles en las márgenes.

A continuación, se presenta un listado de las especies registradas en el Sitio del Proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-	Distribución
Araceae	*Pistia stratiotes*	Lechuguilla de agua	Sc	Nativa
Pontederiaceae	*Pontederia cordata*	Espigas de Agua	Sc	Nativo
	Heteranthera dubia		Sc	Nativa
Nymphaeaceae	*Nymphaea elegans*	Nenúfar Azul	Sc	Nativa
Plantas subacuáticas				
Onagraceae	*Ludwigia peploides*	Duraznillo de Agua	Sc	Nativa
Cyperaceae	*Cyperus entrerianus*		Sc	Nativa
Poaceae	*Cenchrus purpureus*	Pasto Taiwan	Sc	Exótica-Invasora

Tabla 33. Especies de flora acuática presente en el Sitio del Proyecto.

El río Tancochin (Sitio del Proyecto) se caracteriza por presentar cambios significativos en la pendiente del terreno, en el sustrato del cauce, ancho y profundidad y en consecuencia en la velocidad de corriente superficial. En algunas zonas bajas, cuando el embalse baja da oportunidad del crecimiento de plantas acuáticas emergentes como es el caso de *Pontederia cordata,* mientras que en las zonas profundas con corriente estas especies se encuentran ausentes.

6. DISCUCIÓN

Determinar la presencia de especies que se encuentran en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en su modificación del Anexo Normativo III Lista de Especies en Riesgo, publicada el 14 de noviembre de 2019 en el Diario Oficial de la Federación, así como, describir la estructura vertical de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas presentes en las áreas de estudio; son los dos objetivos principales del presente documento; la interpretación de los resultados de campo y el análisis de gabinete, han permitido alcanzar los objetivos planteados; mismos que proporcionarán a la autoridad ambiental, los elementos necesarios para autorizar la factibilidad ambiental del proyecto.

Acorde a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI (2025) se consideró que el 100% de la superficie del proyecto en sus tres áreas de trabajo (Región Ecológica, Área de Influencia y Sitio de Proyecto) correspondería a un uso de tipo Pastizal cultivado, junto con la presencia de algunos manchones de vegetación que pudieran tener un origen antropogénico y/o relictos de vegetación natural, los cuales, correspondieron a vegetación arbórea inducida por actividades agropecuarias, y en menor proporción se identificaron algunos ejemplares relacionados con la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia; destacando que la vegetación sobre ambas márgenes del río Tancochin junto con el área de embalse que pretende conformar el proyecto, corresponden a una vegetación inducida que presenta algunos ejemplares arbóreos característicos del estado secundario; lo que corrobora el planteamiento inicial de un territorio cuyo cambio de uso de suelo se dio hace más de 100 años

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V-2030

Dicho escenario nos permite entender la composición de la vegetación en las diferentes áreas del proyecto. Sin olvidar que los análisis de diversidad que se realizan suponen también un periodo de temporalidad, ya que las especies que se han registrado en un área determinada están referidas a un periodo relativamente corto en el que las condiciones del hábitat han permanecido relativamente estables. Así, el concepto de diversidad α implica una consideración sobre la predominancia de factores ecológicos locales (sitio de proyecto y área de influencia) "relativamente homogéneos" sobre los factores biogeográficos o evolutivos, o en torno a la heterogeneidad intrínseca a grandes regiones espaciales, en la determinación del número de especies registradas en análisis de estudios como es el caso del presente documento.

Mientras tanto; la amplitud territorial en análisis (Región Ecológica) implica aparentemente una mayor diversidad de especies debido a complejos patrones espaciales que se hacen evidentes en los contrastantes cambios de vegetación y de paisajes con diferente composición de especies entre sitios relativamente cercanos. Lo que permite a través del presente estudio un mejor entendimiento de los patrones de distribución de la vegetación en relación al uso de suelo que se ha dado históricamente en la región y en particular al sitio del proyecto.

Por lo que, los resultados obtenidos sugieren una homogeneidad en el paisaje de lo regional a lo local, en tanto, que los resultados de campo nos indican que la riqueza de especies es mayor en la Región Ecológica que la del Sitio del Proyecto, las densidades por hectárea de ambas unidades indican que hay una mayor densidad en la RE que en el área del SP, esta diferencia indica un mejor estado de conservación de la vegetación en la Región Ecológica, mientras que la menor densidad arbórea del Sitio del Proyecto se debe a la menor riqueza de especies y el nivel de influencia que tiene las áreas colindantes agrícolas, pastizales, mancha urbana sobre el sitio de proyecto.

Con relación a la estructura del estrato arbóreo; 7 especies fueron registradas en el sitio de proyecto y de igual forma en la región ecológica, la importancia de este dato radica en que, dichas especies se consideran como indicadores de vegetación secundaria siendo especies típicas de la selva mediana subperennifolia catalogadas algunas de ellas como agresivas y que con frecuencia crece en terrenos talados y abandonados, terrenos con disturbio, terrenos sucesionales (acahuales), sitios ruderales, ampliamente distribuidos en los márgenes de los ríos y bancos ribereños y lo largo de los caminos. Se desarrollan en gran variedad de condiciones edáficas. laderas en cañadas, orilla de esteros, lagunas saladas. Su crecimiento se da en una amplitud muy grande de condiciones ecológicas.

En términos de sí se mantendrá la diversidad del estrato arbóreo, los resultados permiten determinar que se mantendrá con el desarrollo del mismo, debido a que se tratan de especies de amplia distribución.

En relación al estrato arbustivo, la riqueza de especies en la Región Ecológica es mayor, comparten en lo general 4 especies mismas que corresponden a individuos juveniles del estrato arbóreo que están desarrollándose, lo cual indica la regeneración natural en este estrato, apreciándose que existen similitud con relación a las condiciones de competencia y espaciamiento entre individuos en ambas áreas, con relación a la estructura del estrato arbustivo

CIPACTLI CONSULTORÍA A&Y-2030.

En términos de sí se mantendrá la diversidad de dicho estrato debido a la presencia/ausencia de las especies que se verían afectadas, los resultados permiten determinar que la diversidad del estrato arbustivo, se mantendrá con el desarrollo del proyecto, se trata de especies de amplia distribución, y se asume que las razones de no haberlas registrado en todos los muestreos de campo realizados, puede deberse a la probabilística estadística del muestreo, a su ecología o a factores antrópicos.

La riqueza de especies del estrato herbáceo es ligeramente mayor en la Región Ecológica en relación al Sitio del Proyecto, en términos de sí se mantendrá la diversidad de dicho estrato debido a la presencia/ausencia de las especies afectadas, los resultados permiten determinar que la diversidad del estrato herbáceo que componen las especies presentes se mantendrá con el desarrollo del proyecto, se trata de especies de amplia distribución y el hecho de que no se hayan registrado en los muestreos de campo se debe a la probabilística estadística del muestreo y a que las especies herbáceas presentan una dinámica ecológica anual donde su presencia se ve influenciada principalmente durante la temporada de lluvias y a factores antrópicos.

Como podemos observar, los resultados obtenidos en las áreas de análisis, la riqueza de especies no se distribuye de manera homogénea: sus patrones espaciales dependen de la escala de análisis (local a regional); estos patrones revelan gradientes latitudinales, altitudinales y relaciones especies-área que son clave para la determinación del estado de conservación de los sitios estudiados, lo que implica a nivel local desarrollar acciones o detectar espacios de oportunidad para proteger microhábitats críticos (ej. manantiales, bosques relictos) o a escala regional: mantener conectividad entre paisajes para reducir aislamiento.

El análisis de riqueza de especies en estudios de impacto ambiental es esencial para **diagnosticar la salud ecológica, anticipar riesgos de pérdida de biodiversidad y diseñar estrategias de conservación.** En regiones como Veracruz, donde la biodiversidad es alta, este análisis debe ser exhaustivo y complementarse con modelos predictivos y monitoreo continuo para garantizar un desarrollo sostenible.

Analizando las posibles limitaciones del presente estudio se han considerado:

La **escala espacial y temporal**, toda vez que la riqueza varía según el área de estudio y la época del año. La existencia de posibles especies **crípticas o poco detectables**; lo que pueda dar origen a subestimarse la riqueza de especies en el análisis de datos y los factores externos como los antropogénicos o el **cambio climático** que pueden modificar la distribución de especies, reduciendo la riqueza en ciertas zonas y concentrándola en otras; si bien los resultados son contundentes, existen factores como el tamaño de muestra y las condiciones de uso actual del suelo, pueden afectar los resultados.

Dichos resultados nos aportan los criterios base para considerar que la biodiversidad de la RE y del SP, se mantendrá con el desarrollo del proyecto, siendo

necesario implementar los programas de rescate y reubicación de vegetación, reforestación y su correspondiente seguimiento.

7. CONCLUSIONES

El área del proyecto se encuentra cubierto por vegetación inducida y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia; donde se destaca la relativamente baja diversidad vegetal, con respecto a la selva mediana subperennifolia a nivel de la Región Ecológica.

De acuerdo al análisis cuantitativo resultó en magnitudes bajas de abundancia y de biomasa de los componentes leñosos de la vegetación, es decir, valores bajos de riqueza, densidad y cobertura en los estratos arbóreo y arbustivo. La cobertura herbácea tiene la más amplia extensión, posee una diversidad mediana, y está compuesta principalmente por especies de vocación ecológica pionera, propias de las etapas iniciales de sucesión secundaria.

La condición general de deterioro de la vegetación original en el sitio del proyecto se debe a distintos grados de perturbación. Esta perturbación es la remoción de la cubierta vegetal por acción humana en diferentes periodos. Existen áreas contiguas al Sitio del Proyecto que se encuentran desprovistas de vegetación y sujetas a actividades agrícolas y pastoreo de ganado bovino.

La fisonomía, la diversidad y la densidad de la vegetación en el Sitio del Proyecto es similar a las condiciones de la vegetación circundante de la Región Ecológica. En los alrededores se aprecia la misma matriz parches de árboles distribuidos de manera aleatoria, áreas abiertas conformadas por pastizales, lo cual denota una historia común de manejo y perturbación por causa actividades antropogénicas, mismas que se han llevado a cabo de manera histórica.

CIPACTLI CONSULTORÍA A&V - 2030

[redacted]

ANEXO FOTOGRÁFICO

ESTUDIO DE FAUNA





1.- Recorrido en transecto para búsqueda de rastros de mamíferos y herpetofauna

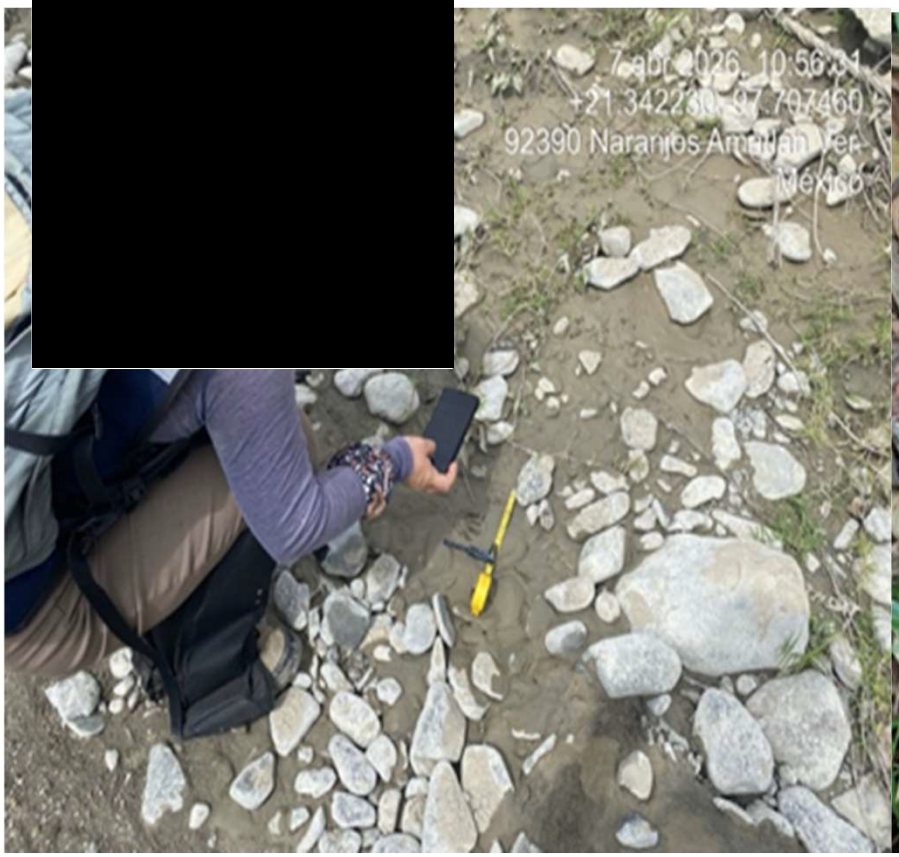
[redacted]





2.- Observación de aves en punto de muestreo.

Observación de Zopilote común (Coragyps atratus) (Área de Proyecto, sitio 1).





3.- Toma de datos de rastros de mamíferos.

Carcasa de armadillo (Dasypus novencinctus).

[redacted]

Rehabilitación Logista
y Gestión Ambiental



4.- Instalación de trampa Tomahawk.



Istalación de Cámara trampa (Área de Proyecto, sitio 2).



5.- Imágenes de fauna doméstica por fototrampeo.



6.- Instalación de cámara trampa.



Muestreo de herpetofauna. (Área de Proyecto, sitio 5).



7.- Instalación de trampa Tomahawk



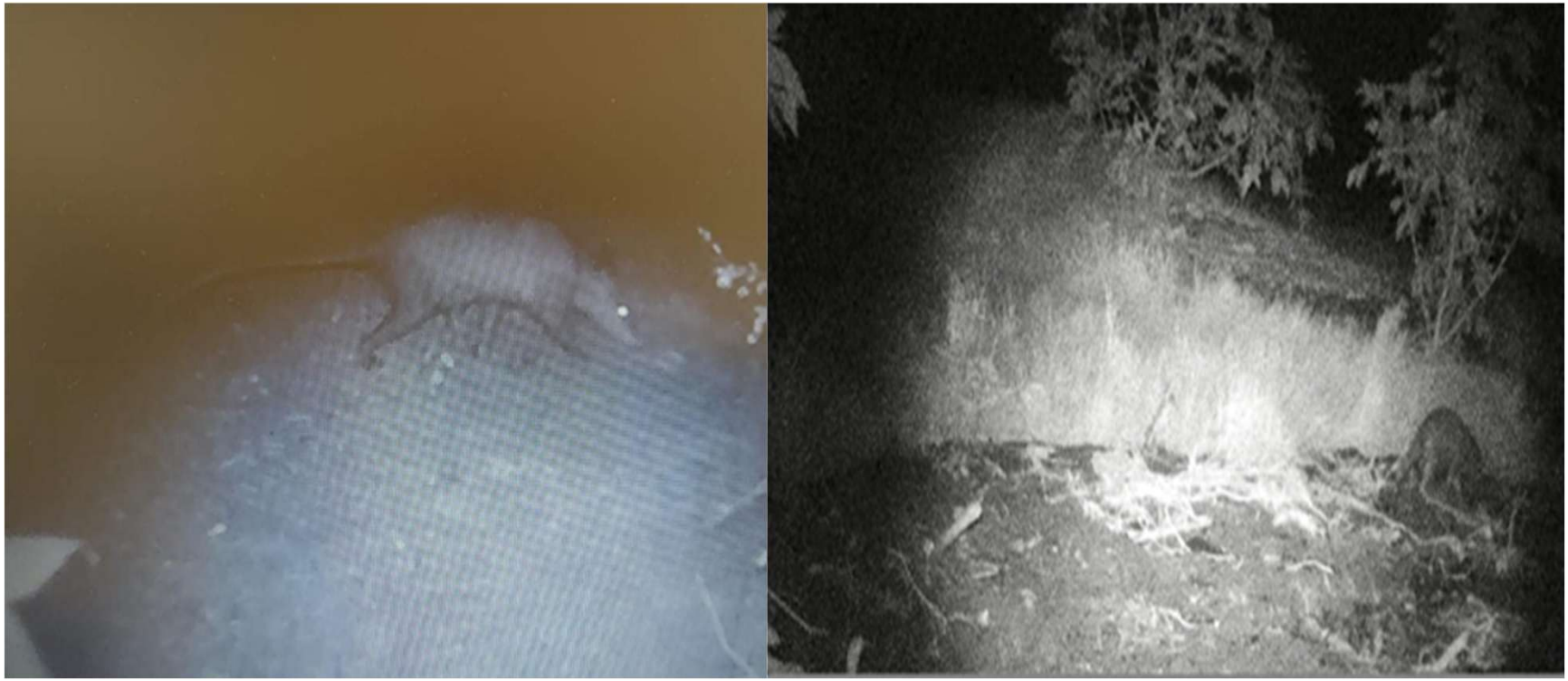
Cadáver de halcón en transecto



8.- Instalación de cámara trampa.



Observación de aves en punto de muestreo.



9.- Tlacuache (Didelphis virginiana) (Región ecológica, sitio 5. Mapache (Procyon lotor) captado mediante fototrampeo (Región Ecológica, sitio 3).



10.- Muestreo en el área de embalse con atarraya



11.- Identificación y toma de datos morfométricos de peces guapotes (Parachromis managuensis)

ADENDUM:

ASPECTOS GEOTÉCNICOS RELATIVOS AL PROYECTO DE RESERVORIO, (PRESA) SOBRE RÍO TANCOCHIN, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

[redacted]

Relativo al Proyecto de una presa denominada como Reservorio, con ubicación en el Municipio de Naranjos, Veracruz, sobre el Río Tancochin, en el Cad. 1+140, Coordenadas UTM 634520, 2360717.

Con base a información y geometría del proyecto más actualizado que se ha venido desarrollando respecto al generado en el año 2024, se presenta adendum de aspectos geotécnicos para el desarrollo del proyecto actual, como lo son revisión de la capacidad de carga del terreno de apoyo con base a la nueva geometría, estimación de asentamientos, módulo de reacción y empuje de suelos de tipo estáticos en condición activa, sismicidad regional.

Sin más por el momento nos reiteramos a sus órdenes para comentarios al respecto.

Xalapa, Ver a 07 de abril de 2026

Atentamente

[redacted]

Antecedentes

Relativo al proyecto denominado Reservorio en el río Tancochin, ha de informarse que en octubre de 2024 se llevó a cabo los trabajos de mecánica de suelos, contando en aquel momento con información preliminar del proyecto, para lo cual se presentaron los análisis y aspectos geotécnicos correspondientes. Sin embargo, más recientemente el proyecto tuvo modificaciones relevantes, que prácticamente derivaron en una nueva geometría y elementos constitutivos de la presa, o reservorio como se ha denominado actualmente.

Por lo anterior, se nos solicita la actualización de diferentes aspectos geotécnicos con base a las características del nuevo proyecto, el cual consiste en diversas estructuras de concreto armado, como cimacio, vertedor, área disipadora, y muros laterales.

Objetivos

Ha solicitud de la empresa a cargo del proyecto estructural, se presenta de manera específica la revisión de capacidad de carga del sistema suelo-cimentación, asentamientos, módulo de reacción, empujes de suelo, todo ello con base a la nueva propuesta de proyecto y partiendo de datos de la exploración y ensayes de laboratorio del estudio de mecánica de suelos realizado en el año 2024.

Alcances

Ha de establecerse que, si bien se cuenta con información estratigráfica y propiedades del horizonte resistente principal del sitio, y que prevalece aguas arriba y aguas abajo del sitio para el reservorio, la exploración de campo que se realizó en el año 2024 fue en función a las características y condiciones particulares del proyecto previsto. Por lo que se considera necesario que se verifiquen las condiciones del terreno de apoyo y que se lleven a cabo sondeos exploratorios complementarios tanto en la margen izquierda como derecha donde habrá de colocarse muros de empotre prominentes.

1. Revisión de capacidad de carga

Como resultado de la exploración se determinó la existencia en el sitio para el reservorio, de un horizonte homogéneo de lutita (Roca Sedimentaria) muy compacta que prevalece a varios metros de profundidad y que está cubierto por una delgada capa de material aluvial en la zona del cauce. En las márgenes, los taludes están compuestos generalmente por suelos aluviales, gravas y boleos empacados en matriz de suelo arcilloso.

Como antecedente de proyecto, se trata de una obra hidráulica de tipo presa que se conformará por diversas estructuras, entre la que destaca la cortina (Estructura construida perpendicular al paso de la corriente para almacenar y/o derivar el agua que fluye hacia la misma), con dimensiones de 10.5 metros de altura y una longitud de 75 metros.

Pues bien, con base a características del suelo y del tipo de proyecto, la estructura a construirse podrá desplantarse sobre el estrato de lutita compacta, considerada una cimentación de tipo superficial y continua, tomando como base la resistencia que prevalece en el total de la profundidad explorada, con registros de números de golpes N=50 para penetrar un espesor de suelo de entre 10 y 15 cm (50/15), donde se muestran también valores de los esfuerzos a compresión simple obtenidos de ensayes practicados a las muestras de suelo obtenidas con muestreador mediacaña (mediante el procedimiento de SPT), desde luego no son de todo representativos por la condiciones de alteración del propio ensayo, sin embargo, se optó por obtener tal referencia, que se tomará con la debida cautela técnica, considerando que el horizonte de lutita es de varios metros de espesor, firme, denso, continuo, impermeable y apto para el desplante de la estructura.

La estimación de la capacidad de carga admisible del terreno se lleva a cabo considerando una cimentación de tipo superficial, con variaciones en la profundidad de empotre y bases según tipo de estructuras.

De acuerdo con la información recibida se tiene que la base de la cortina es de 26.8 metros con una longitud de 75 metros, en tanto que la magnitud del empotre en terreno resistente será variable, considerando profundidades desde 1.0 hasta 3.0 metros, valores que se tomarán en

cuenta en el cálculo de capacidad de carga, para el caso de muros laterales (en las márgenes) las bases son de entre 5.0 y 10.0 metros.

Para la determinación de la capacidad de carga del estrato resistente, si bien sabemos de la presencia de estratos descritos como lutitas, de estructura muy compacta o densa, este material al disgregarse se produce un suelo fino, por lo que para efectos de cálculos se considera suelos puramente cohesivos, revisándose con la ecuación general propuesta por Meyerhof.

Siendo: $$q_{adm} = \left(cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi}\right)\frac{1}{F.S.}$$

⇨ q_{adm}, la capacidad de carga admisible del suelo sobre el que se pretende desplantar la cimentación t/m^2.

⇨ c, el valor de la cohesión del suelo sobre el que se apoya el cimiento, t/m^2

⇨ q, Esfuerzo efectivo a nivel de desplante (ton/m²)

⇨ B, Ancho de la cimentación (m)

⇨ γ, el peso volumétrico del suelo, t/m^3

⇨ N_c, N_q, son factores de capacidad de carga,

⇨ F_{cs}, F_{qs}, son factores de forma según Vesic-De Beer

⇨ F_{cd}, F_{qd}, son factores de profundidad recomendados por Hansen

⇨ F_{ci}, F_{qi}, son factores de inclinación, según Meyerhof y Hanna

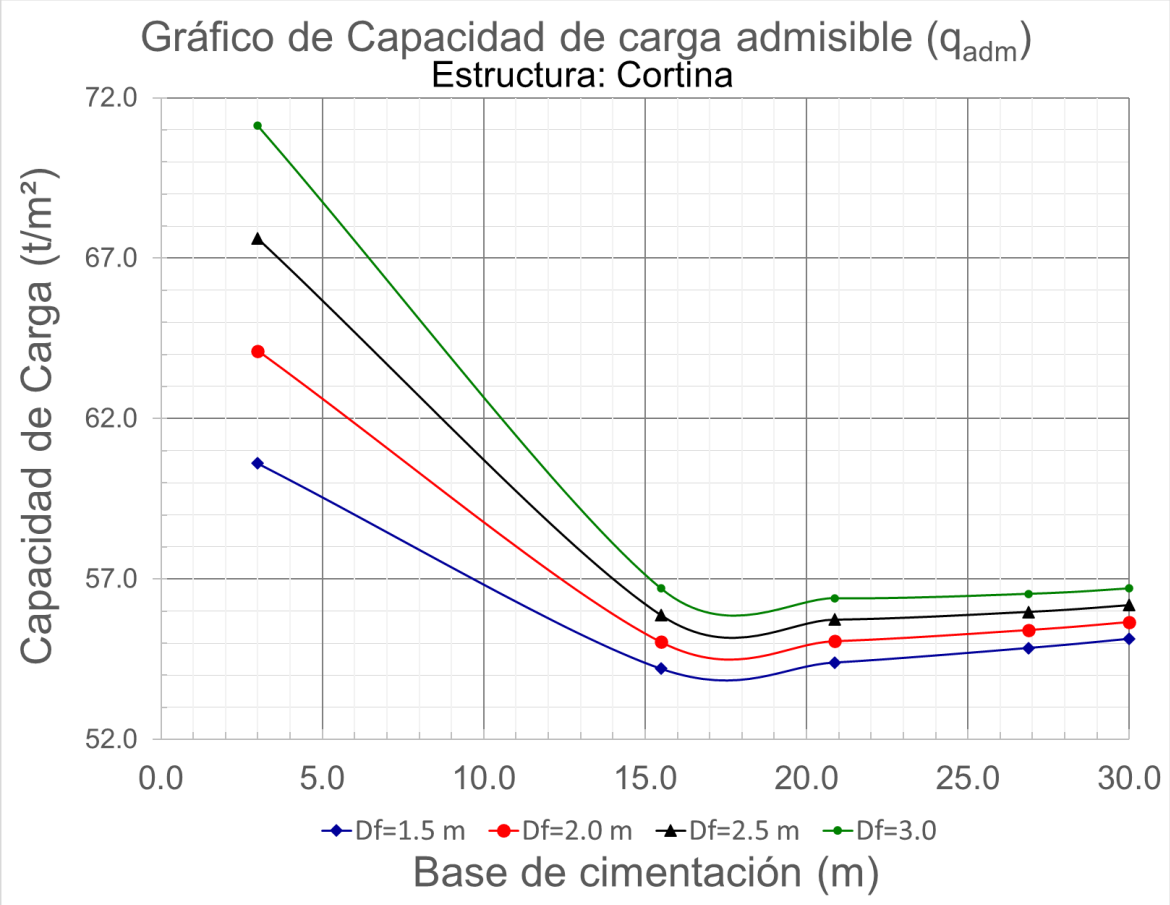
⇨ $f.s.$, es un factor de seguridad (al cual se le ha asignado un valor de **3**).

Factores de forma, profundidad e inclinación [DeBeer (1970); Hansen (1970); Meyerhof (1963); Meyerhof y Hanna (1981)]. (Fundamentos de ingeniería de cimentaciones)

Estructura de cortina

Sustituyendo en la expresión anterior los parámetros mecánicos de los suelos y los factores correspondientes, los valores de capacidad de carga admisible (q_{adm}), se muestran en la siguiente tabla, considerando diferentes bases según geometría de cortina y a profundidades de desplantes variables (D_f).

Base de losa (m)	Capacidad de carga admisible q_{adm} (t/m²)			
	D_f=1.50 m	D_f=2.0 m	D_f=2.50 m	D_f=3.0 m
3.0	60.6	64.1	67.6	71.1
15.5	54.2	55.0	55.0	56.7
20.9	54.4	55.1	55.1	56.4
26.9	54.9	55.4	55.4	56.5



Muros laterales (en las márgenes)

Respecto a las características de muros laterales, se tienen de bases de entre 5 y 10 metros, con variación en el empotre, los valores de q_{adm} se muestran en la siguiente tabla.

Sección de muros en la margen izquierda

Base de Losa (m)	Capacidad de carga admisible q_{adm} (t/m²)			
	D_f=1.0 m	D_f=1.50 m	D_f=2.0 m	D_f=2.5 m
5.0	56.1	58.3	60.2	62.0
10.0	56.0	57.3	58.5	59.7

Nota:

Con base a los valores de capacidad de carga admisible aquí presentados y de acuerdo con la presión a trasmitir de 11 t/m² (valor proporcionado por el estructurista), se puede aseverar que se satisface ampliamente la condición de seguridad ante falla por corte y estado límite de servicio.

2. Estimación de Asentamiento para área de cortina

Para la estimación de asentamientos, ha de tenerse en cuenta que los depósitos de suelo, estarán sujetas a cambios volumétricos debido a la imposición de presiones, y que las deformaciones verticales se traducen en asentamientos, principalmente debido a los siguientes factores:

- Aumento de esfuerzos por la cimentación
- Propiedades de deformabilidad del suelo de apoyo
- Dimensiones de las áreas cargadas, tanto ancho como largo de cimientos, que condicionan la magnitud del bulbo de presiones y las profundidades hasta donde influyen las cargas.
- Espesor de los estratos compresibles subyacentes a la cimentación.

A continuación, se hace una revisión por asentamiento elástico, utilizando el método empírico propuesto por Bowles.

$$Se = q_0 + (\alpha B') + \frac{1-\mu_s}{E_s} I_s I_f$$

Siendo:

Se= Asentamiento elástico (cm)

q_0 = Presión media aplicada sobre la cimentación (kg/cm²)

α = Factor que depende de la posición de la cimentación, donde el asentamiento está siendo calculado

B = Base de la cimentación (cm)

μ = Relación de Poisson

E_s = Módulo de elasticidad del suelo (kg/cm²)

I_s = Factor de Forma (Steinbrenner)

I_f = Factor de profundidad (Fox)

$$I_s = F_1 + \left(\frac{1-2\mu_s}{1-\mu_s}\right) + F_2 \qquad I_f = \left(\frac{D_f}{B}, \mu_s \, y \, \frac{L}{B}\right)$$

(Factores que están en función de las dimensiones de la cimentación)

Sustituyendo en la ecuación anterior los valores correspondientes, considerando de manera preliminar una presión media a trasmitir de 4.5 kg/cm², el valor de asentamiento resulta del orden de 3.1 cm, valor que se deberá revisar una vez se conozcan las presiones finales a trasmitir al subsuelo.

Estimación de asentamientos

Base (B) m	Longitud (L) m	Suelo compresible (H)	Prof. Desplante (Df) m	Factores de		Presión media (q_m) kg/cm²	Asentamiento (S_c) cm
				Forma (I_s)	Profun-didad (I_f)		
28.5	75	2.5	2	0.0248	0.95	1.1	0.44

3. Módulo de reacción

El módulo de reacción o coeficiente de balasto para diseño estructural, es un parámetro que se define como el cociente entre la presión transmitida en un punto y la deformación generada, es decir, la presión de contacto y el valor de asentamiento total y se expresa de la siguiente forma:

$$k = \frac{q}{\Delta}$$

Siendo:

K= módulo de reacción, expresado en kg/cm²/cm o MN/m²/m

p= presión de contacto aplicada (kg/cm²)

∆= deformación lineal o asentamiento (cm)

La manera idónea de obtener tal valor es mediante un ensayo de placa metálica, de 30 cm de lado, a la que se aplica presión con el apoyo de vigas, gatos hidráulico y dispositivos de medición, así como un camión lastrado para poder contar con la estructura de reacción que haga posible la transmisión de presión al suelo. Para distintos incrementos de carga se registran las deformaciones, y del análisis de gráfico se obtiene el valor k.

Particularmente para este estudio no se tiene al alcance dicha prueba, sin embargo, se correlaciona el valor de k, con el criterio general recomendado en la bibliografía técnica, relacionando la presión aplicada con la deformación correspondiente.

Particularmente para este estudio no se tiene al alcance dicha prueba, por lo tanto, se procede a sustituir los valores en la expresión antes citada resultando **k=2.51 kg/cm²/cm.**

4. Presión de tierra

El proyecto contempla muros laterales en una longitud del orden de 36 metros, para los cuales en necesario conocer los empujes a los que podrían estar sujetas dichas estructuras.

En seguida se presentan las secciones a que serán motivo de análisis, dada la disposición que tendrán los muros, se contempla la conformación de rellenos en los respaldos, los cuales estarán generando los empujes.

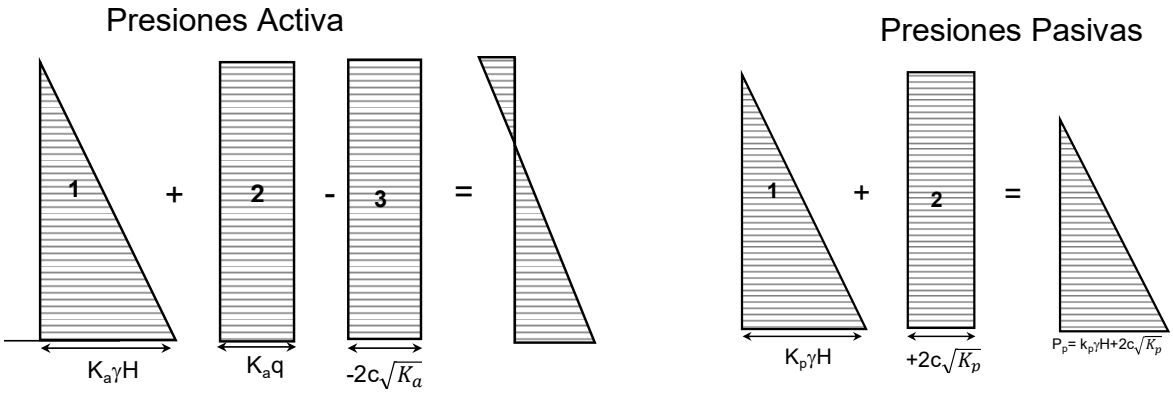
Para el cálculo de las presiones de suelo se hace uso de la siguiente expresión derivada de la teoría de W. Rankine, estimando parámetros mecánicos a los materiales de relleno, y valores correspondientes a suelos encontrados en la exploración de campo que consistente en un bloque de grava-arena en estado de compacidad media al cual le subyace un horizonte de lutita.

$$P_a = K_a \gamma H + K_a q - 2c\sqrt{K_a} \qquad P_p = K_p \gamma H + 2c\sqrt{K_p}$$

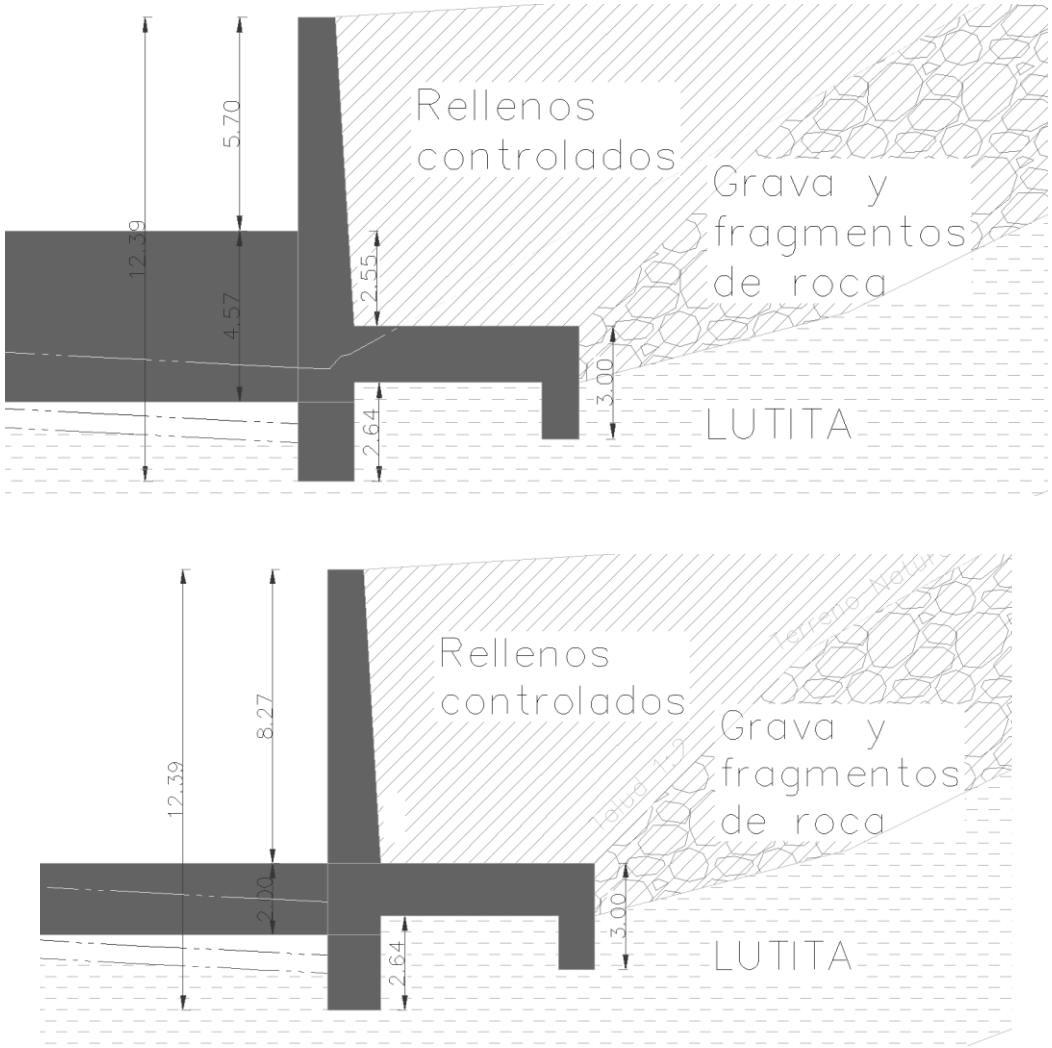
Siendo:

P_a= presión activa t/m²
P_p= Presión Pasiva (t/m²)
K_a = Coeficiente activo de presión de tierra $K_a = tan^2(45 - \theta/2)$
K_p = Coeficiente pasivo de presión de tierra $K_p = tan^2(45 + \theta/2)$
q = sobrecarga (t/m^2)
H= altura de suelo (m)
γ = peso volumétrico natural (t/m^3)

Diagrama de presiones horizontales



En seguida se muestra de manera general los modelos de muro Lateral y secuencia estratigráfica con probabilidad de presentar empujes en el área.

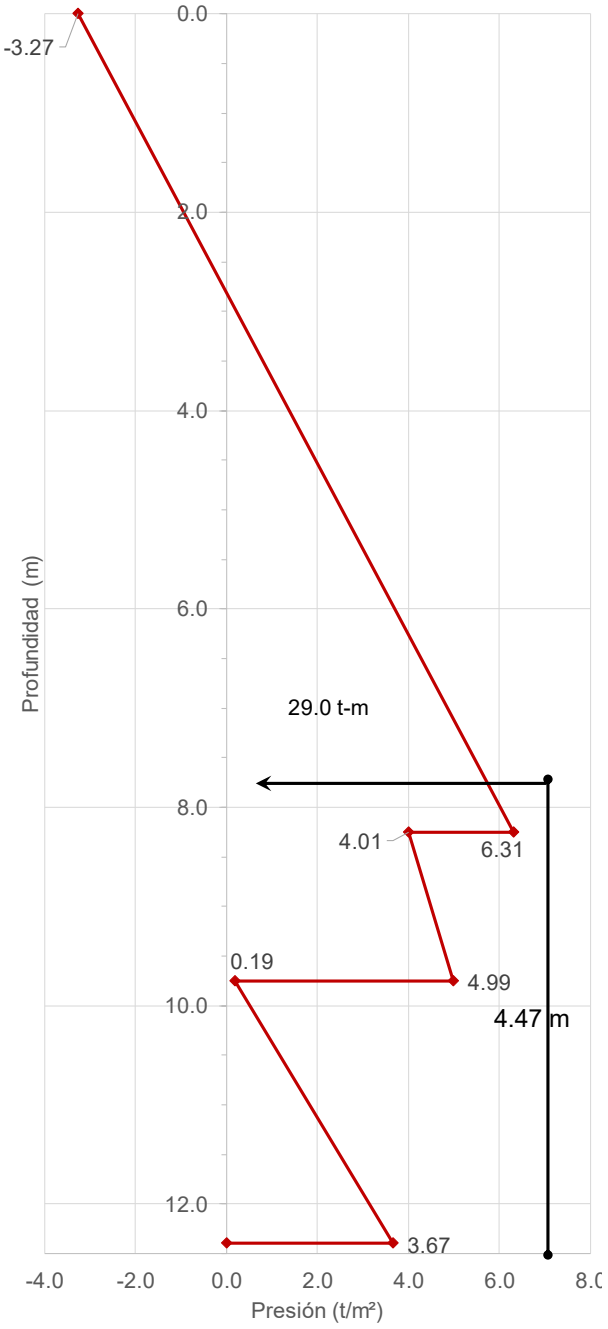


Esquema de secuencia estratigráfica actuante

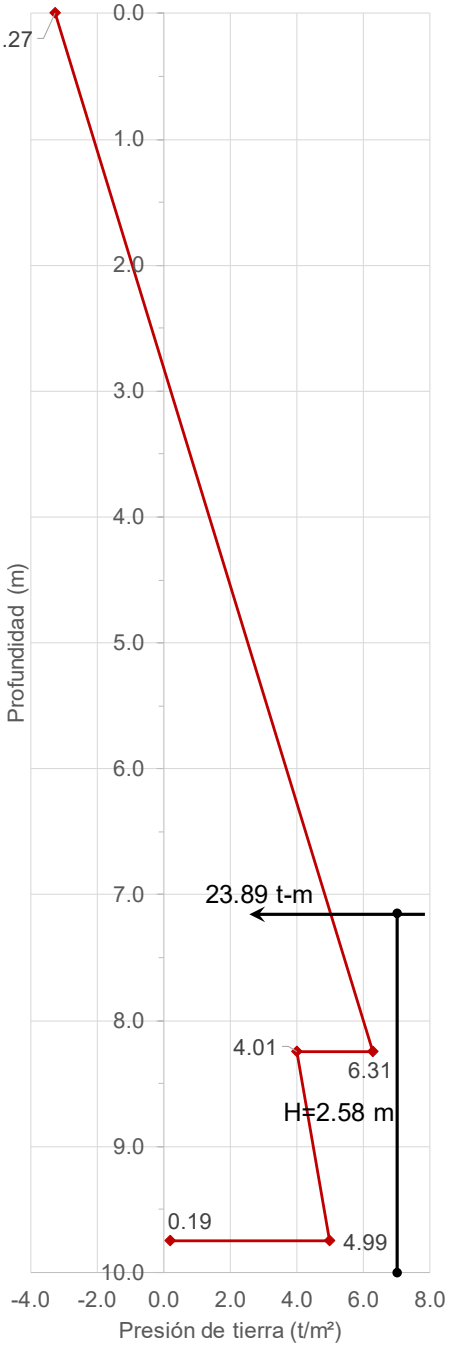
Con base al diagrama anterior se muestra la distribución de presiones de tipo activa en condición estática y el empuje generado en el área de mayores esfuerzos debidos al suelo.

Distribución de Presión de tierra en condición activa

Muro lateral



Muro empotrado

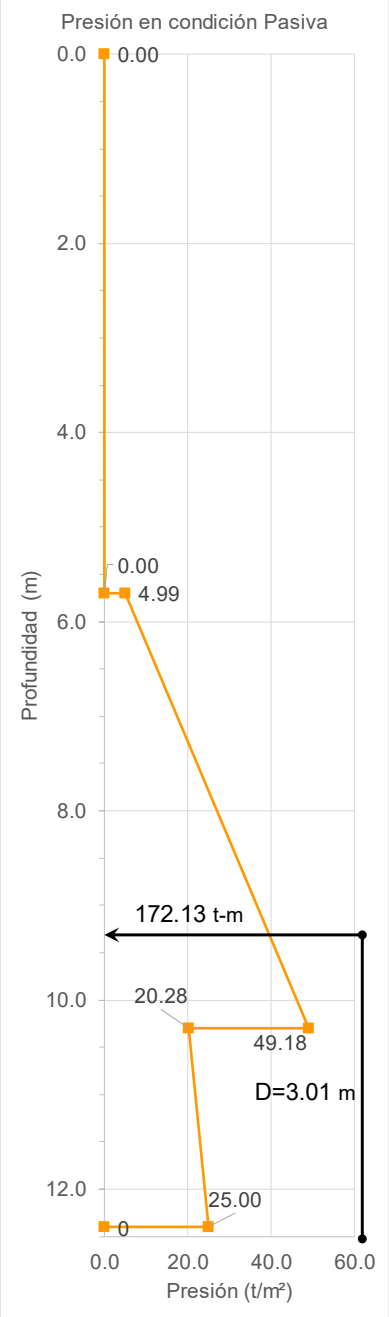


Muros laterales		
Empujes activos	Ea=	29 t-m
	D=	4.47 m

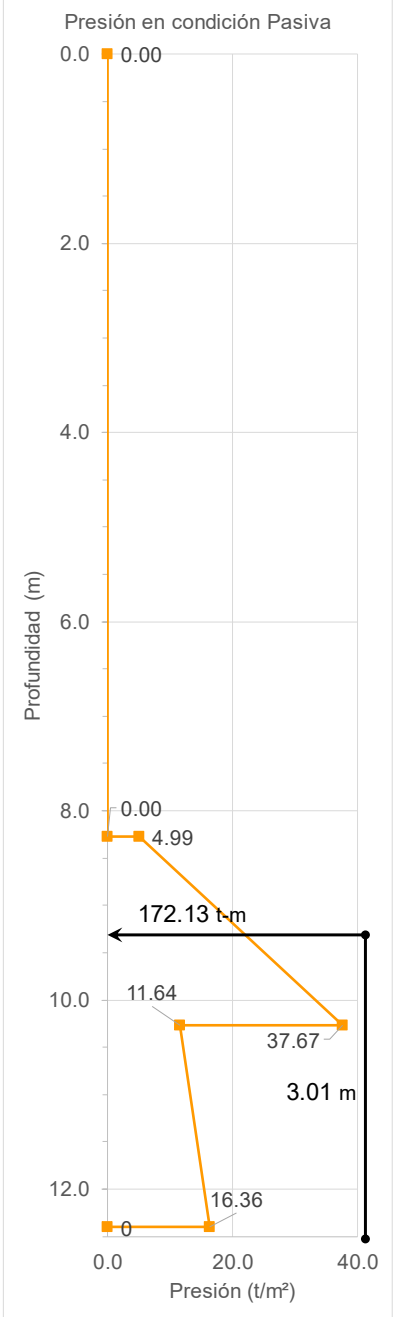
Muro Secc empotrada		
Empujes activos	Ea=	23.9 t-m
	D=	2.58 m

Distribución de presión en condición pasiva

Sección en vertedor



Sección Fosa



Muros laterales			
		Vertedor	Fosa
Empujes	Ep=	172 t-m	72 t-m
Pasivos	D=	3.01 m	2.11 m

5. Revisión de estabilidad de taludes

Teniéndose en cuenta que al llevarse a cabo los trabajos de movimiento de tierras para la construcción de muros y diversas estructuras que conforma el proyecto se realizaran cortes de suelo, de los cuales es necesario evaluar su estabilidad, tanto en condición estática como dinámica.

Pues bien, los principales factores asociados a fallas de talud, son diversos entre ellos, la excavación o socavación en el pie del talud, el aumento de la presión intersticial, las sobrecargas que se coloquen en el hombro de talud, la disminución de resistencia al esfuerzo cortante por intemperismo o erosión entre otros factores, todo esto puede contribuir a que el talud pierda su condición natural de equilibrio y busque una posición más estable, tendiendo al deslizamiento.

La seguridad del talud se expresa en términos de la relación:

$$F.S = \frac{\sum \text{Re}\, sistencia \quad disponible \quad al \quad corte}{\sum Esfuerzos \quad al \quad cor\, \text{tan}\, te}$$

La ecuación anterior, F.S. corresponde a lo que se denomina factor de seguridad, y es la relación entre la resistencia al corte (MR) que presenta el suelo y los esfuerzos de corte que tratan de generar la falla a lo largo de una superficie supuesta de posible falla (Mm). En la literatura técnica para taludes en general, se considera estable un talud con un factor de seguridad mayor o igual a 1.3, para una situación permanente, que es la condición estática que presenta la masa de suelo durante la vida útil de la obra y de 1.1 para una condición dinámica.

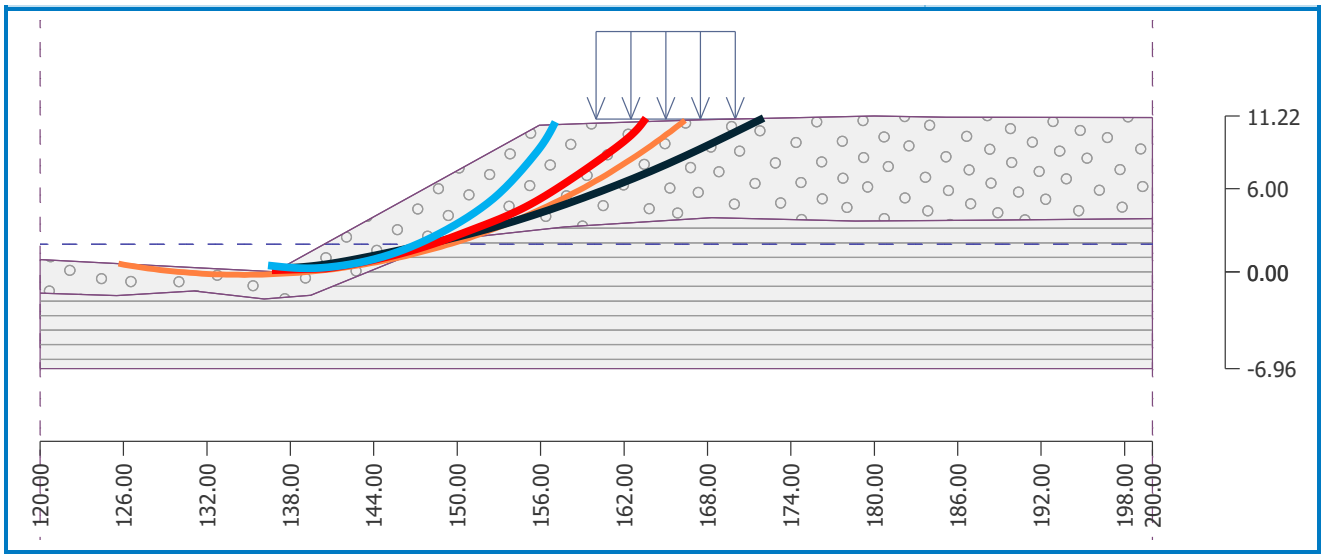
Particularmente en la zona de estudio, se tiene suelos superficiales de origen aluvial con espesores variables y en estado natura compacto, le subyacen un horizonte de lutita (roca suave) en estado natural muy firme), de las observaciones en campo no se tienen evidencias de fallas de talud por deslizamiento, sin embargo, en la proximidad al pie de talud (en la cercanía con el cauce), presentan erosión lo suelos.

Pues bien, en este apartado se presenta la revisión de la estabilidad de talud de una de las secciones representativas del proyecto, considerando su estado actual. El análisis se realiza con el Software Geo 5 estabilidad de taludes [versión 5.2018.38.0], para un estado permanente en condición estática y en condición de sismo.

En las siguientes tablas se presentan los modelos de fallas ante deslizamiento

Verificación de estabilidad de taludes-condición estática

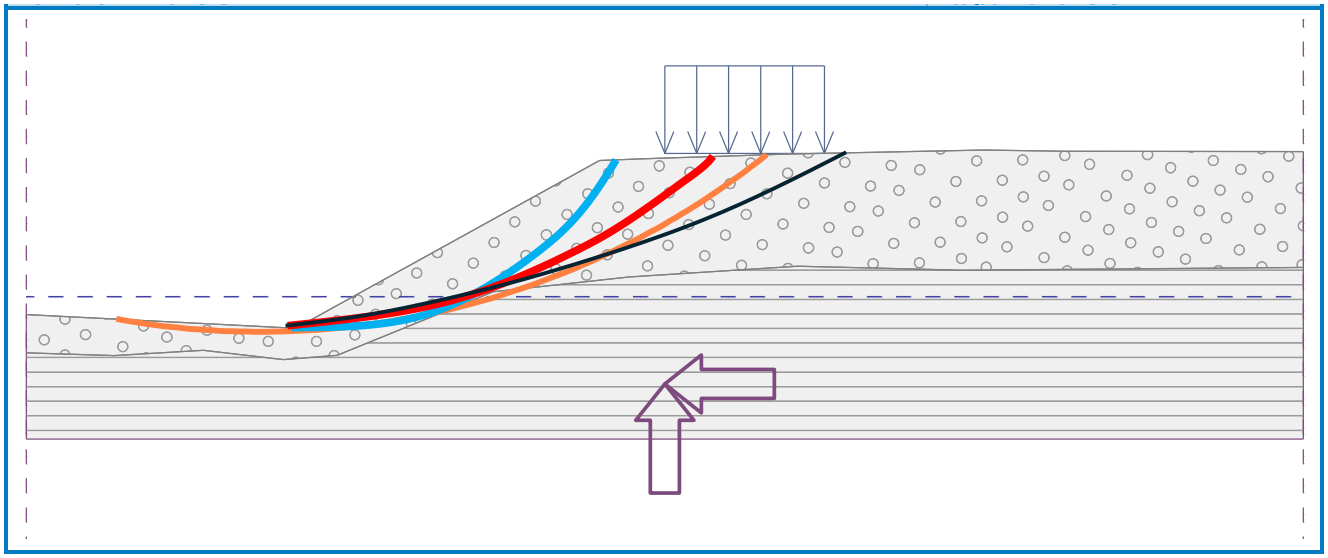
Método	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Análisis 4
Bishop :	FS = 2.12 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 2.05 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.64 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.55 > 1.30 ACEPTABLE
Fellenius / Petterson :	FS = 2.05 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 2.03 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.60 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.46 > 1.30 ACEPTABLE
Spencer :	FS = 2.11 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 2.05 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.63 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.54 > 1.30 ACEPTABLE
Janbu :	FS = 2.10 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 2.05 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.63 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.54 > 1.30 ACEPTABLE
Morgenstern-Price :	FS = 2.11 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 2.05 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.63 > 1.30 ACEPTABLE	FS = 1.54 > 1.30 ACEPTABLE



Datos del suelo	Material aluvial	Lutita, roca suave	
Peso unitario : γ	1.80	2.1	kg/m^3
Ángulo de fricción interna : ϕ	28	12	°
Cohesión de suelo : c	1.5	8	t/m^2
Peso unitario de suelo saturado : γsat	0.8	1.1	kg/m^3

Verificación de estabilidad de taludes-Ante Sismo

Metodo	Analisis 1	Analisis 2	Analisis 3	Analisis 4
Bishop :	FS = 1.56 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.41 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.21 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.18 > 1.10 ACEPTABLE
Fellenius / Petterson :	FS = 1.50 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.40 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.18 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.11 > 1.10 ACEPTABLE
Spencer :	FS = 1.55 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.41 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.21 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.18 > 1.10 ACEPTABLE
Janbu :	FS = 1.54 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.41 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.21 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.18 > 1.10 ACEPTABLE
Morgenstern-Price :	FS = 1.55 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.41 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.21 > 1.10 ACEPTABLE	FS = 1.18 > 1.10 ACEPTABLE



Una vez que se ha llevado a cabo el análisis de la sección en condiciones actuales, los factores de seguridad ante falla por deslizamiento resultan mayores al valor de referencia, descartándose riesgos por falla de talud.

Para efectos de complementar los aspectos de estabilidad de talud, toda vez que en el proyecto se contempla la construcción de muros de concreto armado, estos a su vez aumentan el momento resistente al pie del talud, lo cual aumenta ampliamente el factor de seguridad ante falla por deslizamiento, se presenta el análisis de la sección a la altura del vertedor, así como en la una sección de la fosa.

Análisis 1

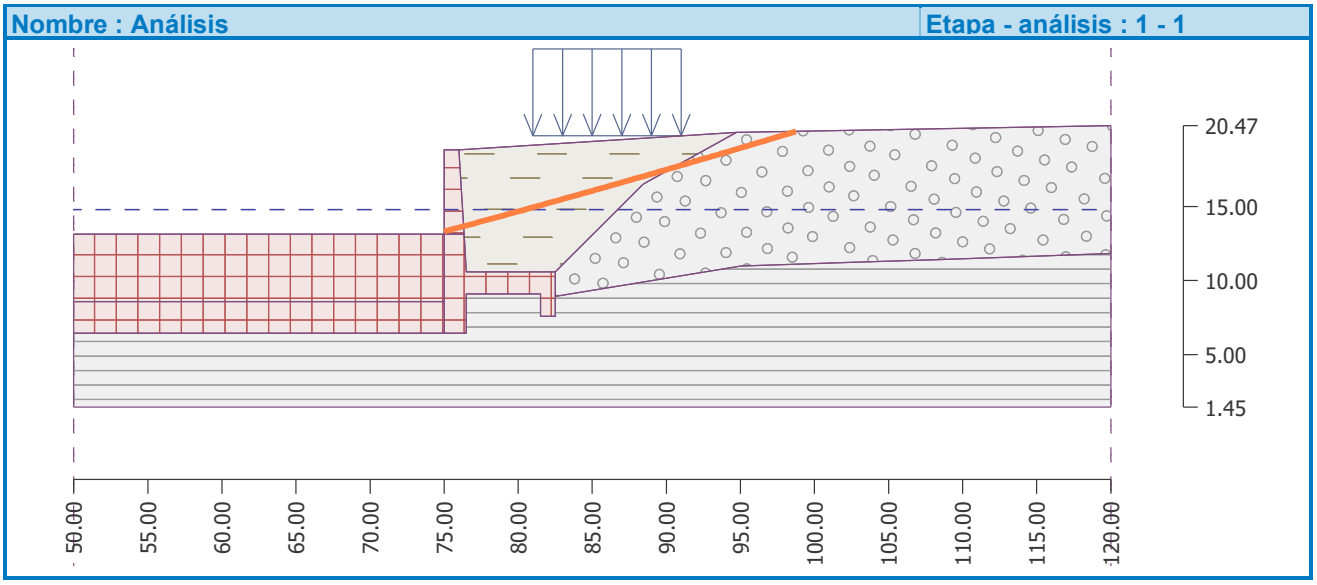
Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento							
Centro :	x =	-130.91	[m]	Ángulos :	α_1 =	15.02	[°]
	z =	780.57	[m]		α_2 =	16.80	[°]
Radio :	R =	794.41	[m]				
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.							

Verificación de estabilidad de taludes (Fellenius / Petterson)

Suma de fuerzas activas : F_a = 434.08 kN/m
Suma de fuerzas pasivas : F_p = 20578.45 kN/m

Momento de deslizamiento : M_a = 344836.19 kNm/m
Momento estabilizador : M_p = 16347725.30 kNm/m
Factor de seguridad = 47.41 > 1.30
Estabilidad del talud ACEPTABLE



Análisis 2 (etapa 1)

Superficie de deslizamiento circular

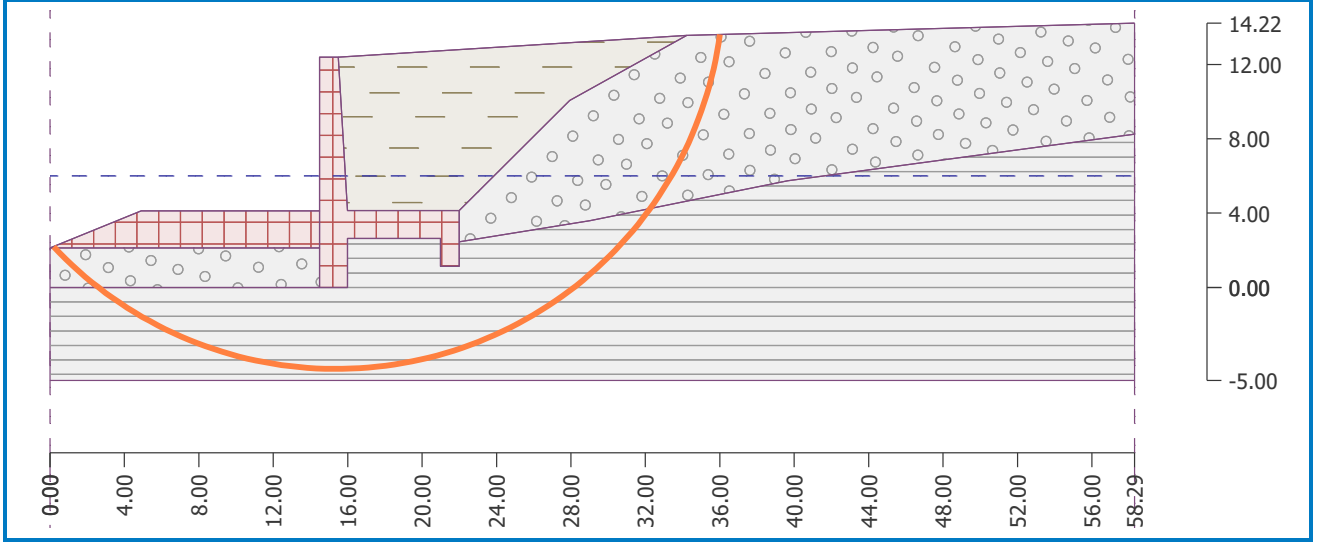
Datos de la superficie de deslizamiento							
Centro :	x =	15.38	[m]	Ángulos :	α_1 =	-46.84	[°]
	z =	16.44	[m]		α_2 =	82.18	[°]
Radio :	R =	20.82	[m]				
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.							

Verificación de estabilidad de taludes (Fellenius / Petterson)

Suma de fuerzas activas : F_a = 1256.39 kN/m
Suma de fuerzas pasivas : F_p = 3682.37 kN/m

Momento de deslizamiento : M_a = 26157.95 kNm/m
Momento estabilizador : M_p = 76667.02 kNm/m
Factor de seguridad = 2.93 > 1.30
Estabilidad del talud ACEPTABLE

Nombre : Análisis	Etapa - análisis : 1 - 2



Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento							
Centro :	x =	15.38	[m]	Ángulos :	α_1 =	-46.84	[°]
	z =	16.44	[m]		α_2 =	82.18	[°]
Radio :	R =	20.82	[m]				
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.							

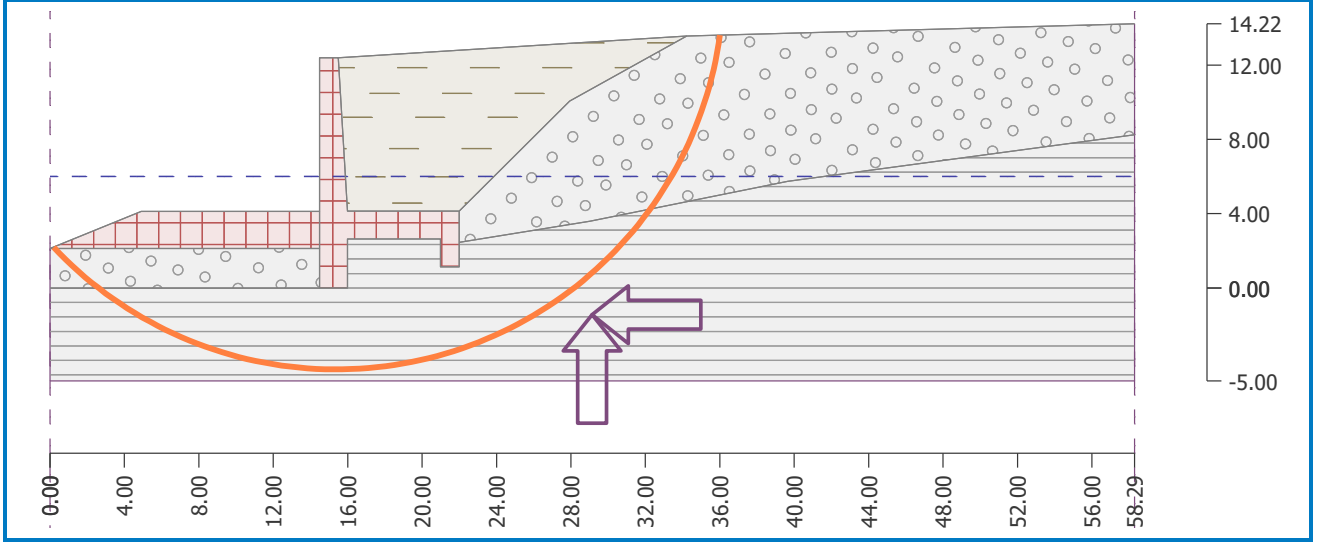
Verificación de estabilidad de taludes (Fellenius / Petterson)

Suma de fuerzas activas : F_a = 1752.67 kN/m
Suma de fuerzas pasivas : F_p = 3574.14 kN/m

Momento de deslizamiento : M_a = 36490.56 kNm/m
Momento estabilizador : M_p = 74413.67 kNm/m

Factor de seguridad = 2.04 > 1.10
Estabilidad del talud ACEPTABLE

Nombre : Análisis	Etapa - análisis : 2 - 2



Anexo I
Sismicidad regional

Contexto Sísmico

De acuerdo con la información presentada por el CENAPRED (centro nacional de prevención de desastres) y a clasificaciones de intensidad sísmica de la República Mexicana por parte de la Comisión Federal de Electricidad, el sitio de estudio se encuentra en la zona sísmica B, donde el riesgo es intermedio o moderado, no tan frecuentemente hay sismos, aunque pueden llegar a presentar algunos de magnitud media, y representar un riesgo para la población o causar daños a la infraestructura.
Particularmente, para el proyecto que nos compete de una presa de almacenamiento o reservorio con cimacio de concreto y alturas respecto al cauce del orden de 4 metros, se obtendrá la aceleración máxima del terreno en la superficie, considerando estructura tipo A2. De las propiedades mecánicas de los depósitos de suelos detectados mediante dos sondeos profundos por el método de penetración estándar SPT, de detectaron se procede a calcular el periodo de vibración Ts en el lugar con los siguientes valores de velocidad de propagación de Onda Vs, con la expresión propuesta por el investigador Maheshwari et. al. 2010:

$$V_s = 89.30N^{0.358}$$

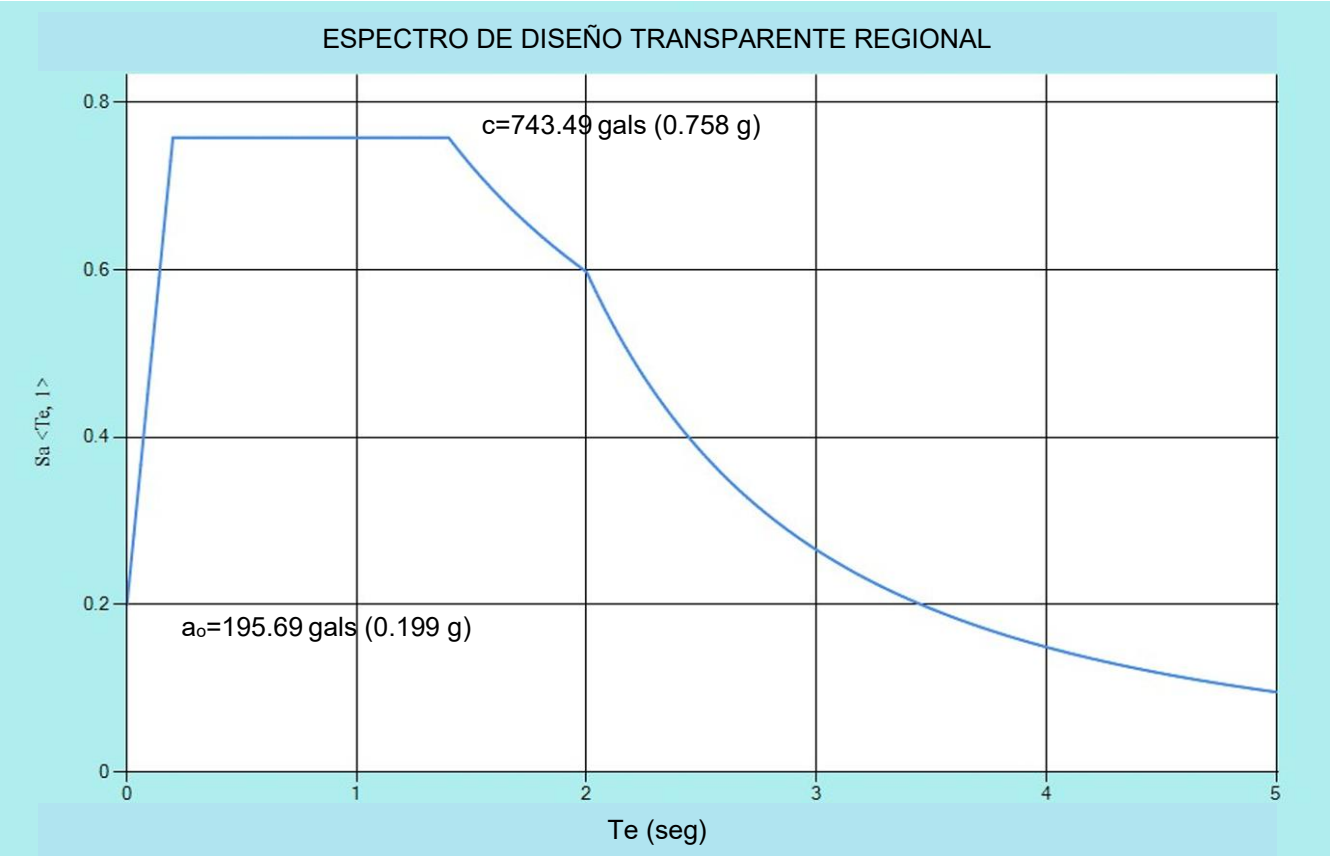
Siendo
V_s= velocidad de propagación de onda, m/s
N= número de golpes corregido en ensayo de SPT

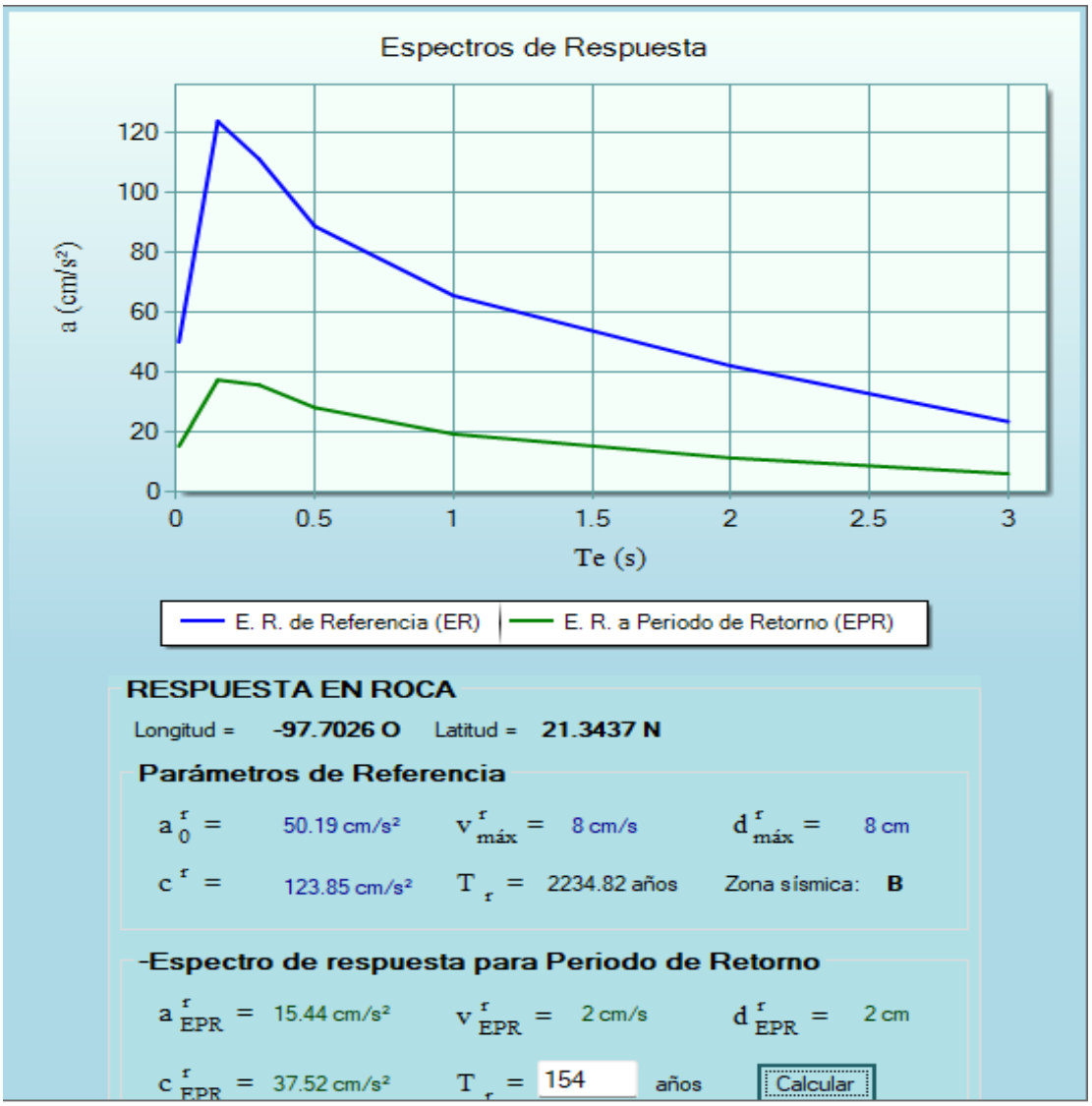
El terreno natural se conforma de una unidad geológica sedimentaria de lutita compacta, que en la región se denomina laja, material que para su excavación se requiere de maquinaria con potencia en la barra mayor a la convencional, en este caso se juzga aplicar un criterio como suelo de transición, tipo II, y se utiliza una velocidad secundaria V_s= 422 m/s.

El cálculo de coeficiente sísmico se obtiene con el uso de la herramienta de cómputo Programa de diseño sísmico (PRODISIS) versión v4.1, desarrollado por la CFE, en apoyo a las actualizaciones del manual de diseño por sismo. Los parámetros sísmicos así obtenidos se muestran en la tabla y figuras siguientes.

ESPECTRO DE ROCA		ESPECTRO DE SITIO	
	Zona sísmica	B	
Longitud	-97.7026 O	Latitud	21.3437 N
a0r:	50.19 cm/s²	a0:	195.69 cm/s²
c:	123.85 cm/s²	c:	743.49 cm/s²
		Ta:	0.2 s
		Tb:	1.4 s
		Tc:	2 s
		k:	1
		r:	0.67

Tabla 1





RESPUESTA EN ROCA

Longitud = **-97.7026 O** Latitud = **21.3437 N**

Parámetros de Referencia

a_0^r = 50.19 cm/s² $v_{máx}^r$ = 8 cm/s $d_{máx}^r$ = 8 cm

c^r = 123.85 cm/s² T_r = 2234.82 años Zona sísmica: **B**

-Espectro de respuesta para Periodo de Retorno

a_{EPR}^r = 15.44 cm/s² v_{EPR}^r = 2 cm/s d_{EPR}^r = 2 cm

c_{EPR}^r = 37.52 cm/s² T_r = 154 años Calcular

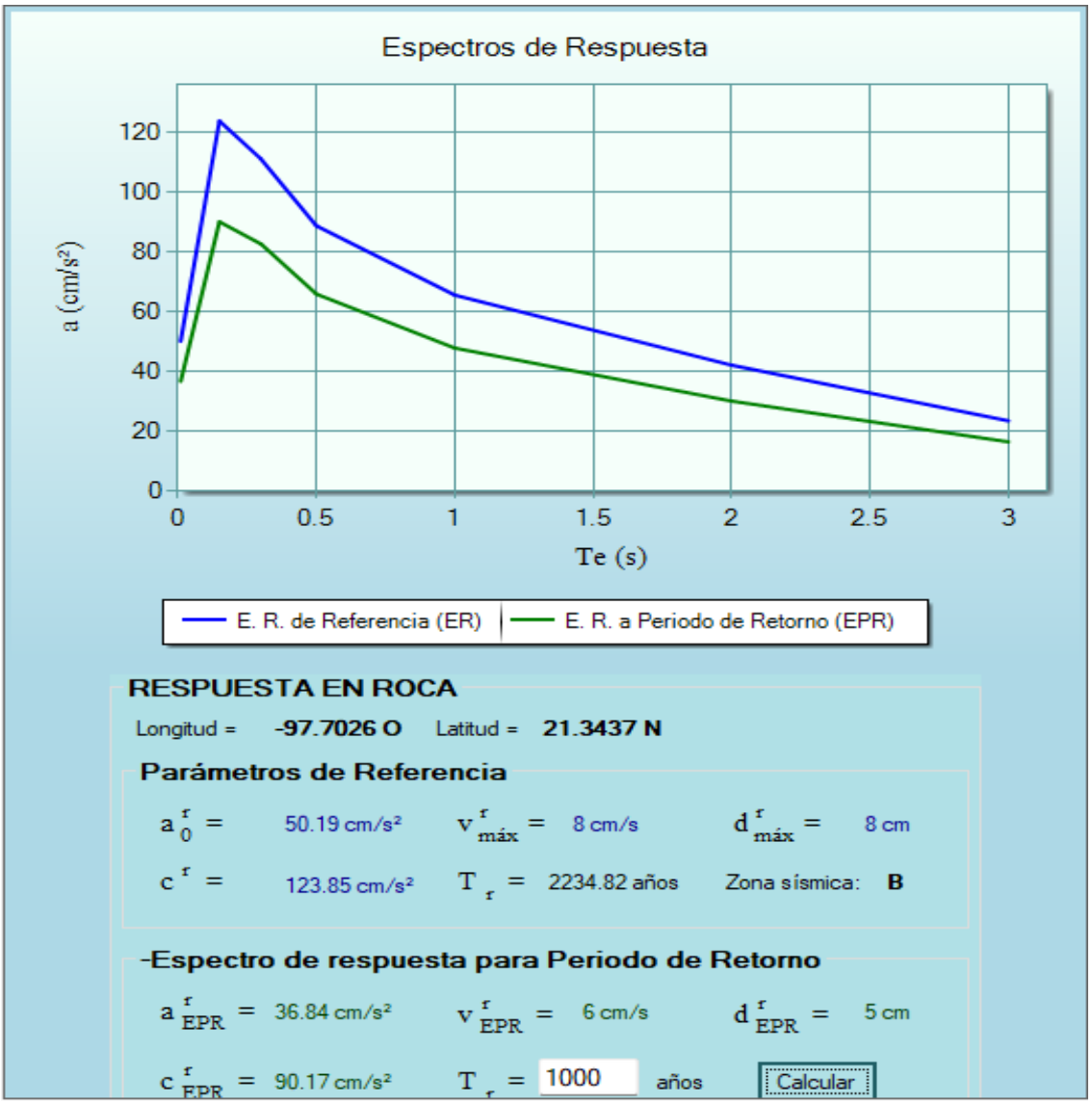

Espectros de Respuesta
a (cm/s²)
Te (s)
E. R. de Referencia (ER)
E. R. a Periodo de Retorno (EPR)
RESPUESTA EN ROCA
Longitud = -97.7026 O Latitud = 21.3437 N
Parámetros de Referencia
Zona sísmica: B
-Espectro de respuesta para Periodo de Retorno
1000
años
Calcular

Figura 6

Anexo II
Coeficiente de rozamiento

Acerca del coeficiente de rozamiento entre la estructura de concreto, ya sean las losas de fosa de disipación, base de cimacio, o base de muro de contención, se estarán apoyando en el horizonte de lutita firme, cuyo principal parámetro de resistencia es la cohesión, sin embargo, puede ofrecer una resistencia por fricción, si bien, menos relevante.

La fuerza resistiva horizontal en la interfase concreto-lutita seria :

$S=\sigma\delta+c_a$

En la que σ corresponde a la presión que se transmite, δ es un coeficiente de rozamiento que se obtiene como la tangente del ángulo de fricción del terreno afectado por un factor de disminución; c_a es la fuerza adhesiva del estrato de apoyo, derivada de la cohesión por un factor de reducción.

$\sigma=\sum v$, sumatoria de cagas verticales
$\delta=0.5\tan\phi$,

Nota: al ángulo ϕ se le asigna un valor 17°, (con base a correlaciones empíricas respecto al número de golpes en el ensayo SPT y disminuido conservadoramente en 15°)

c_a, corresponde a la fuerza adhesiva, 0.5c, donde c es la cohesión a la que se le asigna un valor de 15 ton/m², inferior al utilizado en la capacidad de carga.

Anexo III
Proceso constructivo

1. Sera preferente que la obra se realice durante la temporada de estiaje para laborar con la mayor superficie posible libre de escurrimientos de agua.

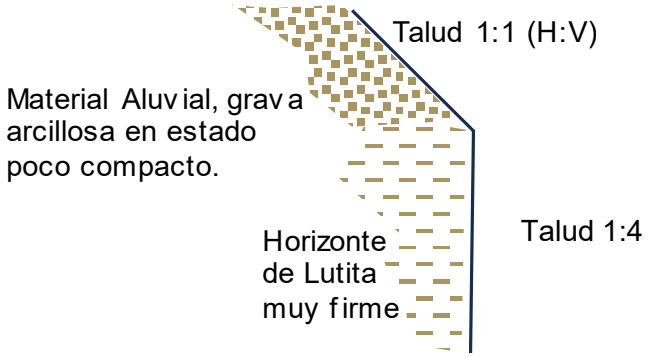
2. Se construirán las obras de desvío pertinentes mediante la colocación de bordos con suelo fino arropados en la superficie con material granular, aluvión y fragmentos de roca.

3. Se harán los movimientos de suelo y excavaciones para los muros laterales, con el uso de maquinaria pesada excavadora con la fuerza de excavación y torque de giro para materiales muy densos y compactos.

4. Las excavaciones se realizarán por tramo, siendo de suma importancia proteger las áreas descubiertas ante el agentes de intemperie como sol, viento, lluvia, con acciones para que se mantenga la humedad natural y evitar la desecación y contracción, para ello se colocarán convenientemente membranas de polietileno o capas de suelo húmedo suelo, según condiciones particulares.

5. El desplante de las estructuras deberá realizarse invariablemente en el estrato duro de lutita, la cual presenta elevada resistencia al esfuerzo cortante. En la exploración de campo se observo este horizonte a lo ancho del cauce y tanto aguas arriba y aguas abajo del sitio para reservorio, deberá verificarse su continuidad sobre todo en la margen derecha donde se amplió la construcción de la presa.

6. Los cortes de suelo dependiendo de su altura y presencia de material aluvial se realizarán con taludes 1:2, en tanto las paredes conformadas por lutitas podrá realizarse con paredes 1:4.



7. Será necesario la conformación de rellenos en los respaldos de muros laterales, para ello se podrán construir con material procedente del banco de préstamo denominado

"La Providencia" el cual se ubica al Este de la población de Naranjos. En dicho sitio se tiene un material de origen sedimentario que consiste en arcilla de baja compresibilidad con presencia de arena fina.

8. Los rellenos se deberán construir en capas con espesores sueltos de 20 cm y compactarse al 95% de su peso volumétrico seco máximo con una humedad ligeramente superior a la óptima (1-1.5%), verificándose con apoyo de laboratorio de campo mediante calas volumétricas según normativa vigente o con el uso de densímetro para mayor rapidez.

9. Los rellenos en los respaldos de los muros que se empotraran en ambas márgenes se conformaran con materiales de banco, asegurando que se conformen escalones de liga en el desplante para tener una adecuada trabazón entre los bordos existentes y el relleno, el ancho de los escalones será el correspondiente al equipo de compactación.

10. Para el remate de rellenos en los muros que se empotran en las márgenes, y para generar una superficie impermeable para evitar flujos de agua al interior y empujes hidrostáticos, se considera que se coloque una capa de arcilla de 30 cm de espesor, compactada al 92% de su peso volumétrico seco máximo, con un contenido de agua en la rama húmeda, superior en un orden de 2% respecto al optimo, después de esta capa se puede colocar una membrana de polietileno 600 y sobre esta una delgada capa de gravilla suelta con tamaños de 3/8" a finos. Otra opción puede ser la colocación de un firme o losa de concreto de 10 cm de espesor, f'c=200 kg/cm², T.M.A. 3/4", reforzado con malla electrosoldada 6x6 10/10 colocada en el lecho superior.

Anexo IV
Material de Banco de préstamo

INFORME DE CALIDAD PARA MATERIALES DE TERRACERÍAS	
OBRA:	Reservorio, Río Tancochin, en el Cad. 1+140, Municipio de Naranjos Amatlan, Veracruz.

IDENTIFICACIÓN	Banco:	BANCO LA PROVIDENCIA		
	Ubicación: Av. Ignacio Zaragoza, Desv. Calle San Pedro, Col. Providencia, Loc. Naranjos Amatlan, Ver.			
	Para utilizarse como:	**Rellenos**		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MÁXIMO MM	0.43		
	% RETENIDO EN 75 MM	0.0		
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	100.0		
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	96.4		
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	72.6		
	LÍMITE LÍQUIDO %	34.4		
	ÍNDICE PLÁSTICO %	16.2		
	CONTRACCIÓN LINEAL %	8.1		
	P.E.S. SUELTO kg/m³	932.0		
	P.E.Nat. ($\gamma_{Nat.}$) kg/m³	----		
	P.E.S. MÁXIMO (γ_{max}) kg/m³	1716.0		
	HUMEDAD ÓPTIMA %	18.6		
	HUMEDAD NATURAL %	16.3		
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR (%)	----		
	C.B.R. %	---		
	EXPANSIÓN%	---		
	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CL		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

> Arcilla de baja compresibilidad color gris claro.

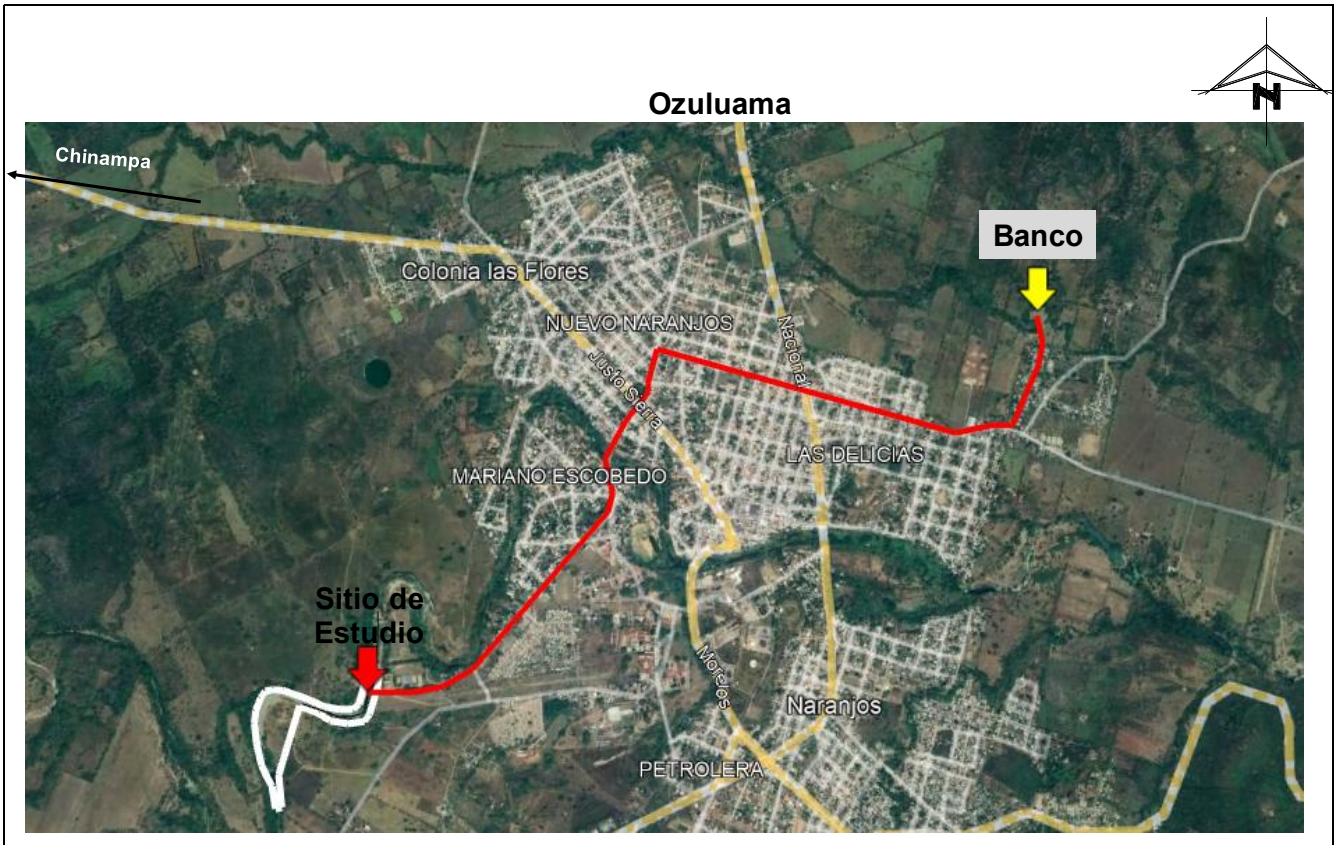
> El material es apto para ser utilizado para rellenos.

[redacted]

Proyecto: Reservorio, Río Tancochín, Naranjos Amatlan, Veracruz.

DATOS DE BANCO

DATOS GENERALES DEL BANCO		PERFIL ESTRATIGRÁFICO			
REGIMEN DE PROPIEDAD: PARTICULAR		ESTRATO		CLASIFICACIÓN	
DENOMINACIÓN: **BANCO LA PROVIDENCIA**		N_o.	ESPESOR	GEOLÓGICA	
UBICACIÓN: Loc. Naranjos Amatlan, Col. Providencia.	**COORDENADAS UTM:** 14Q 637700, 2362309	1	> 10 M	MATERIAL SEDIMENTARIO	
DESCRIPCIÓN: Arena arcillosa de baja compresibilidad color café.				Arcilla de baja Compresibilidad, con presencia de arena fina	
CAPACIDAD ESTIMADA DEL BANCO EN M3 10000 M³					
EMPLEO DEL MATERIAL: Acostillados de tuberias, rellenos.					
TRATAMIENTO: Ninguno					
OBSERVACIONES: Banco en explotación, ubicado al Este de la Población de Naranjos, con acceso por la Av. Ignacio Zaragoza, Desv. Calle San Pedro, distancia del sitio de la obra al banco 4.6 kilometros.					



DISTANCIA

BANCO LA PROVIDENCIA -SITIO DE PROYECTO= 4.6 KM





Fo. 1-3 Vistas generales del Banco de préstamo “La Providencia” ubicado al Este de la Población de Naranjos. Se observan los cortes de suelo conformados por arcilla de baja compresibilidad, con presencia de arena fina.



ESTUDIO DE GEOTECNIA

PROYECTO:

Reservorio (presa) sobre Río Tancochín, Municipio de Naranjos Amatlán, Ver.

UBICACIÓN:

Río Tancochín, Municipio de Naranjos Amatlán, Ver.
Coordenadas UTM 634520, 2360717

SOLICITA:

Comisión del Agua del Estado de Veracruz.

[redacted]

[redacted]

Noviembre 2024

CONTENIDO

I. Generalidades 3
Antecedentes 3
Objetivos 3
Alcances 3
Descripción del proyecto 4
II. Descripción de la zona de estudio 5
II.1 Aspectos geográficos 5
II.2 Topografía 6
II.3 Contexto geológico 7
II.4 Contexto Sísmico 8
II.5 Hidrografía 10
III. Exploración y características de los materiales 11
III.1 Exploración de campo 11
III.2 Ensayes de Clasificación 13
III.3 Descripción estratigráfica general 14
III.4 Permeabilidad 19
IV. ANÁLISIS GEOTECNICO 21
IV.1 Capacidad de carga 23
IV.2 Estimación de asentamientos 27
IV.3 Módulo de reacción 28
IV.4 Clasificación del Terreno para Efectos de Excavación 29
V. CONCLUSIONES GENERALES 32
VI. ANEXOS 35
Perfiles estratigráficos 36
Reporte fotográfico 46
Hojas técnicas 67
Bancos de materiales 111
Bibliografía 118

I. Generalidades

Antecedentes

Las autoridades competentes del municipio de Naranjos Amatlán, en coordinación con la Comisión del Agua del Estado de Veracruz *CAEV*, tienen considerado el proyecto de una Presa o reservorio sobre el Río Tancochin, al Oeste de la ciudad, con el objeto de asegurar una mayor disponibilidad de volumen de agua durante la temporada de estiaje y así estar en condiciones de abastecer del líquido a la ciudad de Naranjos. Pues bien, como parte de este proyecto es indispensable conocer las características de los depósitos de suelos que se tienen en área de estudio.

Objetivos

El objetivo básico de este estudio es dar a conocer las características de los depósitos de suelo en el lecho de río y del subsuelo para el desplante de la obra, y estar en condiciones de proponer el diseño geotécnico de la cimentación como la capacidad de carga, profundidad de desplante, orden de deformaciones, entre otros aspectos que favorezcan la construcción de la obra.

Alcances

Para el logro de los objetivos se realizó el reconocimiento de las áreas que abarca el proyecto, la valoración de un tramo representativo para llevar a cabo el muestreo de materiales, realizándose excavaciones con máquina retroexcavadora, de donde se tomaron muestras de material, se realizaron 2 sondeos profundos con equipo rotatorio por el método de penetración estándar SPT. Una vez conjuntado y analizado el trabajo de campo y de ensayes en laboratorio se presenta una descripción de los suelos, conclusiones y recomendaciones generales necesarias para la obra en cuestión que consiste en una presa con una altura del orden de 4 metros y un ancho de 60 metros.

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en una presa derivadora sobre el río Tancochín próxima a la mancha urbana al oeste de la ciudad de Naranjos; la estructura será a base de concreto armado, las dimensiones de la cortina según estudio hidrológico, será de 6.87 en los extremos (zona de empotramiento) y de 4 metros en la zona de vertedor, con una longitud total de 64.16 metros.

En seguida se muestra la sección preliminar longitudinal de la estructura considerada.

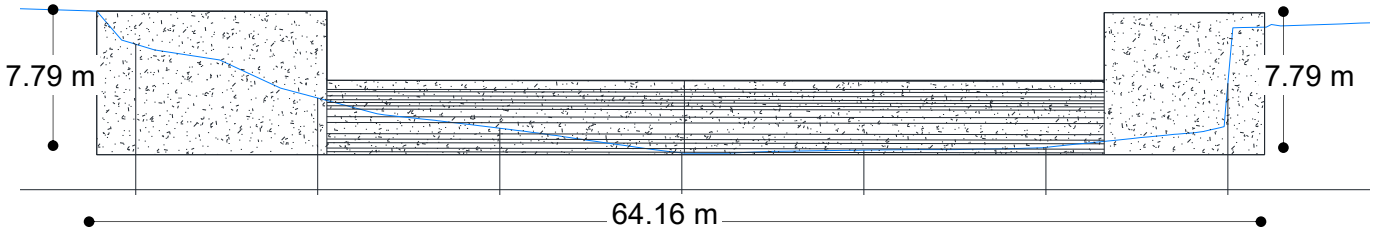
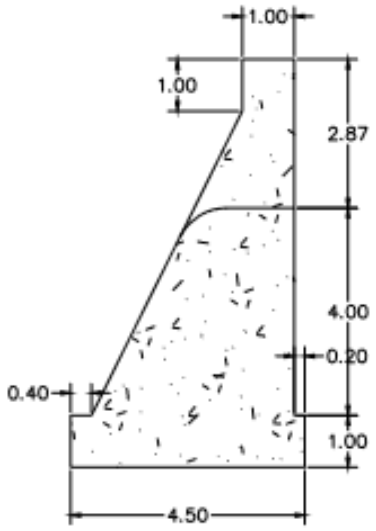
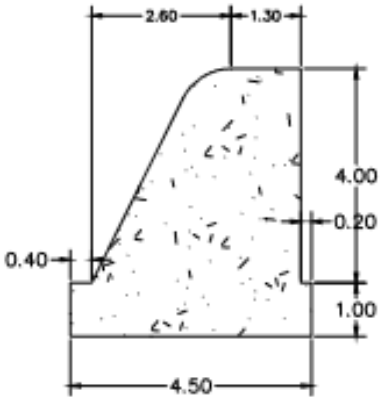


Figura 1.- Perfil de obra hidráulica



VISTA DE PERFIL ZONA DE EMPOTRAMIENTO



VISTA DE PERFIL ZONA DE VERTEDOR CENTRAL

Figura 2.- Secciones hidráulicas

II. Descripción de la zona de estudio

El contexto físico del lugar donde se pretende construir una obra es condicionante y decisivo en su adecuado funcionamiento, el conocimiento del entorno aporta las bases de aspectos que pueden ser causa de falla o bien que pueden ser de utilidad al proyecto, con ello se consideran las medidas preventivas y se aprovechan los elementos que resulten favorables a la obra. Pues bien, antes de abocarse a la descripción estratigráfica, se presenta información general del medio físico en los aspectos más relevantes como geografía, contexto geológico, topografía e hidrografía.

II.1 Aspectos geográficos

El municipio de Naranjos Amatlán se ubica al norte del estado, en la región conocida como la Huasteca Alta, limita al norte con los municipios de Tamalín, Tantima y Chinampa de Gorostiza, al este con Chinampa de Gorostiza y Tamiahua, al sur con Tamiahua y Tancoco, al oeste con Tancoco y Tamalín.

El sitio explorado se ubica en el Río Tancochin, a la altura de la localidad de Naranjos, el cual atraviesa de Oste a este. Las Coordenadas geográficas de la zona, aproximadamente en su centro geométrico son: 14Q, 634529 m E, 2360753 m N, Altitud sobre el nivel del mar: 65 m. En seguida se presenta un croquis de ubicación del sitio.

Croquis de ubicación de sitio de estudio

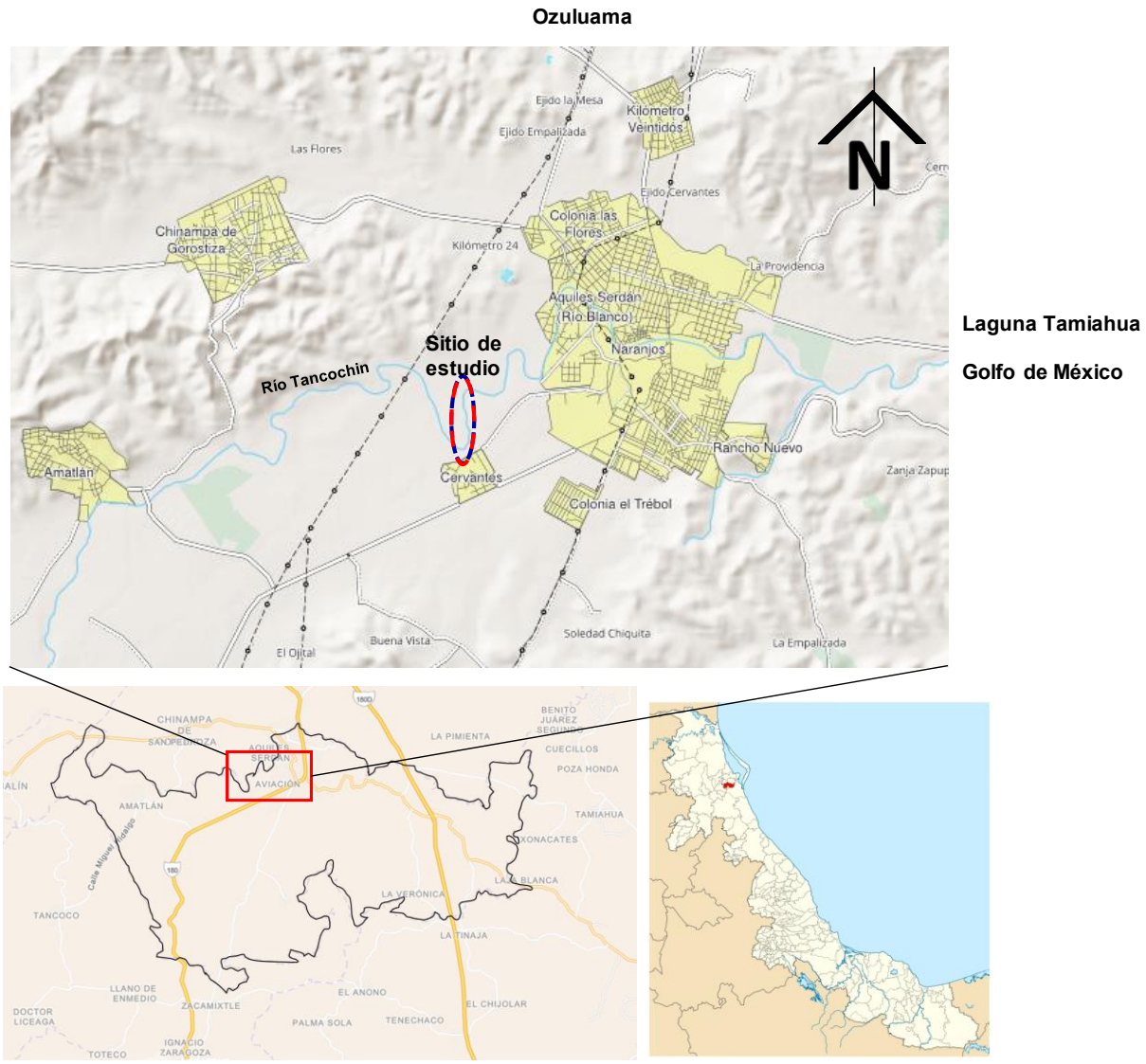


Figura 3 Croquis de ubicación del sitio de proyecto

II.2 Topografía

El relieve topográfico de la región en general está formado por lomeríos suaves con elevaciones de entre 100 y 200 msnm, llegándose a tener zonas de planicies, hacia el Oeste a una distancia aproximada de 20 kilómetros se tienen de lomeríos medios a fuertes zona conocida como la Sierra de Tancoco.

El área de estudio es de configuración topográfica plana, correspondiendo a las márgenes del río, extendiéndose la planicie hasta una distancia del orden de 2 km en donde se empieza a tener mayores elevaciones. A continuación, en la figura 3 se presenta un mapa con la topografía de la región.



Figura 4 Relieve topográfico

II.3 Contexto geológico

Naranjos Amatlán, se ubicada dentro de la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Norte, en esta provincia se encuentran franjas más o menos paralelas a la línea costera de rocas sedimentarias detríticas del Terciario, su edad decrece conforme disminuye su distancia del golfo, lo cual indica una regresión marina hacia el oriente. En algunas áreas dichas unidades se encuentran cubiertas por rocas volcánicas del Cenozoico Superior. Las rocas más antiguas en esta región son las del Cretácico Superior, en tanto que las más recientes son depósitos de suelos, formados por materiales detríticos derivados de las rocas preexistentes. Básicamente la estratigrafía corresponde al Eoceno que está representado por la unidad de lutitas y areniscas ínterestratificadas, depositadas en aguas poco profundas. Las lutitas son calcáreas, en ocasiones bentoníticas, de colores gris, verde y pardo; las areniscas son líticas compactas, de grano fino. Esta unidad pertenece a las Formaciones Velasco, Chicontepec, Aragón, Guayabal, Tantoyuca y Chapopote; sobreyace concordantemente a las rocas del paleoceno. Se distribuye principalmente en las localidades de Tempoal, Tantoyuca y al este

de Chicontepec. Las rocas ígneas extrusivas de composición básica del Cuaternario están formadas por derrames basálticos de olivino, basaltos andesíticos y por brechas volcánicas, distribuidos al este de Chicontepec y al noroeste de Cerro Azul.

Tanto de los recorridos en la zona como de la exploración de campo, se tuvo conocimiento del horizonte de lutitas color gris tono verdoso, cubierto por un espesor delgado de de material aluvial. En la figura 5 se presenta un croquis con las unidades geológicas de la zona, tomado de la carta geológica F14-9 Tamiahua.

Croquis geológico

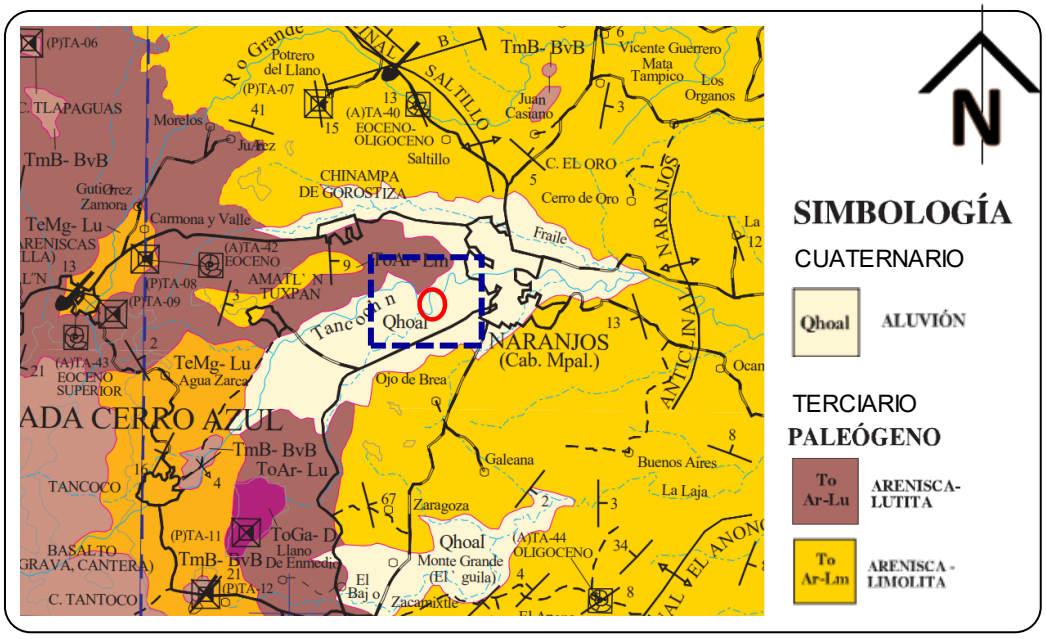


Figura 5 Geología

II.4 Contexto Sísmico

De acuerdo con la información presentada por el CENAPRED (centro nacional de prevención de desastres), la zona de estudio se encuentra en la zona sísmica B, no se descarta la posibilidad de llegar a presentar sismos de magnitud media, los cuales pueden representar un riesgo para la población ó causar daños a la infraestructura.
Particularmente, para el proyecto que nos compete, se obtendrá la aceleración máxima del terreno en la superficie, considerando estructura tipo A. De las propiedades mecánicas de los depósitos de suelos detectados mediante el sondeo profundo, se procede a calcular el periodo

de vibración Ts en el lugar con los siguientes valores de velocidad de propagación de Onda Vs, con la expresión:

$$Vs=100N^{(1/3)}$$

Siendo
Vs= velocidad de propagación de onda, m/s
N= número de golpes corregido en ensayo de SPT

El terreno natural se conforma de suelos sedimentarios, horizonte de lutitas de consistencia muy firme, material tipo II, Vs= 450 m/s. El cálculo de coeficiente sísmico se obtiene con el uso de la herramienta de cómputo Programa de diseño sísmico (PRODISIS) versión v4.1, desarrollado por la CFE en apoyo a las actualizaciones del manual de diseño por sismo. Los parámetros sísmicos así obtenidos se muestran en la tabla y figuras siguientes.

ESPECTRO DE ROCA		ESPECTRO DE SITIO	
	Zona sísmica	B	
Longitud	-97.7026 O	Latitud	21.3439 N
a0r:	50.19 cm/s²	a0:	130.46 cm/s²
c:	123.85 cm/s²	c:	495.66 cm/s²
		Ta:	0.2 s
		Tb:	1.4 s
		Tc:	2 s
		k:	1
		r:	0.67

Tabla 1

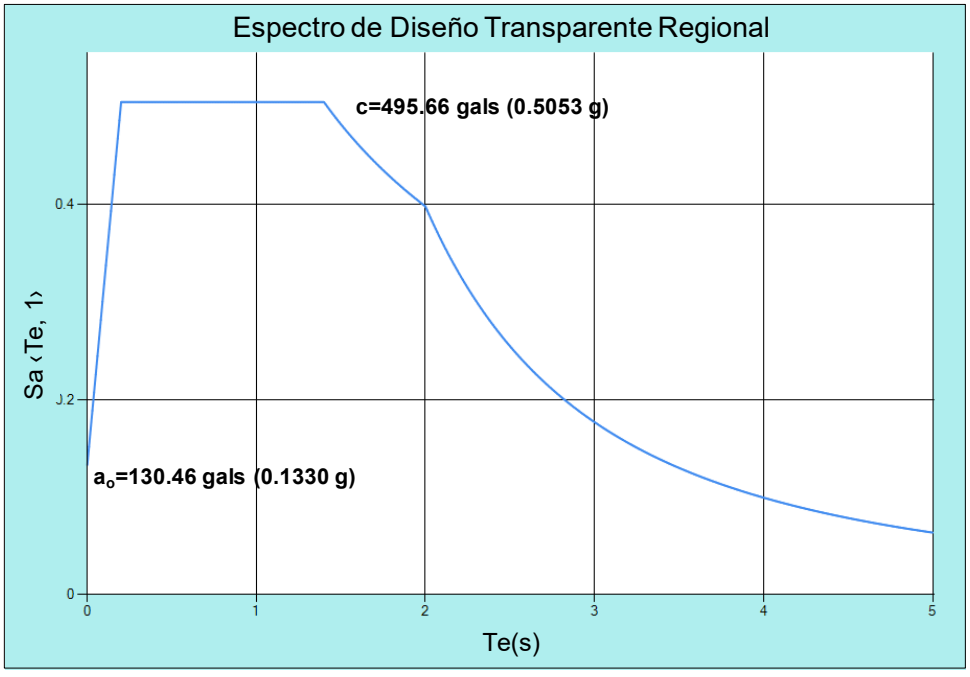


Figura 6

II.5 Hidrografía

El sitio se localiza en la región hidrológica No. 27 Tuxpan-Nautla, es la segunda región en extensión dentro del territorio veracruzano. El sistema fluvial determinante son las cuencas de los ríos Tuxpan-Nautla, además de los cauces secundarios y los sistemas lagunares – estuarinos asociados a esta región entre ellos la laguna de Tamiahua y otros de menor dimensión.

La localidad de Naranjos, se encuentra regado por el río Tancochín con una dirección de flujo de agua subterránea del Norte al Sureste. La cuenca hidrológica Río Tancochín tiene una superficie de aportación de 610 km2 y se ubica en la parte Noreste del país.

El Río Tancochín nace en la Sierra de Otontepec y desemboca en forma de estero en la Laguna de Tamiahua, entre las comunidades pesqueras de Saladero (municipio de Tamalín) y La Reforma (municipio de Tamiahua), es la principal cuenca hidrológica con la que cuenta Naranjos, Veracruz.

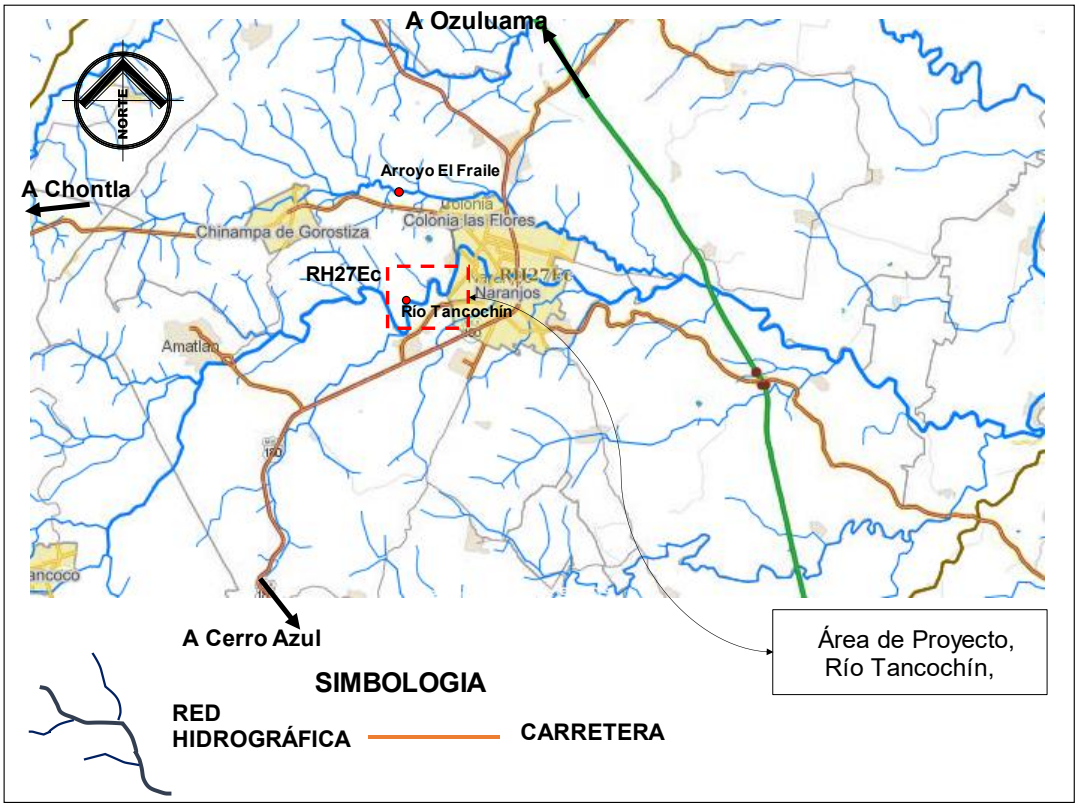


Figura 7 Red de escurrimientos

III. Exploración y características de los materiales

III.1 Exploración de campo

Para recabar información acerca de las características de los materiales tanto superficiales como en el subsuelo, se realizó una exploración de campo mediante recorridos al tramo, las observaciones directas de los depósitos aluviales superficiales, así como una campaña de exploración de tipo superficial (mediante pozos a cielo abierto) y exploración profunda (Sondeos con equipo rotatorio).

La excavación y muestreo de suelos mediante pozos a cielo abierto fue para la visualización y conocimiento directo de las capas de suelo (muestreo siguiendo la norma NMX-C-430-ONNCCE-2002), excavándose con equipo mecánico, ubicados de manera representativa 7 pozos tanto en las márgenes del río como en el cauce alcanzándose, la profundidad explorada fue de entre 2.0 y 2.50 metros.

Para llevar a cabo los 2 sondeos profundos, se utilizó un equipo rotatorio de perforación Longyear 24, equipado con bomba de lodos y torre mástil, la profundidad alcanzada fue del orden de 17 metros.

El procedimiento SPT, consiste del hincado a percusión de un penetrómetro estándar, provisto en su extremo de una zapata afilada de acero, el tubo tiene un tamaño total de 75 cm y un diámetro interior 3.5 cm, este muestreador se introduce hasta el fondo de la perforación y se hinca con un martinete de 63.5 kg de peso a una altura de caída constante de 75 cm, registrándose el número de golpes necesario para hacerlo penetrar en el terreno, se obtiene así un índice de penetración estándar expresado por el número de golpes del martillo N necesarios para hincar los 30 cm intermedios del tubo muestreador, este número ha sido correlacionado empíricamente con la compacidad relativa de los suelos de partículas gruesas (arenas) y con la consistencia de los suelos finos (arcillas y limos). Particularmente en el sitio los suelos se encuentran en estado muy firme, lo que se demuestra con la poca penetración de muestreador (no mayor a 15 cm) con los 50 golpes.

Las muestras recuperadas se protegieron adecuadamente para evitar la pérdida de humedad y posteriormente fueron transportadas al laboratorio central para practicarles los ensayes correspondientes.

A continuación, se presenta una tabla con las referencias de los sitios donde se realizaron las excavaciones y sondeos, así como un croquis de ubicación.

Croquis de ubicación de sitios explorados

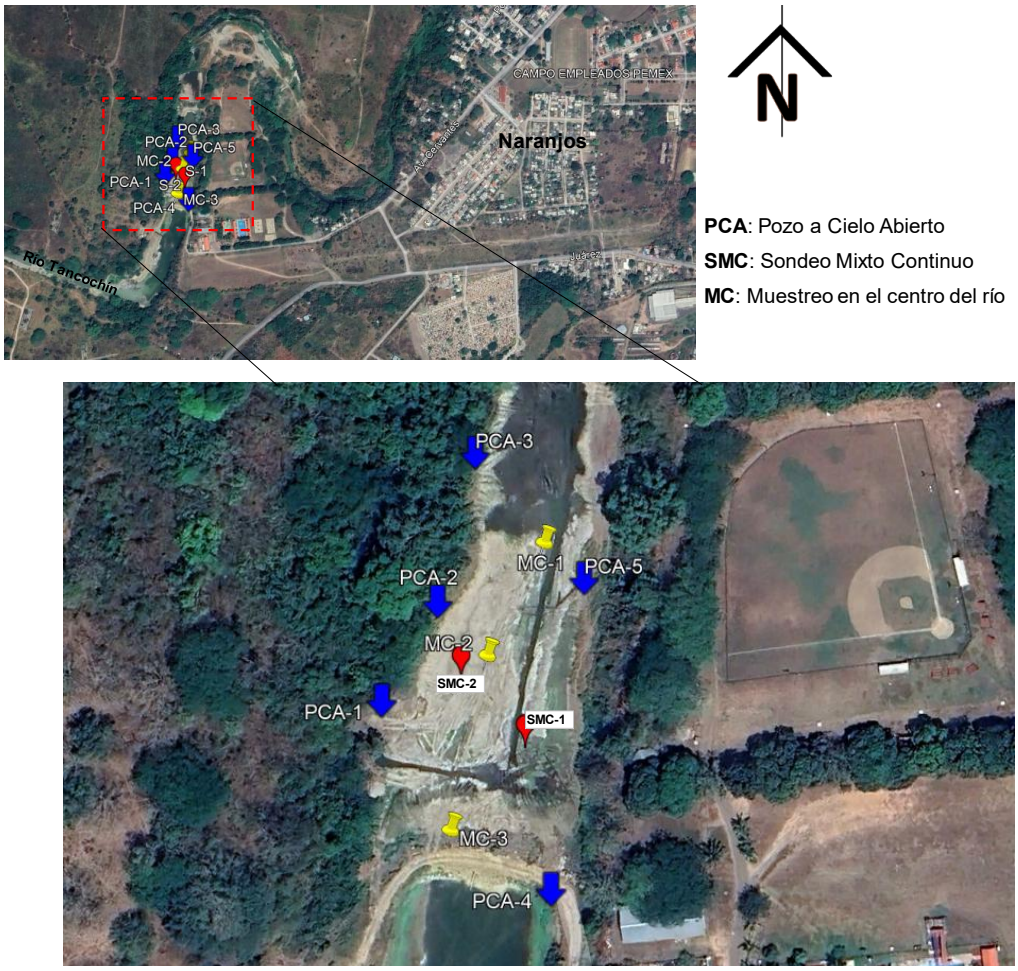


Figura 8

Ubicación de sitios explorados

Tipo y No. De Sondeo	Coordenadas UTM (Q14)	
	E	N
SMC-1	634520 m	2360753 m
SMC-2	634541 m	2360731 m
PCA-1	634495 m	2360772 m
PCA-2	634512 m	2360821 m
PCA-3	634523 m	2360681 m
PCA-4	634550 m	2360780 m
PCA-5	634559 m	2360793 m
MC	634545 m	2360756 m
MC	634527 m	2360700 m

SMC: Sondeo Mixto Continuo
PCA: Pozo a Cielo Abierto
MC: Muestreo en Cauce

Tabla 2

III.2 Ensayes de Clasificación

Los materiales recuperados en campo, que consisten básicamente de grava arena con fragmentos redondeados de roca, fueron ensayados en laboratorio con el objeto de describirlos de forma ingenieril. Para ello se les realizaron los siguientes ensayes:

- Tipo de suelo con respecto al sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS (ASTM-D2487): Que consiste en tomar registro de las características generales del material, como su color, tamaños de partículas, textura, acomodo general, estimación de su plasticidad y tenacidad, así como determinación del origen del suelo ya sea residual o sedimentario.
- Contenido de agua natural, (w%), (ASTM-D2216): Debido a que toda masa de suelo contiene en su estructura interior cierta cantidad de agua, y ésta influye decisivamente en su comportamiento mecánico, en su resistencia, es necesario determinar la cantidad neta de suelo y de agua en peso relacionándolas entre sí para obtener lo que se denomina humedad natural expresada en porciento.
- Límites de plasticidad de Atterberg, (L.L., L.P., C.L.), (ASTM-D4318): Se refiere ensayes que guían en prever el comportamiento de suelo ante variaciones en el contenido de agua, ya que a mayor humedad se sigue menor resistencia y a la inversa.
- Lavado para obtención de porcentajes de arena y de finos, (granulometría simplificada). ASTM-D1140: Los tamaños de las distintas partículas que conforman el material térreo son fundamentales en su comportamiento mecánico, a mayor contenido de partículas finas y con presencia de agua, se tienen mayores probabilidades de deformaciones. Una distribución de tamaños graduada proporciona mejor trabazón mecánica a la masa de suelo e incide en la dificultad o facilidad de excavación. El objeto es determinar qué cantidad (porcentaje basado en el peso) de arena, grava o de finos (limos o arcillas), contiene un suelo.
- Compresión simple (ASTM-D2166).- Esta prueba se realiza a un espécimen cilíndrico obtenido de una muestra inalterada, para determinar la resistencia o esfuerzo último de un suelo cohesivo a la compresión no confinada, mediante la aplicación de una carga axial con control de deformación.

- El peso volumétrico de los materiales se refiere a la relación que hay en peso por unidad de volumen de material, es un parámetro de mucha utilidad para estimar de forma preliminar y en el caso de terrenos naturales su resistencia o capacidad mecánica. Para el caso de materiales sueltos o removidos también es muy importante, ya que con ello se puede estimar las variaciones volumétricas que habrá de un estado suelto a uno compacto o viceversa. Particularmente en el proyecto en cuestión de desazolve del río Jalapita, se consideran necesarios para efectos de acarreos a los sitios de tiro.
- Densidad de sólidos. Es un ensaye que permite conocer la relación masa volumen específico de partículas respecto a la relación masa-volumen de agua. Se utilizan para calcular los volúmenes ocupados por el material en diferentes condiciones de contenido de agua.

III.3 Descripción estratigráfica general

Del contexto geológico de la zona y con base a la exploración de campo, se informa que en el sitio de proyecto se tienen suelos principalmente sedimentarios, sin embargo, los depósitos en la superficie corresponden a materiales acarreados de origen volcánico producto del arrastre pluvial desde la sierra de Tancoco. En seguida se describe de manera general la estratigrafía con base la exploración de campo.

En el sitio donde se pretende construir la estructura de la presa, el cauce tiene una sección uniforme, en la margen derecha se tiene un talud natural de entre 4 y 6 metros de altura, constituido por una capa de cobertura que da pie a la vegetación de arcilla de baja compresibilidad, con espesores del orden de 0.5 a 1.5 metros, posteriormente se tiene una capa de transición de suelos sedimentarios aluviales constituidos por gravas subredondeadas empacadas en una matriz de arcillas de compresibilidad media. Respecto a la margen izquierda se tiene un talud del orden de 2 a 3 metros de altura con una estratigrafía similar. En ambas márgenes subyacen a los lechos aluviales un horizonte de lutitas homogéneas en estado natural muy firme, de coloración gris oscuro tono verdoso.
Hacia el cuerpo del cauce se tienen depósitos aluviales de grava-arena, de partículas redondeadas y subredondeadas, el espesor del lecho aluvial es relativamente delgado desde

unos centímetros hasta 0.80 metros. En seguida se muestran los rangos de propiedades índice de las muestras de suelo.

Tabla 3

Rangos de propiedades índice (Pozos a Cielo Abierto PCA)

Descripción:	Grava arcillosa color gris claro, fracción fina de baja compresibilidad, con escaso contenido de fragmentos chicos de roca.	Horizonte de lutita color gris semioscuro tono verdoso. Roca suave que al disgregarse se obtiene arcilla de alta compresibilidad.
Espesor:	0.0-1.5	1.5 - 2.0
Contenido de agua (%)	15.4	13.9 - 29.9
TM>3" (%)	3.0 - 5.0	-----
Grava (%)	46.2	0.0
Arena (%)	21.2	0.2 - 6.0
Finos (%)	32.6	94.0 - 99.8
Límite Líquido (%)	44.3	35.6 - 56.0
Límite Plástico (%)	17.49	17.80 - 25.81
Índice Plástico (%)	26.81	17.80 - 30.19
Contracción lineal (%)	11.9	6.7 - 12.4
Clasificación SUCS	GC	CL, CH

CH: Arcilla de alta compresibilidad CL: Arcilla de baja compresibilidad GC: Grava Arcillosa

A través de la exploración profunda, se detectó la presencia de un horizonte homegéneo y profundo de lutitas densas homogéneas, prácticamente aflora a la superficie siendo cubierto por el lecho aluvial, en su estado natural de subsuelo su color es gris oscuro tono verdoso, con esporádicas incrustaciones de moluscos y conchas a mayores profundidades, considerándose un depósito de consistencia muy firme, de varios metros espesor, pues se detectó su continuidad hasta los 17 metros explorados. Las lutitas del sitio son un tipo de roca relativamente suave, su estado natural es de consistencia dura, al disgregarse producen arcillas del tipo CH (arcilla de alta compresibilidad, con límite líquido de entre 50 a 60%), sin embargo, por su dureza, requiere para su excavación de maquinaria excavadora tipo 320.

Lutita, material de origen sedimentario, su formación es a partir de la sedimentación gradual de corrientes no turbulentas, comunes en ambientes de lagos, llanuras de inundaciones de río, lagunas y zonas de cuencas oceánicas profundas.

En las tablas siguientes se presentan los valores de propiedades índice correspondientes a muestras de suelo recuperadas mediante exploración profunda (SPT).

Tabla 4

Rangos de propiedades índice (Sondeos Profundos SPT)

Descripción:	Grava arcillosa color gris claro, fracción fina de baja compresibilidad, con escaso contenido de fragmentos chicos de roca.	Horizonte de lutita color gris semioscuro tono verdoso. Roca suave que al disgregarse se obtiene arcilla de alta compresibilidad.
Espesor:	0.0-1.0	1.0 - 17.0
Contenido de agua (%)	6.7 - 9.6	15.05 - 25.71
TM>3" (%)	5.0 - 10.0	-----
Grava (%)	71.9 - 81.4	0.0
Arena (%)	9.5 - 14.1	0.2 - 3.7
Finos (%)	9.1 - 14.0	95.4 - 99.8
Límite Líquido (%)	39.50 - 41.30	53.10 - 64.2
Límite Plástico (%)	18.12 - 21.06	14.92 - 24.31
Índice Plástico (%)	18.44 - 23.18	35.49 - 47.28
Contracción lineal (%)	10.3 - 10.5	13.7 - 17.0
Clasificación SUCS	GC, GP-GC	CH

CH: Arcilla de alta compresibilidad
GC: Grava Arcillosa
GP-GC: Grava mal graduada con arcilla

Respecto a las propiedades mecánicas de los suelos, se tiene que el horizonte principal de suelo se encuentra en estado muy firme, la determinación de sus parámetros mecánicos se realiza mediante ensayes a compresión sin confinar, tanto a muestras de suelo obtenidas en la superficie, como a las muestras recuperadas en el ensaye de SPT, otra forma de estimar el valor de la cohesión es mediante la correlación de numero de golpes. En seguida se muestra una tabla con los diferentes valores de cohesión, peso volumétrico natural y módulo de

elasticidad, valores que se deberán de utilizar de manera conservadora. Cabe mencionar que sea descartado la determinación del ángulo de fricción interna, por tratase de un suelo predominantemente finos.

Tabla 5

Tabla de Propiedades mecánicas

DESCRIPCIÓN:	Lutita color gris semioscuro tono verdoso.		
Valores obtenidos mediante	Ensayes a compresión simple de muestras de suelo obtenidas de pozos a cielo abierto (PCA).	Ensayes a compresión simple de muestras de suelo recuperadas de ensaye de SPT.	Correlación que permiten estimar el valor de la cohesión mediante ensayo SPT, sugerida por Stroud (1974) $C_u = K * N_{60}$
Espesor (m):	0.0-2.0	1.0-17.0	C_u: Cohesión K: Cte, 0.44 t/m² N_{60}: Valor de N_{spt} corregido. $N_{60} \cong 0.7\ Nspt$ $N_{SPT\ campo}$=50 N_{60}=35 C_u=15.4 t/m² C_u=1.54 kg/cm²
Esfuerzo a la Compresión Simple (kg/cm²)	18.0-29.3	4.6 - 6.6	
Cohesión (C_u) (kg/cm²)	9.0 - 14.7	2.3 - 3.3	
Peso Volumétrico Natural (kg/m³)	2240 - 2030	2014 - 2140	2080-2116
Módulo de elasticidad (E) kg/cm²	233-567	59.6-94.7	E=77.6(N_{60}) =2716 t/m² ó 271 kg/cm²

Los parámetros mecánicos obtenidos mediante ensayes de muestras a compresión simple obtenidas con muestreador de mediacaña (procedimiento de penetración estándar) se consideran conservadores, en virtud de la alteración que genera el procedimiento, ya que, el horizonte de lutita en campo se encuentra en estado muy firme, condición que se refleja en los parámetros obtenidos de muestras superficiales.

Una vez que se han dado a conocer las características estratigráficas de sitio, en seguida se muestra un perfil general de la disposición de los suelos, donde se puede corroborar lo descrito en este apartado.

Perfil general se suelo

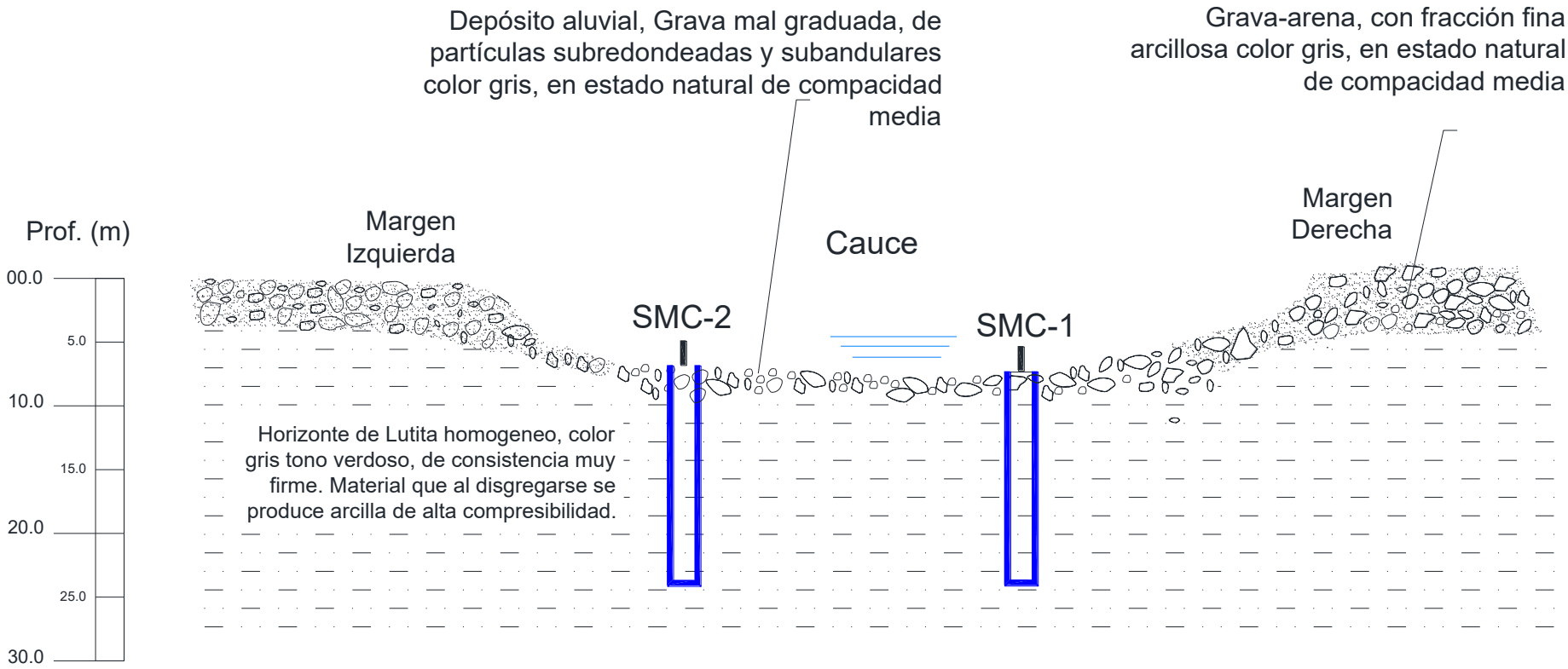


Figura 9.- Perfil estratigráfico general del sitio

III.4 Permeabilidad

Las propiedades de permeabilidad del suelo por el tipo de proyecto, es de suma importancia, considerando que se trata de asegurar el embalse suficiente, siendo necesario entonces, el determinar las características de permeabilidad del terreno, es decir su capacidad de drenar o no líquidos.

El coeficiente de permeabilidad de un suelo en términos prácticos es la velocidad del agua a través del mismo, cuando está sujeto a un gradiente hidráulico unitario y su determinación es suma importancia para la formación del criterio del proyectista de la obra.

Con base a la exploración mediante sondeos profundos, el cauce del río está constituido por un horizonte de lutitas (Arcilla) de consistencia firme, que se observó desde 1.0 de profundidad y hasta los 17 metros explorados, es decir, suelos constituidos por partículas finas, para constatar la permeabilidad se realizaron pruebas a muestras inalteradas de suelo (recuperadas durante exploración superficial), mediante el permeámetro de carga variable para determinar el coeficiente de conductividad hidráulica (k); el principio de este tipo de permeámetro es hacer circular un gasto de agua a través de una probeta de suelo con área y longitud conocidas midiendo la pérdida de la carga hidráulica en relación al tiempo.

De los ensayes practicados se obtuvo un valor promedio de 3.205E-07, y de acuerdo con la tabla de coeficiente de permeabilidad para diversos tipos de suelo propuesta por A. Casagrande y R. E. Fadum (tabla T.IV.1), nos indican una conductividad hidráulica baja, es decir, suelos prácticamente impermeables, a su vez, durante los ensayos SPT, no fue necesario ademar la perforación, puesto que no se tuvo perdida de agua, descartándose agrietamiento de la lutita.

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

k, en cm/año (escala logarítmica)

10^{2} 10^{1} 10^{0} 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10

PROPIEDADES DE DRENAJE	BUENO			MALO	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE
APLICACIÓN EN PRESAS DE TIERRA Y DIQUES	SECCIONES PERMEABLES DE PRESAS Y DIQUES			SECCIONES IMPERMEABLES DE PRESAS Y DIQUES	
TIPOS DE SUELO	GRAVA LIMPIA	ARENAS LIMPIAS Y MEZCLAS DE GRAVAS	ARENAS FINAS, LIMOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS. MEZCLAS DE ARENA, LIMO Y ARCILLA MORENA* GLACIAL, DEPÓSITOS ESTRATIFICADOS DE ARCILLA, ETC.		SUELOS IMPERMEABLES ARCILLAS HOMOGÉNEAS A LA IMTEMPERIE
		SUELOS IMPERMEABLES MODIFICADOS POR LOS EFECTOS DE LA VEGETACION E INTEMPERIE			
DETERMINACION DIRECTA DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	PRUEBA DIRECTA DEL SUELO EN SU ESTADO NATURAL (PRUEBA DE BOMBEO) SEGURA SI SE HACE CORRECTAMENTE, SE REQUIERE BASTANTE EXPERIENCIA				
	PERMEAMETRO DE CARGA COSNTANTE SE REQUIERE POCA EXPERIENCIA				
DETERMINACION INDIRECTA DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD		PERMEAMETRO DE CARGA VARIABLE			
		SEGURO NO SE REQUIERE MUCHA EXPERIENCIA	INSEGURO SE REQUIERE MUCHA EXPERIENCIA	RELATIVAMENTE SEGURO SE REQUIERE MUCHA EXPERIENCIA	
	CÁLCULO POR MEDIO DE LA DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DEL GRANO (VG FORMULA DE HAZEN) APLICABLE SOLAMENTE EN ARENAS Y GRAVAS LIMPIAS Y SIN COHESIÓN.				CALCULO POR MEDIO DE PRUEBAS DE CONSOLIDACION. SE REQUIERE EQUIPO DE LABORATORIO COSTOSOS. REQUIERE CONSIDERABLE EXPERIENCIA
		PRUEBA DE CAPILARIDAD HORIZONTAL, SE REQUIERE POCA EXPERIENCIA. UTIL PARA PRUEBAS RÁPIDAS EN EL CAMPO.			

$C10^{6}$ $C10^{5}$ $C10^{4}$ $C10^{3}$ $C10^{2}$ $C10^{1}$ $C10^{0}$ $C10^{-1}$ $C10^{-2}$ $C10^{-3}$ $C10^{-4}$ $C1$

k, en m/año (escala logarítmica)

* TERRENO DE ACARREO POR VENTISQUEROS- CUADRO DE ARTHUR CASAGRANDE Y R.E. FADUM

Tabla 6

IV. ANÁLISIS GEOTECNICO

En este apartado se presenta el análisis de la capacidad de carga del sistema suelo-cimentación, con base al tipo de proyecto y condiciones de terreno de apoyo.

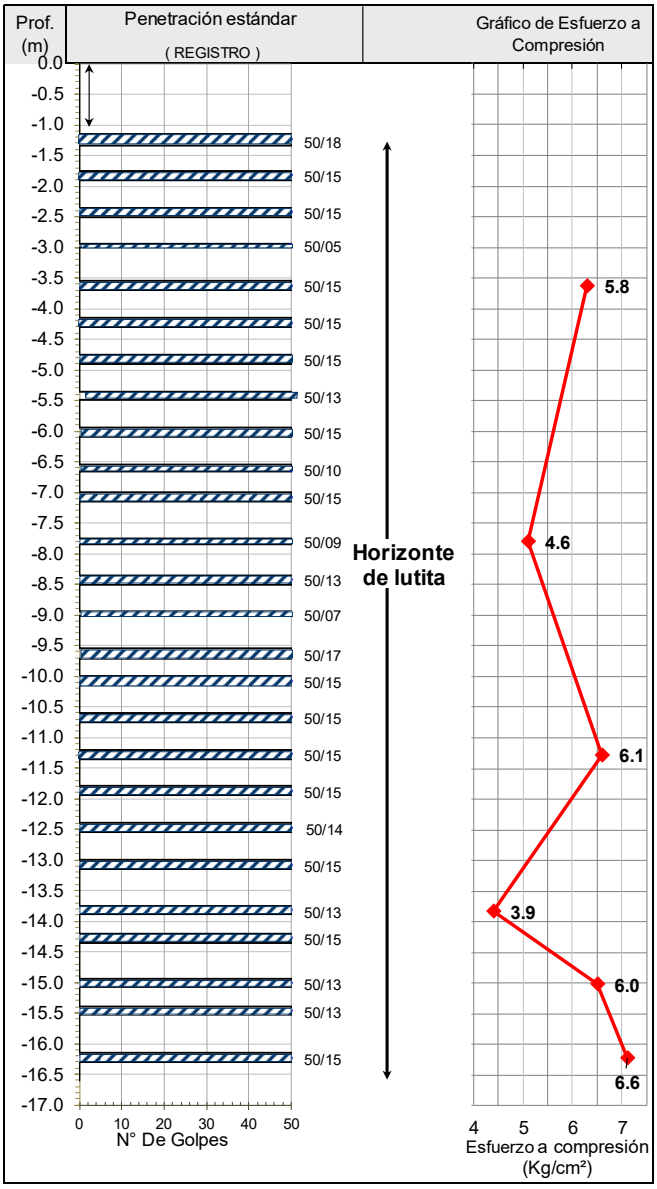
Como resultado de la exploración se determinó la existencia de un horizonte de lutita (Roca Sedimentaria) con elevada resistencia, estrato que se encuentra cubierto por un espesor delgado de material aluvial en la zona del cauce, en tanto que, hacia las márgenes se observa desde la superficie.

Como antecedente de proyecto, este consiste en una obra hidráulica en el río Tancochin que se conformara por diversas estructuras, entre la que destaca la cortina (Estructura construida al paso de la corriente para almacenar y/o derivar el agua que fluye hacia la misma), con dimensiones de 4 metros de altura y una longitud de 60 metros.

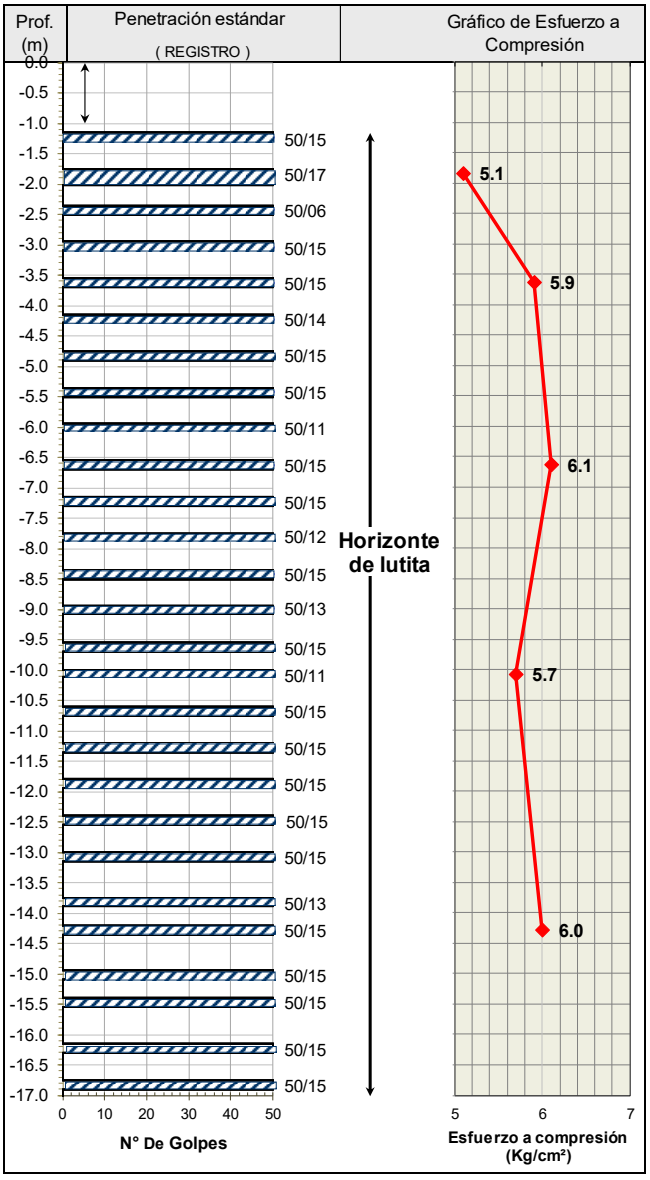
Pues bien, con base a características del suelo y del tipo de proyecto, la estructura a construirse podrá desplantarse sobre el estrato de lutita, considerada una cimentación de tipo continua, tomando como base la resistencia que prevalece en el total de la profundidad explorada, con registros de números de golpes N=50 para penetrar un espesor de suelo de entre 10 y 15 cm (50/15), como se puede apreciar en las gráficas, donde se muestran también valores de los esfuerzos a compresión simple obtenidos de ensayes practicados a las muestras de suelo obtenidas con muestreador mediacaña (mediante el procedimiento de SPT), desde luego no son de todo representativos por la condiciones de alteración des propio ensayo, sin embargo, se optó por obtener tal referencia, que se tomara con la debida cautela técnica, considerando que el horizonte de lutita es de varios metros de espesor, firme, denso, continuo impermeable y apto para el desplante de la estructura.

Grafico de registro de número de golpes en ensayo SPT

SMC-UNO



SMC-DOS



Como puede verse en los gráficos presentados, la presencia de lutita es prácticamente desde la superficie, por lo que se recomienda un empotre mínimo de 1.50 metros o bien mayor si es necesario por requerimientos estructurales o hidráulicos.

IV.1 Capacidad de carga

Para la determinación de la capacidad de carga del estrato resistente, si bien sabemos de la presencia de estratos descritos como lutitas, de estructura muy compacta o densa, este material al disgregarse se produce una arcilla de alta compresibilidad, por lo que para efectos de cálculos se considera suelos puramente cohesivos, revisándose con la ecuación general propuesta por Meyerhof y considerando los números de golpes obtenidos con el ensayo SPT, se calcula también el valor de q_{adm} mediante la expresión propuesta por Meyerhof-Bowles.

Expresión matemática propuestas por Meyerhof,

$$q_{adm} = \left(cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi}\right)\frac{1}{F.S.}$$

Siendo:

⇨ q_{adm}, la capacidad de carga admisible del suelo sobre el que se pretende desplantar la cimentación t/m^2.

⇨ c, el valor de la cohesión del suelo sobre el que se apoya el cimiento, t/m^2

⇨ q, Esfuerzo efectivo a nivel de desplante (ton/m²)

⇨ B, Ancho de la cimentación (m)

⇨ γ, el peso volumétrico del suelo, t/m^3

⇨ N_c, N_q, son factores de capacidad de carga,

⇨ F_{cs}, F_{qs}, son factores de forma según Vesic-De Beer

⇨ F_{cd}, F_{qd}, son factores de profundidad recomendados por Hansen

⇨ F_{ci}, F_{qi}, son factores de inclinación, según Meyerhof y Hanna

⇨ $f.s.$, es un factor de seguridad (al cual se le ha asignado un valor de **3**).

Factores de forma, profundidad e inclinación [DeBeer (1970); Hansen (1970); Meyerhof (1963); Meyerhof y Hanna (1981)]. (Fundamentos de ingeniería de cimentaciones)

Sustituyendo en la expresión anterior los parámetros mecánicos de los suelos y los factores correspondientes, el valor de capacidad de carga admisible (q_{adm}) resulta de 57.1 t/m² para una cimentación considerada de tipo corrida, desplantada a 1.50 metros de profundidad y base

igual a 4.50, mostrándose enseguida la tabla con los valores que intervienen en la obtención del valor de q_{adm}. Posteriormente se presenta un gráfico con valores de q_{adm} para diferentes bases de cimentación, así como para una profundidad de desplante mayor.

ESTIMACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA

Consideraciones generales de la cimentación

Tipo de falla:	General	
Tipo de cimentación:	Zapata continua	
Profundidad de desplante:	1.5	metros
Base:	4.5	metros
Longitud:	64.0	metros

Parámetros a utilizarse en análisis

Cohesión (c) kg/cm² :	2.90
Ángulo de Fricción Interna (ϕ) °:	0
Peso Volumétrico natural (γ) kg/m³:	1000
Peso Volumétrico natural Sumergido (γ') kg/m³:	----
Factor de seguridad (F.S.):	3.0

Expresión a utilizar: Teoría de Meyerhof

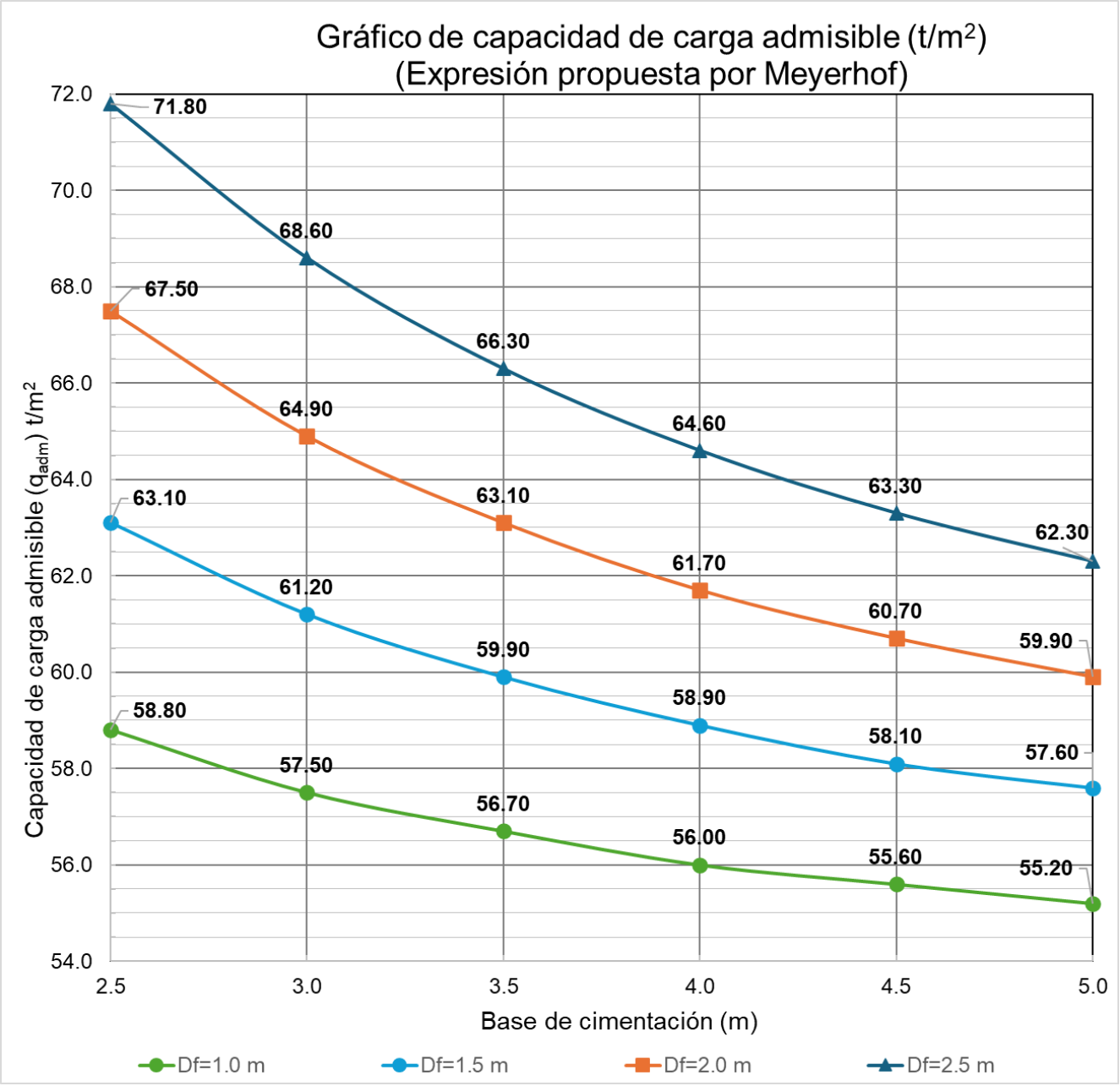
$$q_{adm} = \left(cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi}\right)\frac{1}{F.S.}$$

Factores de

Capacidad de Carga	N_c:	N_q:	$N\gamma$:
	5.14	1.0	0.0
Forma	F_{cs}:	F_{qs}:	$F_{\gamma s}$:
	1.02	1.0	1.0
Profundidad	F_{cd}:	F_{qd}:	$F_{\gamma d}$:
	1.12	1.0	1.0
Inclinación	F_{ci}:	F_{qi}:	$F_{\gamma i}$:
	1.0	1.0	1.0

Capacidad de carga admisible

q_{adm} = 57.1 t/m²



Expresión propuesta por Meyerhof-Bowles

Otra forma de determinar la capacidad de carga admisible es mediante la correlación del registro de número de golpes, obtenidos del ensaye de penetración estándar (SPT), con la expresión matemática propuesta por Mereyhof y modificada por Bowles, teniéndose la particularidad de limitar los asentamientos a un valor máximo de 1” (25 mm).

$$q_{adm} = 11.98Ne\left(\frac{3.28B+1}{3.28B}\right)^2 F_d\left(\frac{S_e}{25}\right)$$

q_{adm}= Capacidad de carga admisible (KN/m²)

Ne= Numero de golpes de la prueba de penetración estándar, corregido por un factor de eficiencia de (45/60), utilizando en este caso los números de golpes registrados de 50 golpes.

B= Ancho de la cimentación en metros.

F_d= Factor de profundidad, $F_d = 1 + \frac{D_f}{3B} \leq 1.33$

Se= Asentamientos tolerable en mm

Sustituyendo los valores correspondientes en cada una de las variables, el valor de qadm, mediante esta expresión resulta de:

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

Expresión utilizada Propuesta por Meyerhof y Bowles (correlación con numero de golpes)

Proyecto: Presa derivadora, Municipio de Naranjos de Amatlan, Ver.

$$q_{adm} = 11.98Ne\left(1 + 0.33\frac{D_f}{B}\right)\left(\frac{S_e}{25}\right)$$

(N) Número de golpes	(Ne) Numero de golpes corregido	(B) Base de cimentación (m)	(D_f) Prof. Desplante (m)	(Se) Asentamientos Esperados (mm)	q_{adm} (KN/m²)	q_{adm} (t/m²)
50	37.5	4.5	1.5	25	498.7	50.8

Del cálculo de capacidad de carga admisible (q_{adm}), se tiene que para la base de la cortina considerada según proyecto de 4.5 metros y un empotre mínimo de 1.50 metros, el valor de q_{adm} obtenido con dos diferentes expresiones matemáticas, resulta de **58.1 ton/m²** y **50.8 ton/m²**, este último limitando los asentamientos a 1", teniéndose que, en general en el sitio y para el tipo de obra se satisface el estado límite de falla.

IV.2 Estimación de asentamientos

La imposición de nuevas presiones a un estrato de suelo modifica desde luego su estado de esfuerzos, que se llega a reflejar en variaciones volumétricas, esto tanto en suelos finos como en suelos arenosos; en el caso que nos compete, el terreno de apoyo corresponde a un horizonte de lutita, material denso con elevada resistencia al esfuerzo cortante, por su composición se considera como roca suave, de muy baja permeabilidad. Para estimación de asentamientos se puede considerar como un suelo fino muy firme.

La magnitud de estas variaciones de volumen depende de varios factores, los que fundamentalmente influyen, son la presión adicional aplicada al estrato de suelo y las dimensiones del área cargada por el cimiento, por ello se hace uso de la expresión matemática propuesta por Schleicher, la cual se indica a continuación.

$$\rho_m = \frac{0.82(1-v^2)}{E} q_m B$$

ρ_m = Asentamiento medio (cm)

v = Relación de Poisson = 0.30

E = Módulo de elasticidad del suelo (kg/cm²), obtenido mediante correlación con ensayo SPT

E= 271.60 kg/cm²

q_m = Presión media aplicada (t/m²)=30 t/m²

B = Ancho de la cimentación (cm)=450 cm

Sustituyendo en la ecuación anterior los valores correspondientes, considerando la presión a transmitir del orden de 30 t/m²; resulta un valor de asentamiento del orden de 3.7 cm, magnitud que se considera dentro de tolerancia, es decir se satisface el estado límite de servicio.

Ha de comentarse que el valor de la presión a trasmitir ha sido considerado de manera tentativa, de análisis general se estima una carga máxima de 93.5 t-m, sin embargo, si al momento de realizar el diseño estructural se tienen valores diferentes, deberá notificarse oportunamente para revisar nuevamente las deformaciones de tipo elásticas a ocurrir.

IV.3 Módulo de reacción

El módulo de reacción o coeficiente de balasto para diseño estructural, es un parámetro que se define como el cociente entre la presión transmitida en un punto y la deformación generada, es decir, la presión de contacto y el valor de asentamiento total:

$$k = \frac{q}{\Delta},$$

Siendo:

K= módulo de reacción, expresado en kg/cm²/cm o MN/m³

p= presión de contacto

∆= deformación lineal o asentamiento

Tal valor se obtiene mediante un ensayo de placa metálica, de 30 cm de lado, a la que se aplica presión con el apoyo de vigas, gatos hidráulico y dispositivos de medición, así como un camión lastrado para poder contar con la estructura de reacción que haga posible la transmisión de presión al suelo. Para distintos incrementos de carga se registran las deformaciones, y del análisis de gráfico se obtiene el valor k.

Particularmente para este estudio no se tiene al alcance dicha prueba, por lo tanto, se procede a sustituir los valores en la expresión antes citada resultando **k=0.81 kg/cm²/cm.**

IV.4 Clasificación del Terreno para Efectos de Excavación

Generalidades para clasificación

La clasificación del suelo para fines de excavación depende del grado de cementación, consistencia del material en caso de suelos finos y compacidad si de suelos granulares, se trata desde luego, del grado de dificultad para extraerlo, las características físicas de los suelos son importantes pues ayudan para esta clasificación, es decir intervienen diversos factores que enseguida se enlistan:

1. Dureza de los materiales.
2. Granulometría a la extracción.
3. Resistencia a la compresión simple.
4. Clasificación visual y al tacto.
5. Dificultad de extracción y carga.
6. Topografía del terreno.
7. Clima.
8. Rendimiento medio de la maquinaria.

Generalidades de clasificación de suelos

De acuerdo con los puntos anteriores, se han establecido diversos criterios en normativas según la dependencia:

La CONAGUA establece:

> Material común. - Tierra, arena, grava, arcilla y limo, materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así también a las fracciones de roca, piedras sueltas o peñascos, etc, que cubiquen menos de 0.75 m3. En general todo material que no se clasifique como roca fija.
>
> Roca fija. - Mantos con dureza y textura que impliquen no ser aflojados económicamente sino sólo con explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. Incluye a las fracciones de roca, piedras sueltas o peñascos, etc, que cubiquen más de 0.75 m3.

Clasificación genérica

Se han enumerado los materiales del I al III y III, considerando material Tipo I, al suelo que representa menor dificultad para su excavación y material Tipo IIIA aquel que se encuentra en estado muy compacto, para el cual es necesario maquinaria de gran potencia.

En la siguiente tabla se describen cada tipo de suelo, que se han establecido en la clasificación genérica.

Criterio de clasificación Común

Material	Herramienta ó equipo de excavación	Descripción
TIPO I	Pico, Pala, o Tractor con cuchilla.	Se consideran como materiales tipo I, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.5 cm (3"), arenas médano, arcillas blandas, limos y arenas, y en general todo aquel material en el cual, un peón puede rendir 5 (cinco) m³/jornada.
TIPO II	Pico y Pala, Retroexcavadora, Pala mecánica o Tractor con cuchilla.	Corresponden a esta clasificación, las arcillas y limos consistentes con bajos contenidos de agua, las rocas muy alteradas como lutitas suaves, conglomerados medianamente cementados, areniscas y arenas limosas medianamente compactas, y en general se consideran dentro de este tipo II, los materiales en los cuales, un peón puede rendir máximo 3.5 m³/jornada.
TIPO III	Con maquina Excavadora. Pala mecánica	Por su dificultad de extracción y sustracción, baja ostensiblemente el rendimiento de la maquinaria convencional. Se consideran como material tipo III los tepetates muy compactos, las arenas limosas o arenas arcillosas muy cementadas y conglomerados, tepetate duro, arenisca muy compacta, boleos consolidados con material tepetatoso también muy duro, y en general todo aquel material en el cual, un peón no llega a rendir 1 (uno) m³/jornada.
TIPO III-A	Explosivos y/o equipo neumático, Cuñas, Cincel y Marro	Material que por su dificultad de excavación y sustracción, requiere del uso de marros, cuñas y macetas (si se ataca manualmente) o de explosivos y/o equipo neumático o zanjadores especiales para corte y sustracción; también se consideran como material tipo III-A, las rocas sueltas con dimensión mayor de 75 cm, las rocas basálticas, riolitas, areniscas, granitos y andesitas sanas.

Tabla 7

Clasificación de suelo en el sitio de estudio

Pues bien, de acuerdo con los parámetros mencionados de clasificación en este apartado, a las características físicas de los suelos, a sus propiedades índice y a la consistencia determinada en los trabajos de exploración de campo mediante pozos a cielo abierto y sondeos

profundos, se presenta en la siguiente tabla la clasificación para efectos de excavación de los suelos en el sitio de proyecto:

Clasificación de suelos para efectos de excavación

Espesor	Descripción	Criterio Común	Criterio con base a la CONAGUA	Observaciones
0.0-1.0 metros	Depósito Aluvial, grava arcillosa de compacidad media	Tipo (00-100-00)	Común	Material que se encuentra en las márgenes con espesores del orden de 2.0 metros y en el cauce del río en un orden de 1 metros.
1.0-17.0 metros	Horizonte de lutitas, en estado natural muy firme, con registros de número de golpes Nspt=50 y valores de resistencia al corte mayores a 2 kgcm²	Tipo (00-50-50)	Roca Fija	Horizonte de lutitas que se llega a observar de manera superficial, en la zona de cauce a partir de 1 metro y prevalece hasta los 17 metros explorados

Tabla 8

V. CONCLUSIONES GENERALES

1. El sitio elegido para construcción de la presa reservorio, en el río Tancochín, está situado el oeste de la ciudad de Naranjos, en un sitio de configuración de terrazas, llanos extendidos de pendiente suave a media, y disectados por el flujo del río conformando algunas terrazas, la margen derecha más elevada con respecto a la izquierda.

2. No se tuvo evidencia de fallas geológicas en el lugar, y por el tipo de superficie extendida en los alrededores se descartan fenómenos de derrumbes o inestabilidad de taludes. El sitio es de baja intensidad sísmica, ubicándose en la zona B según regionalización sísmica de la CFE para la República Mexicana. Por la importancia de la obra, se clasificará como tipo A.

3. De la exploración de campo mediante caminamientos, aguas arriba y aguas abajo, del muestreo de suelos mediante pozos a cielo abierto y de sondeos con equipo rotatorio en el cauce, se puede informar que en el sitio se tienen capas superficiales de suelos sedimentarios aluviales, conformados por grava-arena y boleos empacados en matriz de arcilla. Propiamente en el cauce, se tiene un delgado depósito de aluvión, grava-arena y boleos cuya roca principal es de origen volcánico y que han sido arrastrados desde zonas altas en la sierra de Tancoco. Este depósito está prácticamente limpio de suelo fino y su espesor en la exploración fue variado con máximo de 0.80 metros. Como horizonte principal y basamento del cauce y márgenes, se tiene una unidad de material sedimentario compacto, una lutita de color gris tono verdoso, homogénea, densa y de consistencia muy dura, que incluso aflora en varias zonas del río, esta unidad prevalece a varios metros de profundidad (es continua en los 17 metros de profundidad de los sondeos, prácticamente a partir del fondo del cauce).

4. Para los propósitos de la obra, el horizonte de lutitas descrito es apto para el desplante de la estructura, dada su homogeneidad a lo ancho del cauce y por su amplio espesor, esta unidad adsorberá prácticamente el total del bulbo de presiones. El cimiento de la presa en sí, lo constituye la misma losa de apoyo de muros.

5. En ese sentido, los valores de capacidad de carga del sistema suelo-cimiento y la profundidad de desplante, se presentan en el apartado correspondiente para distintos anchos de base y profundidades de desplante. Llegando a ser la capacidad de carga admisible de varias decenas de toneladas sobre metro cuadrado.

6. Dada la rigidez del amplio horizonte de densas lutitas, se considera que los asentamientos estando en funciones, será de algunos centímetros, y que se cumplen los estados límite de servicio, desde luego se verificará el módulo de balasto con el orden de presiones que efectivamente se vayan a transmitir al subsuelo.

7. De la revisión en sondeos con equipo rotatorio y la continuidad de resistencia y tipo de material, se afirma la continuidad del horizonte profundo de lutitas, de su densidad y alta resistencia para el tipo de obra, tratándose además de un material prácticamente impermeable, roca suave de baja permeabilidad con coeficientes de conductividad hidráulica del orden de k=10-7, siempre y cuando se mantenga en su estado natural sin afectación por intemperismo.

8. No se tuvo evidencia de agua en el subsuelo o contenida como acuífero a la profundidad explorada , de las propiedades impermeables del horizonte de lutita, y considerando la estructura de concreto armado, no se tienen aspectos que generen fenómeno de subpresión.

9. Durante la exploración el tirante de agua en el río fue de unas decenas de centímetros, sin embargo, dado que el terreno de cimentación y basamento del cauce es prácticamente impermeable, y la configuración topográfica es de bordos en las riveras, es factible el construir un embalse. En el caso de las márgenes con material aluvial granular, es posible revestirlas con suelo fino arcilloso de bancos de la región.

10. Para efectos de presupuestación de excavaciones, las capas de material de aluvión tanto del lecho del río como de las márgenes se clasifican como material común, o tipo B, en tanto que el horizonte de lutita densa se le asignará una

clasificación 00-50-50, es decir, 50% material tipo B y 50% material tipo C, desde luego en campo deberán hacer los ajustes correspondientes.

11. De bancos de materiales, para la conformación de bordo o terraplenes se tiene el banco de préstamo denominado “Banco Farela”, en donde se dispone de material fino, habiendo en los alrededores de la zona de proyecto, otros sitios de explotación de materiales, que consisten principalmente de arenas limosas. Para la elaboración de concreto, podrán utilizarse agregados pétreos procedentes del banco denominado Triturados Santa Clara ubicado en la localidad El Guaguaco, municipio de Cerro Azul.

12. Cualquier cambio en la disposición de los depósitos de suelo, que no se hayan detectado con el presente estudio, deberá notificarse oportunamente para hacer la corrección geotécnica pertinente.

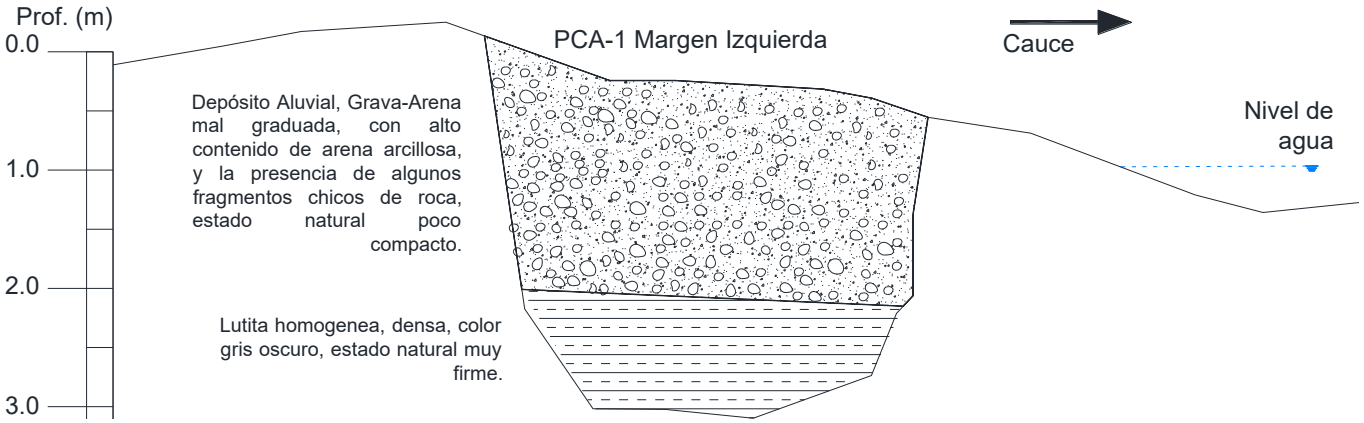
Xalapa de Enríquez, Ver. a 01 de noviembre de 2024

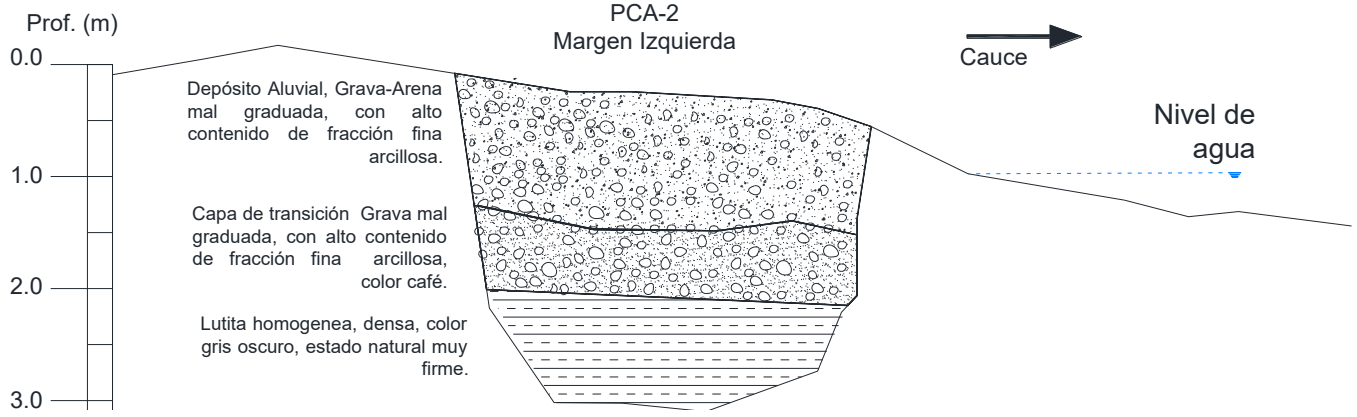
[redacted]

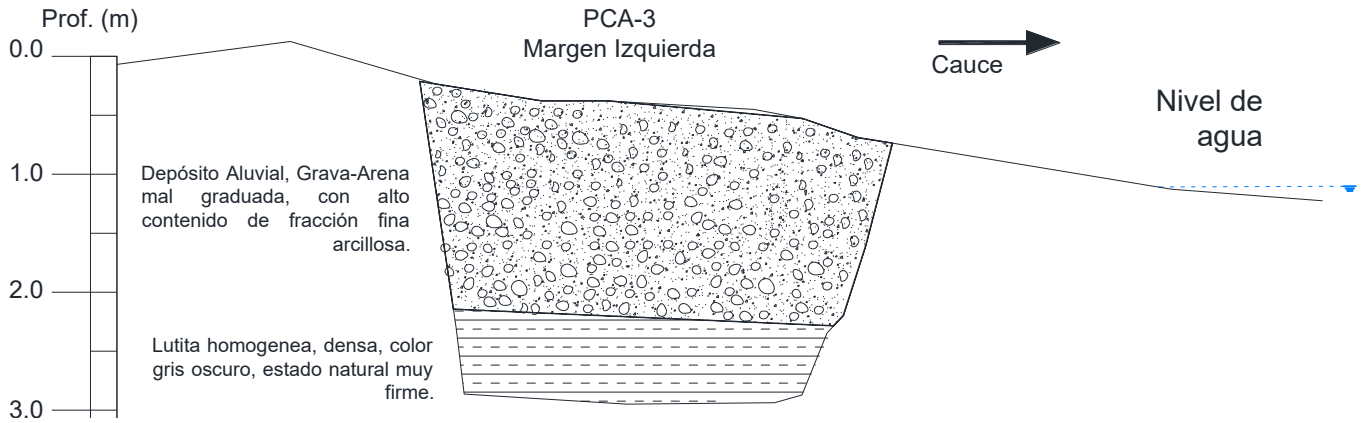
[redacted]

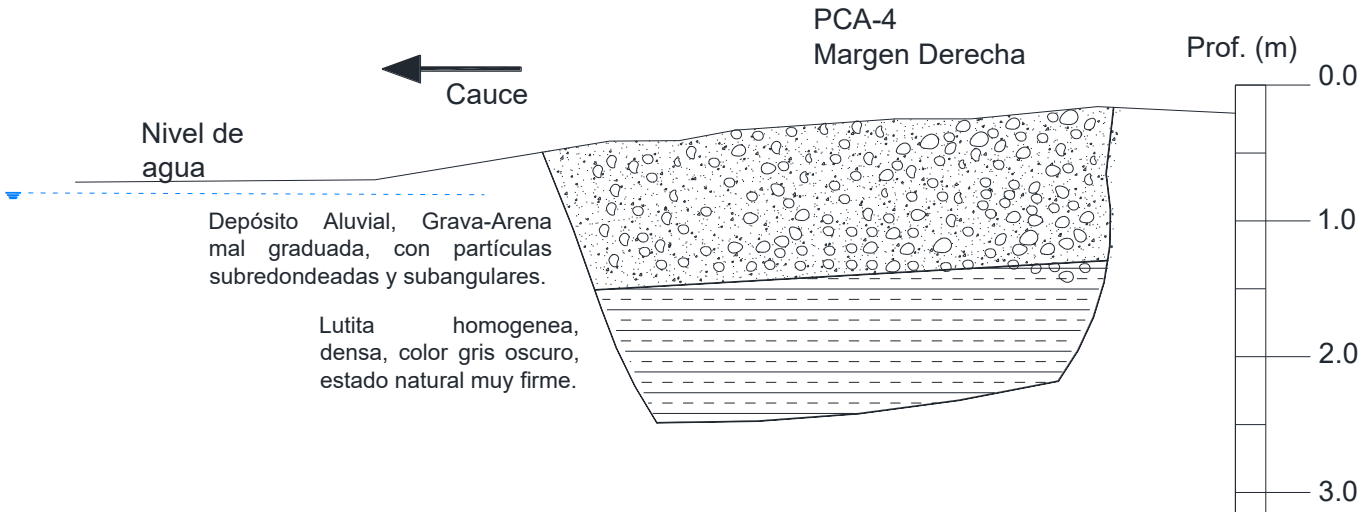
VI. ANEXOS

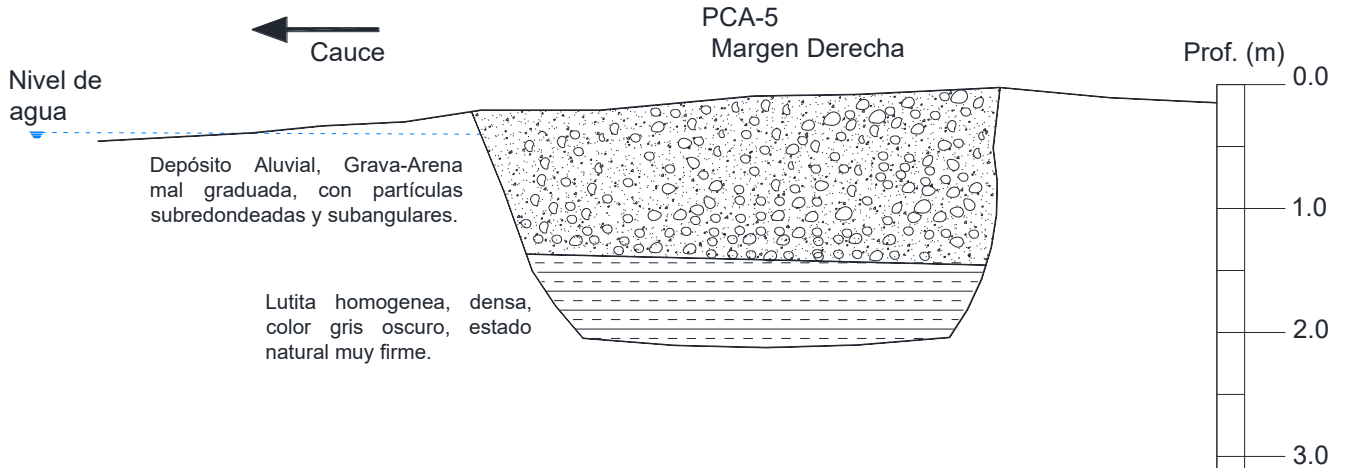
Perfiles estratigráficos








PCA-4
Margen Derecha
Prof. (m)
Cauce
Nivel de agua
Depósito Aluvial, Grava-Arena mal graduada, con partículas subredondeadas y subangulares.
Lutita homogenea, densa, color gris oscuro, estado natural muy firme.
0.0
1.0
2.0
3.0


PCA-5
Margen Derecha
Prof. (m)
Cauce
Nivel de agua
Depósito Aluvial, Grava-Arena mal graduada, con partículas subredondeadas y subangulares.
Lutita homogenea, densa, color gris oscuro, estado natural muy firme.
0.0
1.0
2.0
3.0

REGISTRO DE PERFORACIÓN DE CAMPO

Proyecto: Presa derivadora, Municipio de Naranjos, Veracruz.

Tipo y N° de sondeo: SMC-UNO
Fecha de exploración: 08 y 09 de Octubre del 2024
N A F : -----
Equipo utilizado: LONGYEAR 24, Bomba de lodos (Antarix Man 7.0 HP)
Ademe: 0.9 m
Coordenadas: 14Q 634541 m E 2360731 m N

Muestra N°	Profundidad (m)			Recuperación		Penetración Estándar lecturas 15 cm c/u	Muestreo	Descripción de campo y observaciones
	Inicial	Final	Avance	Metros	%			
----	0.00	1.00	1.00	---	---			Avance
1	1.00	1.33	0.33	0.3	90.9	33 - 40 -10/3	SPT	Lutita color gris tono verdoso
	1.33	1.60						Avance
2	1.60	1.90	0.30	0.30	100.0	34 -50/15	SPT	Lutita color gris tono verdoso
	1.90	2.20						Avance
3	2.20	2.50	30.00	0.30	1.0	31 -50/15	SPT	Lutita color gris tono verdoso
	2.50	2.80						Avance
4	2.80	3.00	0.20	0.20	100.0	14 - 50/5	SPT	Lutita color gris tono verdoso
	3.00	3.40						Avance
5	3.40	3.70	0.30	0.30	100.0	30 -50/15	SPT	Lutita color gris tono verdoso
	3.70	4.00						Avance
6	4.00	4.30	0.30	0.30	100.0	35 -50/15	SPT	Lutita color gris tono verdoso
	4.30	4.60						Avance
7	4.60	4.90	0.30	0.29	96.7	34 -50/15	SPT	Lutita color gris tono verdoso
	4.90	5.20						Avance
8	5.20	5.48	0.28	0.28	100.0	29 -50/13	SPT	Lutita color gris tono verdoso
	5.48	5.80						Avance
9	5.80	6.10	0.30	0.30		30 -50/15	SPT	Lutita color gris tono verdoso
	6.10	6.40						Avance
10	6.40	6.65	0.25	0.25	100.0	33 -50/10	SPT	Lutita color gris claro
	6.65	7.00						Avance
11	7.00	7.15	0.15	0.15	100.0	50/15 -	SPT	Lutita color gris claro
	7.15	7.60						Avance
12	7.60	7.84	0.24	0.24	100.0	28 - 50/9	SPT	Lutita color gris claro
	7.84	8.20						Avance
13	8.20	8.50	0.30	0.30	100.0	34 -50/15	SPT	Lutita color gris claro
	8.50	8.80						Avance
14	8.80	9.02	0.22	0.22	100.0	35 - 50/7	SPT	Lutita color gris claro
	9.02	9.40						Avance
15	9.40	9.72	0.32	0.32	100.0	32 - 36 -14/2	SPT	Lutita color gris claro con grumos de chapopote
	9.72	10.00						Avance
16	10.00	10.15	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro
	10.15	10.60						Avance
17	10.60	10.75	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro
	10.75	11.20						Avance
18	11.20	11.35	0.15	0.14	93.3	50/15	SPT	Lutita color gris claro
	11.35	11.80						Avance

Continua……

REGISTRO DE PERFORACIÓN DE CAMPO

Proyecto: Presa derivadora, Municipio de Naranjos, Veracruz.

Tipo y N° de sondeo: SMC-UNO

Fecha de exploración: 08 y 09 de Octubre del 2024

N A F : -----

Equipo utilizado: LONGYEAR 24, Bomba de lodos (Antarix Man 7.0 HP)

Ademe: 0.9 m

Coordenadas: 14Q 634541 m E 2360731 m N

Muestra N°	Profundidad (m)			Recuperación		Penetración Estándar lecturas 15 cm c/u	Muestreo	Descripción de campo y observaciones
	Inicial	Final	Avance	Metros	%			
19	11.80	11.95	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro
	11.95	12.40						Avance
20	12.40	12.54	0.14	0.14	100.0	50/14	SPT	Lutita color gris claro
	12.54	13.00						Avance
21	13.00	13.15	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro
	13.15	13.60						Avance
22	13.60	13.88	0.28	0.28	100.0	32 -50/13	SPT	Lutita color gris claro
	13.88	14.20						Avance
23	14.20	14.35	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro
	14.35	14.80						Avance
24	14.80	15.08	0.28	0.28	100.0	28 -50/13	SPT	Lutita color gris claro
	15.08	15.40						Avance
25	15.40	15.53	0.13	0.13	100.0	50/13	SPT	Lutita color gris claro
	15.53	16.00						Avance
26	16.00	16.30	0.30	0.30	100.0	25 -50/15	SPT	Lutita color gris claro
Fin del sondeo 16.30 m								

Realizó [redacted]

Supervisó [redacted]

REGISTRO DE PERFORACIÓN DE CAMPO

Proyecto: Presa derivadora, Municipio de Naranjos, Veracruz.

Tipo y N° de sondeo: SMC-DOS
Fecha de exploración: 09 y 10 de Octubre del 2024
N A F : -----
Equipo utilizado: LONGYEAR 24, Bomba de lodos (Antarix Man 7.0 HP)
Ademe: 0.9 m
Coordenadas: 14Q 634520 m E 2360753 m N

Muestra N°	Profundidad (m)			Recuperación		Penetración Estándar lecturas 15 cm c/u	Muestreo	Descripción de campo y observaciones
	Inicial	Final	Avance	Metros	%			
----	0.00	1.00	1.00	---	---			Avance
1	1.00	1.30	0.30	0.24	80.0	11 - 50/15	SPT	Lutita color gris claro tono verdoso
	1.30	1.60						Avance
2	1.60	1.92	0.32	0.32	100.0	24 - 37 -13/2	SPT	Lutita color gris claro tono verdoso
	1.92	2.20						Avance
3	2.20	2.41	0.21	0.24	114.3	35 - 50/6	SPT	Lutita color gris claro tono verdoso
	2.41	2.80						Avance
4	2.80	2.95	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro tono verdoso
	2.95	3.40						Avance
5	3.40	3.70	0.30	0.30	100.0	17 - 51/15	SPT	Lutita color gris claro tono verdoso
	3.70	4.00						Avance
6	4.00	4.29	0.29	0.28	96.6	28 - 50/14	SPT	Lutita color gris claro tono verdoso
	4.29	4.60						Avance
7	4.60	4.75	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro tono verdoso
	4.75	5.20						Avance
8	5.20	5.35	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro tono verdoso
	5.35	5.80						Avance
9	5.80	5.91	0.11	0.11		50/11	SPT	Lutita color gris claro.
	5.91	6.40						Avance
10	6.40	6.55	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	6.55	7.00						Avance
11	7.00	7.15	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	7.15	7.60						Avance
12	7.60	7.72	0.12	0.12	100.0	50/12	SPT	Lutita color gris claro.
	7.72	8.20						Avance
13	8.20	8.35	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	8.35	8.80						Avance
14	8.80	8.93	0.13	0.13	100.0	50/13	SPT	Lutita color gris claro.
	8.93	9.40						Avance
15	9.40	9.55	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	9.55	10.00						Avance
16	10.00	10.11	0.11	0.11	100.0	50/11	SPT	Lutita color gris claro.
	10.11	10.60						Avance
17	10.60	10.75	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro, con chapopote
	10.75	11.20						Avance
18	11.20	11.35	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	11.35	11.80						Avance

Continua……

REGISTRO DE PERFORACIÓN DE CAMPO

Proyecto: Presa derivadora, Municipio de Naranjos, Veracruz.

Tipo y N° de sondeo: SMC-DOS
Fecha de exploración: 09 y 10 de Octubre del 2024
N A F : -----
Equipo utilizado: LONGYEAR 24, Bomba de lodos (Antarix Man 7.0 HP)
Ademe: 0.9 m
Coordenadas: 14Q 634520 m E 2360753 m N

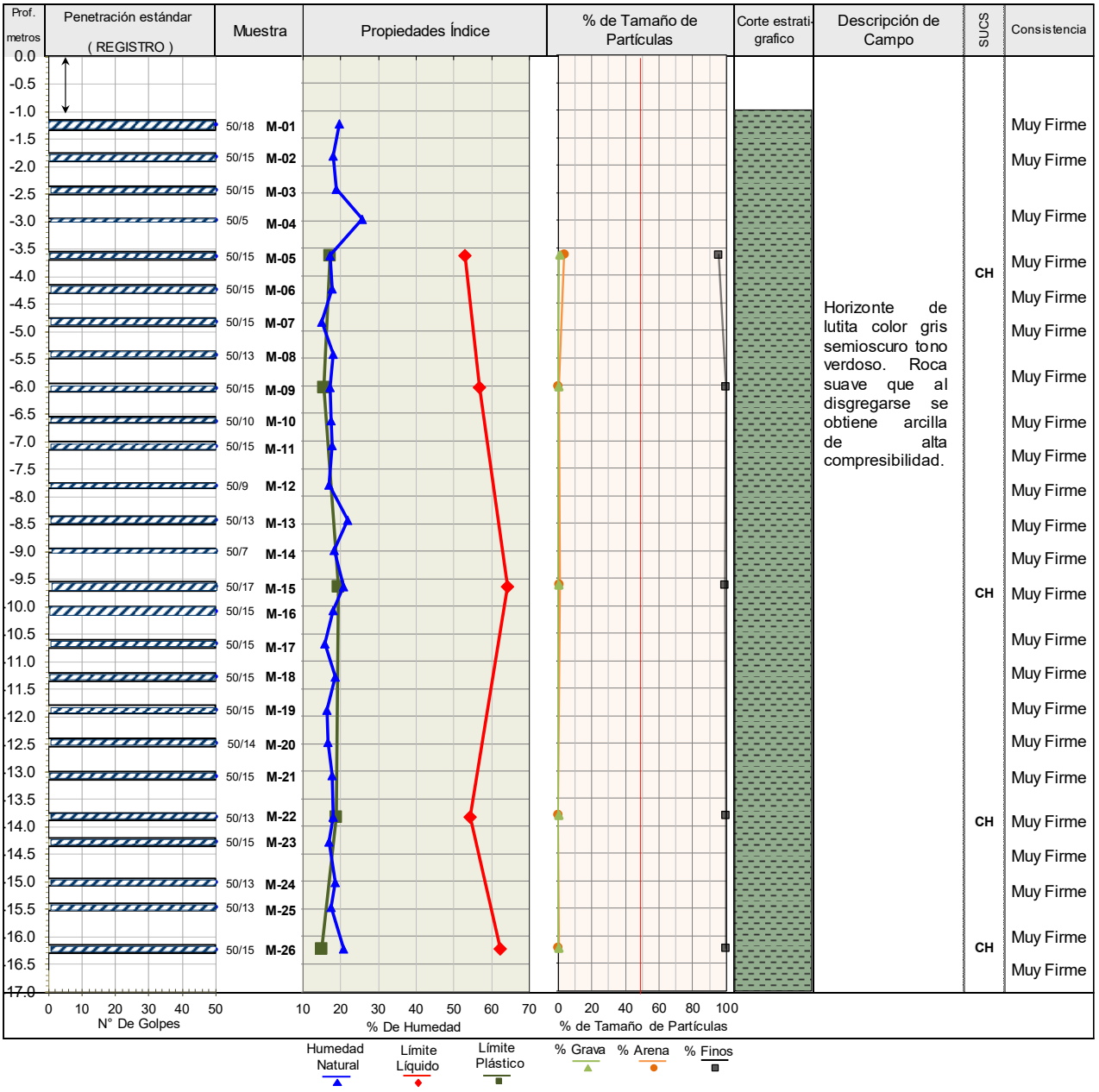
Muestra N°	Profundidad (m)			Recuperación		Penetración Estándar lecturas 15 cm c/u	Muestreo	Descripción de campo y observaciones
	Inicial	Final	Avance	Metros	%			
19	11.80	11.95	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro, con chapopote
	11.95	12.40						Avance
20	12.40	12.55	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	12.55	13.00						Avance
21	13.00	13.15	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	13.15	13.60						Avance
22	13.60	13.73	0.13	0.13	100.0	50/13	SPT	Lutita color gris claro.
	13.73	14.20						Avance
23	14.20	14.35	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	14.35	14.80						Avance
24	14.80	14.95	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	14.95	15.40						Avance
25	15.40	15.55	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	15.55	16.00						Avance
26	16.00	16.15	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
	16.15	16.60						Avance
27	16.60	16.75	0.15	0.15	100.0	50/15	SPT	Lutita color gris claro.
Fin del sondeo 16.75 m								

[redacted]

[redacted]

PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELO

SMC-UNO



PROYECTO:	Presa derivadora, Municipio de Naranjos, Veracruz.

TIPO Y N° DE SONDEO: **SMC-UNO**		COORDENADAS UTM:	14Q 634520m E 2360753 m N
FECHA DE EXPLOR.: 08-Oct-2024			
EQUIPO DE PERFORACIÓN:	LONGYEAR 24	[redacted]	OBSERVACIONES: -----

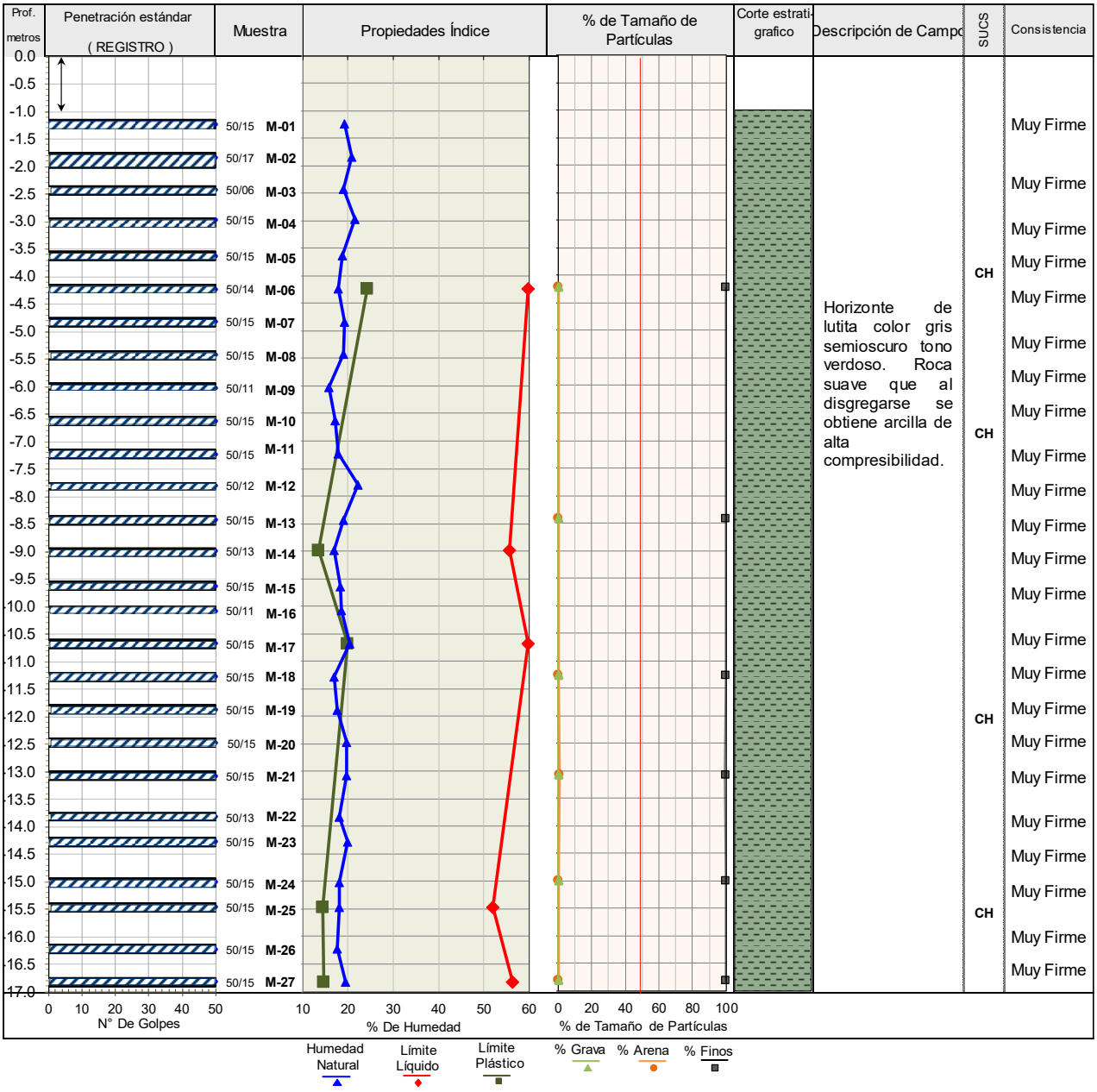
TABLA DE RESUMEN

SMC-UNO

MUESTRA	PROF. INICIAL	PROF. FINAL	DESCRIPCIÓN	HUM. NAT.	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	SUCS
----	0.00	-1.00	Grava arena aluvial, con fracción fina arcillosa	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	GP-GC
M-1	-1.00	-1.60	Horizonte de lutita color gris semioscuro tono verdoso. Roca suave que al disgregarse se obtiene arcilla de alta compresibilidad.	19.54	-----	-----	-----	-----	-----	-----	CH
M-2	-1.60	-2.20		18.11	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-3	-2.20	-2.80		18.97	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-4	-2.80	-3.40		25.71	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-5	-3.40	-4.00		17.24	0.81	3.74	95.44	53.10	17.11	35.99	
M-6	-4.00	-4.60		17.69	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-7	-4.60	-5.20		15.05	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-8	-5.20	-5.80		17.89	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-9	-5.80	-6.40		17.33	0.00	0.33	99.67	56.80	15.44	41.36	
M-10	-6.40	-7.00		17.36	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-11	-7.00	-7.60		17.69	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-12	-7.60	-8.20		16.92	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-13	-8.20	-8.80		21.99	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-14	-8.80	-9.40		18.26	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-15	-9.40	-10.00		20.84	0.00	0.96	99.04	64.20	19.38	44.82	
M-16	-10.00	-10.60		18.02	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-17	-10.60	-11.20		15.75	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-18	-11.20	-11.80		18.44	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-19	-11.80	-12.40		16.38	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-20	-12.40	-13.00		16.58	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-21	-13.00	-13.60		17.75	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-22	-13.60	-14.20		17.93	0.00	0.20	99.80	54.40	18.76	35.64	
M-23	-14.20	-14.80		16.93	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-24	-14.80	-15.40		18.52	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-25	-15.40	-16.00		17.57	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-26	-16.00	-16.60		20.84	0.00	0.34	99.66	62.20	14.92	47.28	

PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELO

SMC-DOS



PROYECTO:	Presa derivadora, Municipio de Naranjos, Veracruz.

TIPO Y N° DE SONDEO: **SMC-DOS**		COORDENADAS UTM: 14Q 634541 m E 2360731 m N	FECHA DE EXPLOR.: 08-Oct-2024
EQUIPO DE PERFORACIÓN:	LONGYEAR 24	[redacted]	OBSERVACIONES: -----

TABLA DE RESUMEN

SMC-DOS

MUESTRA	PROF. INICIAL	PROF. FINAL	DESCRIPCIÓN	HUM. NAT.	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	SUCS
----	0.00	-1.00	Grava arena aluvial, con fracción fina arcillosa	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	GP-GC
M-1	-1.00	-1.60	Horizonte de lutita color gris semioscuro tono verdoso. Roca suave que al disgregarse se obtiene arcilla de alta compresibilidad.	19.13	-----	-----	-----	-----	-----	-----	CH
M-2	-1.60	-2.20		20.70	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-3	-2.20	-2.80		19.05	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-4	-2.80	-3.40		21.44	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-5	-3.40	-4.00		18.71	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-6	-4.00	-4.60		17.88	0.00	0.41	99.59	59.80	24.31	35.49	
M-7	-4.60	-5.20		19.27	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-8	-5.20	-5.80		19.02	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-9	-5.80	-6.40		15.72	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-10	-6.40	-7.00		17.19	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-11	-7.00	-7.60		17.88	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-12	-7.60	-8.20		22.24	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-13	-8.20	-8.80		18.96	0.00	0.25	99.75	-----	-----	-----	
M-14	-8.80	-9.40		16.88	-----	-----	-----	55.60	13.58	42.02	
M-15	-9.40	-10.00		18.19	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-16	-10.00	-10.60		18.52	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-17	-10.60	-11.20		20.32	-----	-----	-----	59.80	19.79	40.01	
M-18	-11.20	-11.80		16.85	0.00	0.45	99.55	-----	-----	-----	
M-19	-11.80	-12.40		17.65	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-20	-12.40	-13.00		19.62	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-21	-13.00	-13.60		19.58	0.00	0.60	99.40	-----	-----	-----	
M-22	-13.60	-14.20		18.13	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-23	-14.20	-14.80		19.85	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-24	-14.80	-15.40		18.07	0.00	0.30	99.70	-----	-----	-----	
M-25	-15.40	-16.00		18.08	-----	-----	-----	51.90	14.32	37.58	
M-26	-16.00	-16.60		17.50	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
M-27	-16.60	-16.75		19.37	0.00	0.40	99.60	56.30	14.59	41.71	

Reporte fotográfico

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Generales



Fo. 1



Fo. 2



Vistas generales del río Tancochín a la altura de la localidad de Naranjos, en el sitio donde se pretende construir la Presa.

Fo. 3

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Generales



Fo. 4



Fo. 5

Otras vistas del área donde se pretende realizar la construcción de la Presa.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Generales



Fo. 06



Fo. 07



Fo. 08



Fo. 09

Otras vistas de playones en el río en donde se observa en la superficie la presencia de gravas y escaso contenido de fragmentos chicos y medianos en menor medida de roca aluvial.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Pozo a Cielo Abierto No. 1



Fo. 10



Fo. 11



Fo. 12

Vistas generales del sitio donde se realizó la excavación del Pozo a Cielo Abierto No.1, ubicado en la margen izquierda del río.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Pozo a Cielo Abierto No. 1



Fo. 13



Fo. 14



Fo. 15

Vistas del interior del PCA-1, donde se observó después de la capa vegetal un estrato de grava arcillosa con arena en un espesor de 1.4 metros, al cual subyace un estrato de lutita color gris.

Abajo se observa la toma de una muestra de suelo.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Pozo a Cielo Abierto No. 2



Fo. 16



Fo. 17



Fo. 18

Diferentes vistas del sitio donde se realizó la excavación del PCA-2, también ubicado en la margen izquierda del río.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Pozo a Cielo Abierto No. 2



Fo. 19



Fo. 20

Vistas al interior del PCA-2, donde la estratigrafía en los primeros 1.8 metros corresponde a gravas empacadas en arena arcillosa, enseguida se observó la presencia de lutita color gris oscuro. La profundidad total explorada fue de 2.6 metros.

Nota: cada franja de la regleta equivale a 0.2 metros.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Pozo a Cielo Abierto No. 4



Fo. 21



Fo. 22

Vistas del sitio donde se excavó el PCA-4, ubicado en la margen derecha del río.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Pozo a Cielo Abierto 4



Se observa el material producto de excavación en el sitio del PCA-4, se observa el alto contenido de gravas y algunos fragmentos chicos de roca.

Fo. 23

Vistas del interior del PCA-4, llevado a una profundidad de 2.0 metros, donde se tiene en la superficie un estrato de grava arcillosa color gris, subyace el estrato de lutita color gris.



Fo. 24

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Pozo a Cielo Abierto 5



Fo. 25



Fo. 26

Vista del sitio donde se realizó la excavación del PCA-5, realizado en la margen derecha del río.



Fo. 27

Vista del interior del PCA-5, donde se observa la estratigrafía en los primero 1.4 metros, que consiste en gravas de forma subredondeada con arena y fracción fina arcillosa.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Muestreo en Centro de Río-1



Fo. 28



Fo. 29

En el centro del cauce del río se tomaron muestras, aquí se observa el sitio denominado CR-1, donde se tomo la muestra No.1, que consiste de grava arcillosa color gris.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Muestreo en Centro de Río-2



Fo. 30



Fo. 31



Fo. 32

Vistas del sitio donde se obtuvo una muestra en el centro del río, denominado CR-2.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Muestreo en Centro de Río-2



Fo. 33



Fo. 34

Otras vistas del muestreo CR-2, se observa el material producto de excavación, así como el pozo lleno de agua.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Muestreo en Centro de Río-3



Fo. 35



Fo. 36

Se observa el sitio donde se obtuvo la muestra CR-3, en el centro del río.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Muestreo en Centro de Río-3



Fo. 37



Se muestra la excavación del CR-3, así como, el material producto de excavación, principalmente gravas aluvial de forma subredondeada con fragmentos chicos de roca.

Fo. 38

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Sondeo-1



Fo. 39



Fo. 40



Fo. 41

Vista del sitio donde se realizó el Sondeo profundo con equipo rotatorio No. 1, ubicado en la margen derecha del río.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Sondeo-1



Fo. 42



Fo. 43

Maniobras de perforación en sitio del sondeo-1, se observa el golpeteo con martinete, así como, la extracción de la tubería.



Fo. 44

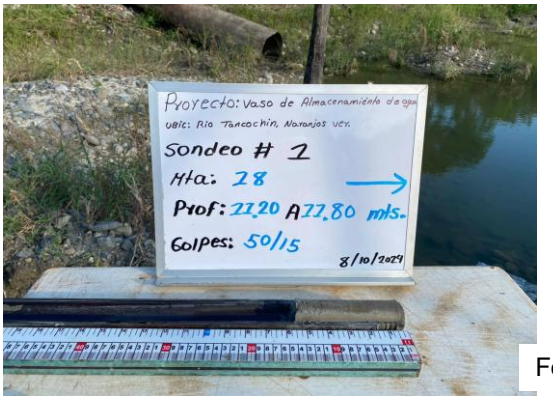
Se observa la sarta de tuberías en el sitio del Sondeo-1, llevado a a una profundidad de 16.6 metros.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Sondeo-1



Fo. 45



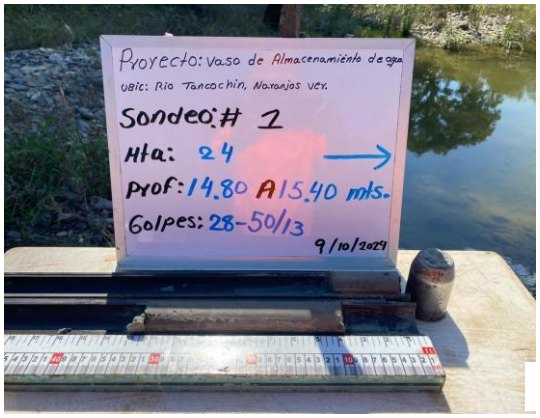
Fo. 46



Fo. 47



Fo. 48



Fo. 49



Fo. 50

Se observa algunas de las muestras obtenidas con tubo partido, en el sitio del sondeo No. 1

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Sondeo-2



Fo. 51



Fo. 52

Se observa el sitio donde se realizó el Sondeo No. 2, ubicado en la margen izquierda del río Tancochín.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Sondeo-2


Fo. 53


Fo. 54


Fo. 55

Se observan los trabajos de perforación en el sitio del Sondeo No.2, se observa el martinete al momento del hincado de la tubería, abajo se observa la extracción del tubo partido con una de las muestras.

Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Sondeo-2



Fo. 56



Fo. 57



Fo. 58



Fo. 59



Fo. 60



Fo. 61

Se observan algunas de las muestras de suelo obtenidas a diferentes profundidades en el sitio del sondeo No. 2, todas corresponden a lutitas color gris claro.

Hojas técnicas

ENSAYE A COMPRESIÓN SIMPLE

NORMA ASTM D-2166

Proyecto: Presa de almacenamiento, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

Datos de la muestra:	Muestras en forma de bloque, obtenidas de excavaciones Superficiales	Sondeo:	Profundidad (m)	N° de Ensaye
		PCA	**Variable**	**Oct 2024**
Descripción:	Lutita color gris oscuro, roca suave que al disgregarse se produce arcilla de alta compresibilidad.			

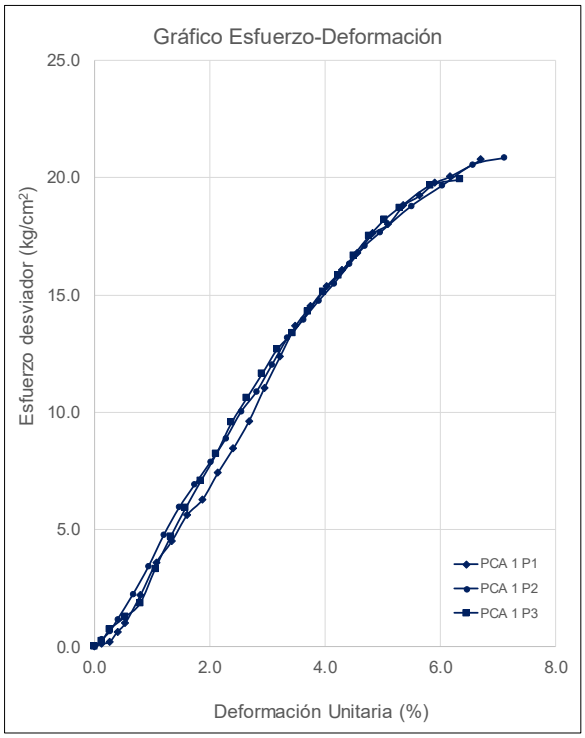
Resultados del ensaye

Muestra	Probeta	Altura (cm)	Diámetro			Peso Muestra (gr)	Humedad Natural (%)	Peso Vol. Nat. (kg/m³)	Esfuerzo Principal de ruptura (Kg/cm²)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm²)
			Sup. (cm)	Central (cm)	Inferior (cm)					
PCA-1	1	9.47	4.23	4.30	4.08	272.94	22.64	2030.2	20.8	325.0
	2	9.47	4.13	4.32	4.08	277.48	19.63	2066.7	20.9	333.8
	3	9.60	4.10	4.19	4.05	269.27	22.01	2072.2	19.9	233.2
PCA-2	1	9.42	4.11	4.25	4.06	283.27	20.94	2172.0	20.8	325.0
	2	9.49	4.12	4.20	4.12	286.98	20.83	2210.0	20.9	333.8
	3	9.63	4.12	4.16	4.02	289.41	20.73	2241.1	19.9	233.2
PCA-3	1	9.58	4.09	4.18	4.07	283.47	17.50	2189.0	19.7	549.7
	2	9.70	4.21	4.25	4.17	291.13	15.70	2136.6	18.3	448.8
PCA-5	1	9.57	4.01	4.19	4.07	277.05	11.35	2150.8	24.7	384.1
	2	9.57	4.16	4.24	4.16	286.77	14.09	2148.0	21.5	257.1
	3	9.33	4.15	4.29	4.12	286.83	13.97	2179.3	22.7	396.2

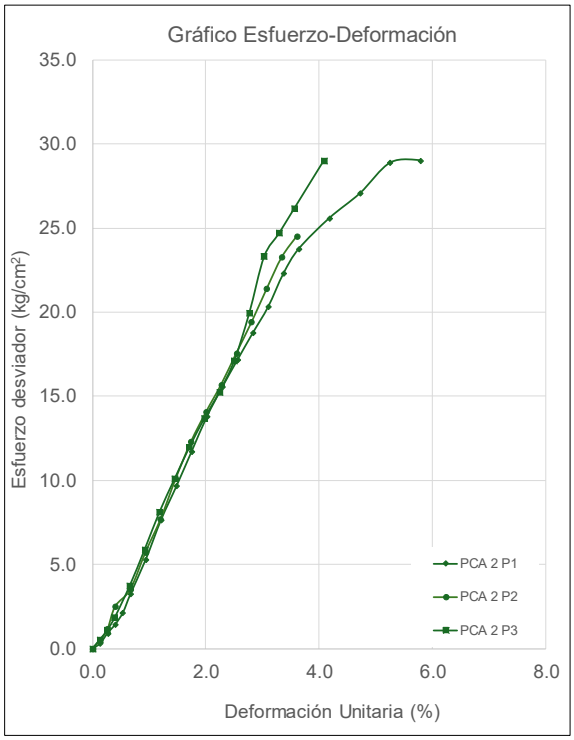
Valor Max.:	2241	24.7	549.7
Valor Min.:	2030	18.3	233.2
Promedio:	2145	20.9	347.3

Gráficos de esfuerzo-Deformación de ensayes a compresión simple

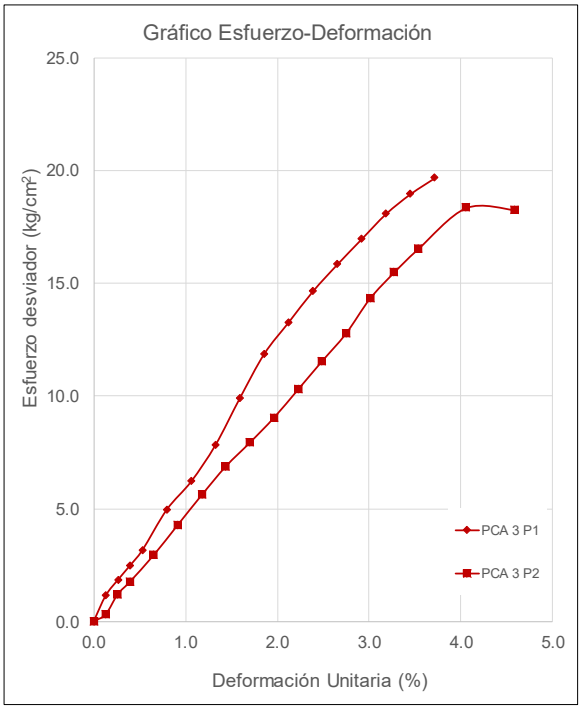
PCA-1



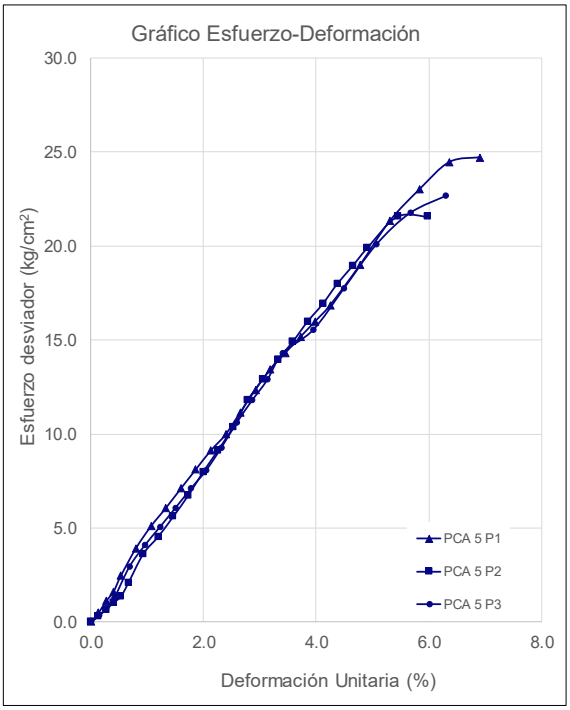
PCA-2



PCA-3



PCA-5



PCA: Pozo a Cielo Abierto P: Probeta

ENSAYE A COMPRESIÓN SIMPLE

NORMA ASTM D-2166

Proyecto:	Presa de almacenamiento, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.
Descripción:	Lutita color gris oscuro, roca suave que al disgregarse se produce arcilla de alta compresibilidad.

Resultados del ensaye

Sondeo - 1

Muestra	Probeta	Altura (cm)	Diámetro			Peso Muestra (gr)	Humedad Natural (%)	Peso Vol. Nat. (kg/m³)	Esfuerzo Principal de ruptura (Kg/cm²)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm²)
			Sup. (cm)	Central (cm)	Inferior (cm)					
MA-5	1	8.56	3.51	3.52	3.52	169.00	18.02	2031	**5.8**	**59.6**
MA-12	1	8.80	3.53	3.53	3.53	172.10	19.63	1998	**4.6**	**65.6**
MA-18	1	8.10	3.51	3.51	3.51	167.89	16.15	2140	**6.1**	**69.2**
MA-22	1	7.73	3.59	3.59	3.57	157.38	19.06	2014	**3.9**	**37.7**
MA-24	1	8.66	3.51	3.58	3.53	179.35	18.37	2080	**5.8**	**77.3**
	2	8.82	3.56	3.57	3.57	184.27	17.91	2089	**6.1**	**68.8**
MA-26	1	8.50	3.53	3.55	3.54	177.53	18.70	2116	**6.6**	**94.7**

Resultados del ensaye

Sondeo - 2

Muestra	Probeta	Altura (cm)	Diámetro			Peso Muestra (gr)	Humedad Natural (%)	Peso Vol. Nat. (kg/m³)	Esfuerzo Principal de ruptura (Kg/cm²)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm²)
			Sup. (cm)	Central (cm)	Inferior (cm)					
MA-2	1	8.22	3.52	3.52	3.54	164.77	22.13	2054	**4.3**	**60.1**
	2	8.04	3.54	3.54	3.54	161.53	19.79	2042	**5.9**	**63.6**
MA-5	1	7.95	3.54	3.54	3.54	157.96	20.75	2019	**5.9**	**86.2**
MA-10	1	8.01	3.55	3.54	3.54	164.06	18.74	2079	**6.1**	**67.8**
MA-16	1	8.80	3.53	3.53	3.54	177.80	17.17	2063	**5.7**	**80.1**
MA-23	1	8.76	3.54	3.54	3.53	179.20	18.80	2080	**6.0**	**76.5**

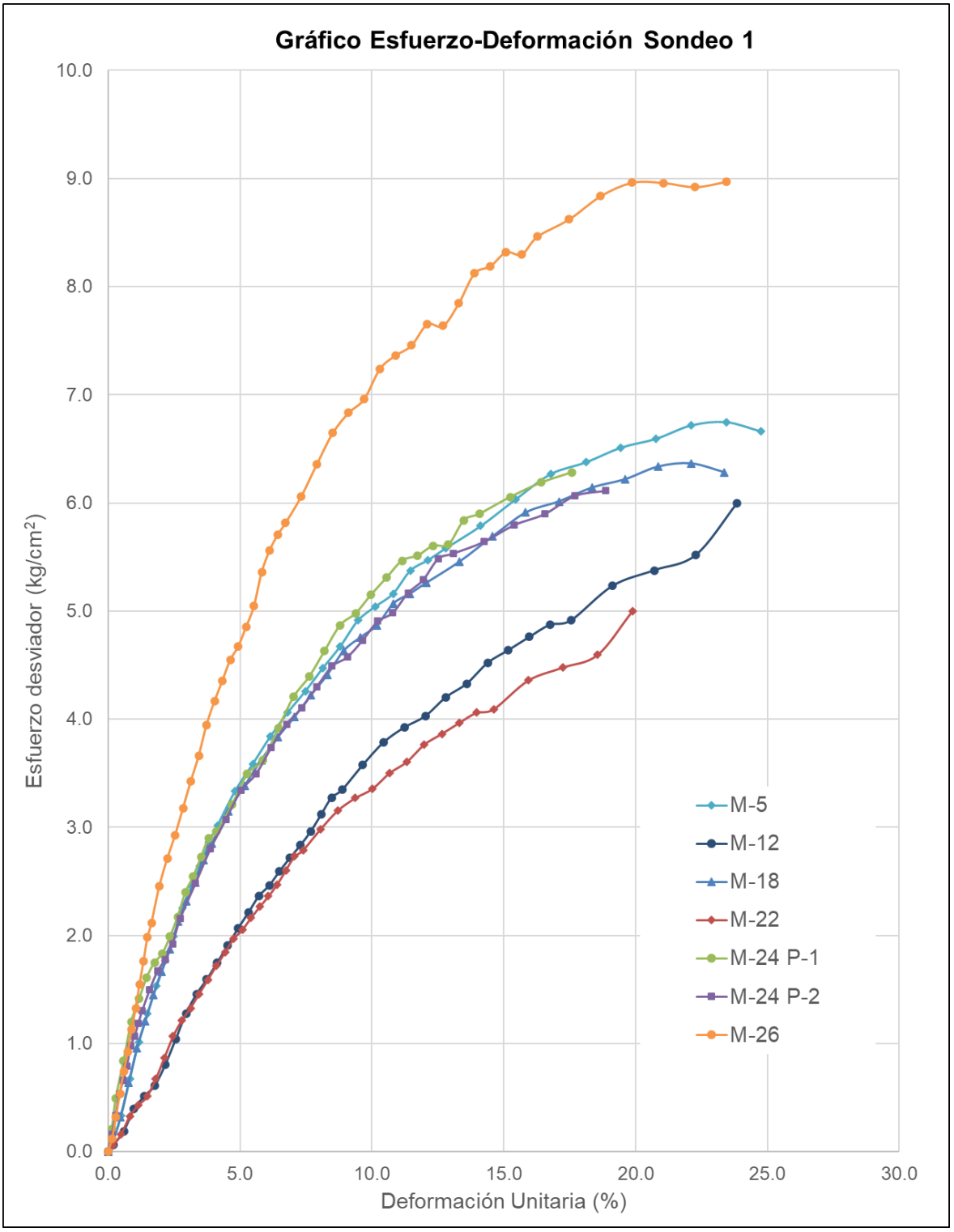


Gráfico Esfuerzo-Deformación Sondeo 1
Esfuerzo desviador (kg/cm²)
Deformación Unitaria (%)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
M-5
M-12
M-18
M-22
M-24 P-1
M-24 P-2
M-26

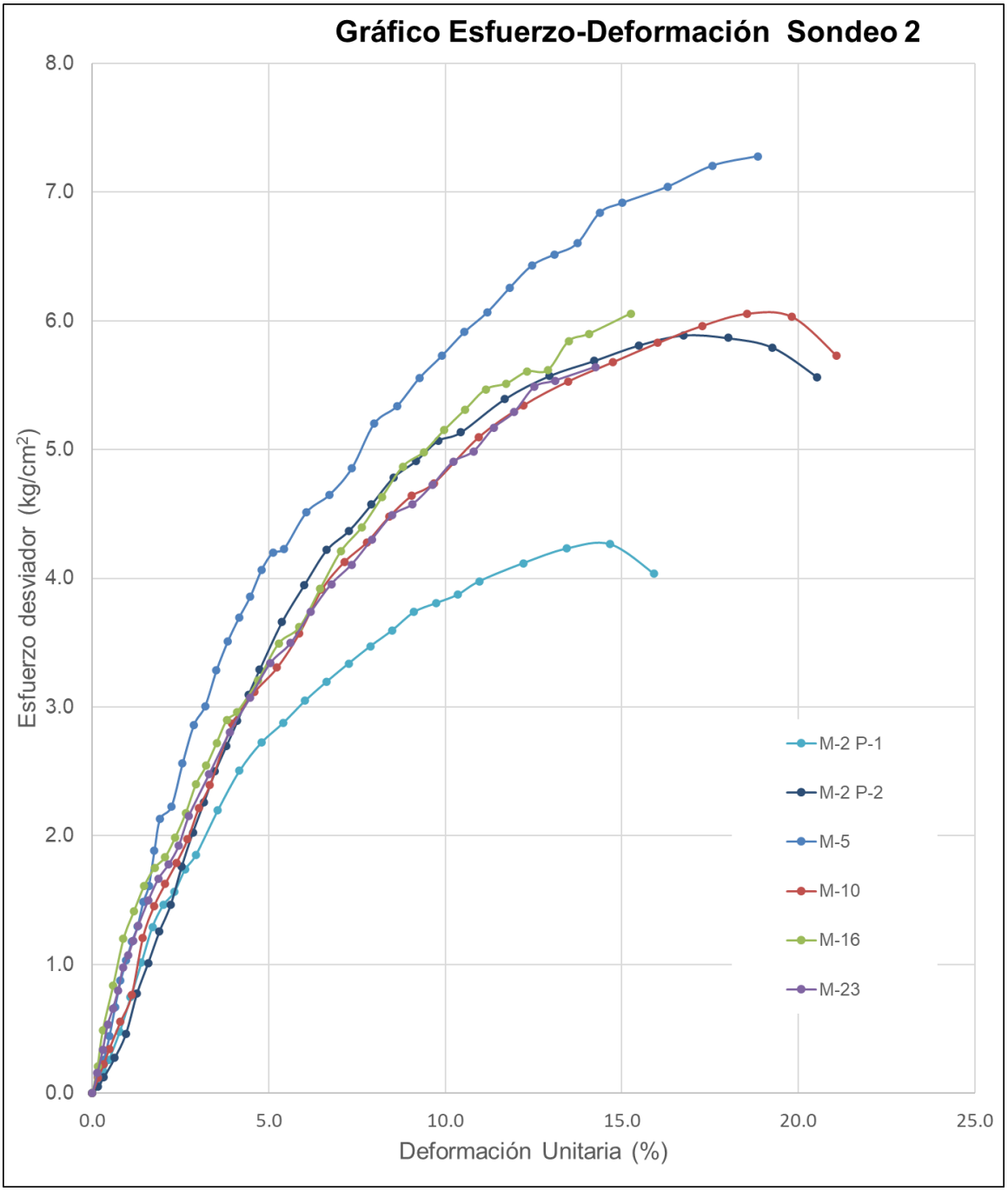


Gráfico Esfuerzo-Deformación Sondeo 2
Esfuerzo desviador (kg/cm²)
Deformación Unitaria (%)
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
M-2 P-1
M-2 P-2
M-5
M-10
M-16
M-23

Registro de determinación de contenido de agua

Folio MS-454

PROYECTO: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.

Nº	Referencia	Clave	Fecha de ensaye	Capsula	W_{cap} (gr)	$W_{cap} + W_m$ Humeda (gr)	$W_{Cap} + W_m$ Seca (gr)	W_{agua} (gr)	W_m Seca (gr)	Contenido de Agua %
1	PCA-1 MA-01	T-7159	02-Oct-2024	11	40.54	215.61	182.39	33.22	141.85	23.42
2	PCA-2 MA-01	T-7160	02-Oct-2024	H-27	4.96	229.13	203.94	25.19	198.98	12.66
3	PCA-2 MA-02	T-7160/B	02-Oct-2024	H-29	42.53	258.71	231.27	27.44	188.74	14.54
4	PCA-2 MA-03	T-7160/C	02-Oct-2024	H-30	42.84	222.48	195.03	27.45	152.19	18.04
5	PCA-3 MA-01	T-7162	02-Oct-2024	H-13	41.39	255.07	205.83	49.24	164.44	29.94
6	PCA-5 MA-01	T-7163	02-Oct-2024	H-17	39.97	148.72	135.48	13.24	95.51	13.86

Correspondencias: W_{Cap}= Peso de Capsula, W_m= Peso de muestra, W_{agua}= Peso de agua

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA CON BASE A LA NORMA:

ASTM D-2216

Valor mínimo:	12.66
Valor máximo:	29.94
Promedio:	18.74
Desv. Estándar:	6.73

Registro de determinación de contenido de agua

Folio MS-454

PROYECTO: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.

Nº	Referencia	Clave	Fecha de ensaye	Capsula	W_{cap} (gr)	$W_{cap} + W_m$ Humeda (gr)	$W_{Cap} + W_m$ Seca (gr)	W_{agua} (gr)	W_m Seca (gr)	Contenido de Agua %
				SONDEO 1						
1	SPT-1 MA-1	T-7167	14-Oct-2024	H-01	40.99	120.40	107.42	12.98	66.43	19.54
2	SPT-1 MA-2	T-7168	14-Oct-2024	H-02	40.18	138.06	123.05	15.01	82.87	18.11
3	SPT-1 MA-3	T-7169	14-Oct-2024	H-07	39.17	151.07	133.23	17.84	94.06	18.97
4	SPT-1 MA-4	T-7170	14-Oct-2024	H-10	42.20	154.62	131.63	22.99	89.43	25.71
5	SPT-1 MA-5	T-7171	14-Oct-2024	H-11	41.18	143.17	128.17	15.00	86.99	17.24
6	SPT-1 MA-6	T-7172	14-Oct-2024	H-14	39.08	150.67	133.90	16.77	94.82	17.69
7	SPT-1 MA-7	T-7173	14-Oct-2024	H-15	39.80	148.95	134.67	14.28	94.87	15.05
8	SPT-1 MA-8	T-7174	14-Oct-2024	H-19	41.09	140.32	125.26	15.06	84.17	17.89
9	SPT-1 MA-9	T-7175	14-Oct-2024	H-25	43.09	165.65	147.55	18.10	104.46	17.33
10	SPT-1 MA-10	T-7176	14-Oct-2024	H-76	40.79	141.40	126.52	14.88	85.73	17.36
11	SPT-1 MA-11	T-7177	14-Oct-2024	H-81	41.56	129.99	116.70	13.29	75.14	17.69
12	SPT-1 MA-12	T-7178	14-Oct-2024	H-88	38.72	138.44	124.01	14.43	85.29	16.92
13	SPT-1 MA-13	T-7179	14-Oct-2024	56	39.77	152.95	132.55	20.40	92.78	21.99
14	SPT-1 MA-14	T-7180	14-Oct-2024	60	41.39	129.45	115.85	13.60	74.46	18.26
15	SPT-1 MA-15	T-7181	14-Oct-2024	64	37.72	152.72	132.89	19.83	95.17	20.84
16	SPT-1 MA-16	T-7182	14-Oct-2024	66*	39.78	133.45	119.15	14.30	79.37	18.02
17	SPT-1 MA-17	T-7183	14-Oct-2024	67	40.47	150.15	135.23	14.92	94.76	15.75
18	SPT-1 MA-18	T-7184	14-Oct-2024	16	41.36	114.89	103.44	11.45	62.08	18.44
19	SPT-1 MA-19	T-7185	14-Oct-2024	17	40.58	131.05	118.32	12.73	77.74	16.38
20	SPT-1 MA-20	T-7186	14-Oct-2024	15	40.88	120.74	109.38	11.36	68.50	16.58
21	SPT-1 MA-21	T-7187	14-Oct-2024	14	41.24	131.41	117.82	13.59	76.58	17.75
22	SPT-1 MA-22	T-7188	14-Oct-2024	12	40.74	141.16	125.89	15.27	85.15	17.93
23	SPT-1 MA-23	T-7189	14-Oct-2024	53	40.50	153.64	137.26	16.38	96.76	16.93
24	SPT-1 MA-24	T-7190	14-Oct-2024	57	41.21	160.12	141.54	18.58	100.33	18.52
25	SPT-1 MA-25	T-7191	14-Oct-2024	59	40.35	137.26	122.78	14.48	82.43	17.57
26	SPT-1 MA-26	T-7192	14-Oct-2044	65	39.98	117.69	104.29	13.40	64.31	20.84

Correspondencias: W_{Cap}= Peso de Capsula, W_m= Peso de muestra, W_{agua}= Peso de agua

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA CON BASE A LA NORMA:

ASTM D-2216

Valor mínimo:	15.05
Valor máximo:	25.71
Promedio:	18.28
Desv. Estándar:	2.15

Registro de determinación de contenido de agua

Folio MS-454

PROYECTO: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.

Nº	Referencia	Clave	Fecha de ensaye	Capsula	W_{cap} (gr)	$W_{cap} + W_m$ Humeda (gr)	$W_{Cap} + W_m$ Seca (gr)	W_{agua} (gr)	W_m Seca (gr)	Contenido de Agua %
				SONDEO 2						
1	SPT-2 MA-1	T-7193	14-Oct-2024	H-03	39.12	140.24	124.00	16.24	84.88	19.13
2	SPT-2 MA-2	T-7194	14-Oct-2024	H-06	37.92	166.53	144.47	22.06	106.55	20.70
3	SPT-2 MA-3	T-7195	14-Oct-2024	H-09	40.76	132.87	118.13	14.74	77.37	19.05
4	SPT-2 MA-4	T-7196	14-Oct-2024	H-26	42.73	136.66	120.08	16.58	77.35	21.44
5	SPT-2 MA-5	T-7197	14-Oct-2024	H-30	42.85	143.17	127.36	15.81	84.51	18.71
6	SPT-2 MA-6	T-7198	14-Oct-2024	H-75	40.12	150.67	133.90	16.77	93.78	17.88
7	SPT-2 MA-7	T-7199	14-Oct-2024	H-77	38.28	122.47	108.87	13.60	70.59	19.27
8	SPT-2 MA-8	T-7200	14-Oct-2024	10	40.91	106.44	95.97	10.47	55.06	19.02
9	SPT-2 MA-9	T-7201	14-Oct-2024	13	40.56	115.64	105.44	10.20	64.88	15.72
10	SPT-2 MA-10	T-7202	14-Oct-2024	H-76	39.97	141.40	126.52	14.88	86.55	17.19
11	SPT-2 MA-11	T-7203	14-Oct-2024	70	39.48	132.43	118.33	14.10	78.85	17.88
12	SPT-2 MA-12	T-7204	14-Oct-2024	72	40.62	127.67	111.83	15.84	71.21	22.24
13	SPT-2 MA-13	T-7205	14-Oct-2024	75	40.45	109.85	98.79	11.06	58.34	18.96
14	SPT-2 MA-14	T-7206	14-Oct-2024	64	39.92	102.39	93.37	9.02	53.45	16.88
15	SPT-2 MA-15	T-7207	14-Oct-2024	55*	40.53	143.96	128.04	15.92	87.51	18.19
16	SPT-2 MA-16	T-7208	14-Oct-2024	58	40.64	104.52	94.54	9.98	53.90	18.52
17	SPT-2 MA-17	T-7209	14-Oct-2024	H-08*	41.62	98.70	89.06	9.64	47.44	20.32
18	SPT-2 MA-18	T-7210	14-Oct-2024	H-16	38.23	120.90	108.98	11.92	70.75	16.85
19	SPT-2 MA-19	T-7211	14-Oct-2024	H-18	39.45	130.89	117.17	13.72	77.72	17.65
20	SPT-2 MA-20	T-7212	14-Oct-2024	18	41.32	149.18	131.49	17.69	90.17	19.62
21	SPT-2 MA-21	T-7213	14-Oct-2024	22	27.86	118.99	104.07	14.92	76.21	19.58
22	SPT-2 MA-22	T-7214	14-Oct-2024	H-73	39.34	116.69	104.82	11.87	65.48	18.13
23	SPT-2 MA-23	T-7215	14-Oct-2024	H-30	42.84	143.07	126.47	16.60	83.63	19.85
24	SPT-2 MA-24	T-7216	14-Oct-2024	H-241	37.72	109.87	98.83	11.04	61.11	18.07
25	SPT-2 MA-25	T-7217	14-Oct-2024	19	40.77	127.65	114.35	13.30	73.58	18.08
26	SPT-2 MA-26	T-7218	14-Oct-2044	63	40.10	111.15	100.57	10.58	60.47	17.50
27	SPT-2 MA-27	T-7219	14-Oct-2045	61	39.46	114.40	102.24	12.16	62.78	19.37

Correspondencias: W_{Cap}= Peso de Capsula, W_m= Peso de muestra, W_{agua}= Peso de agua

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA CON BASE A LA NORMA:

ASTM D-2216

Valor mínimo:	15.72
Valor máximo:	22.24
Promedio:	18.73
Desv. Estándar:	1.44

Determinación de contenido de finos

NORMA M-MMP-1-06/03

FOLIO
MS-453

PROYECTO: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.

Nº	Referencia	Clave	Fecha de ensaye	LAVADO								Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
				W_m Seca (gr)	Capsula	$W_{cap.}$ (gr)	$W_{cap.}$ + W_m Ret. malla 200 (gr)	W_m Ret. Malla No. 4 (gr)	W_m Ret. Malla No. 40 (gr)	W_m Ret. malla 200 (gr)	W_m Pasa malla 200 (gr)			
Pozos a Cierlo Abierto														
1	PCA-1 MA-1	T-7147	09-Sept-2024	275.65	BB	69.24	69.68	0.00	1.48	0.44	275.21	**0.00**	**0.16**	**99.84**
2	PCA-2 MA-01	T-7149	09-Sept-2024	286.85	HH	68.25	73.05	0.00	2.75	4.80	282.05	**0.00**	**1.67**	**98.33**
3	PCA-3 MA-01	T-7150	09-Sept-2024	246.94	OO	69.40	217.13	0.00	0.68	147.73	99.21	**0.00**	**59.82**	**40.18**
4	PCA-5 MA-01	T-7151	09-Sept-2025	204.73	DD	68.46	80.83	0.00	0.68	12.37	192.36	**0.00**	**6.04**	**93.96**
Sondeo-1														
5	SPT-1 MA-05	T-7171	09-Sept-2026	160.91	AG	76.23	83.56	1.31	2.20	6.02	153.58	**0.81**	**3.74**	**95.44**
6	SPT-1 MA-09	T-7173	09-Sept-2027	183.95	AC	67.25	67.85	0.00	0.07	0.60	183.35	**0.00**	**0.33**	**99.67**
7	SPT-1 MA-15	T-7181	09-Sept-2028	168.90	AM	72.66	74.28	0.00	0.99	1.62	167.28	**0.00**	**0.96**	**99.04**
8	SPT-1 MA-22	T-7188	09-Sept-2029	136.81	AH	75.35	75.63	0.00	0.03	0.28	136.53	**0.00**	**0.20**	**99.80**
9	SPT-1 MA-26	T-7192	09-Sept-2030	78.43	FF	67.62	67.89	0.00	0.04	0.27	78.16	**0.00**	**0.34**	**99.66**
Sondeo-2														
10	SPT-2 MA-06	T-7198	09-Sept-2031	125.51	NN	69.17	69.68	0.00	0.17	0.51	125.00	**0.00**	**0.41**	**99.59**
11	SPT-2 MA-13	T-7205	09-Sept-2032	105.91	LL	68.68	68.94	0.00	0.05	0.26	105.65	**0.00**	**0.25**	**99.75**
12	SPT-2 MA-18	T-7210	09-Sept-2033	85.07	CC	68.07	68.45	0.00	0.04	0.38	84.69	**0.00**	**0.45**	**99.55**

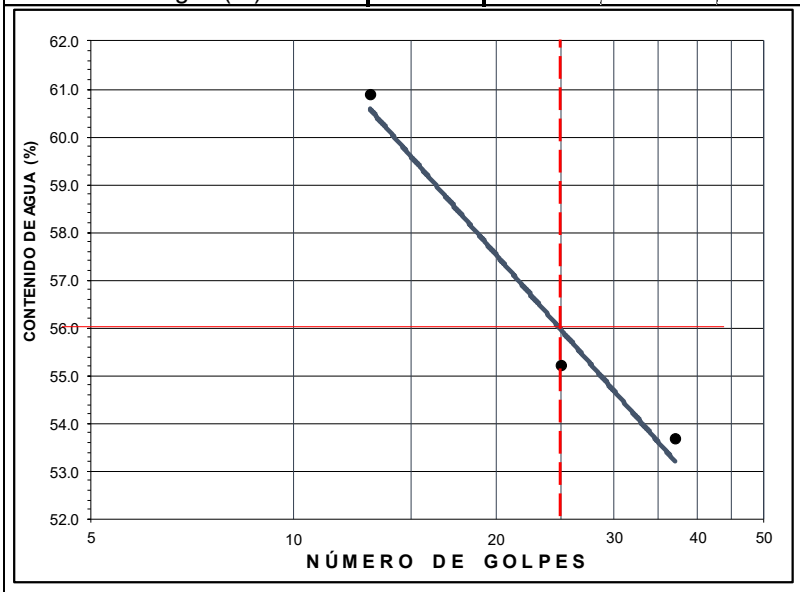
Correspondencias: W_{Cap}= Peso de Capsula, W_m= Peso de muestra, W_{agua}= Peso de agua

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **PCA-1** — Tipo y N° de muestra: **MI-U** — Profundidad (m): **----** — No. de ensaye: T-7159 — Fecha de ensaye: 13/09/2024 **Descripción:** Lutita color gris

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	11	LP-28	LP-36	LP-39		LP-04	LP-44
Número de Golpes	------	37	25	13		-----	-----
Peso de capsula (gr)	40.54	12.44	12.06	12.32		12.35	12.03
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	215.61	33.91	28.65	30.08		28.89	26.48
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	182.39	26.41	22.75	23.36		25.55	23.47
Peso de Agua (gr)	33.22	7.50	5.90	6.72		3.34	3.01
Peso de suelo seco (gr)	141.85	13.97	10.69	11.04		13.20	11.44
Contenido de agua (%)	**23.4**	**53.7**	**55.2**	**60.9**		**25.3**	**26.3**



Humedad Natural (%):	23.4
Límite Líquido (%):	56.00
Límite Plástico (%):	25.81
Índice Plástico (%):	30.19
Ip en linea "A":	26.28
Consistencia Relativa:	1.26
Grava (%)	0.0
Arena (%)	0.2
Finos(%)	99.8
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
4	99.8	87.42	12.38	12.4%

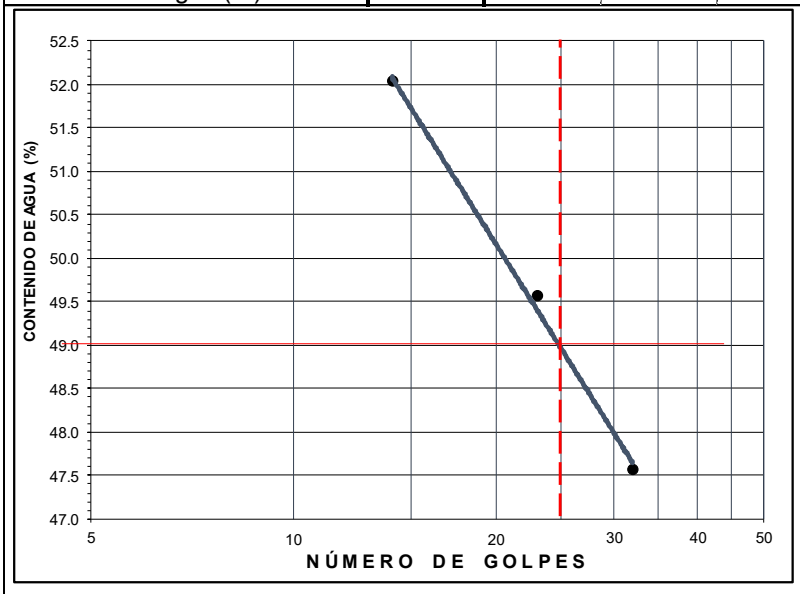
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **PCA-2** · Tipo y N° de muestra: **MI-U** · Profundidad (m): **----** · No. de ensaye: T-7160 · Fecha de ensaye: 04/10/2024 **Descripción:** Lutita color gris

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-27	LP-70	LP-72	LP-73		LP-15	LP-19
Número de Golpes	------	32	23	14		-----	-----
Peso de capsula (gr)	40.96	11.96	12.33	11.95		12.00	12.00
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	229.13	30.70	32.76	33.28		26.08	26.88
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	203.94	24.66	25.99	25.98		23.78	24.42
Peso de Agua (gr)	25.19	6.04	6.77	7.30		2.30	2.46
Peso de suelo seco (gr)	162.98	12.70	13.66	14.03		11.78	12.42
Contenido de agua (%)	**15.5**	**47.6**	**49.6**	**52.0**		**19.5**	**19.8**



Humedad Natural (%):	15.5
Límite Líquido (%):	49.00
Límite Plástico (%):	19.67
Índice Plástico (%):	29.33
Ip en linea "A":	21.17
Consistencia Relativa:	1.71

Grava (%)	0.0
Arena (%)	1.7
Finos(%)	98.3
Clasificación SUCS	CL

Arcilla de baja compresibilidad

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		

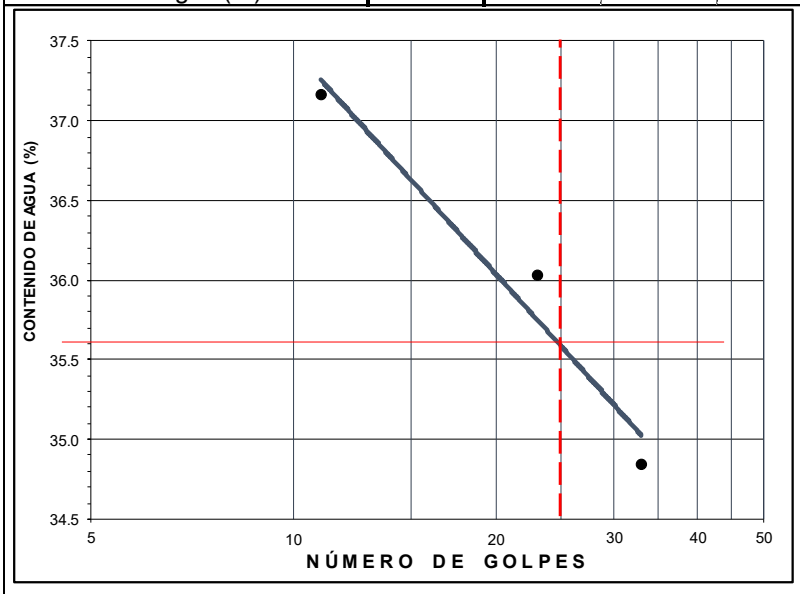
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de **PCA-3**	Tipo y N° de muestra **MI-U**	Profundidad (m): **----**	No. de ensaye: T-7161 Fecha de ensaye: 04/10/2024	
	Descripción: Lutita color gris				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-13	LP-08	LP-32	LP-43		LP-20	LP-27
Número de Golpes	------	33	23	11		-----	-----
Peso de capsula (gr)	41.39	12.17	12.05	12.03		11.85	12.25
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	255.07	29.78	29.53	30.41		28.10	27.69
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	205.83	25.23	24.90	25.43		25.63	25.37
Peso de Agua (gr)	49.24	4.55	4.63	4.98		2.47	2.32
Peso de suelo seco (gr)	164.44	13.06	12.85	13.40		13.78	13.12
Contenido de agua (%)	**29.9**	**34.8**	**36.0**	**37.2**		**17.9**	**17.7**



Humedad Natural (%):	29.9
Límite Líquido (%):	35.60
Límite Plástico (%):	17.80
Índice Plástico (%):	17.80
Ip en linea "A":	11.39
Consistencia Relativa:	0.32
Grava (%)	0.0
Arena (%)	5.5
Finos(%)	94.5
Clasificación SUCS	CL
Arcilla de baja compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
9	99.38	92.68	6.7	6.7%

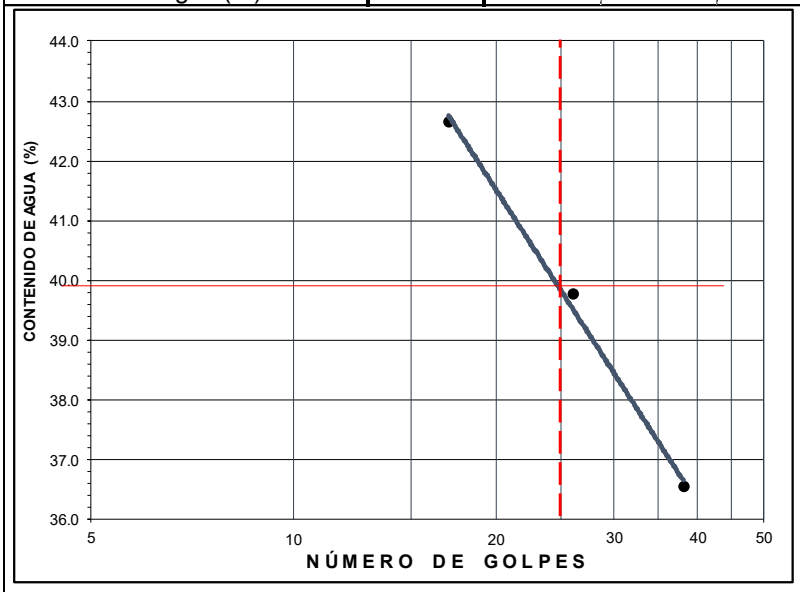
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de **PCA-5**	Tipo y N° de muestra **MI-U**	Profundidad (m): **----**	No. de ensaye: T-7162 Fecha de ensaye: 04/10/2024	
	Descripción: Lutita color gris				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-17	LP-10	LP-37	LP-48		LP-47	LP-57
Número de Golpes	------	38	26	17		-----	-----
Peso de capsula (gr)	39.97	12.21	11.98	11.90		11.93	12.44
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	148.72	27.42	30.12	27.92		24.60	30.37
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	135.48	23.35	24.96	23.13		22.57	27.47
Peso de Agua (gr)	13.24	4.07	5.16	4.79		2.03	2.90
Peso de suelo seco (gr)	95.51	11.14	12.98	11.23		10.64	15.03
Contenido de agua (%)	**13.9**	**36.5**	**39.8**	**42.7**		**19.1**	**19.3**



Humedad Natural (%):	13.9
Límite Líquido (%):	39.90
Límite Plástico (%):	19.19
Índice Plástico (%):	20.71
Ip en linea "A":	14.53
Consistencia Relativa:	1.36
Grava (%)	0.0
Arena (%)	5.5
Finos(%)	94.5
Clasificación SUCS	CL
Arcilla de baja compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
3	100.18	88.46	11.72	11.7%

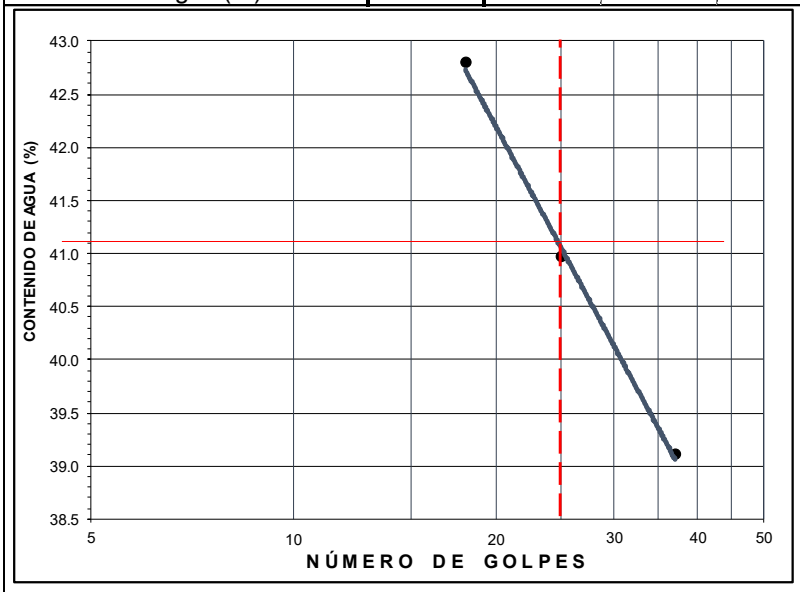
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **M-1**	Tipo y N° de muestra: **MI-U**	Profundidad (m): **----**	No. de ensaye: T-7163 Fecha de ensaye: 04/10/2024	
	Descripción: Grava arcillosa color café semioscuro, con materia orgánica				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-20	LP-61*	LP-50	LP-76*		LP-14	LP-31
Número de Golpes	------	37	25	18		-----	-----
Peso de capsula (gr)	38.94	12.20	11.98	12.14		12.21	12.58
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	311.69	47.70	40.06	43.44		26.37	31.11
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	291.21	37.72	31.90	34.06		23.84	27.83
Peso de Agua (gr)	20.48	9.98	8.16	9.38		2.53	3.28
Peso de suelo seco (gr)	252.27	25.52	19.92	21.92		11.63	15.25
Contenido de agua (%)	**8.1**	**39.1**	**41.0**	**42.8**		**21.8**	**21.5**



Humedad Natural (%):	8.1
Límite Líquido (%):	41.10
Límite Plástico (%):	21.63
Índice Plástico (%):	19.47
Ip en linea "A":	15.40
Consistencia Relativa:	1.52

Grava (%)	64.9
Arena (%)	21.4
Finos(%)	13.7
Clasificación SUCS	GC
Grava arcillosa	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
14	99.82	89.34	10.48	10.5%

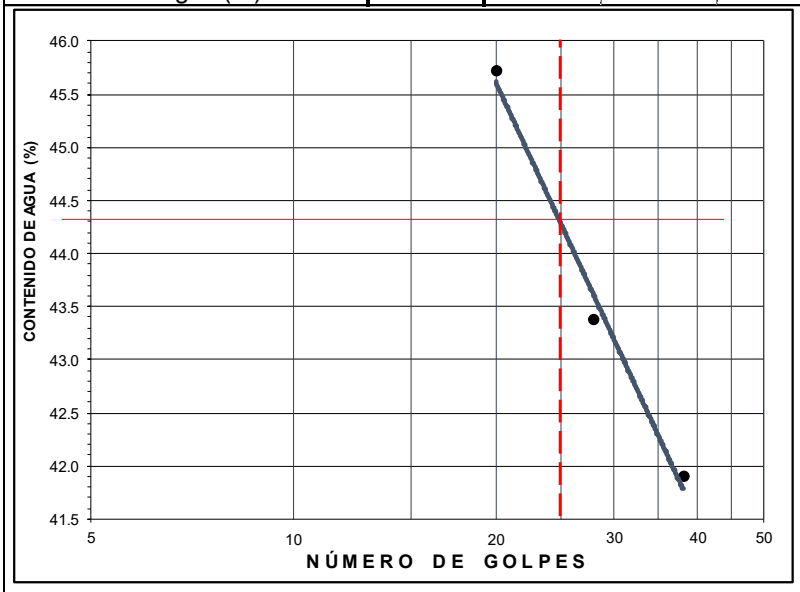
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **M-2** — Tipo y N° de muestra: **MI-U** — Profundidad (m): **----** — No. de ensaye: T-7164 — Fecha de ensaye: 11/10/2024 **Descripción:** Grava arcillosa color gris claro,fracción fina de baja compresibilidad.

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-22	LP-53	LP-07*	LP-02		T-10	T-06
Número de Golpes	------	38	28	20		-----	-----
Peso de capsula (gr)	38.16	12.19	12.33	12.31		12.01	11.85
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	265.96	38.30	41.88	39.59		26.66	26.69
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	235.50	30.59	32.94	31.03		24.49	24.47
Peso de Agua (gr)	30.46	7.71	8.94	8.56		2.17	2.22
Peso de suelo seco (gr)	197.34	18.40	20.61	18.72		12.48	12.62
Contenido de agua (%)	**15.4**	**41.9**	**43.4**	**45.7**		**17.4**	**17.6**



Humedad Natural (%):	15.4
Límite Líquido (%):	44.30
Límite Plástico (%):	17.49
Índice Plástico (%):	26.81
Ip en linea "A":	17.74
Consistencia Relativa:	1.65
Grava (%)	46.2
Arena (%)	21.2
Finos(%)	32.6
Clasificación SUCS	GC
	Grava arcillosa

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
13	100.62	88.6	12.02	11.9%

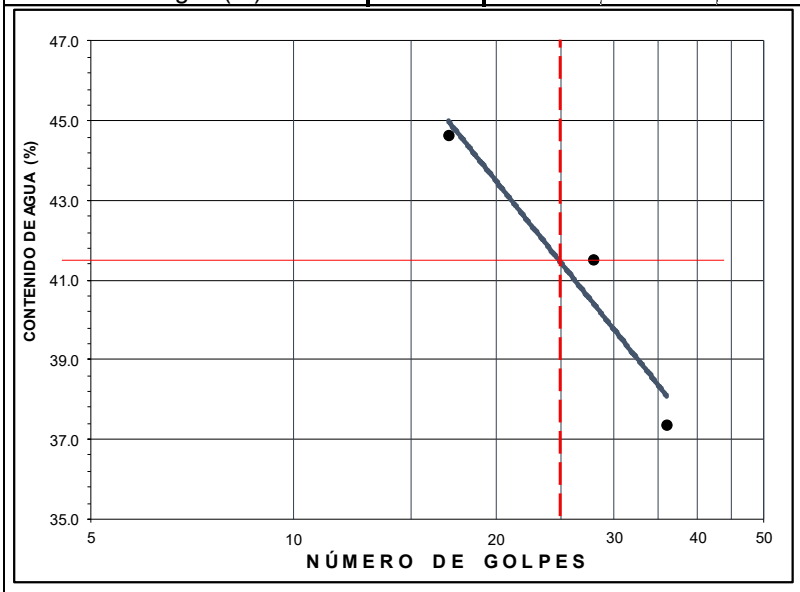
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **CR-2** — Tipo y N° de muestra: **MA-1** — Profundidad (m): **----** — No. de ensaye: T-7165 — Fecha de ensaye: 11/10/2024 **Descripción:** Grava arcillosa color gris claro, fracción fina de baja compresibilidad.

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-05	T-13	T-15	T-26		LP-12	LP-16
Número de Golpes	------	36	28	17		-----	-----
Peso de capsula (gr)	41.63	11.97	12.27	11.95		11.86	11.79
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	347.48	26.97	33.04	30.55		27.08	27.48
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	320.65	22.89	26.95	24.81		24.72	25.10
Peso de Agua (gr)	26.83	4.08	6.09	5.74		2.36	2.38
Peso de suelo seco (gr)	279.02	10.92	14.68	12.86		12.86	13.31
Contenido de agua (%)	**9.6**	**37.4**	**41.5**	**44.6**		**18.4**	**17.9**



Humedad Natural (%):	9.6
Límite Líquido (%):	41.30
Límite Plástico (%):	18.12
Índice Plástico (%):	23.18
Ip en linea "A":	15.55
Consistencia Relativa:	1.75
Grava (%)	71.9
Arena (%)	14.1
Finos(%)	14.0
Clasificación SUCS	GC
Grava arcillosa	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
44	98.86	88.7	10.16	10.3%

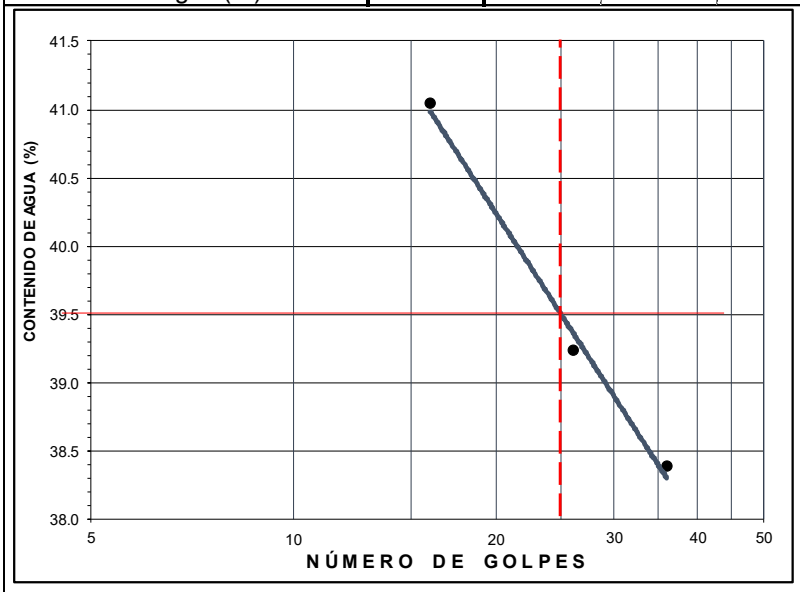
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **CR-3** · Tipo y N° de muestra: **MA-1** · Profundidad (m): **----** · No. de ensaye: T-7166 · Fecha de ensaye: 11/10/2024 **Descripción:** Grava mal graduada con fracción fina arcillosa, color gris claro.

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-08*	LP-71	LP-54	LP-6		T-11	T-17
Número de Golpes	------	36	26	16		-----	-----
Peso de capsula (gr)	41.61	12.09	11.96	12.20		12.13	11.97
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	317.39	36.39	35.42	40.62		24.51	26.50
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	300.03	29.65	28.81	32.35		24.11	22.44
Peso de Agua (gr)	17.36	6.74	6.61	8.27		0.40	4.06
Peso de suelo seco (gr)	258.42	17.56	16.85	20.15		11.98	10.47
Contenido de agua (%)	**6.7**	**38.4**	**39.2**	**41.0**		**3.3**	**38.8**



Humedad Natural (%): 6.7
Límite Líquido (%): 39.50
Límite Plástico (%): 21.06
Índice Plástico (%): 18.44
Ip en linea "A": 14.24
Consistencia Relativa: 1.56

Grava (%) 81.4
Arena (%) 9.5
Finos(%) 9.1
Clasificación SUCS GP-GC
Grava mal graduada con arcilla

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
8	99.62	89.16	10.46	10.5%

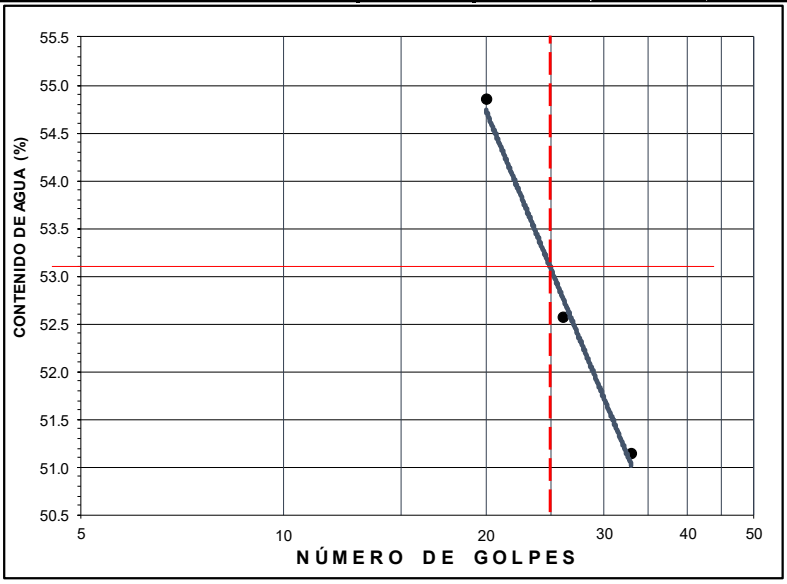
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de **S-1**	Tipo y N° de muestra **M-05**	Profundidad (m): **3.4 - 4.0**	No. de ensaye: T-7171 Fecha de ensaye: 15/10/2024	
	Descripción: Lutita color gris.				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-11	LP-31*	LP-22	LP-21		LP-23	T-27
Número de Golpes	------	33	26	20		-----	-----
Peso de capsula (gr)	41.18	12.12	12.11	11.92		12.27	12.08
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	143.17	34.11	36.23	39.87		22.08	24.81
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	128.17	26.67	27.92	29.97		20.67	22.92
Peso de Agua (gr)	15.00	7.44	8.31	9.90		1.41	1.89
Peso de suelo seco (gr)	86.99	14.55	15.81	18.05		8.40	10.84
Contenido de agua (%)	**17.2**	**51.1**	**52.6**	**54.8**		**16.8**	**17.4**



Humedad Natural (%):	17.2
Límite Líquido (%):	53.10
Límite Plástico (%):	17.11
Índice Plástico (%):	35.99
Ip en linea "A":	24.16
Consistencia Relativa:	2.10
Grava (%)	0.8
Arena (%)	3.7
Finos(%)	95.5
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
1	100.4	85.88	14.52	14.5%

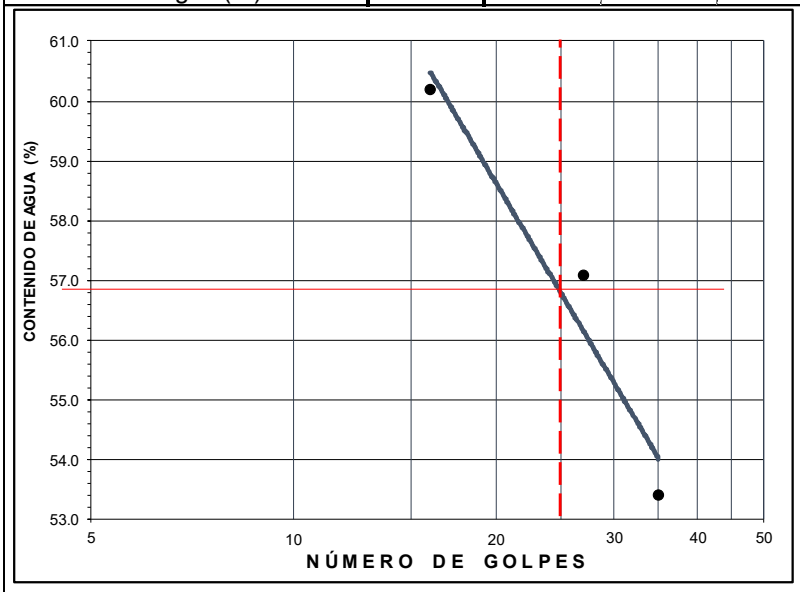
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de **S-1**	Tipo y N° de muestra **M-09**	Profundidad (m): **5.8 - 6.4**	No. de ensaye: T-7173 Fecha de ensaye: 15/10/2024	
	Descripción: Lutita color gris claro.				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-25	LP-26	LP-62	LP-56		T-21	T-23
Número de Golpes	------	35	27	16		-----	-----
Peso de capsula (gr)	43.09	12.41	12.37	12.48		12.12	12.25
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	165.65	29.19	33.31	31.06		24.14	24.99
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	147.55	23.35	25.70	24.08		22.51	23.31
Peso de Agua (gr)	18.10	5.84	7.61	6.98		1.63	1.68
Peso de suelo seco (gr)	104.46	10.94	13.33	11.60		10.39	11.06
Contenido de agua (%)	**17.3**	**53.4**	**57.1**	**60.2**		**15.7**	**15.2**



Humedad Natural (%):	17.3
Límite Líquido (%):	56.80
Límite Plástico (%):	15.44
Índice Plástico (%):	41.36
Ip en linea "A":	26.86
Consistencia Relativa:	2.56
Grava (%)	0.0
Arena (%)	0.3
Finos(%)	99.7
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
X	100.1	84.22	15.88	15.9%

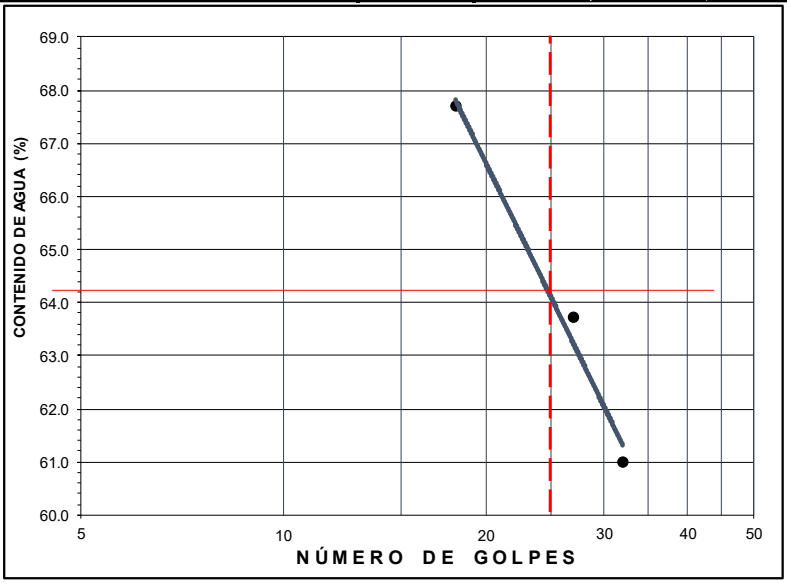
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de **S-1**	Tipo y N° de muestra **M-15**	Profundidad (m): **9.40 - 10.0**	No. de ensaye: T-7181 Fecha de ensaye: 15/10/2024	
	Descripción: Lutita color gris				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	64	LP-68	LP-41	LP-11		T-09	T-02
Número de Golpes	------	32	27	18		-----	-----
Peso de capsula (gr)	37.72	12.48	12.76	12.12		12.23	12.31
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	152.72	27.87	32.16	29.56		25.38	23.51
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	132.89	22.04	24.61	22.52		23.26	21.68
Peso de Agua (gr)	19.83	5.83	7.55	7.04		2.12	1.83
Peso de suelo seco (gr)	95.17	9.56	11.85	10.40		11.03	9.37
Contenido de agua (%)	**20.8**	**61.0**	**63.7**	**67.7**		**19.2**	**19.5**



Humedad Natural (%):	20.8
Límite Líquido (%):	64.20
Límite Plástico (%):	19.38
Índice Plástico (%):	44.82
Ip en linea "A":	32.27
Consistencia Relativa:	2.24
Grava (%)	0.0
Arena (%)	1.0
Finos(%)	99.0
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
A	99.3	82.42	16.88	17.0%

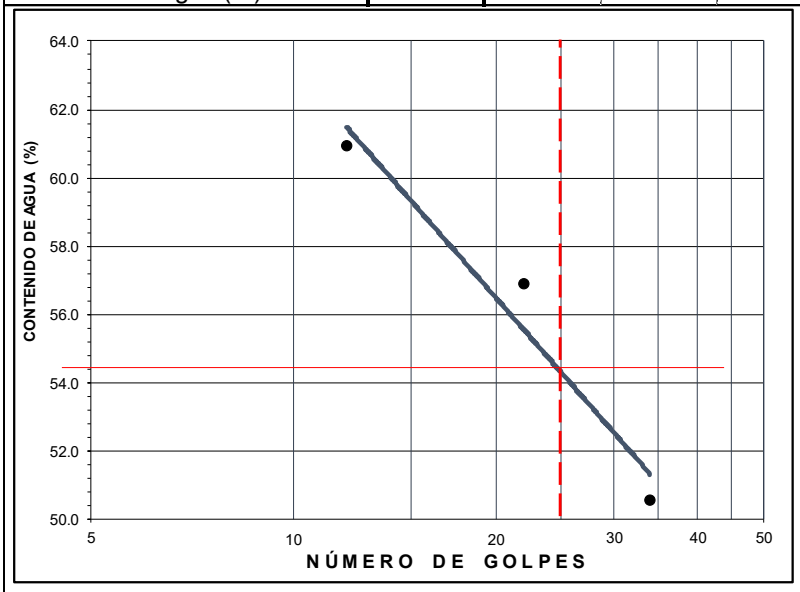
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.			
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **S-1**	Tipo y N° de muestra: **M-22**	Profundidad (m): **13.60 - 14.20**	No. de ensaye: T-7188 Fecha de ensaye: 17/10/2024
	Descripción: Lutita color gris			

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	12	LP-78	LP-66	T-03		LP-75	LP-35*
Número de Golpes	------	34	22	12		-----	-----
Peso de capsula (gr)	40.74	11.90	12.41	11.80		12.54	12.12
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	141.16	31.68	35.63	33.38		25.83	28.36
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	125.89	25.04	27.21	25.21		23.75	25.77
Peso de Agua (gr)	15.27	6.64	8.42	8.17		2.08	2.59
Peso de suelo seco (gr)	85.15	13.14	14.80	13.41		11.21	13.65
Contenido de agua (%)	**17.9**	**50.5**	**56.9**	**60.9**		**18.6**	**19.0**



Humedad Natural (%):	17.9
Límite Líquido (%):	54.40
Límite Plástico (%):	18.76
Índice Plástico (%):	35.64
Ip en linea "A":	25.11
Consistencia Relativa:	1.94
Grava (%)	0.0
Arena (%)	0.2
Finos(%)	99.8
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
44	98.94	84.1	14.84	15.0%

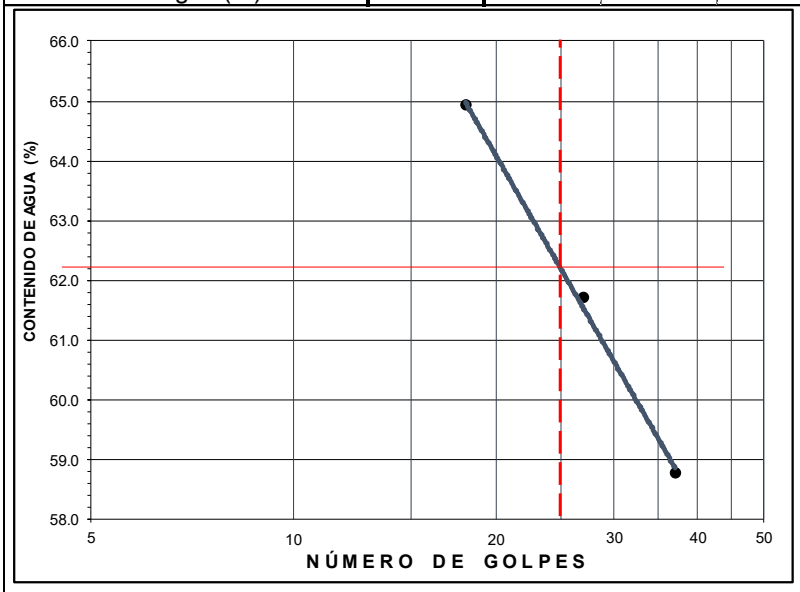
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora				
	Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **S-1**	Tipo y N° de muestra: **M-26**	Profundidad (m): **16.0 - 16.60**	No. de ensaye: T-7192	Fecha de ensaye: 17/10/2024
	Descripción: Lutita color gris				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	65	T-12	T-25	LP-45		LP-58	T-04
Número de Golpes	------	37	27	18		-----	-----
Peso de capsula (gr)	39.98	12.15	11.93	11.87		12.18	12.01
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	117.69	33.71	26.79	29.83		17.85	19.80
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	104.29	25.73	21.12	22.76		17.12	18.78
Peso de Agua (gr)	13.40	7.98	5.67	7.07		0.73	1.02
Peso de suelo seco (gr)	64.31	13.58	9.19	10.89		4.94	6.77
Contenido de agua (%)	**20.8**	**58.8**	**61.7**	**64.9**		**14.8**	**15.1**



Humedad Natural (%):	20.8
Límite Líquido (%):	62.20
Límite Plástico (%):	14.92
Índice Plástico (%):	47.28
Ip en linea "A":	30.81
Consistencia Relativa:	2.77

Grava (%)	0.0
Arena (%)	0.3
Finos(%)	99.7
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		

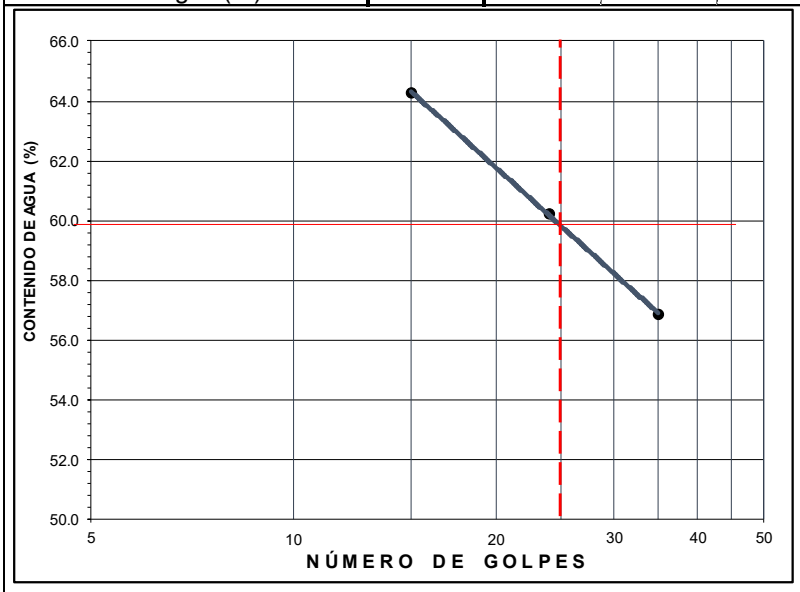
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de **S-2**	Tipo y N° de muestra **M-06**	Profundidad (m): **4.0 - 4.6**	No. de ensaye: T-7198 Fecha de ensaye: 16/10/2024	
	Descripción: Lutita color gris				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-75	LP-18	LP-38	LP-65		T-02*	LP-76
Número de Golpes	------	35	24	15		-----	-----
Peso de capsula (gr)	40.12	12.18	12.16	12.27		12.13	12.17
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	143.88	30.25	29.11	32.51		24.07	24.98
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	127.54	23.70	22.74	24.59		21.73	22.48
Peso de Agua (gr)	16.34	6.55	6.37	7.92		2.34	2.50
Peso de suelo seco (gr)	87.42	11.52	10.58	12.32		9.60	10.31
Contenido de agua (%)	**18.7**	**56.9**	**60.2**	**64.3**		**24.4**	**24.2**



Humedad Natural (%):	18.7
Límite Líquido (%):	59.80
Límite Plástico (%):	24.31
Índice Plástico (%):	35.49
Ip en linea "A":	29.05
Consistencia Relativa:	1.69

Grava (%)	0.0
Arena (%)	0.4
Finos(%)	99.6
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
15	100	85.1	14.9	14.9%

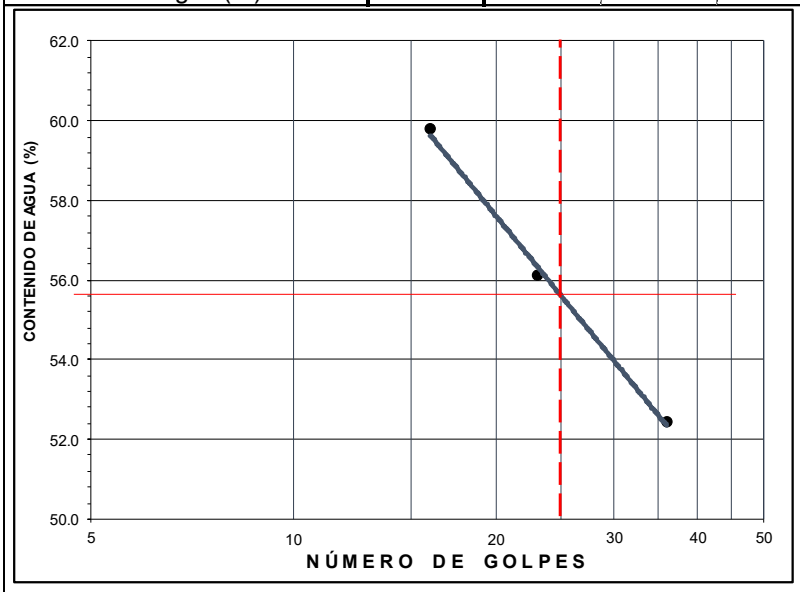
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de **S-2**	Tipo y N° de muestra **M-14**	Profundidad (m): **8.8 - 9.4**	No. de ensaye: T-7206 Fecha de ensaye: 16/10/2024	
	Descripción: Lutita color gris				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	54	LP-03	LP-13	LP-74		LP-01	LP-07*
Número de Golpes	------	36	23	16		-----	-----
Peso de capsula (gr)	39.92	12.04	12.16	12.46		12.15	12.05
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	102.39	30.41	30.55	32.40		22.42	23.03
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	93.37	24.09	23.94	24.94		21.18	21.73
Peso de Agua (gr)	9.02	6.32	6.61	7.46		1.24	1.30
Peso de suelo seco (gr)	53.45	12.05	11.78	12.48		9.03	9.68
Contenido de agua (%)	**16.9**	**52.4**	**56.1**	**59.8**		**13.7**	**13.4**



Humedad Natural (%): 16.9
Límite Líquido (%): 55.60
Límite Plástico (%): 13.58
Índice Plástico (%): 42.02
Ip en linea "A": 25.99
Consistencia Relativa: 2.85

Grava (%)
Arena (%)
Finos(%)
Clasificación SUCS CH
Arcilla de alta compresibilidad

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
18	100.1	85.58	14.52	14.5%

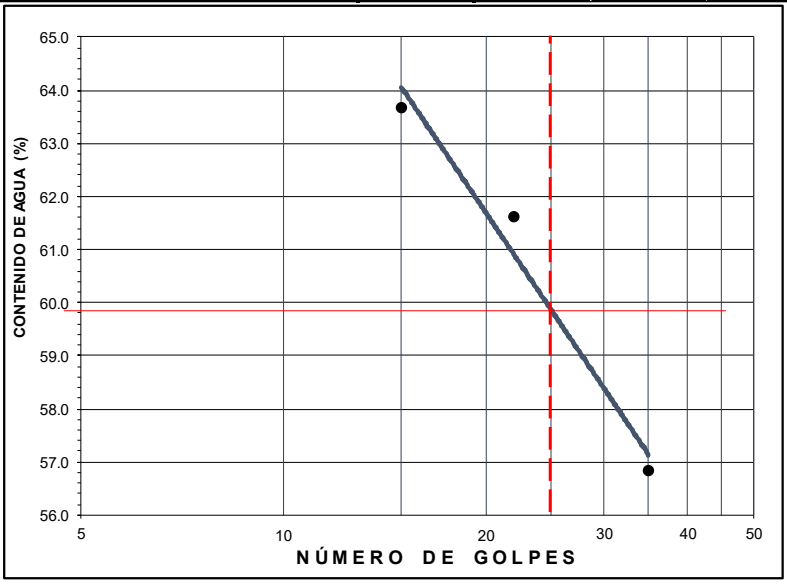
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de **S-2**	Tipo y N° de muestra **M-17**	Profundidad (m): **10.60 - 11.20**	No. de ensaye: T-7209 Fecha de ensaye: 16/10/2024	
	Descripción: Lutita color gris				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	H-08*	LP-05	LP-63	LP-29		T-05	T-14
Número de Golpes	------	35	22	15		-----	-----
Peso de capsula (gr)	41.62	12.39	12.13	12.30		12.10	12.27
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	98.70	33.67	31.54	29.96		28.63	25.41
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	89.06	25.96	24.14	23.09		25.80	23.32
Peso de Agua (gr)	9.64	7.71	7.40	6.87		2.83	2.09
Peso de suelo seco (gr)	47.44	13.57	12.01	10.79		13.70	11.05
Contenido de agua (%)	**20.3**	**56.8**	**61.6**	**63.7**		**20.7**	**18.9**



Humedad Natural (%): 20.3
Límite Líquido (%): 59.80
Límite Plástico (%): 19.79
Índice Plástico (%): 40.01
Ip en linea "A": 29.05
Consistencia Relativa: 2.00

Grava (%)
Arena (%)
Finos(%)
Clasificación SUCS CH
Arcilla de alta compresibilidad

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
20	100.8	87.02	13.78	13.7%

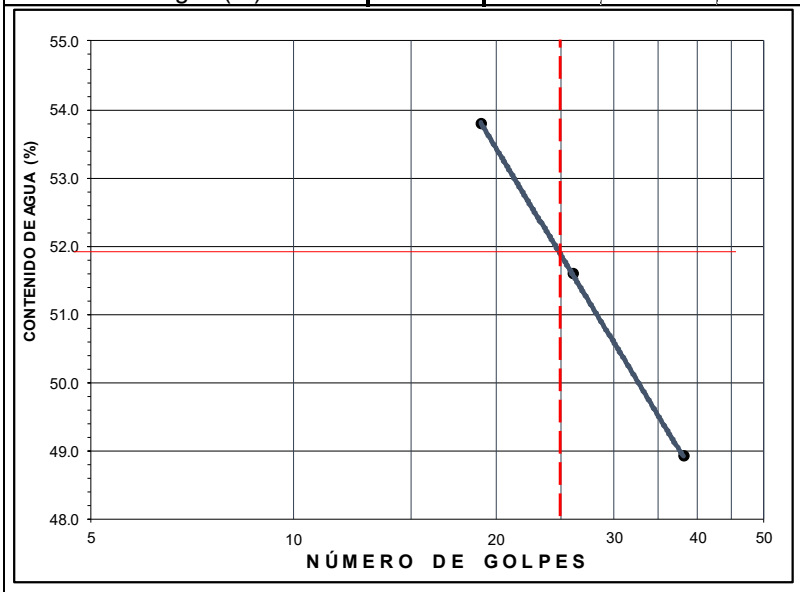
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de **S-2**	Tipo y N° de muestra **M-25**	Profundidad (m): **15.40 - 16.0**	No. de ensaye: T-7217 Fecha de ensaye: 16/10/2024	
	Descripción: Lutita color gris				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	19	LP-33	LP-55	T-19		LP-52	LP-69
Número de Golpes	------	38	26	19		-----	-----
Peso de capsula (gr)	40.77	12.06	12.12	12.15		12.32	12.08
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	127.65	29.93	28.66	33.62		24.99	24.08
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	114.35	24.06	23.03	26.11		23.40	22.58
Peso de Agua (gr)	13.30	5.87	5.63	7.51		1.59	1.50
Peso de suelo seco (gr)	73.58	12.00	10.91	13.96		11.08	10.50
Contenido de agua (%)	**18.1**	**48.9**	**51.6**	**53.8**		**14.4**	**14.3**



Humedad Natural (%): 18.1
Límite Líquido (%): 51.90
Límite Plástico (%): 14.32
Índice Plástico (%): 37.58
Ip en linea "A": 23.29
Consistencia Relativa: 2.36

Grava (%)
Arena (%)
Finos(%)
Clasificación SUCS CH
Arcilla de alta compresibilidad

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
17	100.8	84.06	16.74	16.6%

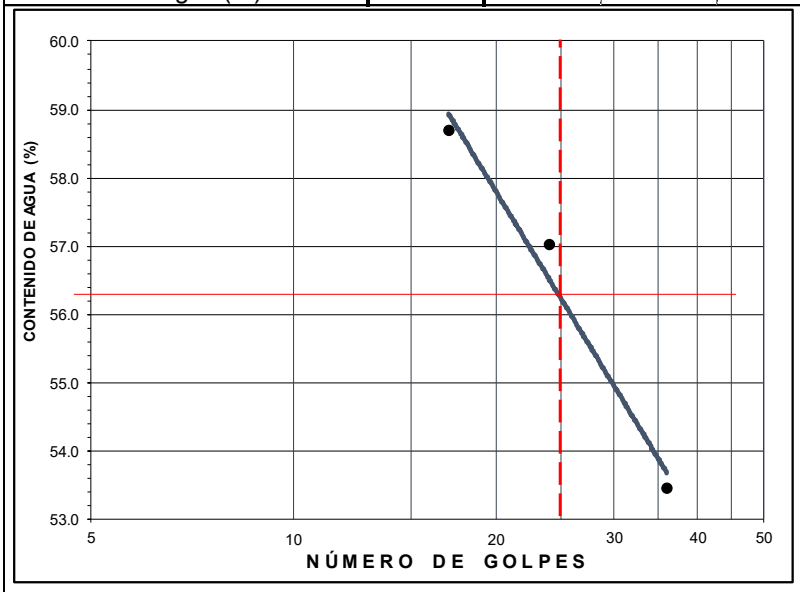
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora				
	Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.				
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **S-2**	Tipo y N° de muestra: **M-27**	Profundidad (m): **16.60 - 16.75**	No. de ensaye: T-7219	Fecha de ensaye: 17/10/2024
	Descripción: Lutita color gris				

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	61	T-16	T-24	T-01		LP-30	LP-40
Número de Golpes	------	36	24	17		-----	-----
Peso de capsula (gr)	39.46	12.49	12.08	12.14		12.08	12.47
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	114.40	30.52	30.67	30.96		27.53	27.09
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	102.24	24.24	23.92	24.00		25.51	25.28
Peso de Agua (gr)	12.16	6.28	6.75	6.96		2.02	1.81
Peso de suelo seco (gr)	62.78	11.75	11.84	11.86		13.43	12.81
Contenido de agua (%)	**19.4**	**53.4**	**57.0**	**58.7**		**15.0**	**14.1**



Humedad Natural (%):	19.4
Límite Líquido (%):	56.30
Límite Plástico (%):	14.59
Índice Plástico (%):	41.71
Ip en linea "A":	26.50
Consistencia Relativa:	2.53
Grava (%)	
Arena (%)	
Finos(%)	
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		

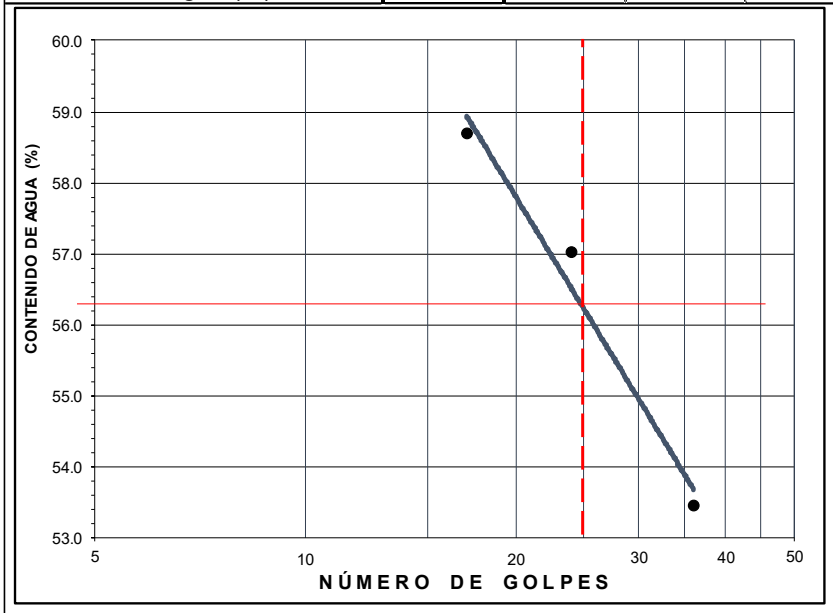
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.			
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **S-2**	Tipo y N° de muestra: **M-27**	Profundidad (m): **16.60 - 16.75**	No. de ensaye: T-7219 Fecha de ensaye: 17/10/2024
	Descripción: Lutita color gris			

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	61	T-16	T-24	T-01		LP-30	LP-40
Número de Golpes	------	36	24	17		-----	-----
Peso de capsula (gr)	39.46	12.49	12.08	12.14		12.08	12.47
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	114.40	30.52	30.67	30.96		27.53	27.09
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	102.24	24.24	23.92	24.00		25.51	25.28
Peso de Agua (gr)	12.16	6.28	6.75	6.96		2.02	1.81
Peso de suelo seco (gr)	62.78	11.75	11.84	11.86		13.43	12.81
Contenido de agua (%)	**19.4**	**53.4**	**57.0**	**58.7**		**15.0**	**14.1**



Humedad Natural (%):	19.4
Límite Líquido (%):	56.30
Límite Plástico (%):	14.59
Índice Plástico (%):	41.71
Ip en linea "A":	26.50
Consistencia Relativa:	2.53
Grava (%)	
Arena (%)	
Finos(%)	
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		

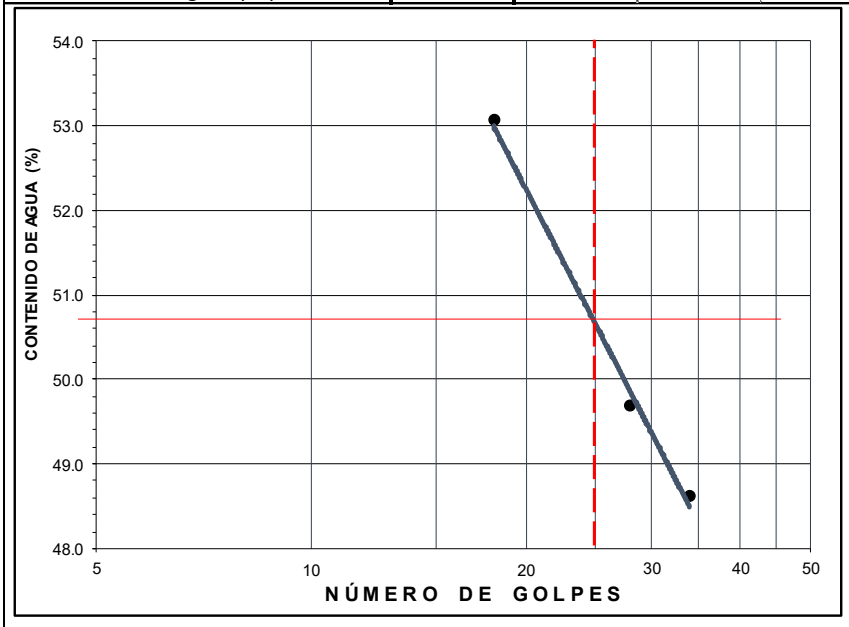
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **Banco Farela** — Tipo y N° de muestra: **MA-ÚNICA** — Profundidad (m): **----** — No. de ensaye: T-7220 — Fecha de ensaye: 21/10/2024 **Descripción:** Arcilla de media a alta compresibilidad color café.

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	AD	T-18	T-20	T-28		LP-34	LP-46
Número de Golpes	------	34	28	18		-----	-----
Peso de capsula (gr)	73.20	12.26	11.94	12.31		12.03	12.66
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	371.31	32.56	30.53	32.33		24.57	23.84
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	309.47	25.92	24.36	25.39		22.44	21.95
Peso de Agua (gr)	61.84	6.64	6.17	6.94		2.13	1.89
Peso de suelo seco (gr)	236.27	13.66	12.42	13.08		10.41	9.29
Contenido de agua (%)	**26.2**	**48.6**	**49.7**	**53.1**		**20.5**	**20.3**



Humedad Natural (%):	26.2
Límite Líquido (%):	50.70
Límite Plástico (%):	20.40
Índice Plástico (%):	30.30
Ip en linea "A":	22.41
Consistencia Relativa:	1.20
Grava (%)	0.0
Arena (%)	1.2
Finos(%)	98.8
Clasificación SUCS	CH
Arcilla de alta compresibilidad	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		
16	100.4	87.1	13.3	13.2%

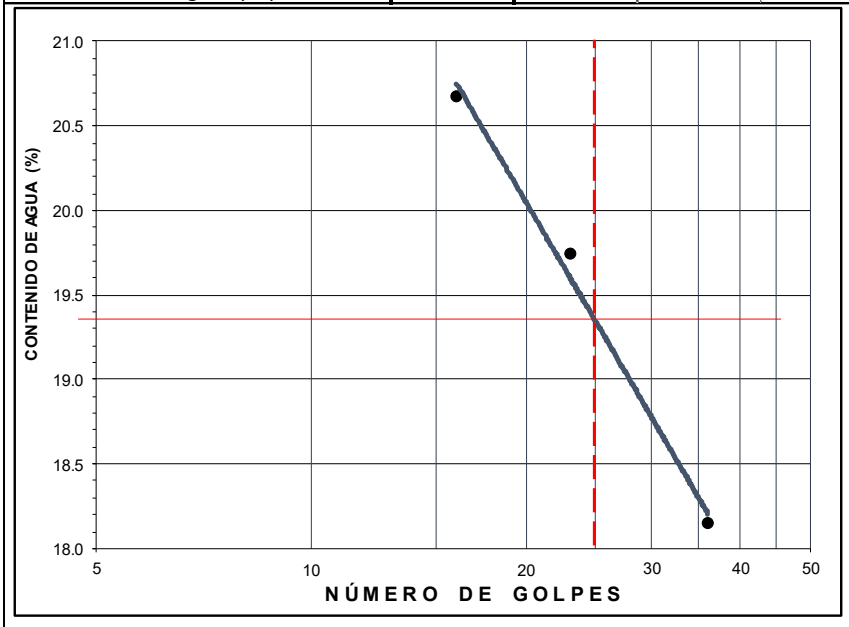
Observaciones:

PROPIEDADES ÍNDICE

DATOS DE LA OBRA	Proyecto: Presa Derivadora Ubicación: Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.
DATOS DE LA MUESTRA	Obtenida de: **Banco Santa** — Tipo y N° de muestra: **MA-1 (Arena)** — Profundidad (m): **----** — No. de ensaye: T-7222 — Fecha de ensaye: 25/10/2024 **Descripción:** Arena mal graduada con fracción fina arcillosa.

Humedad natural y Límites de Plásticidad

	Humedad Natural	Límite Líquido				Límite Plástico	
N° Prueba	1	1	2	3		1	2
N° Capsula	AJ	90	48	50		LL-08	LL-02
Número de Golpes	------	36	23	16		-----	-----
Peso de capsula (gr)	75.46	15.08	15.02	15.34		20.18	20.63
Peso Cap. + Suelo humedo (gr)	337.97	36.89	39.22	43.82		28.43	32.33
Peso Cap. + Suelo Seco (gr)	324.39	33.54	35.23	38.94		27.67	31.20
Peso de Agua (gr)	13.58	3.35	3.99	4.88		0.76	1.13
Peso de suelo seco (gr)	248.93	18.46	20.21	23.60		7.49	10.57
Contenido de agua (%)	**5.5**	**18.1**	**19.7**	**20.7**		**10.1**	**10.7**



Humedad Natural (%):	5.5
Límite Líquido (%):	19.30
Límite Plástico (%):	10.42
Índice Plástico (%):	8.88
Ip en linea "A":	-0.51
Consistencia Relativa:	1.33
Grava (%)	0.0
Arena (%)	91.3
Finos(%)	8.7
Clasificación SUCS	SP-SC
Arena mal graduada con arcilla	

Contracción lineal

Barra	Longitud		Diferencia (mm)	Contracción lineal (%)
	Inicial (mm)	Final (mm)		

Observaciones:

Densidad De Sólidos

OBRA: Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

PROCEDIMIENTO: Norma ASTM-D854-58 **FECHA DE ENSAYE:** Octubre-2024

IDENTIFICACIÓN			$W_{sat\ (gr)}$	TEMP. °C	$N^o\ F_c$	W_{fw} gr	W_{fsw} gr	No CAP.	W_{CAPS} gr	W_{s+W} CAPS	W_s gr	S_s
ENSAYE	REFERENCIA	MATERIAL										
T-7160	PCA-2 MI-ÚNICA	Lutita color gris claro	-----	24.0	A	686.9	838	S-14	182.01	422	239.99	2.70
T-7162	PCA-5 MI-ÚNICA	Lutita color gris claro	----	24.0	A	686.9	810	S-16	143.65	337	193.35	2.75

Equivalencias

$$S_s = \frac{W_s}{W_{fw} + W_s - W_{fsw}}$$

S_s = Densidad relativa de la fase sólida del material

W_{fw} = Masa del matraz lleno de agua

W_{fsw} Masa del matraz conteniendo el suelo y agua hasta la marca de aforo

W_s = Masa del material secado al horno

PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

DATOS DE LA OBRA	Presa de almacenamiento, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.	**ENSAYE No.:**	T-7160
DATOS DE LA MUESTRA	**OBTENIDA DE:** PCA-2 MI-ÚNICA	**FECHA:**	15-oct-24
	DESCRIPCIÓN: Lutita color gris, roca suave que al disgregarse produce arcilla de alta compresibilidad.		

PERMEÁMETRO No:	B		**Peso muestra humeda antes**	*Wh=*	78.20	grs	
Area A=	9.98	Cm.2	**Peso muestra humeda + tara**	*Wh+c=*	120.32	grs	80.20
Longitud Inic.	3.76	Cm.	**Peso muestra seca + tara**	*Ws+c=*	109.58	grs	
Longitud Fin	3.79	Cm.	**Peso agua**	*Ww=*	10.74	grs	
Vol Inicial	37.52	Cm.3	**Peso tara No.1**	*C=*	40.12	grs	
Vol Final	37.82	Cm.3	**Peso muetra seca**	*Ws =*	69.46	grs	
Diam. Piez.=	0.97		**Contenido de agua inicial**		12.6	%	
Ar. Piez.=	0.739	Cm^2	**Contenido de agua final**	*UU=*	15.46	%	
Diametro=	3.59	cm	**Peso volumetrico seco**		1.851	ton / m^3	
Vol de Sol.	25.73	cm 3	**Densidad**	*Ss=*	2.700		
Vol de vac.	11.80	cm 3	**Peso volumetrico hum inic =**		2.084	ton / m^3	
Rel de vac.	0.459		**Peso volumetrico hum final =**		2.137		

h1	*h2*	*Tempe 1*	*Tempe 2*	*Fc*	*t1*	*t2*	*Δ T (seg)*	*h1/ h2*	*Log h1/ h2*	*P*	*Kt 10-4*	*K 20 10-6 (cm/seg)*
					15/10/2024	15/10/2024						
118.3	118.1878	21	22	0.95313	8-00-00	8-10-00	600	1.00094934	0.000412096	0.001667	4.398E-07	**4.1921E-07**
					15/10/2024	15/10/2024						
118.3	117.972	21	22	0.95313	08-20-00	8-30-00	1200	1.00278032	0.001205802	0.000833	6.435E-07	**6.1331E-07**
					15/10/2024	15/10/2024						
118.3	117.8582	21	23	0.93114	8-45-00	9-35-00	3000	1.00374857	0.001624941	0.000333	3.469E-07	**3.2297E-07**
					15/10/2024	15/10/2024						
118.3	117.303	21	25	0.88925	9-50-00	11-40-10	6600	1.00849936	0.003675625	0.000152	3.566E-07	**3.1713E-07**
					15/10/2024	15/10/2024						
118.3	116.22	21	27	0.85024	12-00-00	15-50-00	13800	1.01789709	0.007703874	0.000072	3.575E-07	**3.0395E-07**
					15/10/2024	15/10/2024						
118.3	114.87	21	24.5	0.896	14-00-00	20-50-00	24600	1.02985984	0.012778124	0.000041	3.326E-07	**2.9804E-07**
												3.7910E-07

Kt= 0.640368

k20= **3.791E-07** cm / seg.

PERMEABILIDAD CARGA VARIABLE

DATOS DE LA OBRA	Presa de almacenamiento, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.	**ENSAYE No.:**	T-7162
DATOS DE LA MUESTRA	**OBTENIDA DE:** PCA-5 MI-ÚNICA	**FECHA:**	16-oct-24
	DESCRIPCIÓN: Lutita color gris, roca suave que al disgregarse produce arcilla de alta compresibilidad.		

PERMEÁMETRO No:	A		**Peso muestra humeda antes**	*Wh=*	74.92	grs	
Area A=	10.02	Cm.2	**Peso muestra humeda + tara**	*Wh+c=*	121.20	grs	8132
Longitud Inic.	3.62	Cm.	**Peso muestra seca + tara**	*Ws+c=*	105.50	grs	
Longitud Fin	3.65	Cm.	**Peso agua**	*Ww=*	15.70	grs	
Vol Inicial	36.27	Cm.3	**Peso tara No.1**	*C=*	39.88	grs	
Vol Final	36.57	Cm.3	**Peso muetra seca**	*Ws =*	65.62	grs	
Diam. Piez.=	0.87		**Contenido de agua inicial**		14.2	%	
Ar. Piez.=	0.598	Cm^2	**Contenido de agua final**	*UU=*	23.93	%	
Diametro=	3.60	cm	**Peso volumetrico seco**		1.809	ton / m^3	
Vol de Sol.	23.86	cm 3	**Densidad**	*Ss=*	2.750		
Vol de vac.	12.41	cm 3	**Peso volumetrico hum inic =**		2.065	ton / m^3	
Rel de vac.	0.520		**Peso volumetrico hum final =**		2.242		

h1	*h2*	*Tempe 1*	*Tempe 2*	*Fc*	*t1*	*t2*	*Δ T (seg)*	*h1/ h2*	*Log h1/ h2*	*P*	*Kt 10-4*	*K 20 10-6 (cm/seg)*
					16/10/2024	16/10/2024						
121.45	121.363	21	21.8	0.954	8-00-00	8-10-00	600	1.00071686	0.000311216	0.001667	2.577E-07	**2.4588E-07**
					16/10/2024	16/10/2024						
121.45	121.305	21	22	0.95313	08-20-00	8-30-00	1200	1.00119533	0.000518817	0.000833	2.148E-07	**2.0476E-07**
					16/10/2024	16/10/2024						
121.45	120.899	21	23	0.93114	8-45-00	9-35-00	3000	1.00455752	0.00197481	0.000333	3.271E-07	**3.0457E-07**
					16/10/2024	16/10/2024						
121.45	120.29	21	25	0.88925	9-50-00	11-40-10	6600	1.00964336	0.004167994	0.000152	3.138E-07	**2.7905E-07**
					16/10/2024	16/10/2024						
121.45	119.028	21	27	0.85024	12-00-00	15-50-00	13800	1.02034815	0.008748383	0.000072	3.15E-07	**2.6783E-07**
					16/10/2024	16/10/2024						
121.45	117.346	21	24.5	0.896	14-00-00	20-50-00	24600	1.0349735	0.014929229	0.000041	3.016E-07	**2.7020E-07**
												2.6205E-07

Kt= 0.496901

k20= **2.6205E-07** cm / seg.

Determinación de Peso Específico Seco Máximo y Humedad Óptima

DATOS DE OBRA

OBRA: Presa Derivadora

LOCALIZACION: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

DATOS DE MATERIAL

MATERIAL: Arcilla de media a alta compresibilidad color café, con arena fina.

ENSAYE No.: T-7094

FECHA PRUEBA: Oct-2024

Referencia: **Banco Martín Farela**

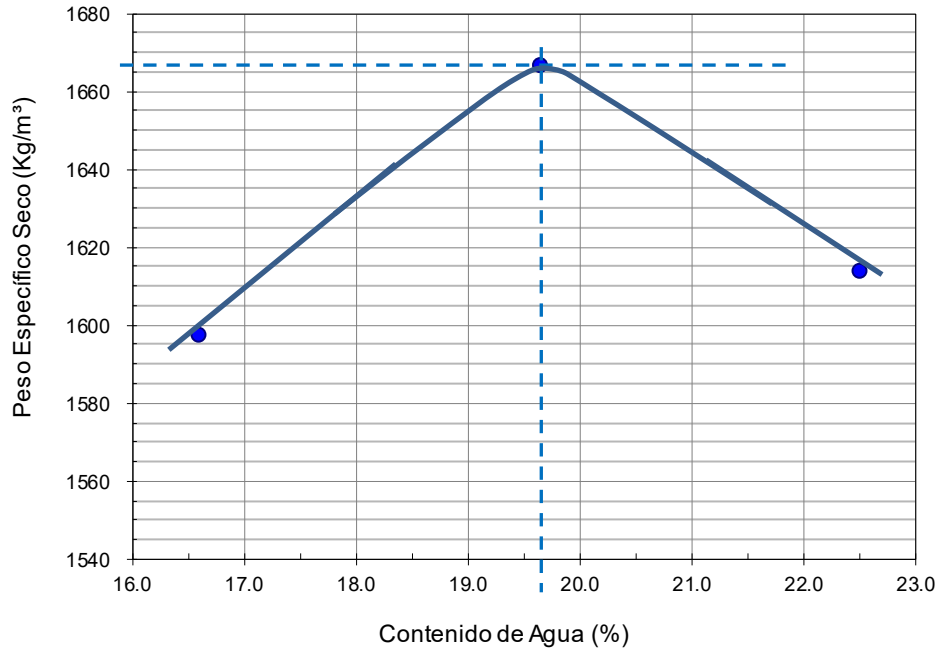
DATOS DE PRUEBA

Normas de referencia:
M-MMP-1-09/06
NMX-C-416-ONNCCE-2003

TIPO DE PRUEBA: **AASHTO ESTANDARD**
NUMERO DE CAPAS: **3**
No. DE GOLPES/CAPA: **25**

DATOS DEL MOLDE (No, cm3, grs): **1**
VOLUMEN: **0.93749** PESO: **2020**
DATOS DEL MARTILLO (grs, cms):
PESO: **2500** ALT. DE CAIDA: **30.5**

Determinación No.		1	2	3	4	5	6
HUMEDAD	Número de capsula	23	28	29			
	Peso humedo + peso capsula (grs)	89.27	99.41	100.86			
	Peso seco + peso capsula (grs)	80.3	87.6	87.32			
	Peso de capsula (grs)	26.4	27.2	27.1			
	Peso suelo seco (grs)	53.9	60.3	60.2			
	Peso de agua (grs)	9.0	11.9	13.5			
	Contenido de agua (%)	**16.6**	**19.6**	**22.5**			
PESO ESPECÍFICO	Peso Molde + Suelo humedo (grs)	3766	3889	3873			
	Peso del suelo humedo (grs)	1746	1869	1853			
	Peso específico humedo (Kg/m³)	1862	1994	1977			
	Peso específico seco (kg/m³)	**1597**	**1666**	**1614**			



Peso específico Seco Máximo: 1666 kg/m³

Humedad óptima: 19.6 %

Determinación de Peso Específico Seco Máximo y Humedad Óptima

DATOS DE OBRA

OBRA: Presa Derivadora

LOCALIZACION: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

DATOS DE MATERIAL

MATERIAL: Arena de partículas finas, color café claro.

ENSAYE No.: T-7094

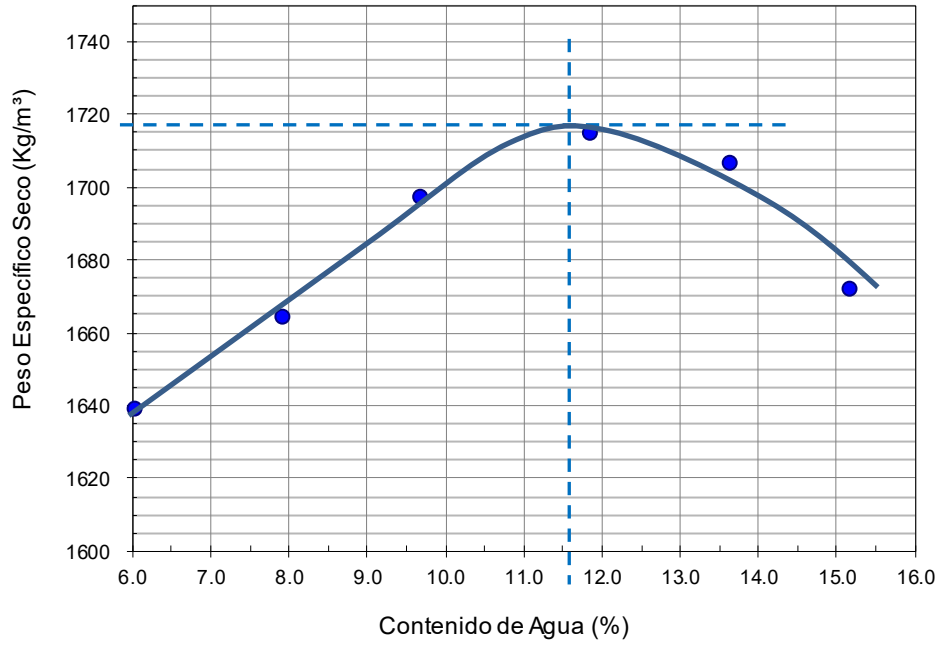
FECHA PRUEBA: Oct. -2024

Referencia: **Banco Playa Higueras Norte**

DATOS DE PRUEBA

Normas de referencia:	TIPO DE PRUEBA:	DATOS DEL MOLDE (No, cm3, grs): 1
M-MMP-1-09/06	**AASHTO ESTANDARD**	VOLUMEN: **0.93749** PESO: **2020**
NMX-C-416-ONNCCE-2003	NUMERO DE CAPAS: **3**	DATOS DEL MARTILLO (grs, cms):
	No. DE GOLPES/CAPA: **25**	PESO: **2500** ALT. DE CAIDA: **30.5**

Determinación No.		1	2	3	4	5	6
HUMEDAD	Número de capsula	39	25	100	30	27	24
	Peso humedo + peso capsula (grs)	114.05	108.98	104.15	106.94	103.96	153.13
	Peso seco + peso capsula (grs)	108.4	103.1	97.33	98.39	94.79	136.41
	Peso de capsula (grs)	15.3	29.2	26.9	26.3	27.6	26.2
	Peso suelo seco (grs)	93.2	73.9	70.4	72.1	67.2	110.2
	Peso de agua (grs)	5.6	5.9	6.8	8.6	9.2	16.7
	Contenido de agua (%)	**6.0**	**7.9**	**9.7**	**11.9**	**13.6**	**15.2**
PESO ESPECÍFICO	Peso Molde + Suelo humedo (grs)	3649	3704	3765	3818	3838	3825
	Peso del suelo humedo (grs)	1629	1684	1745	1798	1818	1805
	Peso especifico humedo (Kg/m³)	1738	1796	1861	1918	1939	1925
	Peso específico seco (kg/m³)	**1639**	**1664**	**1697**	**1715**	**1706**	**1672**



Peso específico Seco Máximo: 1718 kg/m³

Humedad óptima: 11.6 %

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMATIVA M-MMP-1-06/03

OBRA: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz. **No. Ensaye:** T-7164

OBTENIDA DE: **M-2** **FECHA:** 9-octubre-2024

DESCRIPCIÓN: Grava arcillosa color gris claro, fracción fina de baja compresibilidad.

PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO:	SUELTO	COMPACTO
PESO DEL RECIPIENTE Y MATERIAL, grs.	27040	30000
PESO DEL RECIPIENTE, grs.	8740	8740
VOLUMEN DEL RECIPIENTE, lts.	14.72927	14.72927
PESO VOLUMETRICO SECO(kg/m³):	**1242.42**	**1443.38**

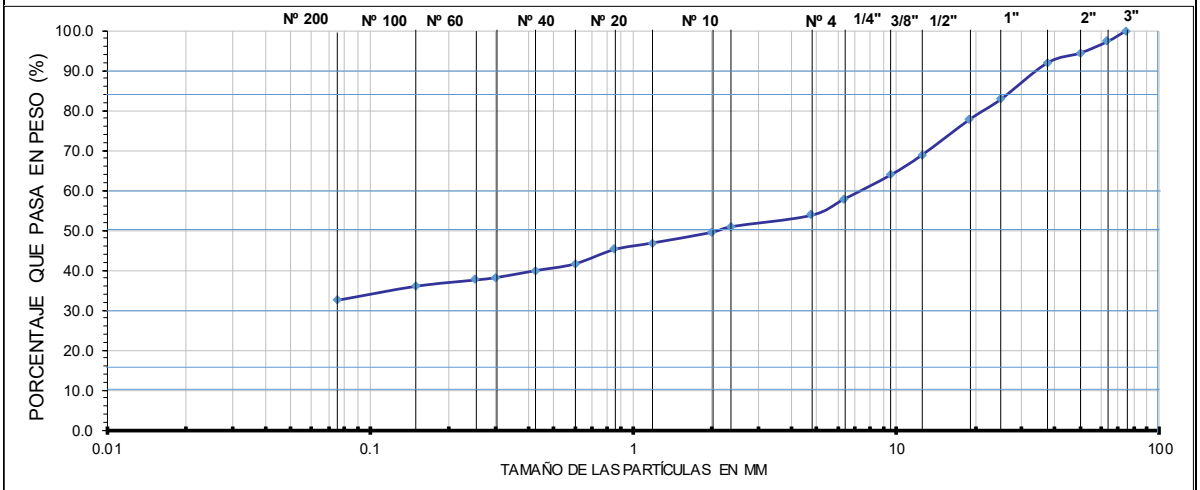
PESO DE LA MUESTRA (gr):	16,180.00
PESO RETENIDO EN LA MALLA NUM. 4 Wm1 (gr):	7,475.00
PESO QUE PASA EN LA MALLA NUM. 4 Wm2 (gr):	8,705.00

CORRECCIÓN DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA POR HUMEDAD, DE LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA NUM. 4

$$Wd_2 = \frac{Wm2}{1+w\%} \qquad \frac{8705}{1.020} = \textbf{8,535.99 gr}$$

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
3"			100.00
2½"	446.00	2.76	97.24
2"	467.00	2.89	94.36
1½"	399.00	2.47	91.89
1"	1467.00	9.07	82.82
3/4"	820.00	5.07	77.76
1/2"	1443.00	8.92	68.84
3/8"	806.00	4.98	63.86
1/4"	967.00	5.98	57.88
No 4	660.00	4.08	53.80
Pasa No 4	8705.00	53.80	
SUMA	16180.00		

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
No 8	84.94	2.8	51.0
No 10	42.80	1.4	49.6
No 16	80.91	2.7	46.9
No 20	49.13	1.6	45.3
No 30	108.84	3.6	41.7
No 40	50.36	1.7	40.0
No 50	53.29	1.8	38.2
No 60	17.57	0.6	37.6
No 100	46.93	1.6	36.1
No 200	106.42	3.5	32.6
Pasa No 200	983.00	32.6	
Suma	1624.19		



D_{10} =	----	D_{60} =	7	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	Cu = N.P.	PORCENTAJE RETENIDO EN LA MALLA DE 3"= 0.0
D_{16} =	----	D_{84} =	26			PORCENTAJE DE GRAVA EN LA MUESTRA= 46.20
D_{30}=	----	D_{90}=	36	$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10}D_{60}}$		PORCENTAJE DE ARENA EN LA MUESTRA= 21.24
D_{50} =	2				Cc = N.P.	PORCENTAJE DE FINOS EN LA MUESTRA= 32.56
						PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No. 40= 40.0

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: GC (Grava arcillosa)

NOTA: LOS MATERIALES SE TRABAJARON EN SECO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMATIVA M-MMP-1-06/03

OBRA: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz. **No. Ensaye:** T-7163

OBTENIDA DE: **Centro del Río CR-1** **FECHA:** 9-octubre-2024

DESCRIPCIÓN: Grava arcillosa color café semioscuro, fracción fina de baja compresibilidad.

PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO:	SUELTO	COMPACTO
PESO DEL RECIPIENTE Y MATERIAL, grs.	24020	25850
PESO DEL RECIPIENTE, grs.	7120	7120
VOLUMEN DEL RECIPIENTE, lts.	9.67831	9.67831
PESO VOLUMETRICO SECO(kg/m³):	**1746.17**	**1935.26**

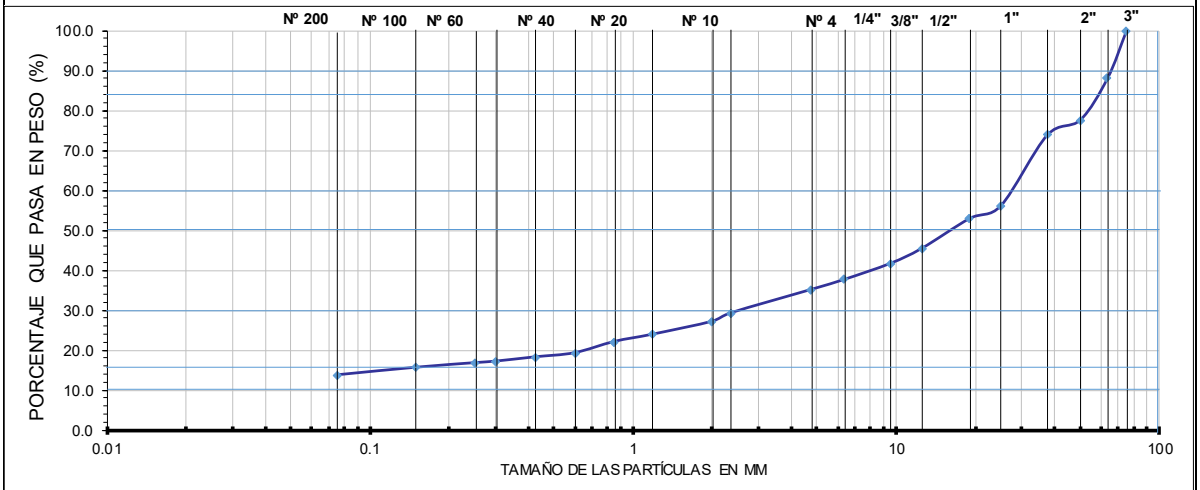
PESO DE LA MUESTRA (gr):	19,954.45
PESO RETENIDO EN LA MALLA NUM. 4 Wm1 (gr):	12,954.00
PESO QUE PASA EN LA MALLA NUM. 4 Wm2 (gr):	7,000.45

CORRECCIÓN DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA POR HUMEDAD, DE LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA NUM. 4

$$Wd_2 = \frac{Wm2}{1+w\%} \qquad \frac{7000.45}{1.000} = \textbf{7,000.45 gr}$$

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
3"			100.00
2½"	2387.00	11.96	88.04
2"	2097.00	10.51	77.53
1½"	744.00	3.73	73.80
1"	3533.00	17.71	56.10
3/4"	644.00	3.23	52.87
1/2"	1495.00	7.49	45.38
3/8"	750.00	3.76	41.62
1/4"	802.50	4.02	37.60
No 4	501.50	2.51	35.08
Pasa No 4	7000.45	35.08	
SUMA	19954.45		

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
No 8	170.53	5.8	29.2
No 10	62.28	2.1	27.1
No 16	96.18	3.3	23.8
No 20	52.08	1.8	22.0
No 30	82.76	2.8	19.2
No 40	30.14	1.0	18.2
No 50	31.66	1.1	17.1
No 60	11.19	0.4	16.7
No 100	33.37	1.1	15.6
No 200	55.88	1.9	13.7
Pasa No 200	399.50	13.7	
Suma	1025.57		



D_{10} =	---	D_{60} =	18.9	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	Cu = -----	PORCENTAJE RETENIDO EN LA MALLA DE 3"=	0.0
D_{16} =	0.19	D_{84} =	54			PORCENTAJE DE GRAVA EN LA MUESTRA=	64.92
D_{30}=	0.41	D_{90}=	63	$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10}D_{60}}$	Cc = -----	PORCENTAJE DE ARENA EN LA MUESTRA=	21.42
D_{50} =	2.36					PORCENTAJE DE FINOS EN LA MUESTRA=	13.67
						PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No. 40=	18.2

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: GC (GRAVA ARCILLOSA CON ARENA)

NOTA: LOS MATERIALES SE TRABAJARON EN SECO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMATIVA M-MMP-1-06/03

OBRA: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz. **No. Ensaye:** T-7165

OBTENIDA DE: **Centro del Río CR-2** **FECHA:** 11-octubre-2024

DESCRIPCIÓN: Grava arcillosa color gris claro, fracción fina de baja compresibilidad.

PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO:	SUELTO	COMPACTO
PESO DEL RECIPIENTE Y MATERIAL, grs.	30420	33510
PESO DEL RECIPIENTE, grs.	8740	8740
VOLUMEN DEL RECIPIENTE, lts.	14.72927	14.72927
PESO VOLUMETRICO SECO(kg/m³):	**1471.90**	**1681.69**

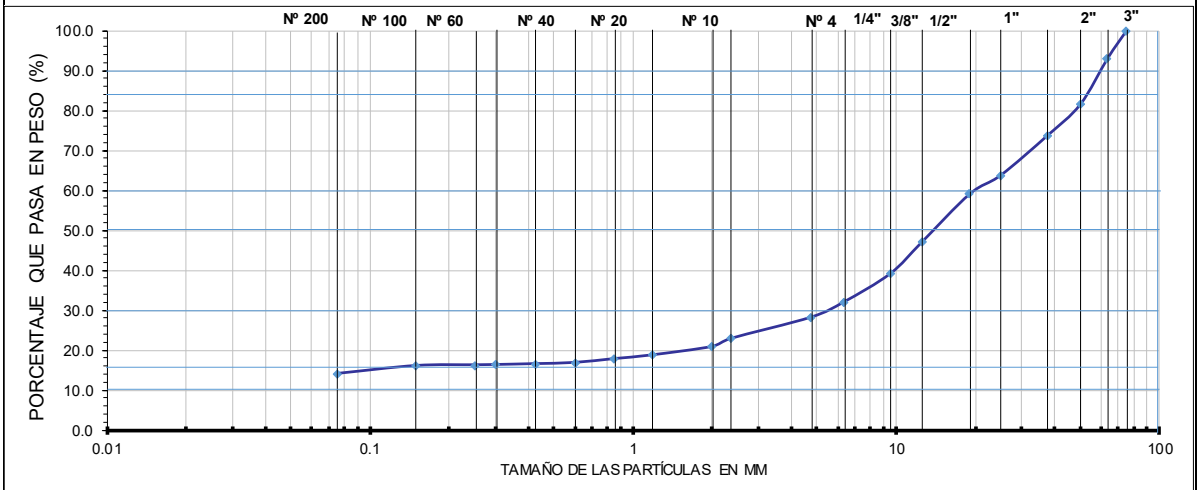
PESO DE LA MUESTRA (gr):	23,060.00
PESO RETENIDO EN LA MALLA NUM. 4 Wm1 (gr):	16,573.00
PESO QUE PASA EN LA MALLA NUM. 4 Wm2 (gr):	6,487.00

CORRECCIÓN DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA POR HUMEDAD, DE LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA NUM. 4

$$Wd_2 = \frac{Wm2}{1+w\%} \qquad \frac{6487}{1.000} = \textbf{6,487.00 gr}$$

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
3"			100.00
2½"	1614.00	7.00	93.00
2"	2664.00	11.55	81.45
1½"	1801.00	7.81	73.64
1"	2282.00	9.90	63.74
3/4"	1099.00	4.77	58.98
1/2"	2784.00	12.07	46.90
3/8"	1810.00	7.85	39.05
1/4"	1629.00	7.06	31.99
No 4	890.00	3.86	28.13
Pasa No 4	6487.00	28.13	
SUMA	23060.00		

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
No 8	248.33	5.3	22.8
No 10	94.12	2.0	20.8
No 16	99.69	2.1	18.7
No 20	42.99	0.9	17.7
No 30	45.26	1.0	16.8
No 40	13.73	0.3	16.5
No 50	10.34	0.2	16.2
No 60	3.20	0.1	16.2
No 100	8.51	0.2	16.0
No 200	93.39	2.0	14.0
Pasa No 200	653.00	14.0	
Suma	1312.56		



D_{10} = ---- D_{60} = 20

D_{16} = 0.425 D_{84} = 52

D_{30} = 5.7 D_{90} = 60

D_{50} = 12.7

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$$

Cu = -----

Cc = -----

PORCENTAJE RETENIDO EN LA MALLA DE 3"=	0.0
PORCENTAJE DE GRAVA EN LA MUESTRA=	71.87
PORCENTAJE DE ARENA EN LA MUESTRA=	14.14
PORCENTAJE DE FINOS EN LA MUESTRA=	14.00
PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No. 40=	16.5

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: GC (GRAVA ARCILLOSA CON ARENA)

NOTA: LOS MATERIALES SE TRABAJARON EN SECO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMATIVA M-MMP-1-06/03

OBRA: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz. **No. Ensaye:** T-7165

OBTENIDA DE: **Centro del Río CR-3** **FECHA:** 9-octubre-2024

DESCRIPCIÓN: Grava mal graduada con fracción fina arcillosa color gris claro.

PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO:	SUELTO	COMPACTO
PESO DEL RECIPIENTE Y MATERIAL, grs.	31990	34910
PESO DEL RECIPIENTE, grs.	8740	8740
VOLUMEN DEL RECIPIENTE, lts.	14.72927	14.72927
PESO VOLUMETRICO SECO(kg/m³):	**1578.49**	**1776.73**

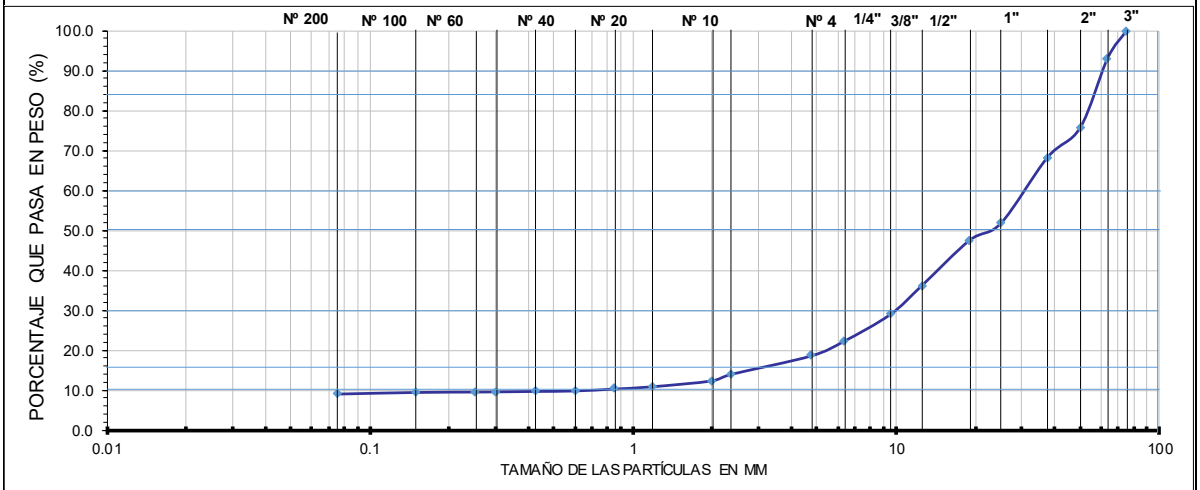
PESO DE LA MUESTRA (gr):	21,180.00
PESO RETENIDO EN LA MALLA NUM. 4 Wm1 (gr):	17,236.00
PESO QUE PASA EN LA MALLA NUM. 4 Wm2 (gr):	3,944.00

CORRECCIÓN DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA POR HUMEDAD, DE LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA NUM. 4

$$Wd_2 = \frac{Wm2}{1+w\%} \qquad \frac{3944}{1.000} = \textbf{3,944.00 gr}$$

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
3"			100.00
2½"	1470.00	6.94	93.06
2"	3672.00	17.34	75.72
1½"	1586.00	7.49	68.23
1"	3477.00	16.42	51.82
3/4"	905.00	4.27	47.54
1/2"	2407.00	11.36	36.18
3/8"	1520.00	7.18	29.00
1/4"	1416.00	6.69	22.32
No 4	783.00	3.70	18.62
Pasa No 4	3944.00	18.62	
SUMA	21180.00		

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
No 8	247.75	4.6	14.0
No 10	86.58	1.6	12.4
No 16	80.10	1.5	10.9
No 20	29.55	0.5	10.4
No 30	26.72	0.5	9.9
No 40	6.27	0.1	9.8
No 50	6.08	0.1	9.6
No 60	2.01	0.0	9.6
No 100	5.47	0.1	9.5
No 200	21.86	0.4	9.1
Pasa No 200	489.00	9.1	
Suma	1001.39		



D_{10} =	0.6	D_{60} =	30	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	Cu =	50.0	PORCENTAJE RETENIDO EN LA MALLA DE 3"= 0.0
D_{16} =	3	D_{84} =	57				PORCENTAJE DE GRAVA EN LA MUESTRA= 81.38
D_{30}=	10	D_{90}=	60				PORCENTAJE DE ARENA EN LA MUESTRA= 9.53
D_{50} =	23			$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$	Cc =	5.56	PORCENTAJE DE FINOS EN LA MUESTRA= 9.09
							PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No. 40= 9.8

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: GP-GC (GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA)

NOTA: LOS MATERIALES SE TRABAJARON EN SECO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMATIVA M-MMP-1-06/03

OBRA: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.
OBTENIDA DE: **Banco Sierra Tancoco**
DESCRIPCIÓN: Arena mal graduada con fracción fina arcillosa.

No. Ensaye: T-7221
FECHA: 9-octubre-2024

PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO:	SUELTO	COMPACTO
PESO DEL RECIPIENTE Y MATERIAL, grs.	12020	14450
PESO DEL RECIPIENTE, grs.	5000	5000
VOLUMEN DEL RECIPIENTE, lts.	6.99463	6.99463
PESO VOLUMETRICO HUMEDO(kg/m³):	1003.63	1351.04
PESO VOLUMETRICO SECO(kg/m³):	**890.36**	**1198.57**

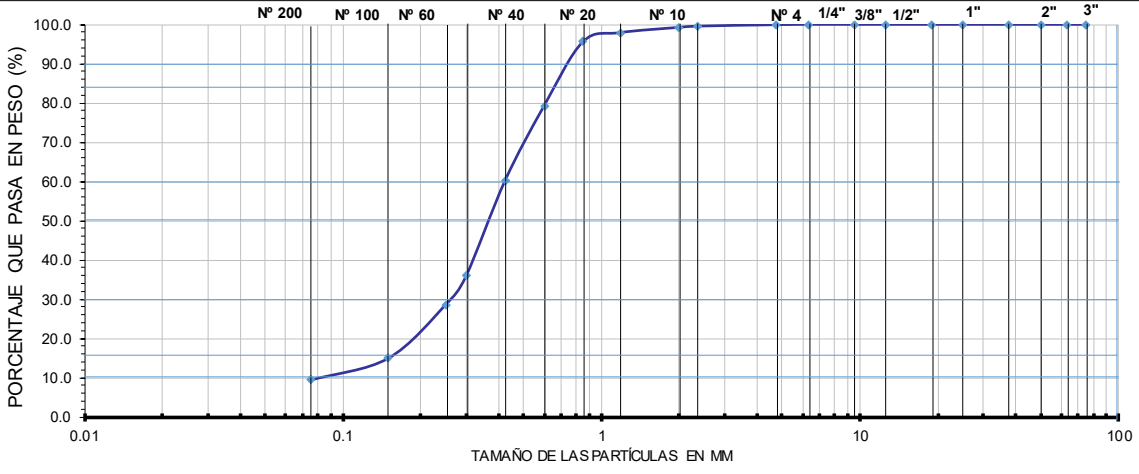
PESO DE LA MUESTRA (gr):	1,108.99
PESO RETENIDO EN LA MALLA NUM. 4 Wm1 (gr):	0.95
PESO QUE PASA EN LA MALLA NUM. 4 Wm2 (gr):	1,108.04

CORRECCIÓN DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA POR HUMEDAD, DE LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA NUM. 4

$$Wd_2 = \frac{Wm2}{1+w\%} \qquad \frac{1108.04}{1.000} = \textbf{1,108.04 gr}$$

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
3"			100.00
2½"	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	100.00
1½"	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	100.00
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	0.00	0.00	100.00
1/4"	0.00	0.00	100.00
No 4	0.95	0.09	99.91
Pasa No 4	1108.04	99.91	
SUMA	1108.99		

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
No 8	3.90	0.4	99.6
No 10	3.54	0.3	99.2
No 16	14.89	1.3	97.9
No 20	25.45	2.3	95.6
No 30	182.44	16.4	79.2
No 40	209.61	18.9	60.3
No 50	270.75	24.4	35.9
No 60	81.03	7.3	28.6
No 100	151.24	13.6	14.9
No 200	61.75	5.6	9.4
Pasa No 200	104.00	9.4	
Suma	1108.60		



D_{10} = 0.08 D_{60} = 0.425
D_{16} = 0.16 D_{84} = 0.65
D_{30} = 0.26 D_{90} = 0.73
D_{50} = 0.375

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \qquad Cu = 5.3$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}} \qquad Cc = 1.99$$

PORCENTAJE RETENIDO EN LA MALLA DE 3"=	0.0
PORCENTAJE DE GRAVA EN LA MUESTRA=	0.09
PORCENTAJE DE ARENA EN LA MUESTRA=	90.54
PORCENTAJE DE FINOS EN LA MUESTRA=	9.37
PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No. 40=	60.3

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SP-SC (ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA)

NOTA: LOS MATERIALES SE TRABAJARON EN SECO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMATIVA M-MMP-1-06/03

OBRA: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz. **No. Ensaye:** T-7222

OBTENIDA DE: **Banco Santa Clara. (ARENA)** **FECHA:** 23-octubre-2024

DESCRIPCIÓN: Arena mal graduada con fracción fina arcillosa, producto de trituración de roca andesítica.

PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO:	SUELTO	COMPACTO
PESO DEL RECIPIENTE Y MATERIAL, grs.	20500	23060
PESO DEL RECIPIENTE, grs.	7120	7120
VOLUMEN DEL RECIPIENTE, lts.	9.67833	9.67833
PESO VOLUMETRICO HUMEDO(kg/m³):	1382.47	1646.98
PESO VOLUMETRICO SECO(kg/m³):	**1310.95**	**1561.78**

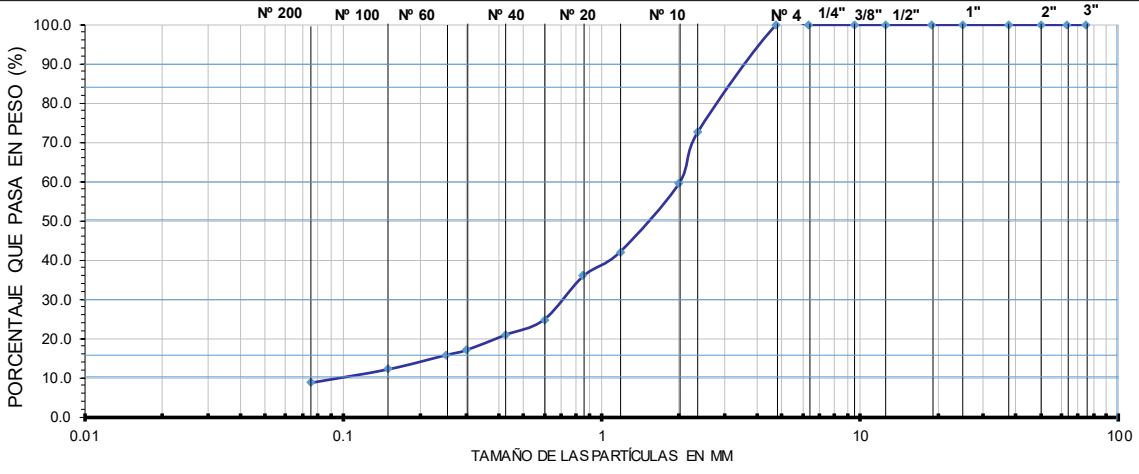
PESO DE LA MUESTRA (gr):	1,001.37
PESO RETENIDO EN LA MALLA NUM. 4 Wm1 (gr):	0.00
PESO QUE PASA EN LA MALLA NUM. 4 Wm2 (gr):	1,001.37

CORRECCIÓN DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA POR HUMEDAD, DE LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA NUM. 4

$$Wd_2 = \frac{Wm2}{1+w\%} \qquad \frac{1001.37}{1.000} = \textbf{1,001.37 gr}$$

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
3"			100.00
2½"	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	100.00
1½"	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	100.00
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	0.00	0.00	100.00
1/4"	0.00	0.00	100.00
No 4	0.00	0.00	100.00
Pasa No 4	1001.37	100.00	
SUMA	1001.37		

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4			
MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
No 8	273.68	27.3	72.7
No 10	130.59	13.0	59.6
No 16	175.83	17.6	42.0
No 20	61.76	6.2	35.9
No 30	111.06	11.1	24.8
No 40	38.78	3.9	20.9
No 50	38.95	3.9	17.0
No 60	12.73	1.3	15.7
No 100	35.98	3.6	12.2
No 200	34.66	3.5	8.7
Pasa No 200	87.00	8.7	
Suma	1001.02		



D_{10} = 0.01 D_{60} = 2

D_{16} = 0.25 D_{84} = 81

D_{30} = 0.7 D_{90} = 86

D_{50} = 1.7

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Cu = 200.0

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$$

Cc = 24.5

PORCENTAJE RETENIDO EN LA MALLA DE 3"=	0.0
PORCENTAJE DE GRAVA EN LA MUESTRA=	0.00
PORCENTAJE DE ARENA EN LA MUESTRA=	91.31
PORCENTAJE DE FINOS EN LA MUESTRA=	8.69
PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No. 40=	20.9

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SP-SC (ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA)

NOTA: LOS MATERIALES SE TRABAJARON EN SECO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMATIVA M-MMP-1-06/03

OBRA: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz. **No. Ensaye:** T-7224

OBTENIDA DE: **Banco Santa Clara. (GRAVA TRITURADA)** **FECHA:** 23-octubre-2024

DESCRIPCIÓN: Grava mal graduada, producto de trituración de roca andesítica.

PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO:	SUELTO	COMPACTO
PESO DEL RECIPIENTE Y MATERIAL, grs.	30090	33140
PESO DEL RECIPIENTE, grs.	8760	8760
VOLUMEN DEL RECIPIENTE, lts.	14.8502	14.8502
PESO VOLUMETRICO HUMEDO(kg/m³):	1436.34	1641.73
PESO VOLUMETRICO SECO(kg/m³):	**1414.45**	**1616.71**

PESO DE LA MUESTRA (gr):	14,287.00
PESO RETENIDO EN LA MALLA NUM. 4 Wm1 (gr):	13,071.17
PESO QUE PASA EN LA MALLA NUM. 4 Wm2 (gr):	1,215.83

CORRECCIÓN DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA POR HUMEDAD, DE LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA NUM. 4

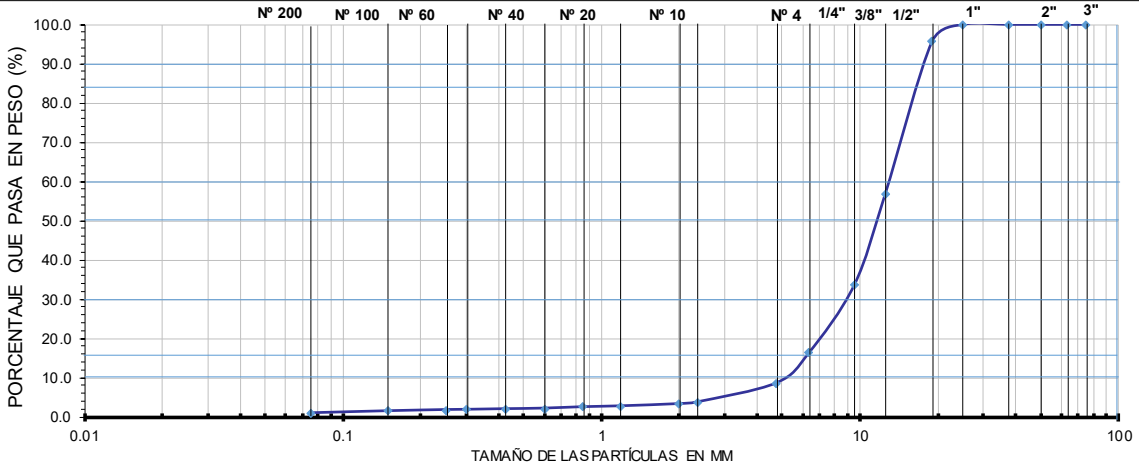
$$Wd_2 = \frac{Wm2}{1+w\%} \qquad \frac{1215.83}{1.000} = \textbf{1,215.83 gr}$$

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4

MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
3"			100.00
2½"	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	100.00
1½"	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	100.00
3/4"	614.37	4.30	95.70
1/2"	5578.00	39.04	56.66
3/8"	3309.80	23.17	33.49
1/4"	2469.00	17.28	16.21
No 4	1100.00	7.70	8.51
Pasa No 4	1215.83	8.51	
SUMA	14287.00		

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4

MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
No 8	689.37	4.8	3.7
No 10	67.53	0.5	3.2
No 16	82.14	0.6	2.6
No 20	31.06	0.2	2.4
No 30	51.75	0.4	2.1
No 40	21.13	0.1	1.9
No 50	22.72	0.2	1.7
No 60	8.80	0.1	1.7
No 100	42.85	0.3	1.4
No 200	74.53	0.5	0.9
Pasa No 200	123.50	0.9	
Suma	1215.38		



D_{10} =	5.2	D_{60} =	12.6	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	Cu =	2.4	PORCENTAJE RETENIDO EN LA MALLA DE 3"= 0.0
D_{16} =	6.3	D_{84} =	16				PORCENTAJE DE GRAVA EN LA MUESTRA= 91.49
D_{30}=	9	D_{90}=	17.5	$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10}D_{60}}$			PORCENTAJE DE ARENA EN LA MUESTRA= 7.65
D_{50} =	12.3				Cc =	1.24	PORCENTAJE DE FINOS EN LA MUESTRA= 0.86
							PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No. 40= 1.9

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: GP (GRAVA MAL GRADUADA)

NOTA: LOS MATERIALES SE TRABAJARON EN SECO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMATIVA M-MMP-1-06/03

OBRA: Presa Derivadora

UBICACIÓN: Río Tancochín, Naranjos, Veracruz. **No. Ensaye:** T-7223

OBTENIDA DE: **Banco Playa Higueras Norte** **FECHA:** 23-octubre-2024

DESCRIPCIÓN: Arena medano de partículas finas color café claro, fracción fina no plástica.

PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO:	SUELTO	COMPACTO
PESO DEL RECIPIENTE Y MATERIAL, grs.	12330	15670
PESO DEL RECIPIENTE, grs.	5000	5000
VOLUMEN DEL RECIPIENTE, lts.	6.99463	6.99463
PESO VOLUMETRICO HUMEDO(kg/m³):	1047.95	1525.46
PESO VOLUMETRICO SECO(kg/m³):	**959.06**	**1396.07**

PESO DE LA MUESTRA (gr):	1,004.00
PESO RETENIDO EN LA MALLA NUM. 4 Wm1 (gr):	109.79
PESO QUE PASA EN LA MALLA NUM. 4 Wm2 (gr):	894.21

CORRECCIÓN DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA POR HUMEDAD, DE LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA NUM. 4

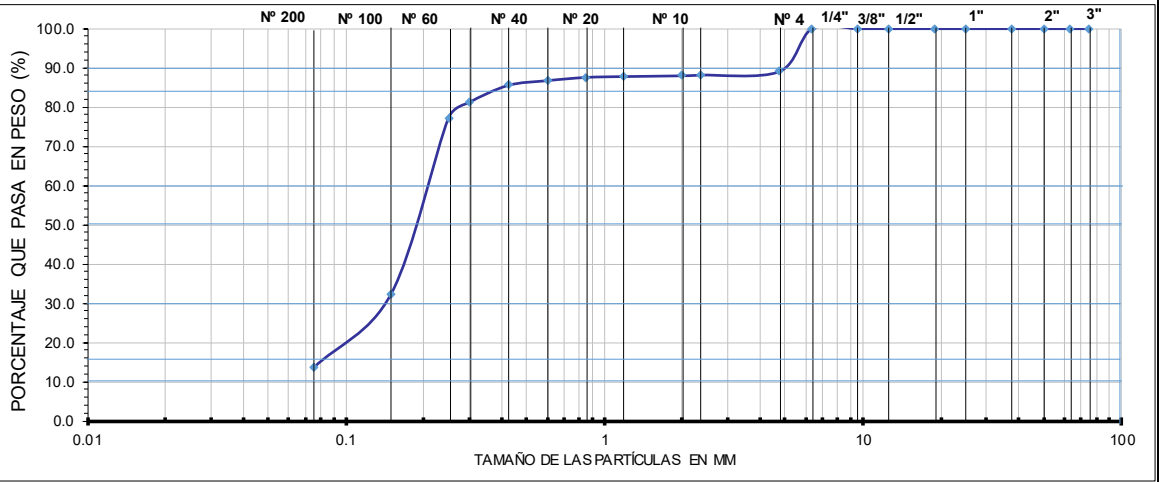
$$Wd_2 = \frac{Wm2}{1+w\%} \qquad \frac{894.21}{1.000} = \textbf{894.21 gr}$$

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4

MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
3"			100.00
2½"	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	100.00
1½"	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	100.00
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	0.00	0.00	100.00
1/4"	0.00	0.00	100.00
No 4	109.79	10.94	89.06
Pasa No 4	894.21	89.06	
SUMA	1004.00		

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4

MALLA Num.	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Material que Pasa (%)
No 8	9.09	0.9	88.2
No 10	1.81	0.2	88.0
No 16	1.95	0.2	87.8
No 20	2.17	0.2	87.6
No 30	8.36	0.8	86.7
No 40	12.11	1.2	85.5
No 50	43.84	4.4	81.2
No 60	39.54	3.9	77.2
No 100	450.37	44.9	32.3
No 200	189.57	18.9	13.5
Pasa No 200	135.00	13.5	
Suma	893.81		



D_{10} = ---- D_{60} = 0.21

D_{16} = 0.082 D_{84} = 0.42

D_{30} = 0.14 D_{90} = 5

D_{50} = 0.19

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Cu = N.P.

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$$

Cc = N.P.

PORCENTAJE RETENIDO EN LA MALLA DE 3"=	0.0
PORCENTAJE DE GRAVA EN LA MUESTRA=	10.94
PORCENTAJE DE ARENA EN LA MUESTRA=	75.61
PORCENTAJE DE FINOS EN LA MUESTRA=	13.45
PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA No. 40=	85.5

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: SM (ARENA LIMOSA)

NOTA: LOS MATERIALES SE TRABAJARON EN SECO

Bancos de materiales

INFORME DE CALIDAD PARA MATERIALES DE TERRACERÍAS

OBRA:	Presa Derivadora, Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.

IDENTIFICACIÓN	Banco:	BANCO FARELA		
	Ubicación: (Coordenadas UTM)	14Q, 0635199 m E 2359810 m N		
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MÁXIMO	0.4		
	% RETENIDO EN 75 MM	0.0		
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	100.0		
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	99.0		
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	98.8		
	LIMITE LIQUIDO %	50.7		
	ÍNDICE PLÁSTICO %	30.3		
	CONTRACCIÓN LINEAL %	13.2		
	P.E.S. SUELTO kg/m³	----		
	P.E.Nat. ($\gamma_{Nat.}$) kg/m³	----		
	P.E.S. MÁXIMO (γ_{max}) kg/m³	1666.0		
	HUMEDAD OPTIMA %	19.6		
	HUMEDAD NATURAL	26.2		
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR (%)			
	C.B.R. %	----		
	EXPANSIÓN%	---		
	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CH		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

> Arcilla de media a alta compresibilidad color café.

> Banco en explotación, ubicado en la carretera 180 Tuxpan - Tampico, tramo Cerro Azul - Naranjos, a 1.4 kilometros pasando la localidad Cervantes.

INFORME DE CALIDAD PARA MATERIALES DE TERRACERÍAS

OBRA:	Presa Derivadora, Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.

IDENTIFICACIÓN	Banco:	BANCO SANTA CLARA		
	Ubicación: (Coordenadas UTM)	14Q, 631937 m E 2339539 m N		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MÁXIMO	0.43		
	% RETENIDO EN 75 MM	0.0		
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	99.0		
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	35.7		
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	19.9		
	LIMITE LIQUIDO %	19.3		
	ÍNDICE PLÁSTICO %	8.9		
	CONTRACCIÓN LINEAL %	----		
	P.E.S. SUELTO kg/m³	1311.0		
	P.E.Nat. ($\gamma_{Nat.}$) kg/m³	----		
	P.E.S. MÁXIMO (γ_{max}) kg/m³	-----		
	HUMEDAD OPTIMA %	----		
	HUMEDAD NATURAL	5.5		
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR (%)			
	C.B.R. %	----		
	EXPANSIÓN%	---		
	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SP-SC		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- Arena mal graduada con fracción fina arcillosa, producto de la trituración de roca andesitica.

- Banco ubicado cerca de la localidad de Cerro Azul, aproximadamente a 27.6 km del sitio de estudio.

INFORME DE CALIDAD PARA MATERIALES DE TERRACERÍAS

OBRA:	Presa Derivadora, Río Tancochin, Naranjos, Veracruz.

IDENTIFICACIÓN	Banco:	BANCO SIN NOMBRE (Camino a Los Higueros)		
	Ubicación: (Coordenadas UTM)	14Q, 641185 m E 2370459 m N		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMAÑO MÁXIMO (MM)	1.45		
	% RETENIDO EN 75 MM	0.0		
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm	89.1		
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	85.5		
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	13.5		
	LIMITE LIQUIDO %	20.2		
	ÍNDICE PLÁSTICO %	NP		
	CONTRACCIÓN LINEAL %	----		
	P.E.S. SUELTO kg/m³	959.0		
	P.E.Nat. ($\gamma_{Nat.}$) kg/m³	----		
	P.E.S. MÁXIMO (γ_{max}) kg/m³	1718.0		
	HUMEDAD OPTIMA %	11.6		
	HUMEDAD NATURAL	6.5		
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR (%)			
	C.B.R. %	----		
	EXPANSIÓN%	---		
	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SP-SM		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

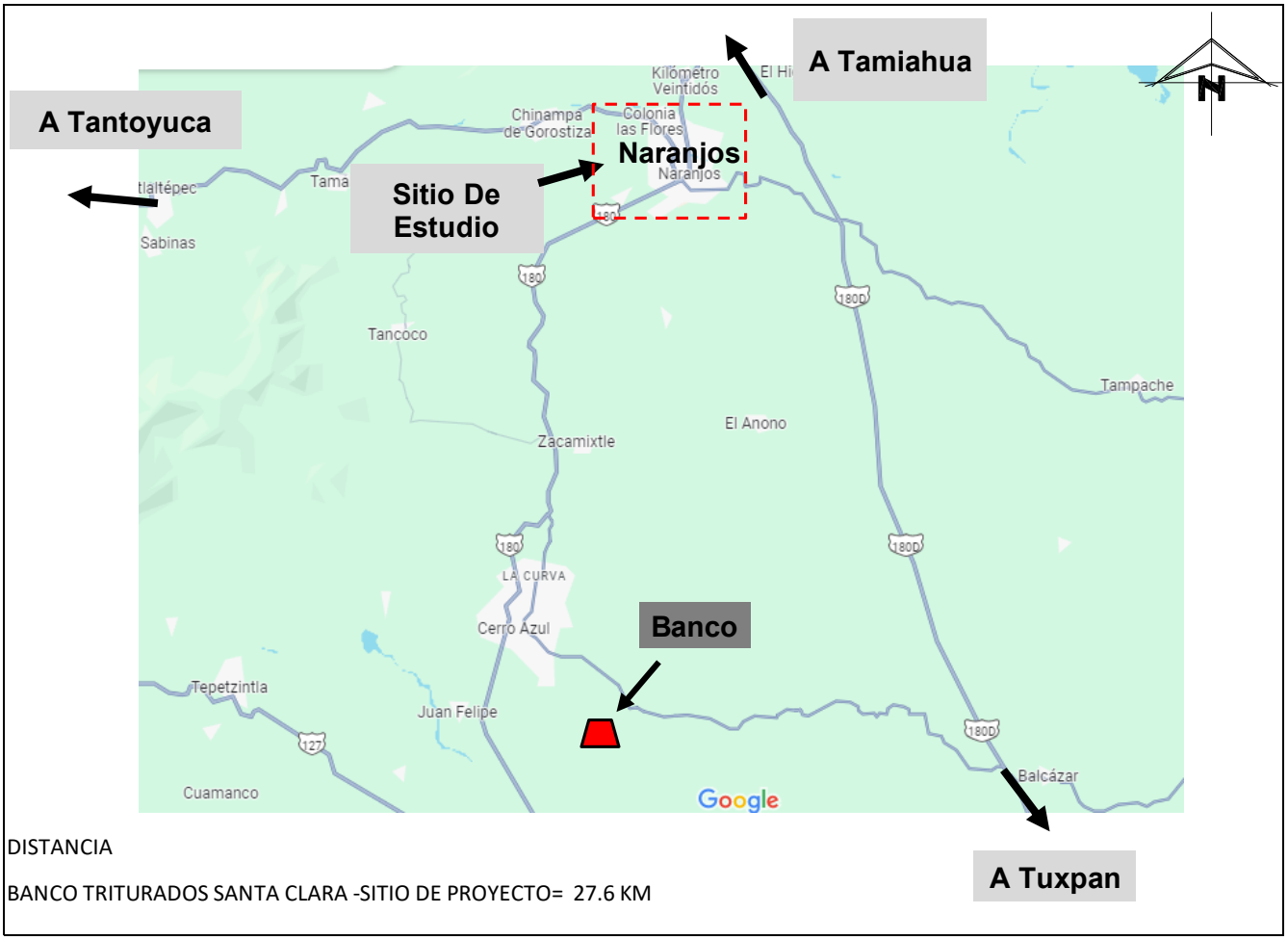
> Arena mal graduada con fracción fina limosa, no presenta plasticidad.

> Banco ubicado en camino a Los Higueros desviación a la izquierda a la altura del sitio conocido como El Mirador.

Proyecto: Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

DATOS DE BANCO

DATOS GENERALES DEL BANCO		PERFIL ESTRATIGRÁFICO			
REGIMEN DE PROPIEDAD: PARTICULAR		ESTRATO		CLASIFICACIÓN	
DENOMINACIÓN: Triturados Santa Clara.		N_o.	ESPESOR	GEOLÓGICA	
UBICACIÓN: Cerca de la localidad de Cerro Azul.	**COORDENADAS UTM:** 14Q 0596911, 2298509	1	---	ROCA IGNEA	
DESCRIPCIÓN: Grava y arena producto de la trituración de roca andesítica.				Grava-arena producto de la trituración de roca	
CAPACIDAD ESTIMADA DEL BANCO EN M3	-----				
EMPLEO DEL MATERIAL: Agregados Petreos para la elaboración de concreto					
TRATAMIENTO: Ninguno					
OBSERVACIONES: Banco en explotación, ubicado cerca de la localidad de Cerro Azul, aproximadamente a 27.6 km del sitio de estudio.					



DISTANCIA

BANCO TRITURADOS SANTA CLARA -SITIO DE PROYECTO= 27.6 KM

Proyecto: Presa Derivadora**, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.**

DATOS DE BANCO

DATOS GENERALES DEL BANCO		PERFIL ESTRATIGRÁFICO			
REGIMEN DE PROPIEDAD: PARTICULAR		ESTRATO		CLASIFICACIÓN	
DENOMINACIÓN: SIN NOMBRE No. 1		N_o.	ESPESOR	GEOLÓGICA	
UBICACIÓN: Carretera 180 Tuxpan - Tampico, tramo Cerro Azul - Naranjos, a 1.4 kilometros pasando la localidad Cervantes.	**COORDENADAS UTM:** 14Q 0635199, 2359810	1	> 10 M	MATERIAL SEDIMENTARIO	
DESCRIPCIÓN: Arcilla de media a alta compresibilidad color café, con arena fina.				ARCILLA DE MEDIA A ALTA COMPRESIBILIDAD	
CAPACIDAD ESTIMADA DEL BANCO EN M3 10000 M3					
EMPLEO DEL MATERIAL: Rellenos, conformación de terraplen					
TRATAMIENTO: Ninguno					
OBSERVACIONES: Banco en explotación, ubicado en la carretera 180 Tuxpan - Tampico, tramo Cerro Azul - Naranjos, a 1.4 kilometros pasando la localidad Cervantes.					



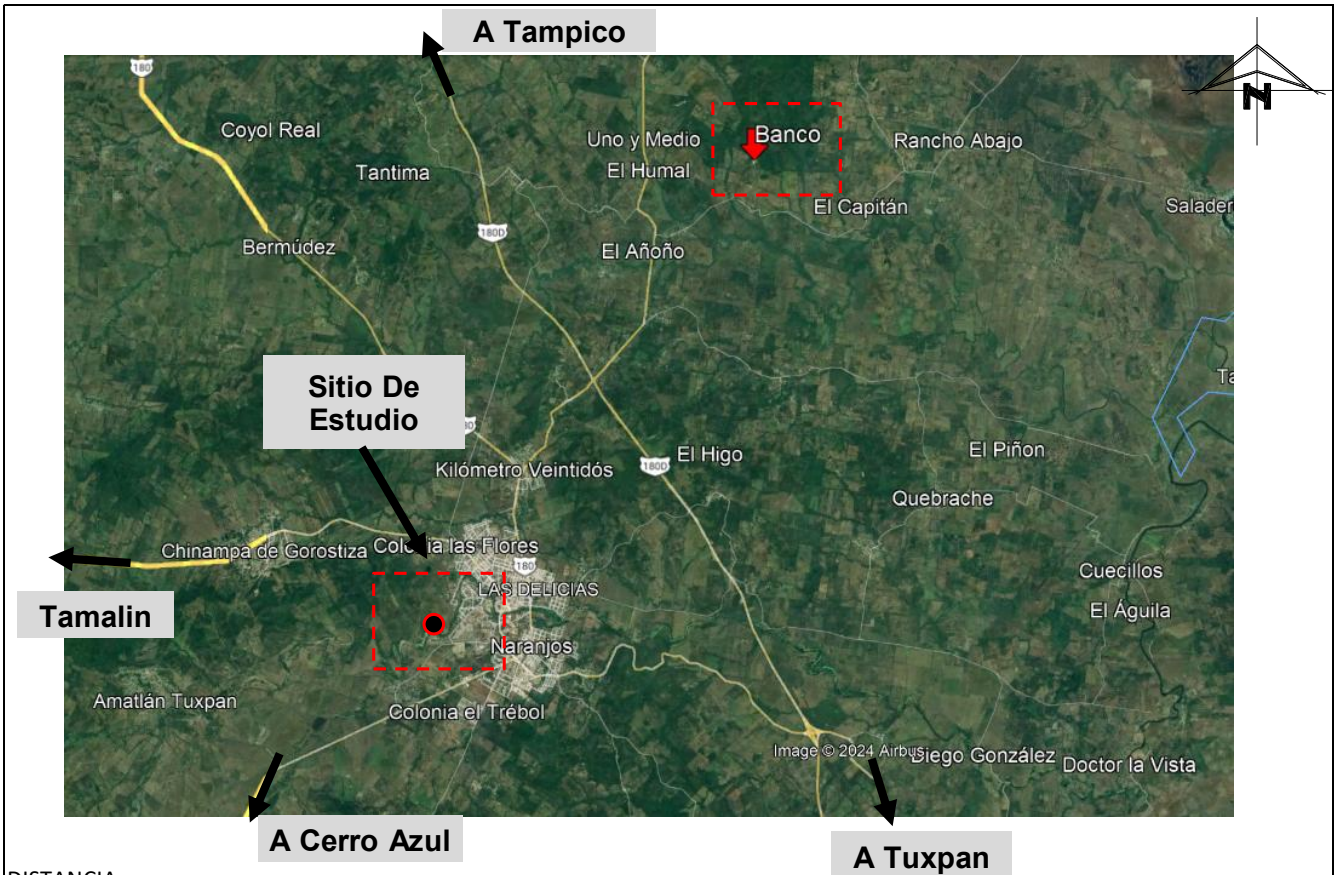
DISTANCIA

BANCO FARELA No.1 -SITIO DE PROYECTO= 3.3 KM

Proyecto: 'Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

DATOS DE BANCO

DATOS GENERALES DEL BANCO		PERFIL ESTRATIGRÁFICO			
REGIMEN DE PROPIEDAD: PARTICULAR		ESTRATO		CLASIFICACIÓN	
DENOMINACIÓN: **SIN NOMBRE No. 1**		No.	ESPESOR	GEOLÓGICA	
UBICACIÓN: Camino a los Higueros desviación a la izquierda a la altura del sitio conocido como El Mirador.	**COORDENADAS UTM:** 14Q 0641185, 2370459	1	> 10 M	MATERIAL SEDIMENTARIO	Arena aluvial
DESCRIPCIÓN: Arena tipo medano con escaso contenido de fracción fina no plástica.					
CAPACIDAD ESTIMADA DEL BANCO EN M3 10000 M3					
EMPLEO DEL MATERIAL: Agragado fino para concreto					
TRATAMIENTO: Ninguno					
OBSERVACIONES: Banco en explotación, ubicado en camino a Los Higueros desviación a la izquierda a la altura del sitio conocido como El Mirador, aproximadamente a 14 km del sitio de proyecto.					



DISTANCIA

BANCO -SITIO DE PROYECTO= 14.0 KM

Proyecto: Presa Derivadora, Río Tancochín, Naranjos, Veracruz.

BANCO	UBICACIÓN	DISTANCIA km (OBRA-BANCO)	MATERIAL	VOLUMEN m3	POSIBLE USO DEL MATERIAL	TRATAMIENTO
Banco Farela	Carretera 180 Tuxpan - Tampico, tramo Cerro Azul - Naranjos, a 1.4 kilometros pasando la localidad Cervantes. 14Q 0635199, 2359810	3.3	Arcilla de media a alta compresibilidad color café, con arena fina.	10000	- Rellenos - Acostillado	Ninguno
Triturados Santa Clara.	Cerca de la localidad de Cerro Azul, Veracruz. 14Q 0596911, 2298509	27.6	Grava y arena producto de la trituración de roca andesítica.	30000	- Agregados Pétreos para la elaboración de concreto	Trituración y Cribado
Sin Nombre No. 1	Camino a los Higueros desviación a la izquierda a la altura del sitio conocido como El Mirador. 14Q 0641185, 2370459	14.0	Arena tipo medano con escaso contenido de fracción fina no plástica.	20000	- Agregado Pétreo fino para la elaboración de concreto	Ninguno

Nota, la distancia es desde el banco al centro de gravedad de la obra

Bibliografía

- DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMATICA.
- MANUAL GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS, INSTITUTO MÉXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA, INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM
- OBRAS HIDRÁULICAS, INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, FELIPE AGUSTÍN CORTÉS
- INGENIERÍA GEOLOGICA, GONZALEZ DE VALLEJO, ED. PEARSON.
- MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO. GEOTECNIA EN CONSTRUCCIÓN ESPECIALIZADA. JUNIO 2002
- CARTA GEOLÓGICO-MINERA TAMIAHUA F14-9
- INGENIERIA DE CIMENTACIONES, PECK, HANSON Y THORNBURN, ED. LIMUSA

COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

PROYECTO EJECUTIVO

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

INDICE

1. Objetivo 8
2. Localización y descripción del Proyecto 9
3. Recopilación de Información Cartográfica y climatológica 12
4. Datos de elevación: 12
5. Hidrografía: 13
6. Uso de suelo: 13
7. Tipo de suelo: 13
8. Climatología 13
9. Imágenes de satélite 13
10. Características físicas de la cuenca 14
11. Determinación de la pendiente media por el Método de Taylor Schwarz: 17
11.1 Resultados de pendiente media de la cuenca: 18
12. Cálculo de los tiempos de concentración: 21
12.1 Método de Rowe. 22
12.2 Método de Kirpich. 22
12.3 Método de SCS. 23
12.4 Cálculo de retraso 23
12.5 Elevación y pendiente medias de la cuenca. 24
12.6 Curva hipsométrica 25
12.7 Frecuencia Altimétrica 31
13. Cobertura y Tipo de suelo 32
14. Número de curva 33
15. Número de curva de la cuenca en el visor del IMTA 40
16. Análisis de precipitaciones 44
17. Distribución espacio temporal 44
18. Precipitaciones máximas anuales acumuladas en 24 horas 46
18.1 Cálculo de la precipitación media anual de las estaciones de influencia. 49
18.2 Cálculo de la precipitación media anual de la cuenca del río Tancochín 56

19. Análisis de frecuencias y resultados para diferentes periodos de retorno: 56
20. Determinación de la lluvia media de diseño. 59
21. Fórmulas empíricas de Intensidad-Duración-Período de Retorno (Curvas IDT) 60
22. Precipitación efectiva 68
23. Cálculo del gasto máximo 73
24. Aplicación del método. 73
25. Consideraciones para la selección del gasto de diseño. 73
26. Análisis Hidráulico. 74
27. Topobatimetría del río Tancochín. 75
28. Coeficientes de Rugosidad de Manning. 76
29. Régimen de flujo 78
30. Condiciones de frontera 78
31. Coeficientes de contracción y expansión 78
32. Tránsito de la Avenida para Diferentes Periodos de Retorno 78
33. Modelación en Hec-Ras 78
34. Resultados de Modelación en Hec-Ras 6.0.0. 80
35. Conclusiones y recomendaciones 87
36. Volúmenes de almacenamiento del reservorio 90
37. Referencias 94

Índice de ilustraciones:

Ilustración 1 Levantamiento topográfico y topobatimétrico del sitio de aprovechamiento de agua. 10
Ilustración 2 Micro localización. 11
Ilustración 3 Macro-Localización. 12
Ilustración 4 modelos digitales de elevación del CEM de INEGI, donde se observa el proceso con los SIG y las cartas de topográficas del INEGI, ubicando la zona de proyecto del río Tancochín en el municipio de Naranjos Amatlán, Ver. 15
Ilustración 5 cuenca producida por los modelos digitales de elevación CEM 16
Ilustración 6 Cuenca del río Tancochín con clasificación de pendientes 25
Ilustración 7 Caracterización de la curva hipsométrica 26
Ilustración 8 Mapa de elevaciones de la cuenca del río Tancochín. 27

Ilustración 9 curva hipsométrica de la cuenca del río Tancochín. 29
Ilustración 10 Gráfica de frecuencias de la cuenca del río Tancochín. 31
Ilustración 11 Edafología de la cuenca de análisis. 32
Ilustración 12 Edafología de la cuenca de análisis. 36
Ilustración 13 Uso de Suelo y Vegetación de la cuenca de análisis. 37
Ilustración 14 análisis de uso de suelo y vegetación y edafología de la cuenca de aportación a la zona de proyecto. 38
Ilustración 15 interfaz visor de número de escurrimiento. 41
Ilustración 16 Resultados del visor de número de escurrimiento. 41
Ilustración 17 Resultados del visor de número de escurrimiento. 42
Ilustración 18 ubicación de las estaciones de influencia sobre la cuenca de aportación. 45
Ilustración 19 áreas de influencia por medio de polígonos de Voronoi. 46
Ilustración 20 Mapa de factores de convectividad (Baeza, 2007) 63
Ilustración 21 Curva masa de precipitaciones calculadas. 64
Ilustración 22 Curva masas unitarias de precipitación. 65
Ilustración 23 Curva masa de precipitación ajustada. 65
Ilustración 24 Curva I-D-T 66
Ilustración 25 Curva I-D-T. 67
Ilustración 26 Curva masa unitaria tormenta centrada 68
Ilustración 27 Hietograma para Tr-100 años. 70
Ilustración 28 interfaz del programa HEC-RAS. 75
Ilustración 29 vista en Malla 3d del modelo hidráulico en condiciones naturales para el periodo de retorno de 100 años. 80
Ilustración 30 vista en Malla 3d del modelo hidráulico en condiciones con obra de reservorio para el periodo de retorno de 100 años. 82
Ilustración 31 geometría del cauce del río Tancochín en condiciones naturales. 83
Ilustración 32 geometría del cauce del río Tancochín en condiciones de proyecto. 84
Ilustración 33 vista de perfil hidráulico en condiciones naturales. 85
Ilustración 34 vista de perfiles hidráulicos en condiciones de proyecto. 85
Ilustración 35 gráfica de velocidades en condiciones naturales. 86
Ilustración 36 gráfica de velocidades en condiciones de proyecto. 86
Ilustración 37 imagen obtenida de las recomendaciones de la CONAGUA para el diseño de avenidas. 87
Ilustración 38 Cortina propuesta para el embalse del reservorio. 88
Ilustración 39 sección hidráulica del reservorio, en la cual se pueden observar un gasto para un periodo de retorno de 100 años, así como la operación y funcionamiento (en estado completamente abierto) de la compuerta radial de control de gasto ecológico y avenidas. 89

Ilustración 40 NAMO en condiciones naturales....91
Ilustración 41 NAME en condiciones naturales....91
Ilustración 42 NAMO RESERVORIO con la construcción de la presa operando con compuerta radial abierta....92
Ilustración 43 NAMO RESERVORIO con la construcción de la presa operando con compuerta radial cerrada. 92
Ilustración 44 NAME RESERVORIO con la construcción de la presa operando con compuerta radial abierta....93
Ilustración 45 NAME RESERVORIO con la construcción de la presa operando con compuerta radial cerrada. 93

Índice de tablas:

Tabla 1 áreas de subcuencas 16
Tabla 2 pendiente media por el método de Taylor Schwarz, para la cuenca del río Tancochín. 18
Tabla 3 tabla de resultados de tiempo de concentración para la cuenca de proyecto. 23
Tabla 4 valores de elevación para la cuenca del río Tancochín....24
Tabla 5 valores de áreas de curvas de nivel para la cuenca del río Tancochín....27
Tabla 6 Selección del número de escurrimiento N, del Servicio de Conservación de Suelos en Estados Unidos (SCS). 33
Tabla 7 selección de suelos hidrológicos....35
Tabla 8 resultados de NC del análisis de uso de suelo y vegetación de la cuenca por medio del visor de números de escurrimiento. 42
Tabla 9 áreas de aportación de cada estación....46
Tabla 10 registro de datos máximos de lluvia mensual y anual obtenidos de la CONAGUA. 47
Tabla 11 Precipitación acumulada mensual de la estación 30350 Citlaltépetl. 49
Tabla 12 Precipitación depurada acumulada mensual de la estación 30350 Citlaltépetl. 50
Tabla 13 Precipitación acumulada mensual de la estación 30168 Tantima. 52
Tabla 14 Precipitación acumulada mensual de la estación 30340 Naranjos. 53
Tabla 15 Precipitación depurada acumulada mensual de la estación 30340 Naranjos. 55
Tabla 16 áreas de aportación de cada estación 56
Tabla 17 Resultado de mejor ajuste por menor error estándar. 58
Tabla 18 Resultado de la precipitación media de diseño 59
Tabla 19 Determinación del factor (e)....60
Tabla 20 Determinación del factor R ponderado. 62
Tabla 21 resultados de los gastos para el río Tancochín. 73
Tabla 22 Valores de coeficiente de Manning en cauces naturales según Chow. 77

MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO PARA ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.

1. Objetivo

Se realizará un estudio hidrológico de la subcuenca donde se localiza el punto de aprovechamiento de agua potable y así poder realizar el análisis para determinar la intensidad de lluvia, coeficiente de escurrimiento, área de aportación y avenida de diseño para el análisis de reservorio de agua.

Como objetivos particulares se tuvieron los siguientes:

- Realizar el cálculo de la cuenca de aportación.
- Análisis los datos meteorológicos disponibles en las inmediaciones y dentro de la cuenca de aportación.
- Análisis los datos fisiográficos de cuenca por medio de modelos digitales de elevación, tales como pendiente media y número de escurrimiento.
- Estimar los gastos asociados a diferentes periodos de retorno recomendado por la normativa de la CONAGUA.
- Realizar el tránsito para la avenida de diseño de pequeños reservorios.
- Realizar el modelo hidráulico de acuerdo con condiciones de diseño determinadas en el tránsito.
- Realizar el diseño del reservorio y sus componentes.

Los puntos anteriores se trataron utilizando los métodos y las recomendaciones de la literatura y de los manuales y de las normas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Apoyándose en datos de lluvias, planos, isoyetas y datos recopilados correspondiente.

Se realizará un análisis estadístico de los datos recopilados para obtener las constantes que permitan calcular la avenida máxima en la zona de estudio, por medio de estos datos se estimara el volumen de agua que es necesario captar y conducir para evitar inundación de los predios colindantes con la zona de estudio, diseñando las estructuras del reservorio respectivas para la protección de la edificación y áreas cercanas.

Se presentará un informe de los análisis indicando los datos básicos utilizados, la metodología aplicada y la información recopilada y sustentando todos los criterios y métodos con base a las normas y manuales correspondientes al sector.

Se generará en el cual se indique la ubicación del sitio de proyecto, la cuenca, subcuencas estudiadas, sus características y el área del proyecto, los datos básicos hidrológicos y gastos de proyecto obtenidos.

- Realizar el modelo hidráulico alimentado de los gastos asociados al periodo de retorno recomendado por la normativa de la CONAGUA. Se realizará el análisis hidráulico de la zona de proyecto modelando las condiciones naturales y con el proyecto reservorio, a fin de identificar si con las adecuaciones físicas se tienen una afectación al régimen hidráulico de las corrientes, durante los trabajos de construcción.

2. Localización y descripción del Proyecto

El sitio de proyecto se encuentra en la localidad y municipio de Naranjos Amatlán, a la altura de la localidad del Centro Recreativo La Finca, sobre el cauce del río Tancochín afluente de la Laguna de Tamiahua que a su vez es afluente del Golfo de México, en las coordenadas geográficas longitud 97°42'9.16" oeste y latitud norte 21°20'39.47". El municipio de Naranjos Amatlán cuenta con una población de 26,843 habitantes de acuerdo con el Censo de INEGI 2020.

La zona de proyecto en donde se pretender realizar los estudios hidrológicos e hidráulicos se encuentra en una zona que es principalmente ocupada por zonas de potreros alejadas de la mancha urbana, es importante mencionar que actualmente se encuentra aprovechando el recurso líquido de dicho punto por medio de un terraplén de materiales graduados sin compactar, por lo que al paso de avenidas ordinarias y extraordinarias del río, dicho terraplén pierde material desperdiciando agua año con año.

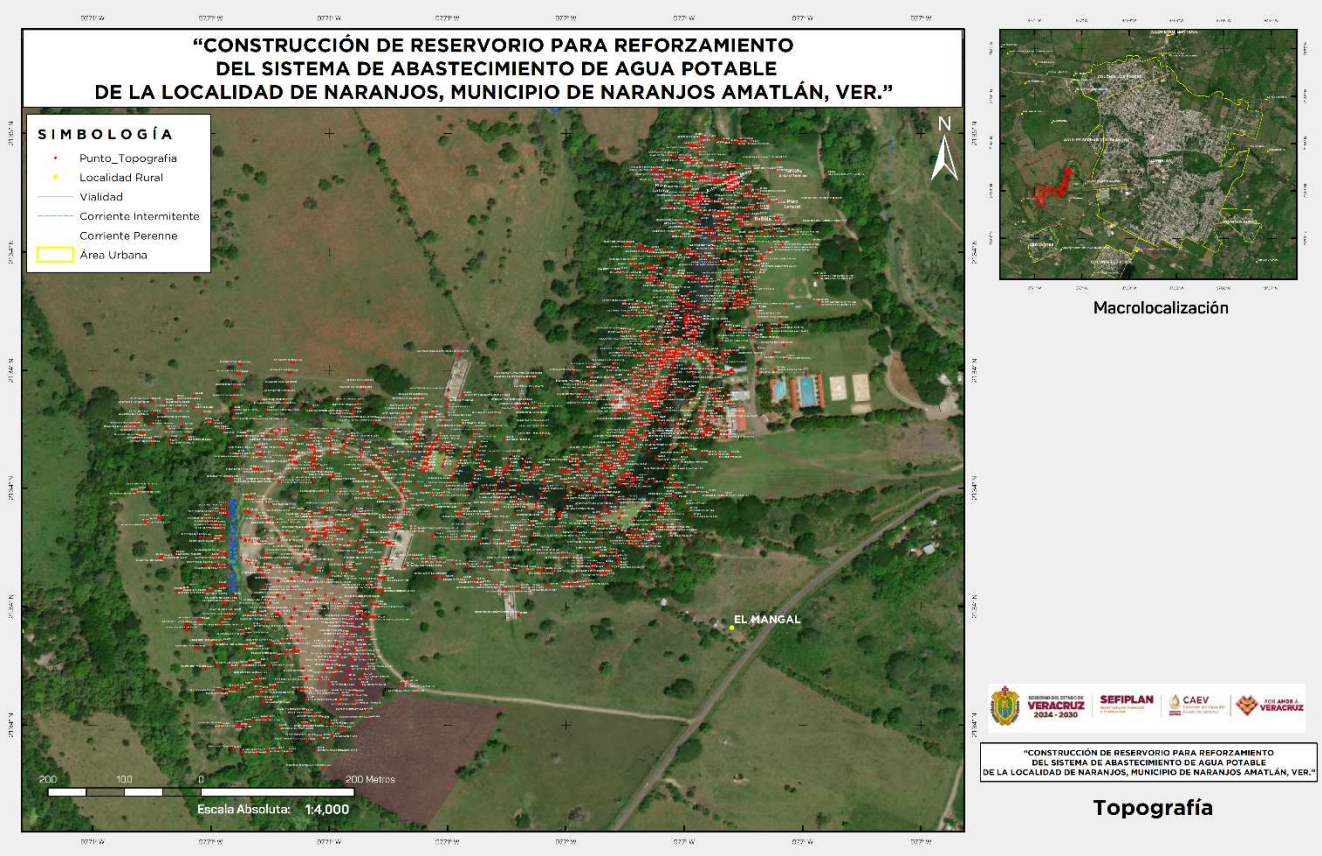


Ilustración 1 Levantamiento topográfico y topobatimétrico del sitio de aprovechamiento de agua.

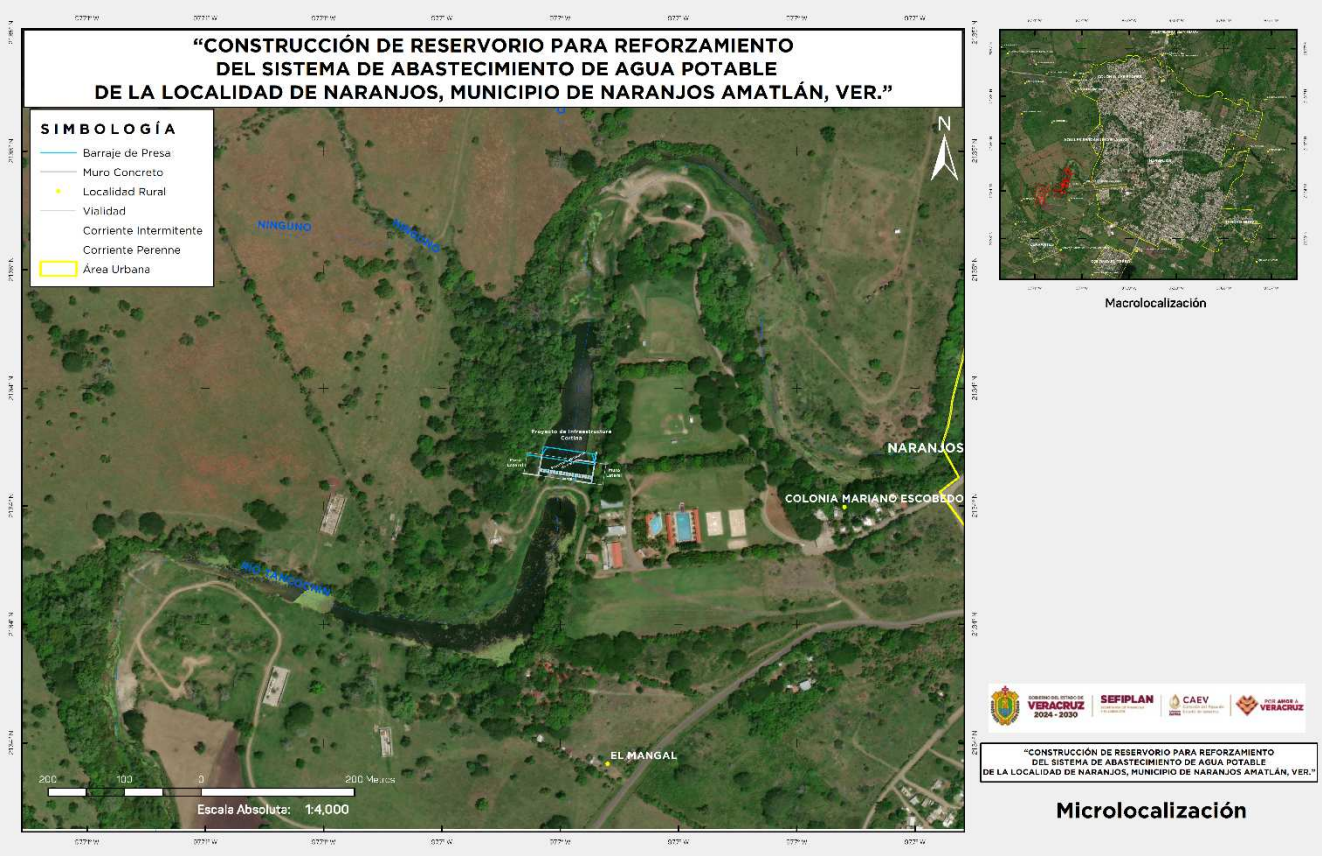


Ilustración 2 Microlocalización.

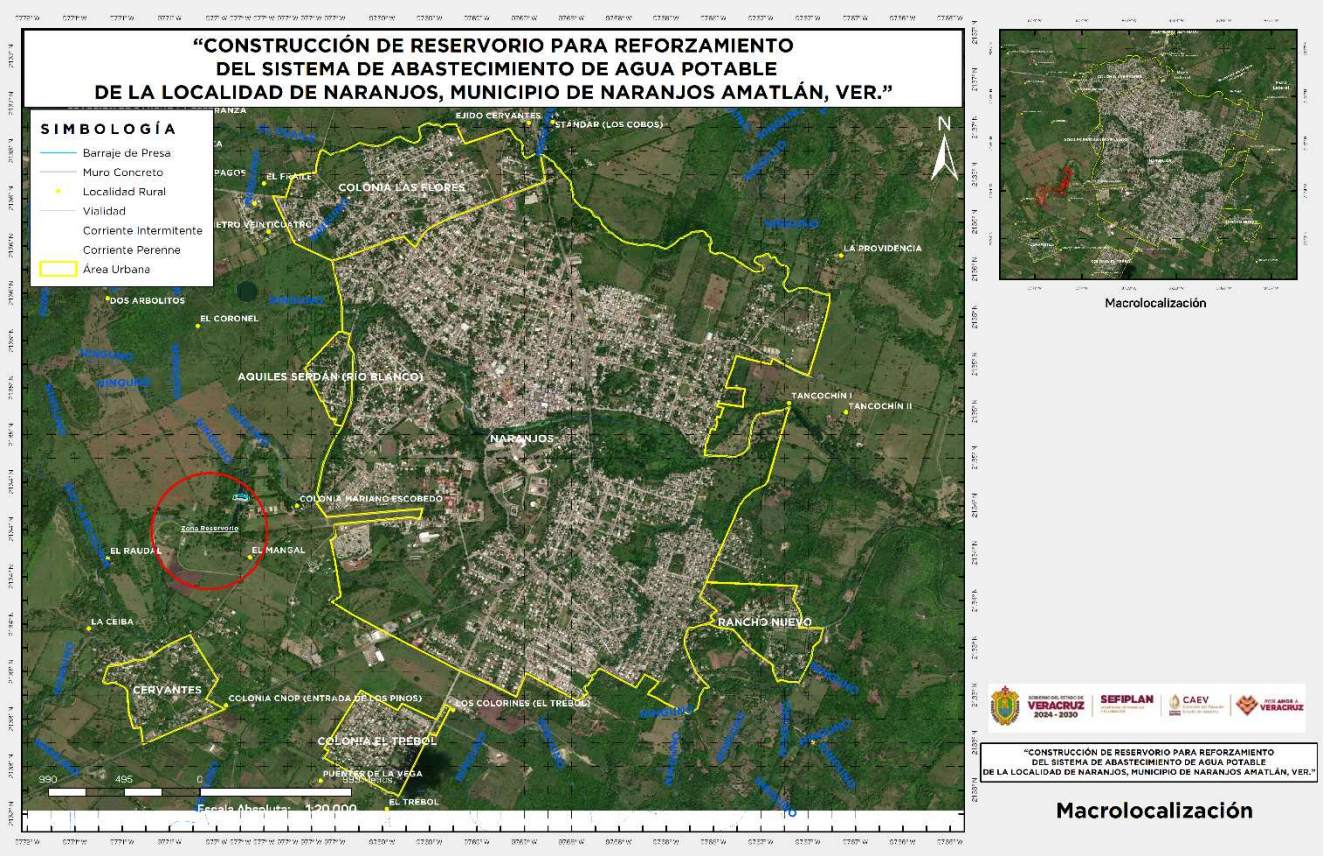


Ilustración 3 Macro-Localización.

3. Recopilación de Información Cartográfica y climatológica

Se realizó una búsqueda de información en diferentes fuentes referente a datos de elevación, hidrografía, uso de suelo, tipo de suelo, climatólogos, imágenes de satélite, etc., los cuales se utilizaron como base para la elaboración del presente análisis hidrológico. A continuación, se describen los tipos de datos y los productos consultados:

4. Datos de elevación:

Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM), con resolución de 15.00 m. Terreno. GRID con clave F14D34, emitidos en el año 2022, por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Datos vectoriales de las curvas de nivel de la carta topográfica escala 1:50,000, correspondiente a la carta F14D34 Naranjos (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2018).

Topografía de detalle en campo

5. Hidrografía:

Red Hidrográfica escala 1:50, 000 edición 2.0 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2024).

Simulador de Flujos de Agua en Cuencas Hidrográficas SIATL (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2024).

6. Uso de suelo:

Conjunto de datos vectoriales de las cartas de Uso de Suelo y Vegetación serie VI, escala 1: 250,000 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática, 2018).

7. Tipo de suelo:

Continuo nacional de datos edafológicos serie II, escala 1:250,00 (INEGI, 2018).

8. Climatología

Red Climatológica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2024).

Sistema de Información Hidrológica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2024).

9. Imágenes de satélite

Galería de imágenes satelitales del programa Google Earth Pro (Google, 2024).

10. Características físicas de la cuenca

Las características físicas de la cuenca gobiernan el comportamiento hidrológico de la cuenca y sus procesos, por ejemplo: infiltración, escurrimiento, evaporación, etc. En las secciones siguientes se muestra un resumen de las principales características de las cuencas y los cauces principales que gobiernan el escurrimiento directo de la zona de proyecto y cuyos valores se utilizaron en los cálculos posteriores para la estimación de los gastos asociados a diferentes periodos de retorno.

Cabe mencionar que de acuerdo con la cartografía de INEGI en el sitio de interés existe un cuerpo de propiedad nacional a cargo a cargo de la CONAGUA correspondiente al río Tancochín, además, la zona cuenta con microcuencas de escurrimientos que nacen y atraviesan la zona de proyecto, las cuales fueron determinados en base a los modelos digitales de superficie y la topobatimetría y topografía para conocer el comportamiento dinámico, mediante algoritmos en sistemas de información geográfica.

Lo relativo a cada una de las características fisiográficas de las subcuencas que se encuentran dentro del sitio de interés se presenta en las subsecciones siguientes:

Las subcuencas se determinaron utilizando como insumo Modelos Digitales de Elevación de Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM), con resolución de 15.00 m y la Red Hidrográfica 1: 50,000. El MDE se corrigió hidrológicamente con encauzamientos forzados utilizando la Red Hidrográfica y la eliminación de sumideros.

La zona de estudio es un área con características con una buena eficiencia del drenaje pluvial y fluvial en temporada de secas, sin embargo con la presencia de lluvias la zona se comporta como una llanura de inundación donde escurre todo el agua por el terreno y las laderas, ante la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extraordinarios se determinando que la zona cuenta con un buen margen de seguridad hidráulica.

En la siguiente imagen se pueden apreciar la cuenca en macrolocalización producidas por los Sistemas de Información Geográfica (SIG), alimentado por los MDE, del cual el río Tancochín nace en la zona alta del municipio de Tancoco hasta descargar sus aguas en la zona de proyecto sobre el municipio de Naranjos Amatlán.

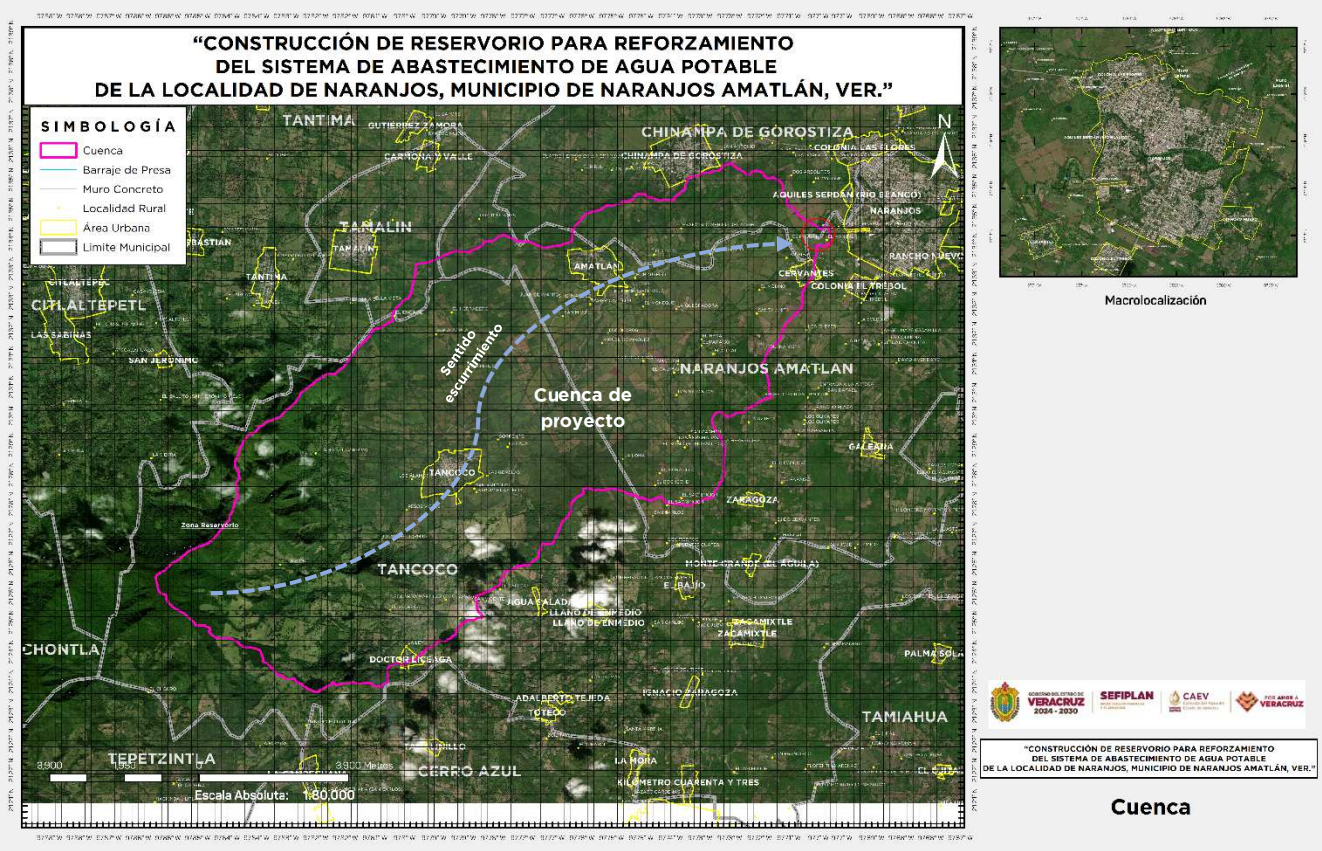


Ilustración 4 modelos digitales de elevación del CEM de INEGI, donde se observa el proceso con los SIG, ubicando la zona de proyecto del río Tancochín en el municipio de Naranjos Amatlán, Ver.

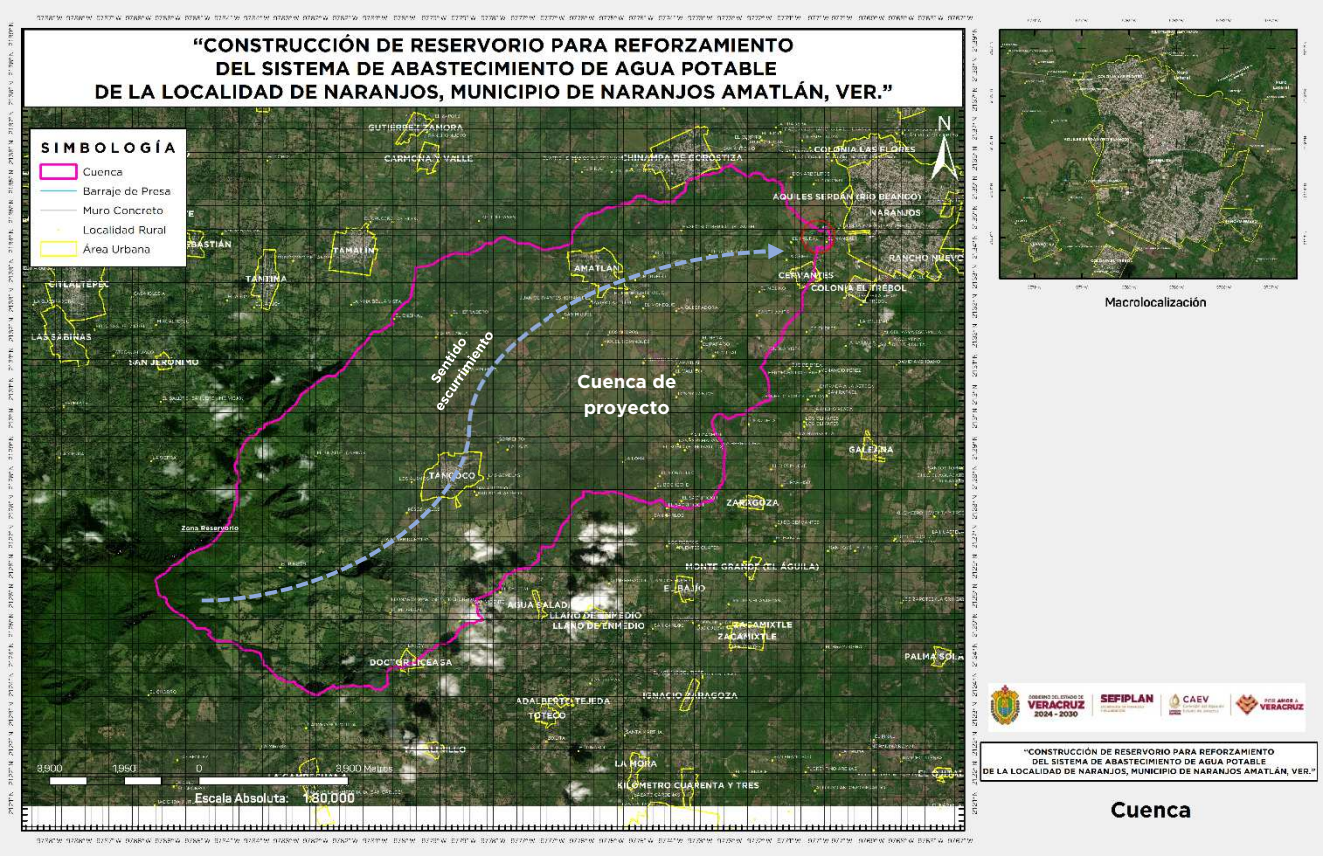


Ilustración 5 cuenca producida por los modelos digitales de elevación CEM.

Una vez analizado el funcionamiento hidrodinámico de las cuencas, lo que respecta al área de las cuencas que aportan de manera directa al sitio de proyecto, el área se determinó con los algoritmos del programa Q-gis, resultado los siguientes valores:

Tabla 1 áreas de subcuencas

SUBCUENCA	ÁREA (Km²)	%
Río Tancochín	111.69	100

Av. Lázaro Cárdenas 295, El Mirador, CP 91170, Xalapa, Veracruz. Tel. 228 814 9889 ww.caev.gob.mx

11. Determinación de la pendiente media por el Método de Taylor Schwarz:

La pendiente media se calcula con el método de Taylor Schwarz, en general la pendiente de un tramo de río se considera como el desnivel entre los extremos del tramo, dividido por la longitud horizontal de dicho tramo, de manera que:

S=H/L

Dónde:

S= pendiente del tramo del cauce (%).

H= desnivel entre los extremos del cauce (m).

L= Longitud horizontal del tramo del cauce (m).

Ahora bien, la pendiente de la corriente principal representa un valor medio, ya que cada tramo de río tiene una pendiente propia. En consecuencia, la pendiente media del cauce principal se aproximará más al real, mientras mayor sea el número de tramos seleccionados a lo largo del cauce.

De acuerdo con el criterio de Taylor y Schwarz, se considera que el río puede estar formado por una serie de tramos de igual longitud o bien por tramos de longitud variable, está pendiente media la podemos determinar con la formula siguiente:

$$S = \left(\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \ldots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right)^2$$

Dónde:

n = Número de tramos en que se divide la longitud del cauce principal (m).

S1, S2, ..., Sn = Pendiente de cada tramo en que se divide el cauce principal (%).

11.1 Resultados de pendiente media de la cuenca:

Se realizó el análisis de la pendiente media por el método de Taylor Schwarz, utilizando los modelos digitales de elevación CEM publicado por el INEGI, con lo cual se pudieron determinar los siguientes cálculos y valores:

Tabla 2 pendiente media por el método de Taylor Schwarz, para la cuenca del río Tancochín.

CAD.	PTO	DISTANCIA	COTA	DESNIVEL	PENDIENTE
28+219.160	1	-	987.048		
28+215.470	2	3.69	985.196	1.85	0.501897
28+200.570	3	14.90	978.531	6.67	0.447315
28+184.420	4	16.15	970.033	8.50	0.526192
28+161.860	5	22.56	955.423	14.61	0.647606
28+141.210	6	20.65	941.87	13.55	0.656320
28+126.230	7	14.98	934.287	7.58	0.506208
28+102.960	8	23.27	926.359	7.93	0.340696
28+078.740	9	24.22	914.864	11.50	0.474608
28+047.850	10	30.89	904.673	10.19	0.329913
28+004.640	11	43.21	896.769	7.90	0.182921
27+978.280	12	26.36	888.143	8.63	0.327238
27+922.470	13	55.81	870.688	17.46	0.312758
27+874.500	14	47.97	856.675	14.01	0.292120
27+802.080	15	72.42	834.759	21.92	0.302624
27+764.320	16	37.76	822.904	11.86	0.313957
27+699.720	17	64.60	804.283	18.62	0.288251
27+689.750	18	9.97	800.176	4.11	0.411936
27+656.740	19	33.01	787.633	12.54	0.379976
27+602.350	20	54.39	766.068	21.57	0.396488
27+557.480	21	44.87	758.068	8.00	0.178293
27+524.950	22	32.53	750.734	7.33	0.225453
27+500.940	23	24.01	741.701	9.03	0.376218
27+467.710	24	33.23	736.645	5.06	0.152152
27+436.610	25	31.10	728.409	8.24	0.264823
27+401.450	26	35.16	719.595	8.81	0.250683
27+385.070	27	16.38	716.628	2.97	0.181136
27+351.350	28	33.72	707.316	9.31	0.276157
27+320.720	29	30.63	700.076	7.24	0.236370
27+300.520	30	20.20	696.221	3.86	0.190842
27+277.260	31	23.26	690.975	5.25	0.225537
27+239.040	32	38.22	683.474	7.50	0.196259
27+198.660	33	40.38	676.631	6.84	0.169465

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

CAD.	PTO	DISTANCIA	COTA	DESNIVEL	PENDIENTE
27+182.760	34	15.90	674.21	2.42	0.152264
27+144.300	35	38.46	669.961	4.25	0.110478
27+100.760	36	43.54	667.199	2.76	0.063436
27+055.890	37	44.87	665.087	2.11	0.047069
27+000.100	38	55.79	660.173	4.91	0.088080
26+954.520	39	45.58	654.999	5.17	0.113515
26+901.550	40	52.97	646.541	8.46	0.159675
26+802.490	41	99.06	631.432	15.11	0.152524
26+698.770	42	103.72	622.747	8.69	0.083735
26+599.500	43	99.27	617.491	5.26	0.052947
26+500.000	44	99.50	609.522	7.97	0.080090
26+447.230	45	52.77	604.244	5.28	0.100019
26+400.000	46	47.23	601.055	3.19	0.067521
26+351.170	47	48.83	600.59	0.46	0.009523
26+330.400	48	20.77	600	0.59	0.028406
26+300.000	49	30.40	598.913	1.09	0.035757
26+238.370	50	61.63	597.875	1.04	0.016842
26+200.000	51	38.37	594.74	3.13	0.081704
26+141.860	52	58.14	589.797	4.94	0.085019
26+100.000	53	41.86	584.939	4.86	0.116054
26+080.810	54	19.19	582.676	2.26	0.117926
26+035.310	55	45.50	577.864	4.81	0.105758
26+000.000	56	35.31	575.17	2.69	0.076296
25+983.720	57	16.28	573	2.17	0.133292
25+930.820	58	52.90	569	4.00	0.075614
25+900.000	59	30.82	567.313	1.69	0.054737
25+800.000	60	100.00	562.771	4.54	0.045420
25+700.000	61	100.00	557.945	4.83	0.048260
25+600.510	62	99.49	553	4.95	0.049703
25+543.380	63	57.13	548.161	4.84	0.084702
25+500.000	64	43.38	542.553	5.61	0.129276
25+479.780	65	20.22	540.151	2.40	0.118793
25+460.540	66	19.24	539.331	0.82	0.042620
25+400.000	67	60.54	538.393	0.94	0.015494
25+375.600	68	24.40	537.774	0.62	0.025369
25+300.870	69	74.73	532.501	5.27	0.070561
25+259.530	70	41.34	528.85	3.65	0.088316
25+200.000	71	59.53	519.885	8.97	0.150596
25+153.040	72	46.96	514	5.88	0.125319
25+130.660	73	22.38	512.811	1.19	0.053128
25+100.000	74	30.66	510.623	2.19	0.071363

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

CAD.	PTO	DISTANCIA	COTA	DESNIVEL	PENDIENTE
25+060.150	75	39.85	506.652	3.97	0.099649
25+016.070	76	44.08	500.049	6.60	0.149796
25+010.270	77	5.80	499.306	0.74	0.128103
25+000.000	78	10.27	498.558	0.75	0.072833
24+900.000	79	100.00	492.559	6.00	0.059990
24+884.230	80	15.77	491.191	1.37	0.086747
24+857.190	81	27.04	488	3.19	0.118010
24+800.000	82	57.19	478.238	9.76	0.170694
24+700.000	83	100.00	463.401	14.84	0.148370
24+588.140	84	111.86	449.329	14.07	0.125800
24+500.400	85	87.74	440.889	8.44	0.096193
24+400.370	86	100.03	431	9.89	0.098860
24+364.360	87	36.01	424.925	6.07	0.168703
24+330.920	88	33.44	420	4.93	0.147279
24+300.000	89	30.92	418.643	1.36	0.043887
24+250.210	90	49.79	414.813	3.83	0.076923
24+200.320	91	49.89	409	5.81	0.116516
24+146.340	92	53.98	400.113	8.89	0.164635
24+101.560	93	44.78	393.707	6.41	0.143055
24+051.680	94	49.88	389.561	4.15	0.083119
23+985.020	95	66.66	386.073	3.49	0.052325
23+758.790	96	226.23	377.454	8.62	0.038098
23+650.500	97	108.29	371.831	5.62	0.051925
23+522.030	98	128.47	360.095	11.74	0.091352
23+302.450	99	219.58	355.288	4.81	0.021892
22+676.400	100	626.05	323.742	31.55	0.050389
22+200.000	101	476.40	298.566	25.18	0.052846
21+900.970	102	299.03	286.61	11.96	0.039983
21+123.470	103	777.50	267.439	19.17	0.024657
20+839.700	104	283.77	260.149	7.29	0.025690
20+534.860	105	304.84	251.421	8.73	0.028631
20+098.350	106	436.51	239.846	11.58	0.026517
19+702.490	107	395.86	230.45	9.40	0.023736
19+261.890	108	440.60	220.021	10.43	0.023670
18+800.000	109	461.89	217.02	3.00	0.006497
18+600.000	110	200.00	215.248	1.77	0.008860
18+472.280	111	127.72	214.706	0.54	0.004244
18+385.510	112	86.77	212.564	2.14	0.024686
18+324.330	113	61.18	209.089	3.47	0.056800
18+231.520	114	92.81	202.477	6.61	0.071242
18+144.810	115	86.71	200	2.48	0.028566

Av. Lázaro Cárdenas 295, El Mirador, CP 91170, Xalapa, Veracruz. Tel. 228 814 9889 ww.caev.gob.mx

CAD.	PTO	DISTANCIA	COTA	DESNIVEL	PENDIENTE
17+500.000	116	644.81	193.148	6.85	0.010626
16+399.680	117	1,100.32	179.945	13.20	0.011999
15+100.930	118	1,298.75	159.983	19.96	0.015370
13+600.240	119	1,500.69	143.281	16.70	0.011130
12+470.150	120	1,130.09	128.94	14.34	0.012690
11+914.060	121	556.09	121.344	7.60	0.013660
11+525.490	122	388.57	118.843	2.50	0.006436
10+960.340	123	565.15	113.992	4.85	0.008584
10+472.920	124	487.42	108.989	5.00	0.010264
9+779.000	125	693.92	101.029	7.96	0.011471
9+601.870	126	177.13	100.171	0.86	0.004844
8+600.000	127	1,001.87	95.133	5.04	0.005029
8+000.000	128	600.00	85.169	9.96	0.016607
6+800.000	129	1,200.00	77.301	7.87	0.006557
5+600.000	130	1,200.00	69.941	7.36	0.006133
4+505.060	131	1,094.94	66.96	2.98	0.002723
3+700.000	132	805.06	66.395	0.56	0.000702
1+600.000	133	2,100.00	59.976	6.42	0.003057
0+800.000	134	800.00	58.988	0.99	0.001235
0+000.000	135	800.00	57.929	1.06	0.001324
		28,219 m		**929 m**	**17.101823**
		28.22 km			
			PENDIENTE		**0.80%**

De los análisis de cauce principal se determinó una pendiente de 0.80% para la cuenca del río Tancochín.

12. Cálculo de los tiempos de concentración:

El tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del gasto de equilibrio se denomina tiempo de concentración, y equivale al tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca. Naturalmente este tiempo de concentración tc depende de muchos factores, entre otros de la geometría en planta de la cuenca (una cuenca alargada tendrá un mayor tiempo de concentración), de su pendiente pues una mayor pendiente produce flujos más veloces y en menor tiempo de concentración, el área, las características del suelo, cobertura vegetal, etc. Las fórmulas más comunes solo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor desde la divisoria y el área, algunas formas que se utilizan para calcular el tc de cuencas

naturales, pueden ser por los métodos de Rowe, Kirpich y del SCS. Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida. Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad), entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración Tc.

12.1 Método de Rowe.

Su se expresa de la siguiente manera:

$$Tc = \left[\frac{0.87L\ \hat{}\ 3}{D}\right]^{0.385}$$

Dónde:

Tc= Es el tiempo de concentración (hrs).

L= Es la longitud del cauce principal (Km).

D= Es la diferencia de elevación entre los extremos del cauce principal (m).

12.2 Método de Kirpich.

La fórmula de Kirpich, también llamada fórmula californiana, es de las fórmulas más comunes para determinar el tiempo de concentración de una cuenca determinada. Esta fórmula fue diseñada en 1940 para calcular el tiempo de concentración en cuencas pequeñas de Tennessee y se expresa de la siguiente manera:

$$Tc = 0.0003245\left[\frac{L}{s^{1/2}}\right]^{0.77}$$

Dónde:

Tc= Es el tiempo de concentración (hrs).
L= Es la longitud del cauce principal (m).
S= Pendiente del cauce principal calculada por el método de Taylor Schwarz.

12.3 Método de SCS.

La siguiente ecuación es propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos para la estimación del tiempo de concentración:

$$Tc = \frac{L^{1.15}}{3085D^{0.38}}$$

Dónde:

Tc= Es el tiempo de concentración (hrs).

L= Es la longitud del cauce principal (Km).

D= Es la diferencia de elevación entre los extremos del cauce principal (m).

Una vez realizado los cálculos del tiempo de concentración, se selecciona el tiempo de concentración más crítico de los métodos utilizados, ya que esto asegurará que se está tomando un margen de seguridad mayor respecto a los dos métodos restantes.

Los valores de tiempo de concentración estimados se muestran a continuación:

Tabla 3 tabla de resultados de tiempo de concentración para la cuenca de proyecto.

Kirpich	**5.57**	hr	334.0	minutos
Rowe	**5.55**	hr	332.9	minutos
SCS	**6.01**	hr	360.8	minutos
Promedio	**5.71**	hr	342.6	minutos

Como puede observase, dos de las tres fórmulas empíricas arrojaron valores similares, por lo anterior se seleccionó el tiempo de concentración obtenido por la fórmula de Rowe, para los cálculos posteriores, ya que representa un valor más crítico en comparación con los obtenidos por los otros métodos.

12.4 Cálculo de retraso

En hidrología, el tiempo de retraso se refiere al intervalo de tiempo que transcurre entre un evento de precipitación (como una lluvia) y la respuesta del sistema hídrico, como el aumento del caudal de un río o arroyo. Este tiempo de retraso es un parámetro crucial para entender la dinámica del flujo de agua en una cuenca hidrográfica. La formula se desarrolla como a continuación:

$$tr = 0.0050\left(\frac{Lc}{\sqrt{Sc}}\right)^{0.64}$$

Asimismo, se puede calcular como el 60% del tiempo de concentración, los resultados se presentan a continuación:

Chow	**3.83**	hr	**229.6**	minutos
60% del Tc	**3.34**	hr	**200.4**	minutos

12.5 Elevación y pendiente medias de la cuenca.

La elevación media de la cuenca es la elevación que en promedio tiene cada punto del terreno que conforma la superficie de la cuenca.

La pendiente media de la cuenca es la pendiente que en promedio tiene cada punto del terreno que conforma la superficie de la cuenca.

Este parámetro está correlacionado con la infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad del suelo y la aportación del agua subterránea al flujo en los cauces (Campos Aranda, 1998).

De acuerdo con los cálculos utilizados en el software de QGIS, los resultados se presentan a continuación:

Tabla 4 valores de elevación para la cuenca del río Tancochín.

Elevación promedio	Elevación mínima	Elevación Máxima
279.83	58.00	1,268.00

Asimismo, se realizó el análisis de la pendiente de la cuenca, con el fin de conocer su pendiente promedio a lo largo de la superficie, la cual dio como resultado un promedio de pendiente de 9.41%.

- STATISTICS_APPROXIMATE=YES
- STATISTICS_MINIMUM=0
- STATISTICS_MAXIMUM=58.852153778076
- STATISTICS_MEAN=9.4097341272529

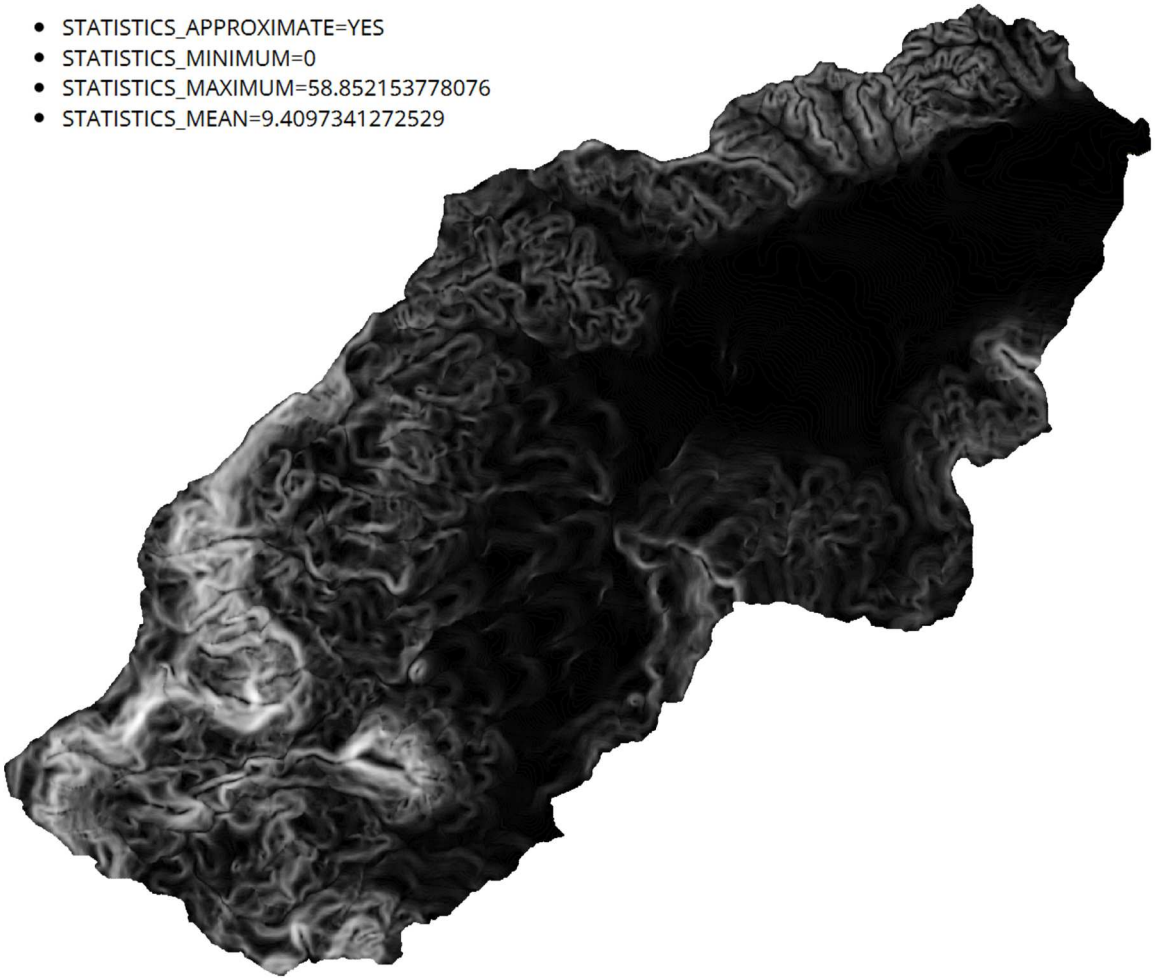


Ilustración 6 Cuenca del río Tancochín con clasificación de pendientes.

12.6 Curva hipsométrica

La curva hipsométrica es una curva de elevaciones de la cuenca, medidas usualmente en metros sobre el nivel del mar (msnm), contra áreas acumuladas asociadas a esas elevaciones, en kilómetros cuadrados (km^2).

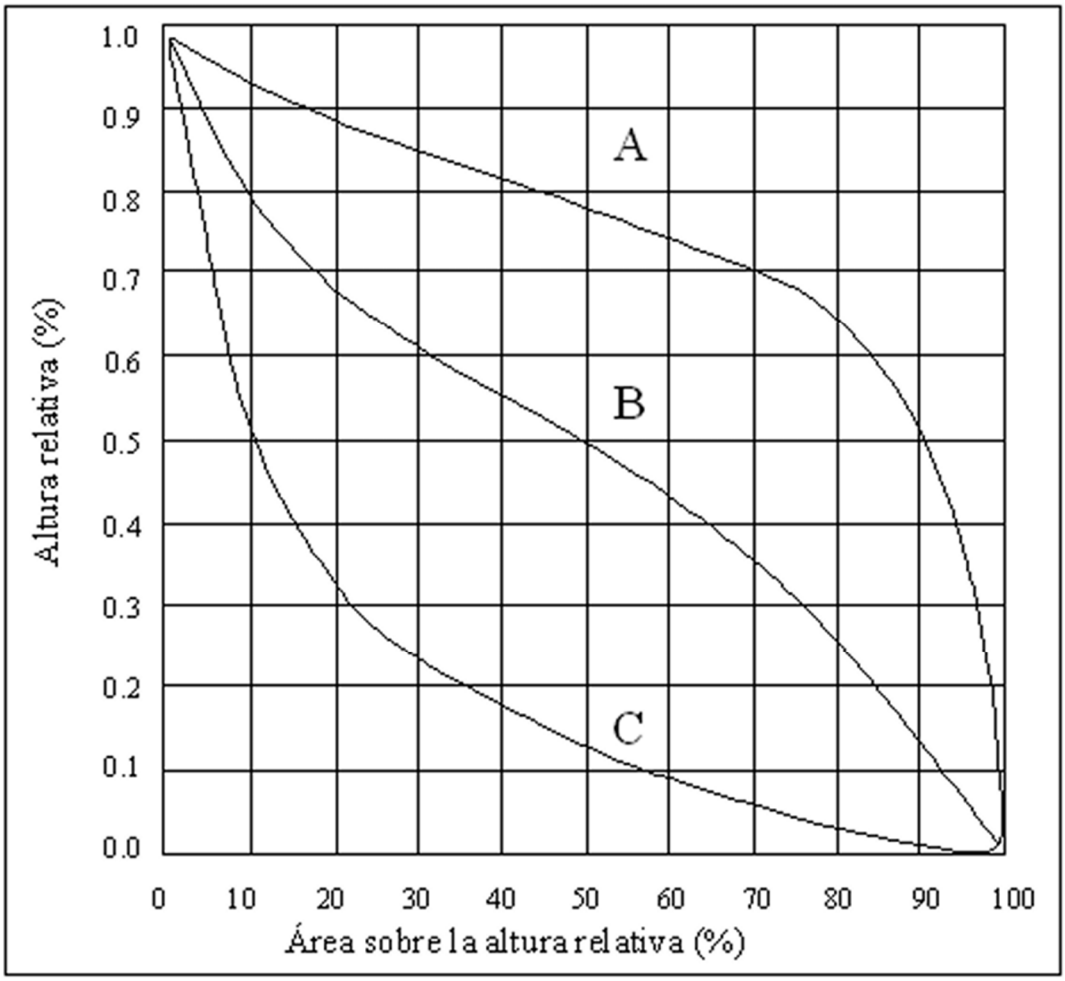


Ilustración 7 Caracterización de la curva hipsométrica.

Tipo geológico de acuerdo con Strahler (1964):

- Tipo A: Corresponde a una cuenca geológicamente nueva (meseta).
- Tipo B: Cuenca geológicamente madura (pie de montaña).
- Tipo C: Cuenca erosionada en fase de vejez (valle).

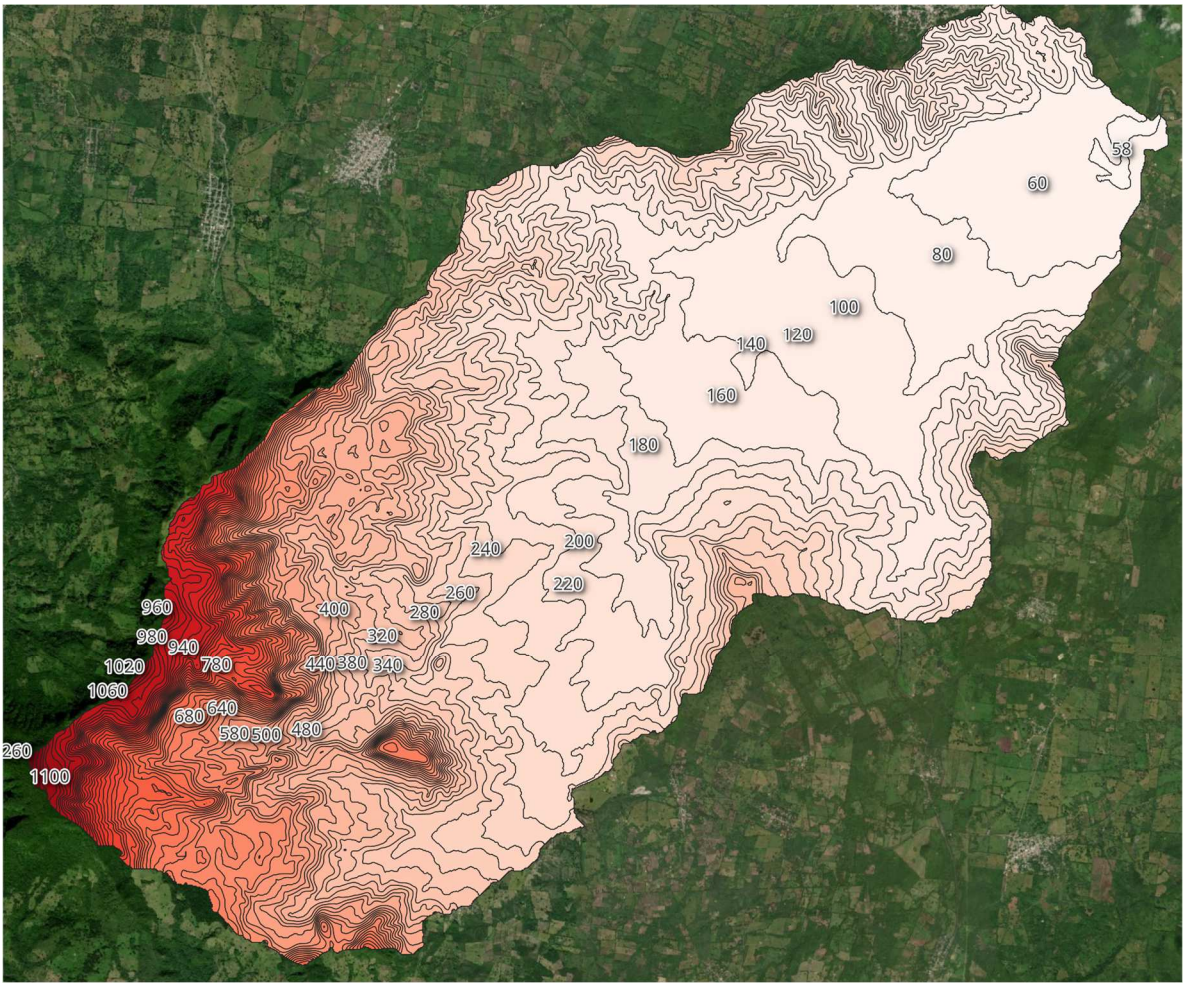


Ilustración 8 Mapa de elevaciones de la cuenca del río Tancochín.

Tabla 5 valores de áreas de curvas de nivel para la cuenca del río Tancochín.

Elevaciones (msnm)	Área (km2)	Área acumulada (km2)
1268 - 1260	10665.040	10665.040
1260 - 1240	25277.260	35942.300
1240 - 1220	31455.820	67398.120
1220 - 1200	26152.220	93550.340
1200 - 1180	80495.850	174046.190
1180 - 1160	92430.780	266476.970
1160 - 1140	86213.320	352690.290
1140 - 1120	101719.060	454409.350
1120 - 1100	163164.480	617573.830
1100 - 1080	237790.050	855363.880

Elevaciones (msnm)	Área (km2)	Área acumulada (km2)
1080 - 1060	251934.380	1107298.260
1060 - 1040	222651.190	1329949.450
1040 - 1020	246874.380	1576823.830
1020 - 1000	340786.760	1917610.590
1000 - 980	430116.540	2347727.130
980 - 960	377956.730	2725683.860
960 - 940	307874.770	3033558.630
940 - 920	253357.050	3286915.680
920 - 900	242557.160	3529472.840
900 - 880	244782.750	3774255.590
880 - 860	253184.840	4027440.430
860 - 840	268454.390	4295894.820
840 - 820	334955.710	4630850.530
820 - 800	370032.380	5000882.910
800 - 780	396399.030	5397281.940
780 - 760	397044.790	5794326.730
760 - 740	365989.040	6160315.770
740 - 720	452774.850	6613090.620
720 - 700	458385.410	7071476.030
700 - 680	500808.240	7572284.270
680 - 660	554985.510	8127269.780
660 - 640	528375.710	8655645.490
640 - 620	598343.510	9253989.000
620 - 600	739705.120	9993694.120
600 - 580	1000467.220	10994161.340
580 - 560	1192890.350	12187051.690
560 - 540	1224594.360	13411646.050
540 - 520	1016684.330	14428330.380
520 - 500	1072010.380	15500340.760
500 - 480	1137017.940	16637358.700
480 - 460	1120145.430	17757504.130
460 - 440	1096682.140	18854186.270
440 - 420	1382839.380	20237025.650
420 - 400	2034028.190	22271053.840
400 - 380	1870897.190	24141951.030
380 - 360	1986579.850	26128530.880
360 - 340	2331510.620	28460041.500

Elevaciones (msnm)	Área (km2)	Área acumulada (km2)
340 - 320	2420607.870	30880649.370
320 - 300	2596112.310	33476761.680
300 - 280	2966091.490	36442853.170
280 - 260	3496327.230	39939180.400
260 - 240	4720880.400	44660060.800
240 - 220	6566428.960	51226489.760
220 - 200	7102701.310	58329191.070
200 - 180	7919236.560	66248427.630
180 - 160	7288696.960	73537124.590
160 - 140	6706070.050	80243194.640
140 - 120	8513238.690	88756433.330
120 - 100	9221592.220	97978025.550
100 - 80	6298555.600	104276581.150
80 - 60	6256707.730	110533288.880
60 - 58	428180.490	110961469.370

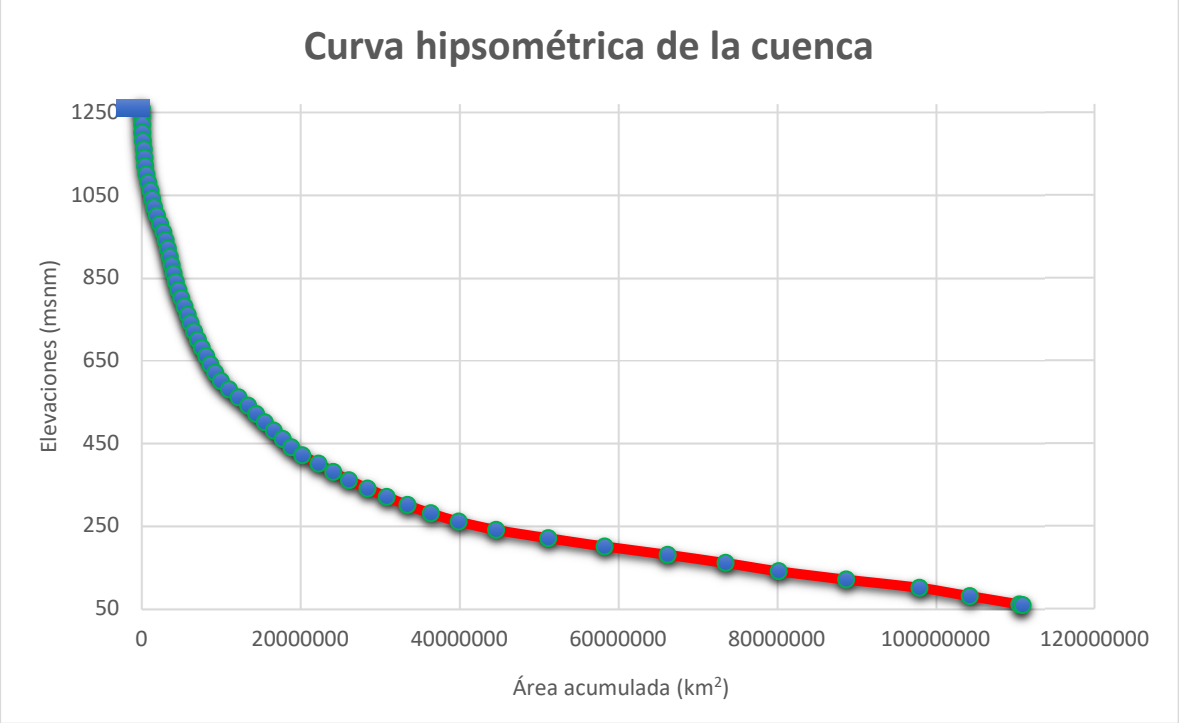


Ilustración 9 curva hipsométrica de la cuenca del río Tancochín.

De acuerdo con el análisis de la cuenca, se considera que es del tipo C, lo cual indica que es una cuenca erosionada tipo valle.

12.7 Frecuencia Altimétrica

A continuación, se presenta la gráfica de la frecuencia aritmética correspondiente a la sumatoria de las áreas de las curvas de nivel calculadas por medio de los sistemas de información geográfica, lo cual nos ayuda a conocer la predominancia de superficies y elevaciones en la cuenca de estudio.

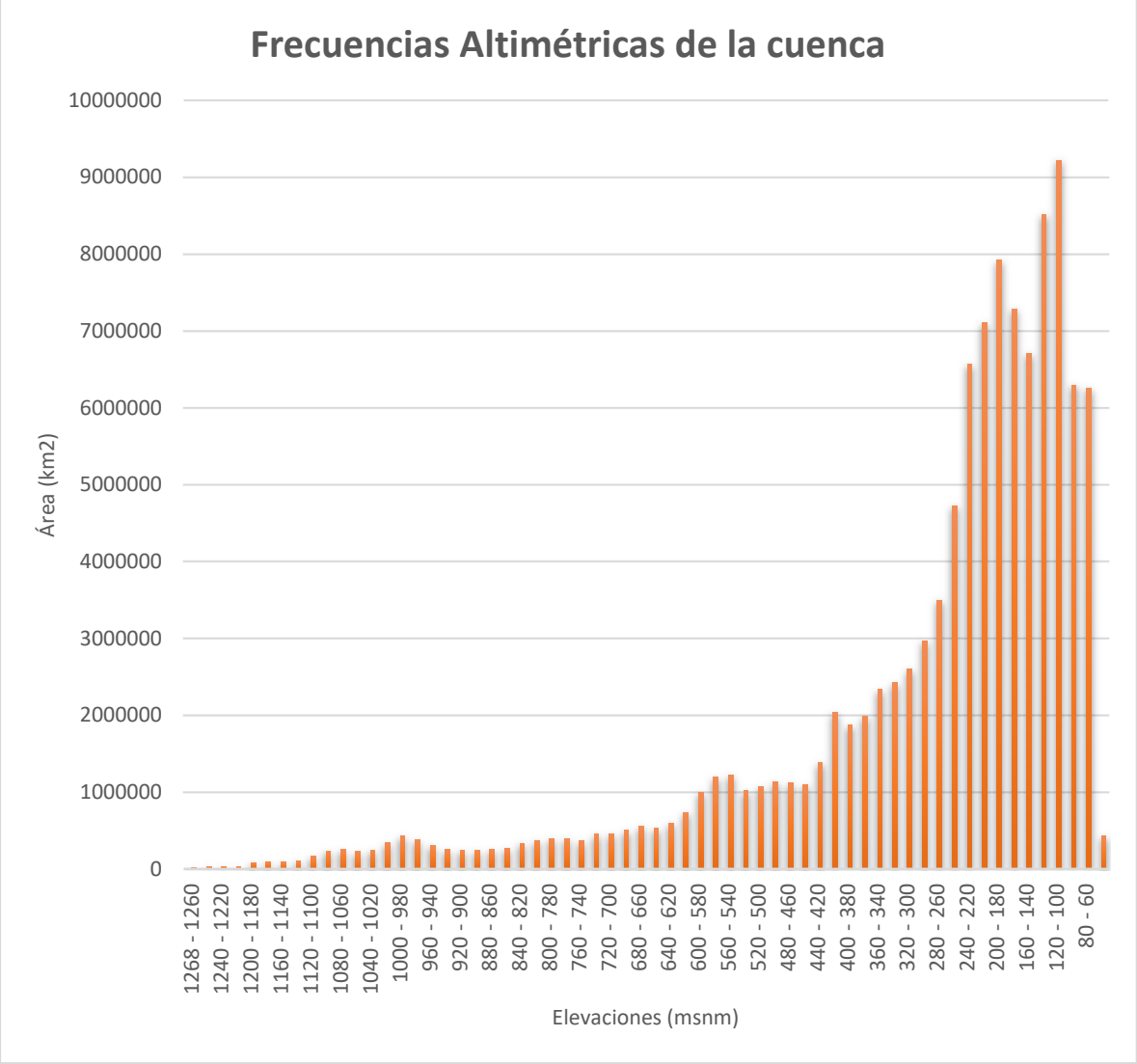


Ilustración 10 Gráfica de frecuencias de la cuenca del río Tancochín.

13. Cobertura y Tipo de suelo

Los valores de cobertura de la cuenca se determinaron utilizando el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 - Serie VI, contiene información del Uso del Suelo y Vegetación obtenida a partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación con imágenes de satélite Landsat TM8 seleccionadas del año 2014.

Por otra parte, de acuerdo el continuo nacional de datos edafólogos serie II, escala 1:250,00 los suelos en la cuenca son andosoles de textura gruesa y de acuerdo con la capa de Uso de Suelo y Vegetación vigente se considera como urbano construido y algunas zonas de agricultura temporal permanente.

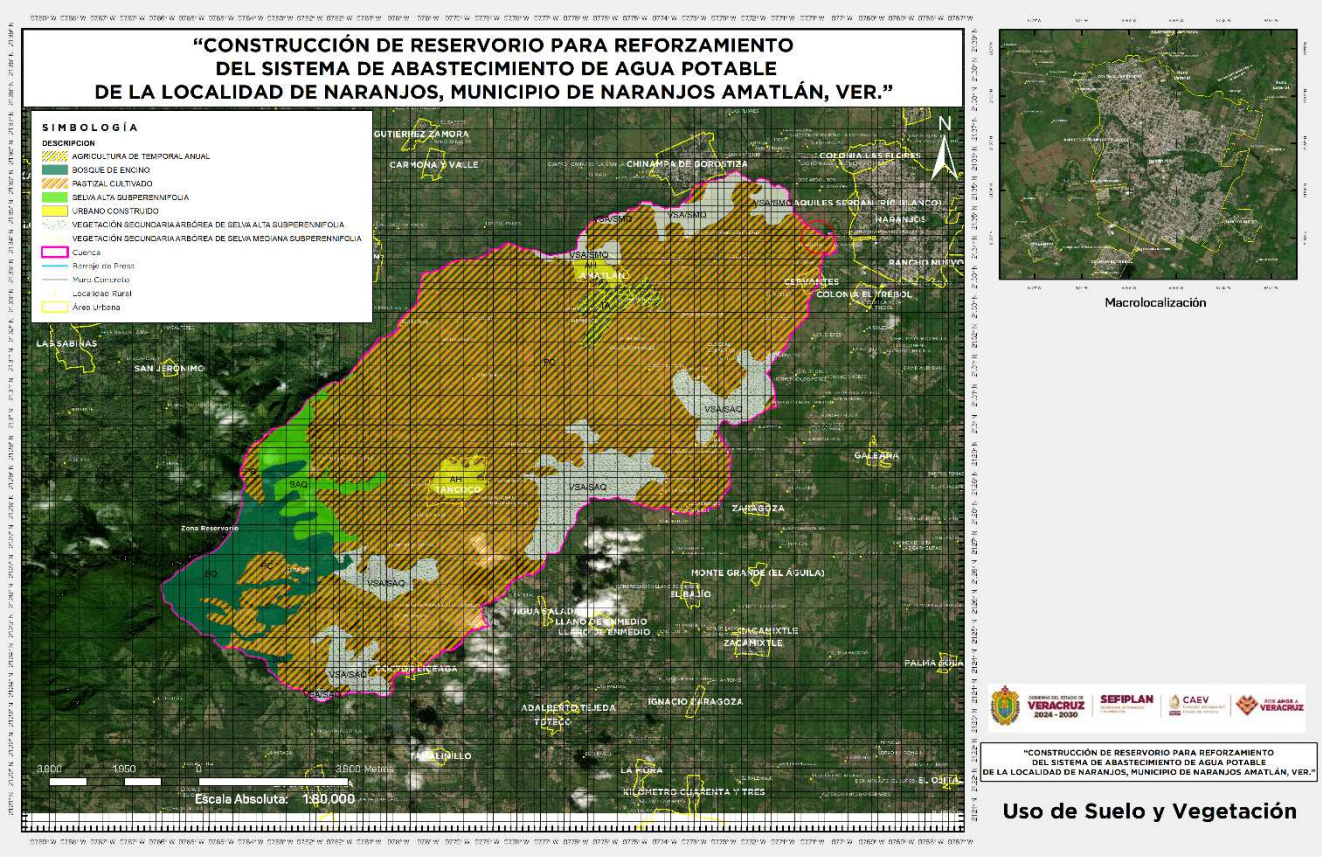


Ilustración 11 Uso de Suelo y Vegetación de la cuenca de análisis.

14. Número de curva

Los valores de cobertura de la cuenca se determinaron utilizando el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 - Serie VI, contiene información del Uso del Suelo y Vegetación obtenida a partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación con imágenes de satélite Landsat TM8 seleccionadas del año 2014.

Por otra parte, de acuerdo el continuo nacional de datos edafólogos serie III, escala 1:250,00 los suelos en la cuenca son andosoles de textura gruesa y de acuerdo con la capa de Uso de Suelo y Vegetación vigente se considera como urbano construido y algunas zonas de agricultura temporal permanente.

El número de curva de escurrimiento o número de curva es un parámetro empírico ampliamente utilizado en hidrología para estimar la precipitación en exceso en una cuenca.

El número de curva está en función del tipo de cobertura, el grupo hidrológico, la pendiente y el tratamiento del suelo en la cuenca.

Para determinar el número de escurrimiento (N) se toma como base el manual de ingeniería de ríos de la CONAGUA, el cual relaciona este factor con el tipo y uso de suelo del cual se extrajo las siguientes tablas. La tabla siguiente sirve para determinar el que clase de suelo presenta nuestra cuenca:

Tabla 6 Selección del número de escurrimiento N, del Servicio de Conservación de Suelos en Estados Unidos (SCS).

Uso de tierra	***Condición de la cobertura vegetal de la superficie***	***Tipo de suelo***			
		A	***B***	***C***	***D***
Bosques	Ralo, baja transpiración	45	66	77	83
cultivados	Normal, transpiración media	36	60	73	79
	Espeso, alta transpiración	25	55	70	77
Caminos	De tierra	72	82	87	89
	Superficie dura	74	84	90	92
Bosques	Muy ralo, muy baja transpiración	56	75	86	91
naturales	Ralo, baja transpiración	46	68	78	84
	Normal, transpiración media	36	60	70	76

Uso de tierra	***Condición de la cobertura vegetal de la superficie***	***Tipo de suelo***			
		A	***B***	***C***	***D***
	Espeso, alta traspiración	26	52	62	69
	Muy espeso, muy alta transpiración	15	44	54	61
Descanso, sin	Surcos rectos	77	86	91	94
cultivo					
Cultivos en	Surcos rectos	70	80	87	90
surco	Surco en curva de nivel	67	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Cereales	Surcos rectos	64	76	84	88
	Surco en curva de nivel	62	74	82	85
	Terrazas	60	71	79	82
Leguminosas	Surcos rectos	62	75	83	87
sembradas con	Surco en curva de nivel	60	72	81	84
maquinaria o al	Terrazas	57	70	78	82
voleo					
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
	Curva de nivel, pobre	47	67	81	88
	Curva de nivel, normal	25	59	75	83
	Curva de nivel, bueno	6	35	70	79
Potrero	Normal	30	58	71	78
permanente					
Superficie		100	100	100	100
impermeable					

El número de curva está en función del tipo de cobertura, el grupo hidrológico, la pendiente y el tratamiento del suelo en la cuenca. Las características de los dos grupos hidrológicos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 7 selección de suelos hidrológicos.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SUS PROPIEDADES HIDROLÓGICAS, SEGÚN US SOIL CONSERVATION SERVICE.

TIPO	DESCRIPCIÓN	K* ($^{mm}/_{hr}$)
A	Bajo potencial de escorrentía. Suelos con una alta tasa de infiltración incluso cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en arenas y gravas con drenaje profundo entre bueno y excesivo.	≥ 11
B	Suelos con tasa de infiltración media cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en suelos con drenaje profundo a moderado y textura de grano mediano. Ejemplos: marga arenosa o loess poco profundo.	3.75 – 7.50
C	Suelos con tasa de infiltración baja cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en suelos con una capa que impide el flujo de agua hacia abajo, o suelos con textura de grano fino. Ejemplos: marga arcillosa o marga arenosa poco profunda.	1.25 – 3.75
D	Alto potencial de escorrentía. Suelos con tasa de infiltración muy baja cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en suelos arcillosos con un alto potencial de expansión, con un nivel freático permanentemente alto, con cubierta de arcilla en o cerca de la superficie y suelos poco profundos con una capa impermeable cerca de la superficie.	≤ 1.25

Tipo de suelo	Textura del suelo
A	Arenas con poco limo y arcilla; suelos muy permeables.
B	Arenas finas y limos.
C	Arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido de arcilla.
D	Arcillas en grandes cantidades; suelos poco profundos con sub-horizontes de roca sana; suelos muy impermeables.

Applied Hydrology, Ven Te Chow, et al, 1988; Tabla para determinar la clase de suelo.

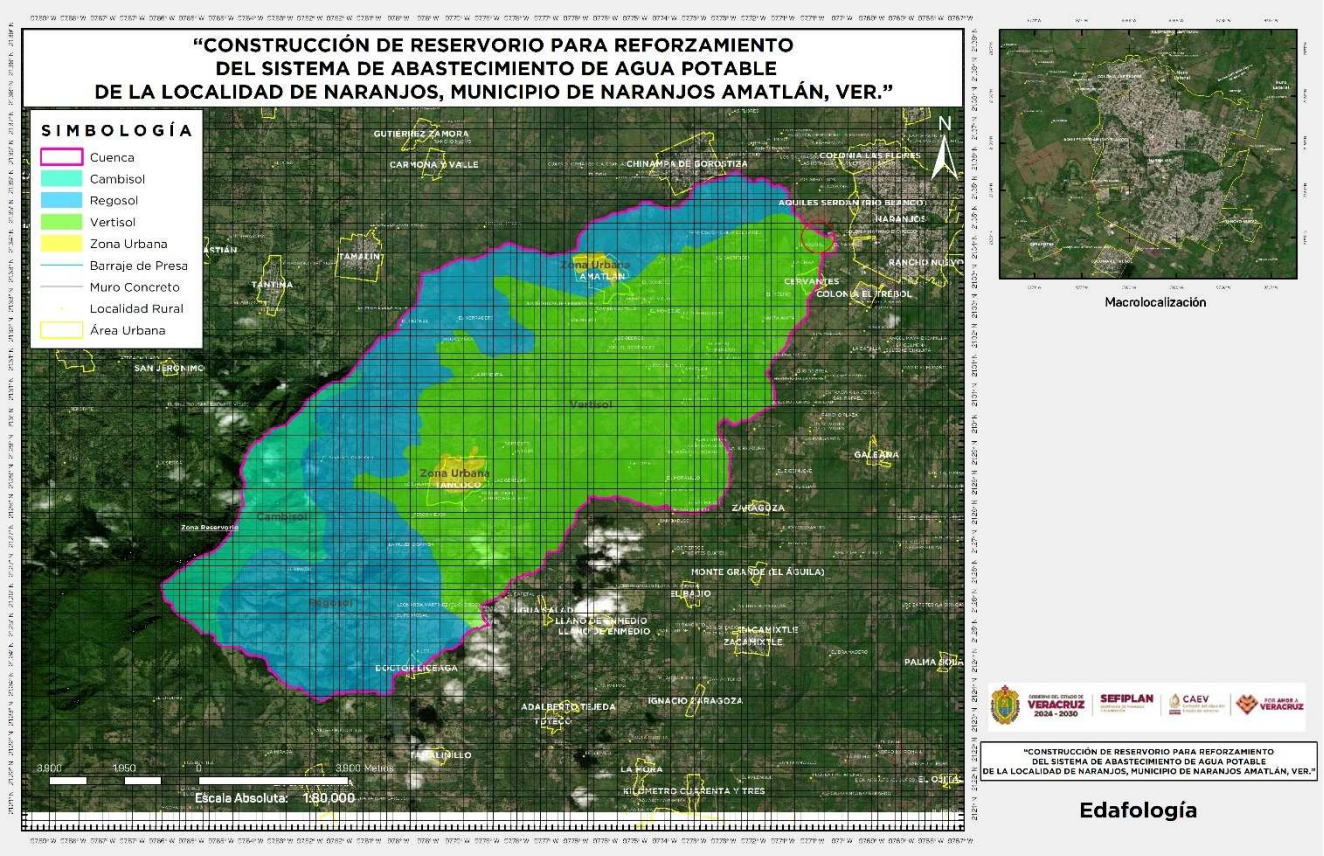


Ilustración 12 Edafología de la cuenca de análisis.

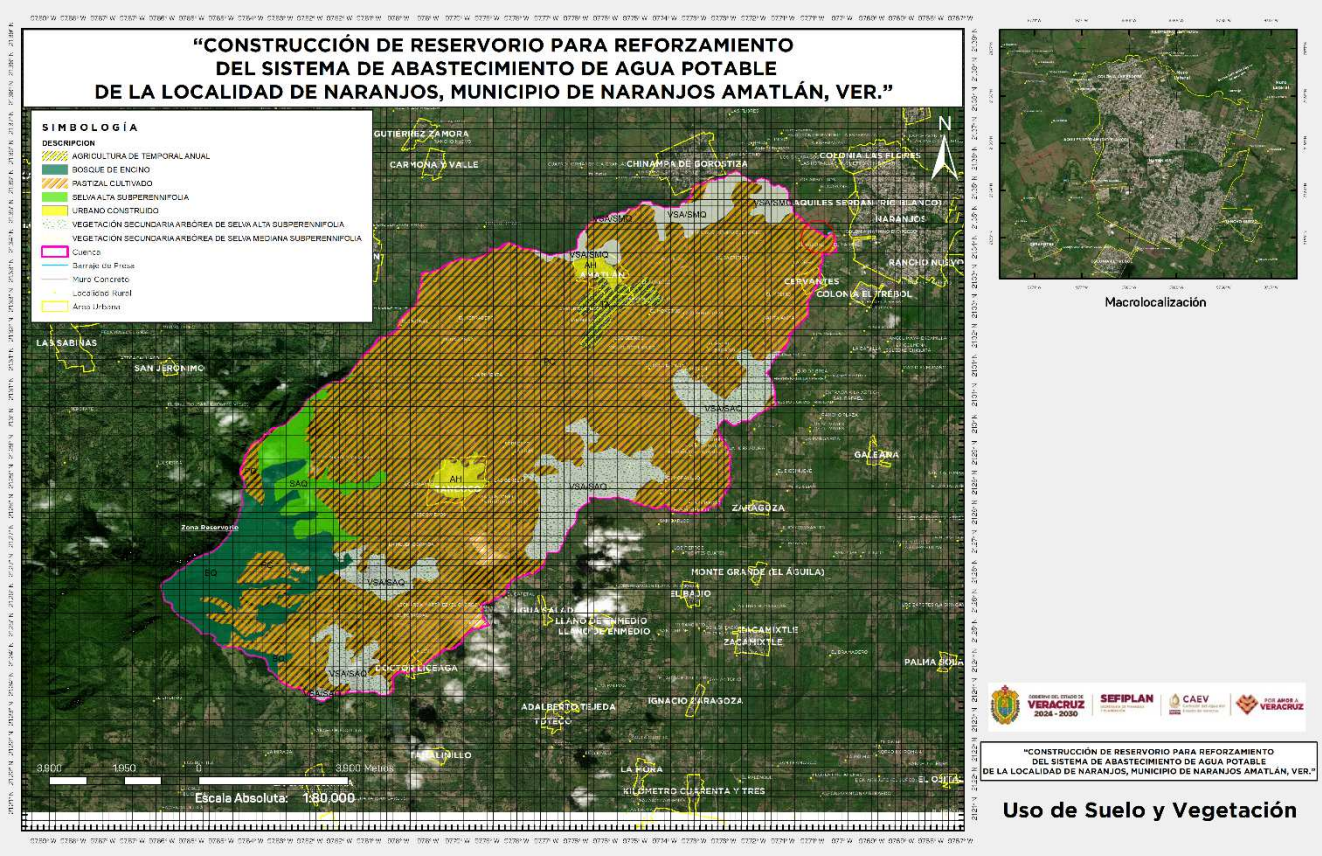


Ilustración 13 Uso de Suelo y Vegetación de la cuenca de análisis.

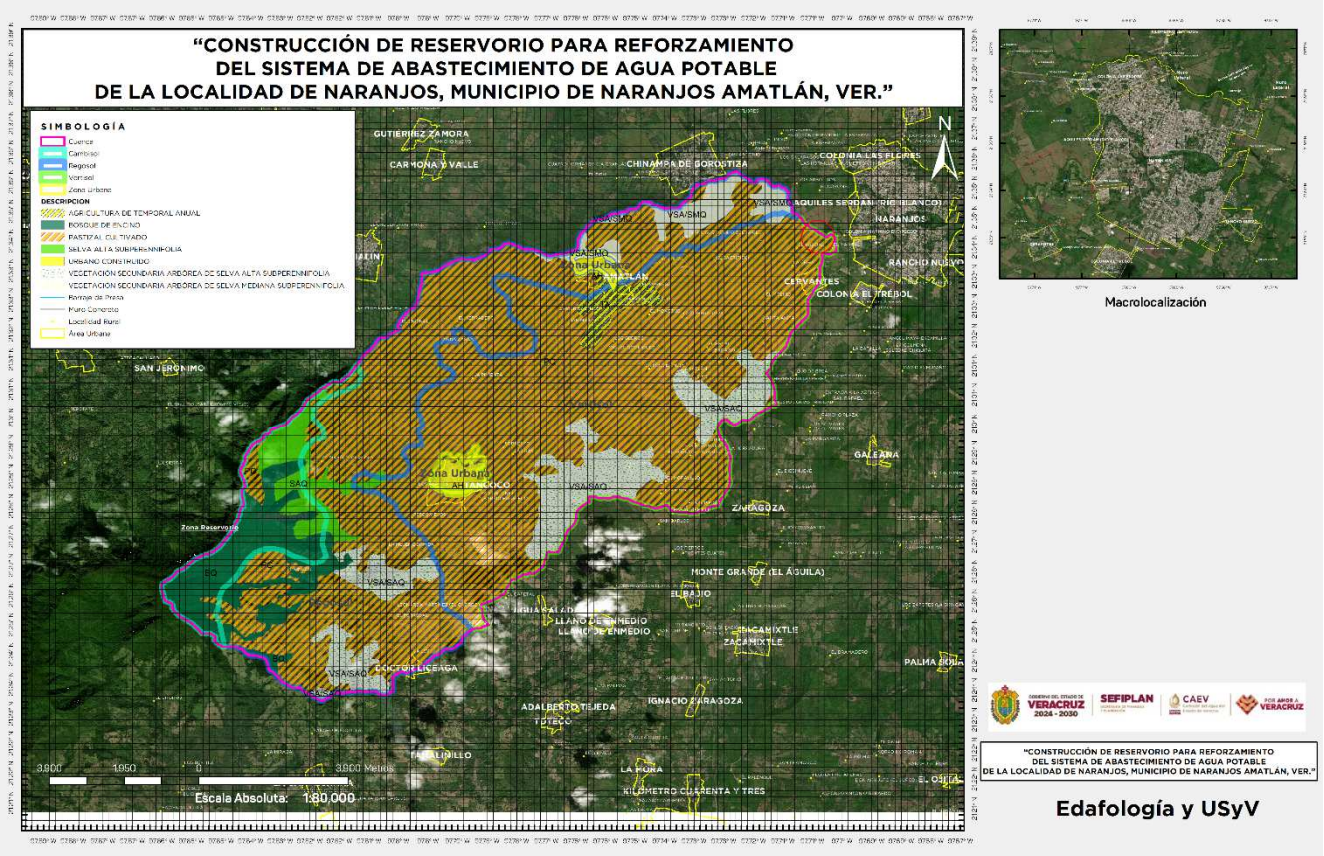


Ilustración 14 análisis de uso de suelo y vegetación y edafología de la cuenca de aportación a la zona de proyecto.

El número de curva se calculó a partir de la intersección de los datos edafológicos y de cobertura de la cuenca (uso de suelo y vegetación). El número de curva se asignó conforme a los datos de la tabla siguiente:

N_G1	ÁREA EN M2	Tipo	DESCRIPCIO	USO DE SUELO	CODIGO	NC	USO DE SUELO
CAMBISOL	6,061,111.81	C	BOSQUE DE ENCINO	BQ	BOSQUE	62	3.36
CAMBISOL	68,889.85	C	PASTIZAL CULTIVADO	PC	PASTIZAL NORMAL	74	0.05
CAMBISOL	607,084.32	C	PASTIZAL CULTIVADO	PC	PASTIZAL NORMAL	74	0.40
CAMBISOL	781,799.34	C	PASTIZAL CULTIVADO	PC	PASTIZAL NORMAL	74	0.52
CAMBISOL	2,347,121.29	C	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	SAQ	BOSQUE	62	1.30
REGOSOL	245,205.22	B	BOSQUE DE ENCINO	BQ	BOSQUE	52	0.11

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

N_G1	ÁREA EN M2	Tipo	DESCRIPCIO	USO DE SUELO	CODIGO	NC	USO DE SUELO
REGOSOL	2,029,245.63	B	BOSQUE DE ENCINO	BQ	BOSQUE	52	0.94
REGOSOL	787,708.37	B	PASTIZAL CULTIVADO	PC	PASTIZAL NORMAL	61	0.43
REGOSOL	33,268,855.26	B	PASTIZAL CULTIVADO	PC	PASTIZAL NORMAL	61	18.17
REGOSOL	1,023,194.93	B	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	SAQ	BOSQUE	52	0.48
REGOSOL	244,195.81	B	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	TA	MOSAICO DE CULTIVOS ANUALES CON CULTIVOS PERMANENTES DE TEMPORAL	72	0.16
REGOSOL	120,559.13	B	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	VSA/SAQ	BOSQUE MUY RALO	75	0.08
REGOSOL	1,603,934.40	B	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	VSA/SAQ	BOSQUE MUY RALO	75	1.08
REGOSOL	1,680,414.90	B	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	VSA/SAQ	BOSQUE MUY RALO	75	1.13
REGOSOL	679,319.97	B	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	VSA/SMQ	BOSQUE MUY RALO	75	0.46
REGOSOL	2,601,536.20	B	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	VSA/SMQ	BOSQUE MUY RALO	75	1.75
REGOSOL	516,639.67	B	ASENTAMIENTOS HUMANOS	AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	78	0.36
VERTISOL	47,054,283.44	C-D	PASTIZAL CULTIVADO	PC	PASTIZAL NORMAL	77	32.44
VERTISOL	120,249.10	C-D	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	SAQ	BOSQUE	65.5	0.07
VERTISOL	1,374,076.78	C-D	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	TA	MOSAICO DE CULTIVOS ANUALES CON CULTIVOS PERMANENTES DE TEMPORAL	83.5	1.03
VERTISOL	16,028.96	C-D	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	VSA/SAQ	BOSQUE MUY RALO	88.5	0.01
VERTISOL	4,660,644.72	C-D	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	VSA/SAQ	BOSQUE MUY RALO	88.5	3.69

N_G1	ÁREA EN M2	Tipo	DESCRIPCIO	USO DE SUELO	CODIGO	NC	USO DE SUELO
VERTISOL	2,717,418.26	C-D	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	VSA/SAQ	BOSQUE MUY RALO	88.5	2.15
VERTISOL	36,805.50	C-D	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	VSA/SMQ	BOSQUE MUY RALO	88.5	0.03
VERTISOL	1,044,222.43	C-D	ASENTAMIENTOS HUMANOS	AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	87.5	0.82
VERTISOL	7.21	C-D	ASENTAMIENTOS HUMANOS	AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	87.5	0.00
ÁREA TOTAL:	**111,690,552.50**					**NC**	**71.02**

De acuerdo con las cartografías de INEGI vigente y los recorridos de campo, la zona de estudio arrojo un valor de número de curva de **71.02** ponderado para la cuenca del río Tancochín.

15. Número de curva de la cuenca en el visor del IMTA

El Visor de Números de Escurrimiento es una herramienta web que permite calcular el número de escurrimiento N medio en cualquier cuenca del país mediante procesos geográficos. El cálculo se realiza a partir de un mapa nacional de números de escurrimiento, generado con información vectorial sobre edafología y cobertura vegetal y uso del suelo en escala 1:250,000.

Esta herramienta resulta de gran utilidad ya que permite la implementación de la metodología del United States Soil Conservativo Service (USSCS, Método de los Números de Escurrimiento), para apoyar en la solución de diversos problemas hidrológicos relacionados con el diseño y operación de proyectos de ingeniería para el control y aprovechamiento del agua.

Para realizar el cálculo de N medio, se debe ingresar el archivo geográfico de la cuenca o subcuencas de interés en formato Shapefile con proyección Cónica Conforme de Lambert y datum ITRF 1992, en una carpeta comprimida con extensión .zip. El resultado se visualizará en la interfaz del sistema y el archivo Shapefile con el resultado del cálculo se podrá descargar en el equipo de cómputo del usuario.

Se realizó el cálculo dentro del visor de número de escurrimiento del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua de la UNAM, dando como resultado un valor de 61.07.

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

http://hidrosuperf.imta.mx/VNE/



Ilustración 15 interfaz visor de número de escurrimiento.

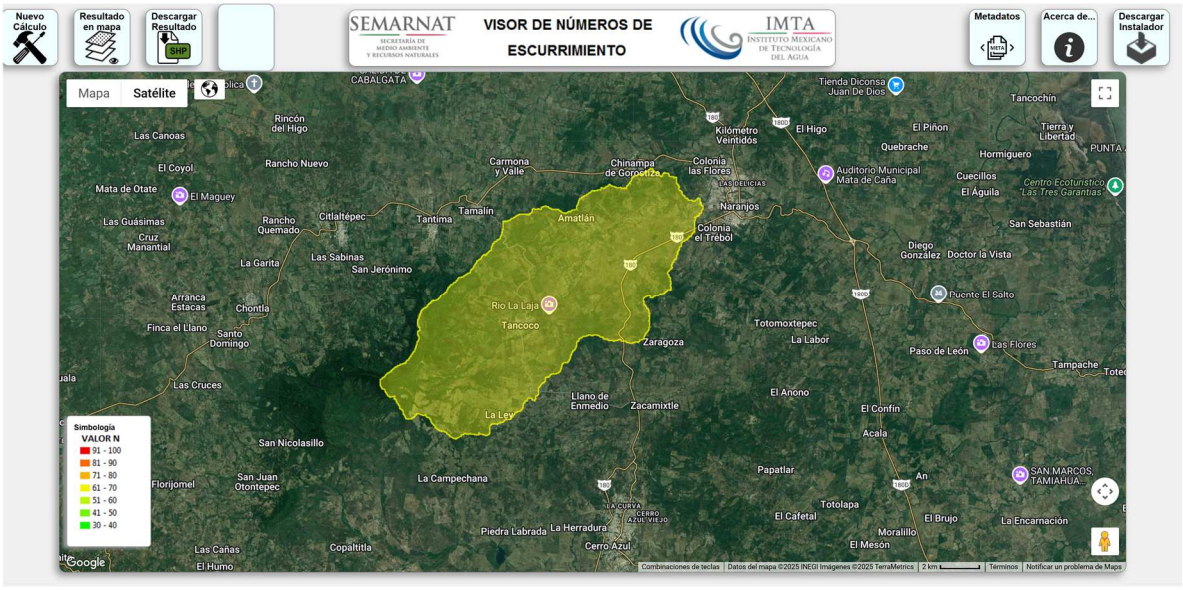


Ilustración 16 Resultados del visor de número de escurrimiento.

Av. Lázaro Cárdenas 295, El Mirador, CP 91170, Xalapa, Veracruz. Tel. 228 814 9889 ww.caev.gob.mx

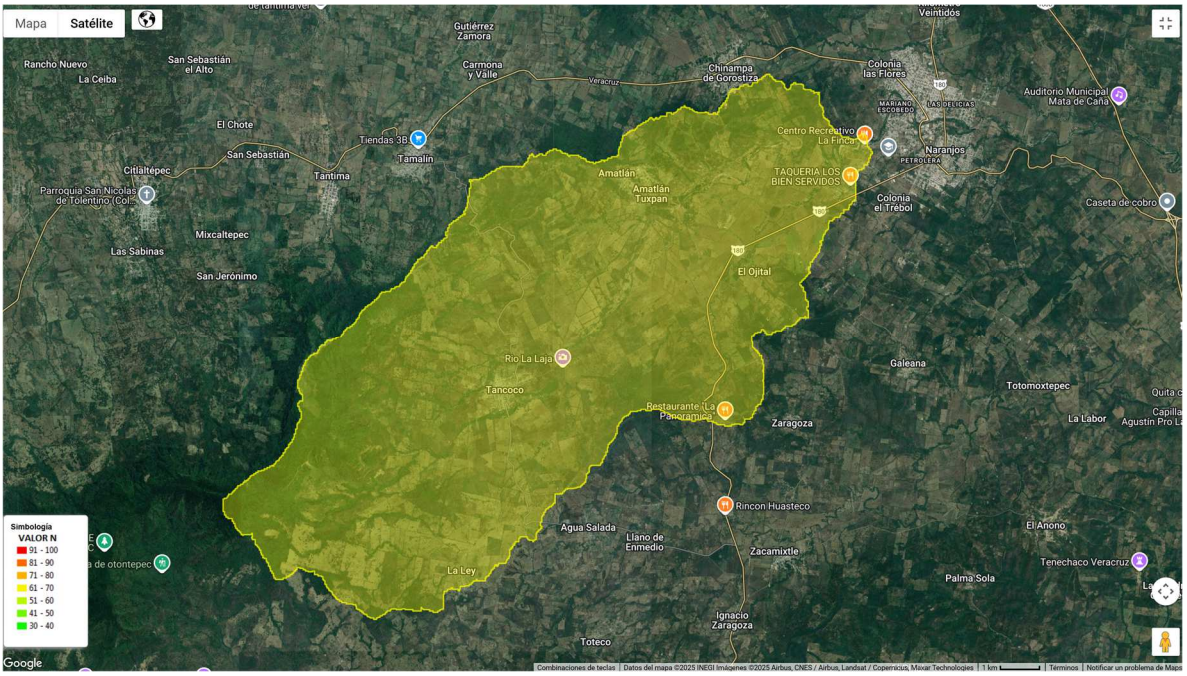


Ilustración 17 Resultados del visor de número de escurrimiento.

Tabla 8 resultados de NC del análisis de uso de suelo y vegetación de la cuenca por medio del visor de números de escurrimiento.

CLAVE_WRB	N_G1	GH_SUELO	CVE_G	CLASS_CN	TIP_VEG	VALOR_CN	Área	Valor N
ZU	LOCALIDAD	D	ZU	ESTACIONAMIENTOS CALLES Y CARRETERAS	NO APLICABLE	98	110.645375	0.91584972
ZU	LOCALIDAD	D	PC	PASTIZALES FORRAJE CONTINUO PARA PASTOREO	NO APLICABLE	80	110.645375	0.00036823
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	ZU	ESTACIONAMIENTOS CALLES Y CARRETERAS	NO APLICABLE	98	110.645375	6.32E-06
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	ZU	ESTACIONAMIENTOS CALLES Y CARRETERAS	NO APLICABLE	98	110.645375	0.00038982
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	70	110.645375	0.08986123
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	70	110.645375	0.01004627
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	79	110.645375	0.26696051
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	79	110.645375	1.4848694

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

CLAVE_WRB	N_G1	GH_SUELO	CVE_G	CLASS_CN	TIP_VEG	VALOR_CN	Área	Valor N
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	79	110.645375	4.4772607
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	70	110.645375	0.07536518
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	TA	TIERRA CULTIVADA	NO APLICABLE	91	110.645375	1.11948628
VRpehu+CMcahu+RGca/3	VERTISOL	D	PC	PASTIZALES FORRAJE CONTINUO PARA PASTOREO	NO APLICABLE	80	110.645375	32.6030145
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	ZU	ESTACIONAMIENTOS CALLES Y CARRETERAS	NO APLICABLE	98	110.645375	0.45328888
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	IEFF	BOSQUE Y SELVA	BOSQUE DE ENCINO	30	110.645375	0.54508154
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	IEFF	BOSQUE Y SELVA	BOSQUE DE ENCINO	30	110.645375	0.0658667
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	30	110.645375	0.89281783
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	30	110.645375	0.45137864
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	30	110.645375	0.03238481
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	36	110.645375	1.84289633
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	36	110.645375	0.73515605
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	30	110.645375	0.27483509
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	TA	TIERRA CULTIVADA	NO APLICABLE	71	110.645375	0.15522454
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	PC	PASTIZALES FORRAJE CONTINUO PARA PASTOREO	NO APLICABLE	39	110.645375	8.87616207
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	PC	PASTIZALES FORRAJE CONTINUO PARA PASTOREO	NO APLICABLE	39	110.645375	0.49272921
RGca+CMca/2	REGOSOL	A	PC	PASTIZALES FORRAJE CONTINUO PARA PASTOREO	NO APLICABLE	39	110.645375	0.27506331
CMcrskp+LPli+LVcr/2R	CAMBISOL	B	IEFF	BOSQUE Y SELVA	BOSQUE DE ENCINO	55	110.645375	2.9848014
CMcrskp+LPli+LVcr/2R	CAMBISOL	B	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	60	110.645375	0.05771825

CLAVE_WRB	N_G1	GH_SUELO	CVE_G	CLASS_CN	TIP_VEG	VALOR_CN	Área	Valor N
CMcrskp+LPli+LVcr/2R	CAMBISOL	B	IEFF	BOSQUE Y SELVA	SELVA ALTA SUBPERENNIFOLIA	55	110.645375	1.15580894
CMcrskp+LPli+LVcr/2R	CAMBISOL	B	PC	PASTIZALES FORRAJE CONTINUO PARA PASTOREO	NO APLICABLE	61	110.645375	0.11222719
CMcrskp+LPli+LVcr/2R	CAMBISOL	B	PC	PASTIZALES FORRAJE CONTINUO PARA PASTOREO	NO APLICABLE	61	110.645375	0.25607384
CMcrskp+LPli+LVcr/2R	CAMBISOL	B	PC	PASTIZALES FORRAJE CONTINUO PARA PASTOREO	NO APLICABLE	61	110.645375	0.33156423
CMcrskp+LPli+LVcr/2R	CAMBISOL	B	PC	PASTIZALES FORRAJE CONTINUO PARA PASTOREO	NO APLICABLE	61	110.645375	0.03762579
Resultado de número de curva de la cuenca por medio del visor:								**61.07**

De acuerdo con los cálculos obtenidos mediante sistemas de información geográfica, se establece que el valor del número de escurrimiento es de 71.02, al considerarse el escenario más crítico; por lo tanto, se adopta como base para los cálculos posteriores.

16. Análisis de precipitaciones

El análisis de precipitaciones consistió en la obtención de la lluvia de diseño. Con base en la Red Climatológica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) climatológica del SMN se identificaron las estaciones climatológicas y pluviométricas cercanas a la cuenca. La consecución de la información datos de precipitación acumulada en 24 h de las estaciones cercanas a la cuenca se realizó en la página del SMN (http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica) y se actualizaron con los datos contenidos en la base de datos del Sistema de Información Hidrológica de la Comisión Nacional del Agua, asimismo se solicitaron datos recientes de lluvias en el Organismo de Cuenca Golfo Centro de la CONAGUA, ubicada en la ciudad de Xalapa, Ver.

17. Distribución espacio temporal

La determinación de la distribución espacio temporal de la lluvia, tiene por objetivo establecer el área de influencia geográfica de las estaciones pluviométricas seleccionadas, que permite a su vez, determinar la influencia geográfica de los registros pluviométricos, en

cada cuenca. La distribución espacial se realizó mediante polígonos de Thiessen, con los cuales se identificó sobre la cuenca de interés, tienen influencia 3 estaciones meteorológicas con más de 20 años de registro, las cuales se muestran a continuación:

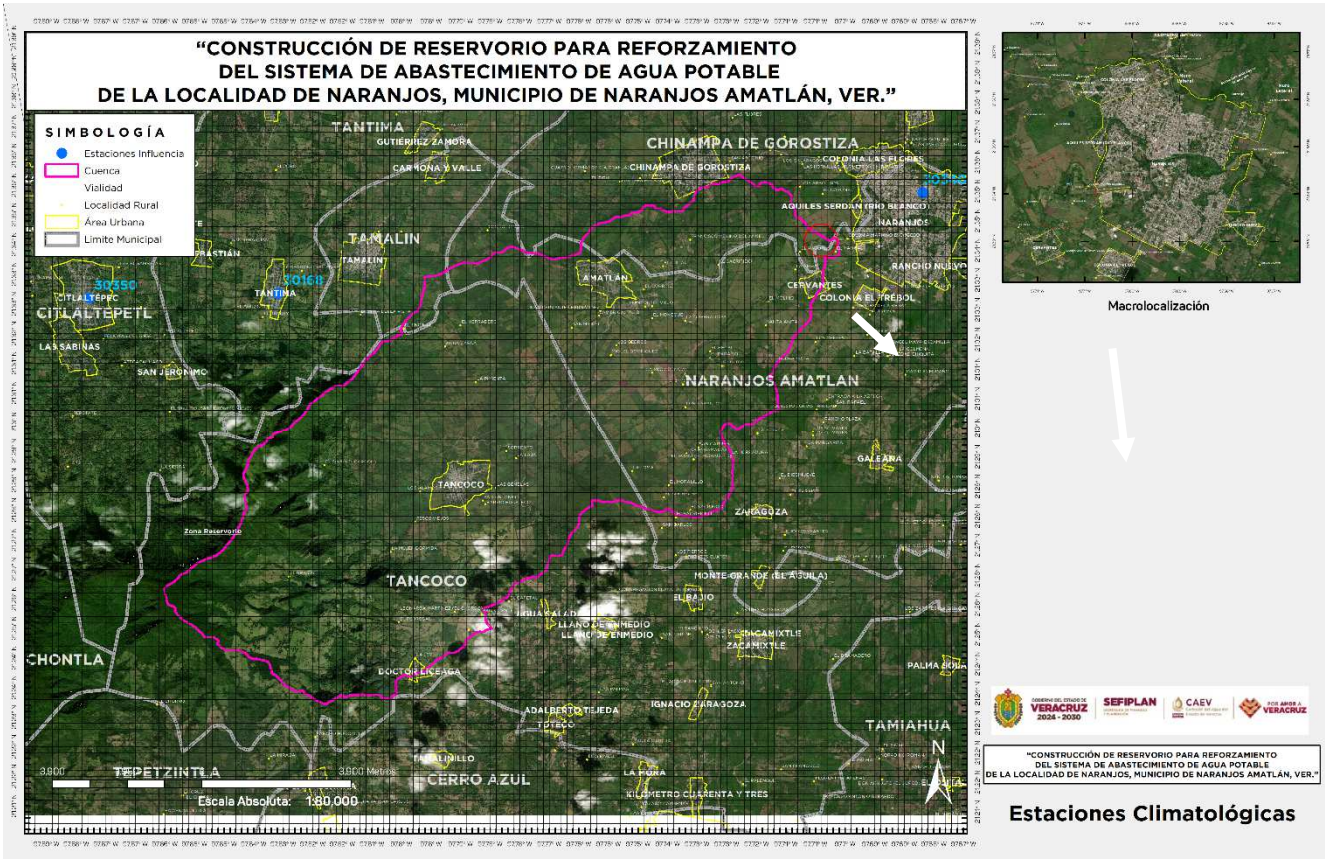


Ilustración 18 ubicación de las estaciones de influencia sobre la cuenca de aportación.

Se realizará el cálculo de las áreas de influencia de cada una de las estaciones con respecto a la cuenca de aportación, es importante mencionar que debido a la posición de las estaciones las cuales casi están en línea recta, se tuvieron que prolongar las líneas resultantes con el fin de poder cubrir con toda la cuenca, las cuales dieron como resultado la siguiente imagen:

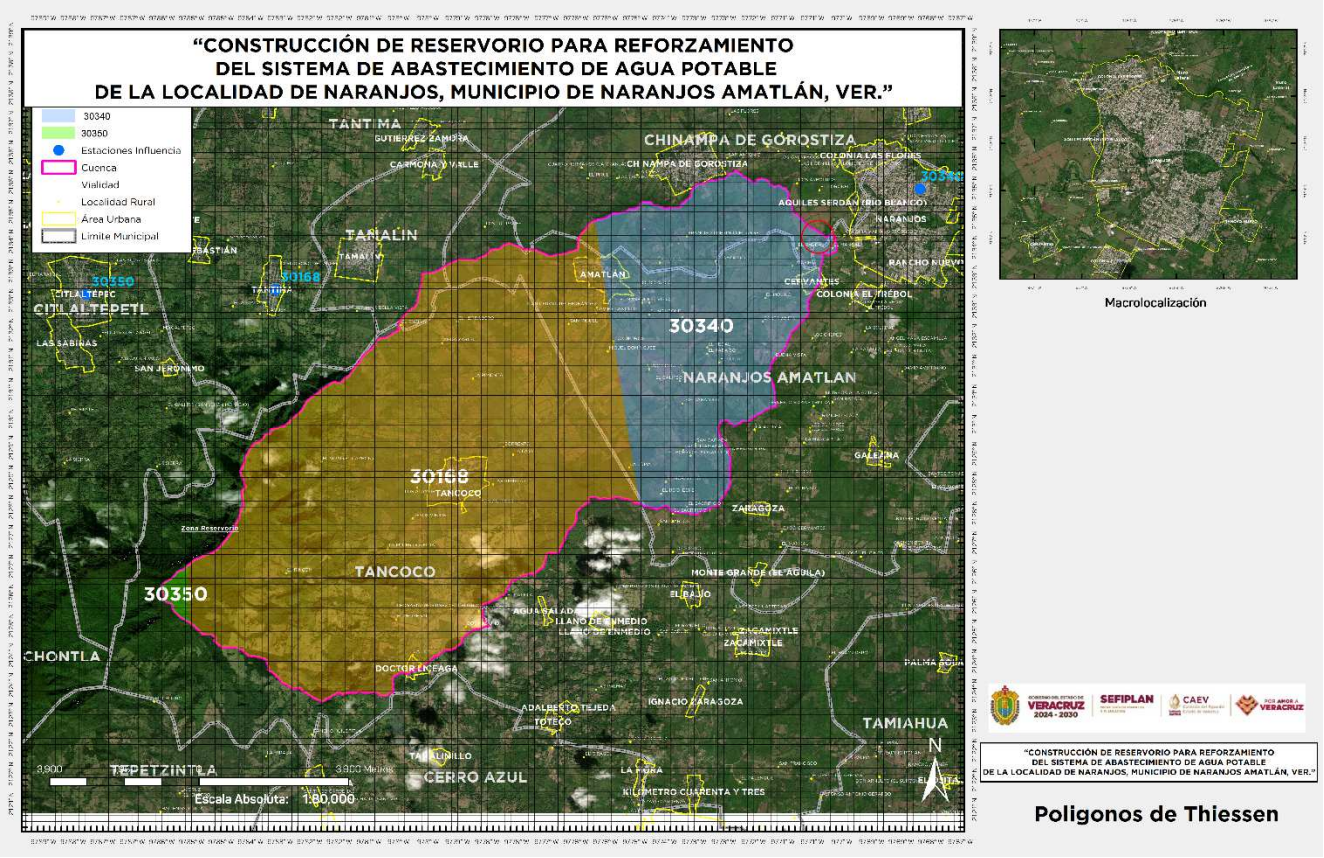


Ilustración 19 áreas de influencia por medio de polígonos de Voronoi.

Tabla 9 áreas de aportación de cada estación

Estación	Área (m^2)	Área (Km^2)	Porcentajes de área
30350	647,065.38	0.65	0.58
30340	31,739,485.25	31.74	28.42
30168	79,304,001.87	79.30	71.00
	111,690,552.50	**111.69**	**100.00**

18. Precipitaciones máximas anuales acumuladas en 24 horas

Los datos de precipitación acumulada en 24 horas de las estaciones se procesaron en Excel mediante el uso de tablas dinámicas para obtener los valores máximos anuales. De acuerdo

con los valores de precipitación media mensual se tiene que los registros muestran que la temporada de lluvias abarca los meses de julio a octubre. De acuerdo con los registros obtenidos en la CONAGUA. En la tabla siguiente se muestran los valores de precipitación máxima anual acumulada en 24 horas de las estaciones de análisis correspondientes.

Tabla 10 registro de datos máximos de lluvia mensual y anual obtenidos de la CONAGUA.

AÑO	30340 NARANJOS	30168 TANTIMA	30350 CITLALTEPETL
1944		226	
1945		121	
1946		140	
1947		320	
1948		171	
1949		300	
1950		102.5	
1951		152	
1952		220	
1953		177	
1954		295	
1955		240	
1956		185	
1957		72	
1958		120	
1959		80	
1960		145	
1961		123	
1962		158	
1963		168	
1964		270	
1965		200	
1966		150	
1967		110.5	
1968		139	
1969		112	
1970		118	
1971		68	
1972		118	

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

AÑO	30340 NARANJOS	30168 TANTIMA	30350 CITLALTEPETL
1973		230.5	
1974		173	
1975		195.5	
1976		120	
1977		131	
1978		118.5	
1979		127.5	
1980	95	76	22.5
1981	164.7	208	144.5
1982	60	126	131
1983	69.3	123	127.2
1984	150	SI	62
1985	81.5	113	98.5
1986	71.5	114.5	
1987	120	114	
1988	142.5	84	
1989	200.9		
1990	307		274
1991	140		109.5
1992	185		157
1993	14.5		196.8
2000	169		103.3
2001	125		122.3
2002	125		90
2003	135		187.4
2004	103		181.2
2005	165		256.3
2006	160		92.7
2007	151		127.7
2008	115		166.3
2009	146		128.3
2010	150		132.8
2011	115		51
2012	80		124
2013	280		310

AÑO	30340 NARANJOS	30168 TANTIMA	30350 CITLALTEPETL
2014			
2015			
2016	127		133
2017	123		137
2018	125		48
2019	75		89
2020	115		135
2021	70		
2022	85		147
2023	72		156

18.1 Cálculo de la precipitación media anual de las estaciones de influencia.

Los datos de precipitación acumulada en 24 horas de las estaciones se procesaron en Excel mediante el uso de tablas dinámicas para obtener los valores acumulados mensuales y anuales. De acuerdo con los valores de precipitación acumulada mensual se tiene que los registros muestran que la temporada de lluvias abarca los meses de julio a octubre. De acuerdo con los registros obtenidos. En la tabla siguiente se muestran los valores de precipitación acumulada mensual y anual en 24 horas de las estaciones de análisis correspondientes.

Estación 30350 Citlaltépetl:

Para esta estación se tiene un total de 31 años de registro, sin embargo, algunos años no cuentan con suficiencia de información en algunos meses, por lo que se tendrán que no se considerarán en el análisis de lluvias, esos años son los señalados en color rojo, quedando entonces con un total de 25 años de registro analizables.

Tabla 11 Precipitación acumulada mensual de la estación 30350 Citlaltépetl.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULADO
1980								32.51	22.50	0.01	-	3.50	58.52
1981	-	2.71	0.01	8.51	80.50	213.50	69.80	276.00	395.60	68.50	9.50	224.80	1,349.43
1982	43.80	100.90	69.30	199.10	278.00	79.40	96.20	42.60	161.40	301.40	76.80	79.30	1,528.20
1983	32.50	68.00	16.50	46.20	150.40	7.80	394.50	148.80	327.50	194.60	12.40	84.10	1,483.30

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULADO
1984	**134.79**	**75.65**	**12.83**	**0.01**	**206.02**					**134.58**	**77.80**		**641.68**
1985	**77.94**	**77.33**	**42.38**	**163.43**	**63.51**	**147.94**	**353.70**	**157.50**					**1,083.73**
1990	42.74	15.23	54.55	181.72	46.52	171.81	109.92	561.31	303.92	240.43	111.40	61.01	1,900.56
1991	65.74	35.71	21.93	23.32	36.51	311.71	255.00	65.10	373.22	313.30	111.32	190.85	1,803.71
1992	196.53	41.82	81.23	212.31	110.52	134.41	205.02	165.44	396.61	428.00	193.22	85.95	2,251.06
1993	94.40	39.80	26.30	29.22	77.90	558.40	112.42	143.03	758.22	98.91	86.51	59.02	2,084.13
2000	41.42			41.42	65.20	371.51	53.42	178.14	243.80	258.81	74.43	82.43	1,410.58
2001	49.20	64.90	39.10	-	99.00	37.50	203.50	127.80	291.10	104.50	109.80	16.80	1,143.20
2002	33.70	40.30	6.10	12.00	48.70	209.60	217.80	72.10	343.70	119.73	178.12	30.80	1,312.65
2003	89.52	28.40	3.83	8.30	32.00	112.11	300.22	145.40	465.90	448.14	99.01	59.00	1,791.83
2004	207.93	22.72	155.52	101.15	138.92	215.21	227.12	98.11	268.90	97.13	36.52	14.50	1,583.73
2005	36.11	58.33	43.82	3.80	12.71	566.01	227.52	238.21	97.81	543.72	114.50	62.82	2,005.36
2006	74.12	21.50	36.64	13.51	38.70	34.70	101.50	128.73	171.82	338.22	202.14	254.24	1,415.82
2007	65.06	246.74	14.71	36.02	105.70	91.02	88.22	425.62	478.01	221.71	170.82	27.24	1,970.87
2008	28.73	97.20	66.11	74.31	74.82	245.80	364.51	141.32	425.52	319.33	41.92	7.95	1,887.52
2009	101.22	92.10	33.30	1.70	30.20	79.30	97.30	175.21	478.01	283.92	93.43	143.21	1,608.90
2010	87.35	150.10	4.22	52.81	0.70	152.61	725.61	112.31	536.42	100.00	20.31	37.91	1,980.35
2011	**113.21**	**67.62**	**6.10**						**39.00**	**43.90**	**114.50**	**90.50**	**474.83**
2012	79.10	171.50	36.50	26.00	139.50	261.00	180.00	203.30	359.00	53.00	106.00	67.00	1,681.90
2013	58.00	62.00	92.00	19.00	219.00	557.00	108.00	340.00	694.00	255.00	270.00	291.00	2,965.00
2016	43.00	14.00	16.00	3.00	32.00	276.00	71.00	259.00	299.20	197.00	141.00	251.00	1,602.20
2017	24.00	41.00	21.00	24.00	51.00	78.00	122.00	161.00	496.00	270.00	25.00	55.00	1,368.00
2018	**115.00**	**15.00**	**90.00**	**15.00**	**47.00**	**62.00**	**89.00**						**433.00**
2019	79.00	21.00	65.00	10.00	87.00	242.00	61.00	-	87.00	281.00	56.00	63.00	1,052.00
2020	80.00	99.00	15.00	74.00	90.00	163.00	-	162.00	449.00	162.00	162.00	6.00	1,462.00
2022										**313.00**	**92.00**	**113.00**	**518.00**
2023	43	10	14	237	103	10	115	115	33	382	118	144	1324

Tomando en cuenta que los marcados en rojo no serán considerados para el cálculo de la precipitación media anual de la esta estación, los datos a analizar quedarían de la siguiente manera:

Tabla 12 Precipitación depurada acumulada mensual de la estación 30350 Citlaltépetl.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM
1981	-	2.71	0.01	8.51	80.50	213.50	69.80	276.00	395.60	68.50	9.50	224.80	1349.43

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM
1982	43.80	100.90	69.30	199.10	278.00	79.40	96.20	42.60	161.40	301.40	76.80	79.30	1528.20
1983	32.50	68.00	16.50	46.20	150.40	7.80	394.50	148.80	327.50	194.60	12.40	84.10	1483.30
1990	42.74	15.23	54.55	181.72	46.52	171.81	109.92	561.31	303.92	240.43	111.40	61.01	1900.56
1991	65.74	35.71	21.93	23.32	36.51	311.71	255.00	65.10	373.22	313.30	111.32	190.85	1803.71
1992	196.53	41.82	81.23	212.31	110.52	134.41	205.02	165.44	396.61	428.00	193.22	85.95	2251.06
1993	94.40	39.80	26.30	29.22	77.90	558.40	112.42	143.03	758.22	98.91	86.51	59.02	2084.13
2000	41.42			41.42	65.20	371.51	53.42	178.14	243.80	258.81	74.43	82.43	1410.58
2001	49.20	64.90	39.10	-	99.00	37.50	203.50	127.80	291.10	104.50	109.80	16.80	1143.20
2002	33.70	40.30	6.10	12.00	48.70	209.60	217.80	72.10	343.70	119.73	178.12	30.80	1312.65
2003	89.52	28.40	3.83	8.30	32.00	112.11	300.22	145.40	465.90	448.14	99.01	59.00	1791.83
2004	207.93	22.72	155.52	101.15	138.92	215.21	227.12	98.11	268.90	97.13	36.52	14.50	1583.73
2005	36.11	58.33	43.82	3.80	12.71	566.01	227.52	238.21	97.81	543.72	114.50	62.82	2005.36
2006	74.12	21.50	36.64	13.51	38.70	34.70	101.50	128.73	171.82	338.22	202.14	254.24	1415.82
2007	65.06	246.74	14.71	36.02	105.70	91.02	88.22	425.62	478.01	221.71	170.82	27.24	1970.87
2008	28.73	97.20	66.11	74.31	74.82	245.80	364.51	141.32	425.52	319.33	41.92	7.95	1887.52
2009	101.22	92.10	33.30	1.70	30.20	79.30	97.30	175.21	478.01	283.92	93.43	143.21	1608.90
2010	87.35	150.10	4.22	52.81	0.70	152.61	725.61	112.31	536.42	100.00	20.31	37.91	1980.35
2012	79.10	171.50	36.50	26.00	139.50	261.00	180.00	203.30	359.00	53.00	106.00	67.00	1681.90
2013	58.00	62.00	92.00	19.00	219.00	557.00	108.00	340.00	694.00	255.00	270.00	291.00	2965.00
2016	43.00	14.00	16.00	3.00	32.00	276.00	71.00	259.00	299.20	197.00	141.00	251.00	1602.20
2017	24.00	41.00	21.00	24.00	51.00	78.00	122.00	161.00	496.00	270.00	25.00	55.00	1368.00
2019	79.00	21.00	65.00	10.00	87.00	242.00	61.00	-	87.00	281.00	56.00	63.00	1052.00
2020	80.00	99.00	15.00	74.00	90.00	163.00	-	162.00	449.00	162.00	162.00	6.00	1462.00
2023	43.00	10.00	14.00	237.00	103.00	10.00	115.00	115.00	33.00	382.00	118.00	144.00	1324.00
PROMEDIO	**70.67**	**64.37**	**38.86**	**59.93**	**85.94**	**207.18**	**187.77**	**186.90**	**357.39**	**243.21**	**104.81**	**95.96**	**1678.65**

Por lo anterior, la precipitación media anual acumulada para la estación 30350 Citlaltépetl, será de **1,678.65 mm/año.**

Estación 30168 Tantima:

Para esta estación se tiene un total de 45 años de registro, notándose que el periodo donde no se tiene registro de datos son los primeros 3 meses del año 1944, que, aunque es casi un poco menos de un tercio del año sin registro, este periodo comprende a la temporada de

sequía, por lo que si será tomado en cuenta, ya que no tendrá un efecto negativo en el análisis de los promedios.

Tabla 13 Precipitación acumulada mensual de la estación 30168 Tantima.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULADO
1944				31.5	39.11	148.21	118.53	299.55	930.04	184.19	137.19	81.13	1,969.45
1945	99.22	17.25	13.03	14.02	17.03	50.01	169.65	195.18	366.01	266.2	90.25	43.25	1,341.10
1946	64.2	37.21	37.29	161.19	41.21	283.17	96.23	182.12	298.19	271.19	135.22	77.18	1,684.40
1947	52.15	54.16	22.23	92.2	83.24	37.15	18.04	702.17	466.1	189.18	102.22	133.18	1,952.02
1948	43.14	27.18	55.25	14.23	286.17	110.2	339.18	86.26	262.17	161.2	140.22	36.24	1,561.44
1949	125.68	523.67	49.72	23.25	49.6	42.54	8.58	58.5	615.52	182.21	9.28	219.19	1,907.74
1950	126.68	96.19	231.2	52.71	98.54	138.76	134.79	65.08	158.12	262.09	34.22	26.21	1,424.59
1951	46.21	10.24	12.19	9.17	134.04	360.19	172.66	320.21	443.6	377.24	52.2	39.19	1,977.14
1952	60.24	5.24	100.18	259.15	130.73	479.08	210.17	85.73	965.14	133.25	383.18	34.27	2,846.36
1953	6.3	33.69	40.26	177.68	47.28	39.56	235.17	88.22	340.19	246.67	55.22	49.19	1,359.43
1954	14.77	71.22	23.71	176.63	8.14	132.09	187.18	65.16	1146.6	603.71	33.25	3.79	2,466.25
1955	35.24	83.17	16.25	24.77	28.64	24.2	324.56	574.51	1558.51	59.2	130.17	46.72	2,905.94
1956	20.26	27.23	44.26	62.68	120.16	382.2	292.61	41.2	831.66	76.23	146.71	124.21	2,169.41
1957	26.25	67.65	22.24	60.14	77.64	70.18			216.05	133.72	60.16	116.16	850.19
1958	60.19	60.12	98.11	0.22	78.18	461.12	332.08	61.23	215.06	465.1	156.1	69.07	2,056.58
1959	56.05	159.06	30.14	165.13	30.29	236.08	70.71	54.72	136.7	364.6	132.66	36.21	1,472.35
1960	36.15	20.66	42.69	26.24	178.24	33.2	218.64	158.64	151.67	248.13	99.52	74.05	1,287.83
1961	127	24	20	15.5	40	549	381.5	163.5	251.5	150.5	186.52	39.2	1,948.22
1962	19	19	39.5	123	100.5	373.5	31.5	37	59.5	74	135	79.5	1,091.00
1963	31	13.5	14	2	196	167	207	94.5	207	79	45	147	1,203.00
1964	11	43	179	72	214.5	122	75	39	496	35.5	163	60.5	1,510.50
1965	55.5	49	51.5	278	4	165	160.5	297	210	177	49.5	59.5	1,556.50
1966	122	114	56	163.5	93.5	285.5	216.5	148.5	273	305	89.5	355	2,222.00
1967	236	53	135.5	16	167.5	119	48	365	625	223	0.01	79.5	2,067.51
1968	133.06	50.52	23	40	125.53	147.02	104.03	94.53	388.03	112.52	77.51	162.04	1,457.79
1969	74.5	132	61.5	62	71.5	88.5	216	486.5	382.04	127.5	194.5	26.5	1,923.04
1970	28.5	81	41	10	68.5	430.5	258.5	179.5	359.5	66	25	6	1,554.00
1971	2.5	16.5		75	141	267.5	124.5	171.5	223	122	159.5	66	1,369.00
1972	116	55	105	13.5	198.5	339	386	182	120.5	171	91.5	54	1,832.00
1973	30	81	1	26	13.5	690.5	222	370	83.5	294	44.5	140	1,996.00
1974	59.5	37	31.5	60	45	356.01	374	58.5	652	94.5	95	48.5	1,911.51

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULADO
1975	66	16.5	18	18	70	89.5	236	183.5	608	225.5	60.5	89	1,680.50
1976	51.5	30	96.5	152	140.5	344	524	300	255.03	137.5	111	31.5	2,173.53
1977	67	29	12	75.5	21.5	97	126.5	151	49.5	290.5	88	43.5	1,051.00
1978	45.5	58.5	83.5	3.5	71.53	203.51	88.53	200	354.53	190.53	116.04	45.52	1,461.19
1979	39.02	33.56	34.07	54.03	33.04	275.02	89.5	355	357.5	0	199	119	1,588.74
1980	83	91	11.54	68.53	64.5	55	15.5	195.6	367	66	43	92.5	1,153.17
1981	164	50.5	40	92.5	85.5	402.5	150.5	432	475	41	7	208	2,148.50
1982	41	104.5	104	108.5	227	130.5	74	30.5	187	242	102.5	63.1	1,414.60
1983	26	55.5	16	44	233.5	6	519	165	290	216	39.5	87.04	1,697.54
1984	115.5	70.5	8.5	0	320.5	249.5	433	319	934.5	63.5	43	71	2,628.50
1985	55	78	44	114.5	122.5	267	270	184	233	82.5	61	79.5	1,591.00
1986	3	43.5	13.5	134	53	326	132	117.5	250	174	199.5	105.5	1,551.50
1987	14.5	53.5	120	25	44.5	193	610	131.5	236	20.5	101	48	1,597.50
1988	74.03	96.01	53.5	28	53.5	139.5	129.5	151.5	255.5	65.5	4	19	1,069.54
PROMEDIO	**62.80**	**65.30**	**52.38**	**71.68**	**99.31**	**220.13**	**207.54**	**196.40**	**406.32**	**179.35**	**98.42**	**80.77**	**1726.25**

Por lo anterior, la precipitación media anual acumulada para la estación 30168 Tantima, será de **1,726.25 mm/año.**

Estación 30340 Naranjos:

Para esta estación se tiene un total de 37 años de registro, sin embargo, algunos años no cuentan con suficiencia de información en algunos meses, por lo que se tendrán que no se considerarán en el análisis de lluvias, esos años son los señalados en color rojo, quedando entonces con un total de 25 años de registro analizables.

Tabla 14 Precipitación acumulada mensual de la estación 30340 Naranjos.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULADO
1980								**172.6**	**360.3**	**110.1**	**52.3**	**74.3**	**769.60**
1981	84.2	37.9	15.1	201.3	167	287.2	92	261.5	458.1	42.9	27	101.9	1,776.10
1982	10	59.6	31.5	46.5	127.7	113	88.5	39	99.2	156.2	61.9	23.7	856.80
1983	19.5	27.9	17	13	94.2	8	256	144.1	248.7	59.5	14.3	109.5	1,011.70
1984	103.9	39	4.5	0	377.9	137.4	372.3	259.3	970.8	149.2	46.6	82.3	2,543.20
1985	79.4	69.6	25.4	138.1	57.2	122.5	361.5	98.1	172	143.5	126.4	73.1	1,466.80
1986	0	11.3	18.2	9.8	21.4	278.7	96.1	47.6	150.2	113.2	127.8	80.4	954.70
1987	8	28.7	60.7	14	58.8	84.8	168.9	194.5	25.3	29.3	105.8	26.5	805.30

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULADO
1988	42.3	52.3	22.7	22.9	17.7	30.8	96.1		230.4	143.9	23	32	714.10
1989	2.5			168	1.3	150.3	248.9	389.1	247	72.5	248.3	124.2	1,652.10
1990	61	32	21	182	59	18.8	92.5	522.5	250.8	181.1	100.5	17	1,538.20
1991	31		3	4.5	19	234	233.6	44	336.5	304	86	141.5	1,437.10
1992	**47**	**38**	**25**	**185**	**50.5**	**5**	**0**	**17.5**					**368.00**
1993	**0**	**0**	**14.5**										**14.50**
2000				18.6	47.3	199.1	22	327	146.1	242	77	50	1,129.10
2001	31	17	5	148	157	44	85	190	0	193.6	102	12.5	985.10
2002	8	13	5.5	4	25.5	299	210	56	259	310.5	150	17.5	1,358.00
2003	36.5	23	7	0	86.5	85.5	256.5	92.5	372	278.5	83.5	22.5	1,344.00
2004	50.5	4	103	71.5	31	226	148	66.5	220.5	88	37	21.5	1,067.50
2005	31	30.5	23	4	44	437.5	230	325	187	158.2	68.5	33.5	1,572.20
2006	32	21	41.5	12	68	187.5	101	108	374.5	203.5	134.5	89	1,372.50
2007	48	156	38.8	53.5	107.5	82.5	20	333.5	308	270	95	9	1,521.80
2008	66	117	3.5	29	23.5	104	379.5	76.5	433.5	130.7	41	20.5	1,424.70
2009	32	12	26	2.5	56.5	125	68.5	115	453	285.5	56	93	1,325.00
2010	53	90		61	9.5	117.5	406	127	396.5	99.5	8.5	9	1,377.50
2011	53.5	27.5	4.5	2.5	14.5	278.5	349	66	97	26.5	83.5	28	1,031.00
2012	53	64	9	89.6	24.3	98	198	227	288	34.5	42.5	29	1,156.90
2013	23	38	34	14	108	478	93	173.5	638	183	153	87	2,022.50
2016	29	21	17.2	76	35	165	23	207	353	171	85	60	1,242.20
2017	88	61	8	16	207	109	228	104	492	347	4	25	1,689.00
2018	72	7	39	125	18	64	45	108	141	353	34	6	1,012.00
2019	11	7	70	3	58	190	28	68	147	167	27	30	806.00
2020	50	18	0	28	101	187	8	8	403	127	62	2	994.00
2021	85	14	6	27	118	170	102	99	92	67	26	16	822.00
2022	59	21	9	25	0	227	99	72	223	155.5	32	36	958.50
2023	10.5	17	16	30	8.2	15	77	61.3	20	327	43.5	49.6	675.10
2024	**50**												**50.00**

Tomando en cuenta que los marcados en rojo no serán considerados para el cálculo de la precipitación media anual de la esta estación, los datos quedarían de la siguiente manera:

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Tabla 15 Precipitación depurada acumulada mensual de la estación 30340 Naranjos.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULADO
1981	84.2	37.9	15.1	201.3	167	287.2	92	261.5	458.1	42.9	27	101.9	1,776.10
1982	10	59.6	31.5	46.5	127.7	113	88.5	39	99.2	156.2	61.9	23.7	856.80
1983	19.5	27.9	17	13	94.2	8	256	144.1	248.7	59.5	14.3	109.5	1,011.70
1984	103.9	39	4.5	0	377.9	137.4	372.3	259.3	970.8	149.2	46.6	82.3	2,543.20
1985	79.4	69.6	25.4	138.1	57.2	122.5	361.5	98.1	172	143.5	126.4	73.1	1,466.80
1986	0	11.3	18.2	9.8	21.4	278.7	96.1	47.6	150.2	113.2	127.8	80.4	954.70
1987	8	28.7	60.7	14	58.8	84.8	168.9	194.5	25.3	29.3	105.8	26.5	805.30
1988	42.3	52.3	22.7	22.9	17.7	30.8	96.1		230.4	143.9	23	32	714.10
1989	2.5			168	1.3	150.3	248.9	389.1	247	72.5	248.3	124.2	1,652.10
1990	61	32	21	182	59	18.8	92.5	522.5	250.8	181.1	100.5	17	1,538.20
1991	31		3	4.5	19	234	233.6	44	336.5	304	86	141.5	1,437.10
2000				18.6	47.3	199.1	22	327	146.1	242	77	50	1,129.10
2001	31	17	5	148	157	44	85	190	0	193.6	102	12.5	985.10
2002	8	13	5.5	4	25.5	299	210	56	259	310.5	150	17.5	1,358.00
2003	36.5	23	7	0	86.5	85.5	256.5	92.5	372	278.5	83.5	22.5	1,344.00
2004	50.5	4	103	71.5	31	226	148	66.5	220.5	88	37	21.5	1,067.50
2005	31	30.5	23	4	44	437.5	230	325	187	158.2	68.5	33.5	1,572.20
2006	32	21	41.5	12	68	187.5	101	108	374.5	203.5	134.5	89	1,372.50
2007	48	156	38.8	53.5	107.5	82.5	20	333.5	308	270	95	9	1,521.80
2008	66	117	3.5	29	23.5	104	379.5	76.5	433.5	130.7	41	20.5	1,424.70
2009	32	12	26	2.5	56.5	125	68.5	115	453	285.5	56	93	1,325.00
2010	53	90		61	9.5	117.5	406	127	396.5	99.5	8.5	9	1,377.50
2011	53.5	27.5	4.5	2.5	14.5	278.5	349	66	97	26.5	83.5	28	1,031.00
2012	53	64	9	89.6	24.3	98	198	227	288	34.5	42.5	29	1,156.90
2013	23	38	34	14	108	478	93	173.5	638	183	153	87	2,022.50
2016	29	21	17.2	76	35	165	23	207	353	171	85	60	1,242.20
2017	88	61	8	16	207	109	228	104	492	347	4	25	1,689.00
2018	72	7	39	125	18	64	45	108	141	353	34	6	1,012.00
2019	11	7	70	3	58	190	28	68	147	167	27	30	806.00
2020	50	18	0	28	101	187	8	8	403	127	62	2	994.00
2021	85	14	6	27	118	170	102	99	92	67	26	16	822.00
2022	59	21	9	25	0	227	99	72	223	155.5	32	36	958.50
2023	10.5	17	16	30	8.2	15	77	61.3	20	327	43.5	49.6	675.10
PROMEDIO	**42.62**	**37.91**	**22.84**	**49.71**	**71.20**	**162.26**	**160.09**	**156.58**	**279.79**	**170.12**	**73.12**	**47.23**	**1261.90**

Av. Lázaro Cárdenas 295, El Mirador, CP 91170, Xalapa, Veracruz. Tel. 228 814 9889 ww.caev.gob.mx

Por lo anterior, la precipitación media anual acumulada para la estación 30340 Naranjos, será de **1,261.90 mm/año.**

18.2 Cálculo de la precipitación media anual de la cuenca del río Tancochín.

Tabla 16 áreas de aportación de cada estación

Estación	PP media anual Acum (mm/año)	Área (Km^2)
30350	1,678.65	0.65
30340	1,261.90	31.74
30168	1,726.25	79.30
		111.69

Por lo anterior, se realizó el cálculo ponderado de acuerdo con el área de aportación, dando como resultado una precipitación media anual acumulada de la cuenca de **1,593.15 mm/año**, lo que nos indica que la cuenca tiene muy buena capacidad de recarga y de escurrimiento.

19. Análisis de frecuencias y resultados para diferentes periodos de retorno:

El análisis de frecuencias es un procedimiento que se utiliza para relacionar la magnitud de un evento hidrometeorológico, en este caso los valores máximos anuales de precipitación acumulada en 24 h, con su frecuencia o probabilidad de ocurrencia. La probabilidad de ocurrencia se relaciona como el inverso del periodo de retorno (T). El periodo de retorno se puede definir como el tiempo, expresado en años, en promedio y a la larga en que un evento puedo ser excedido o igualado. Los valores de periodo de retorno se asignaron con la fórmula de posición gráfica de Weabull:

$$T = \frac{(n+1)}{m}$$

Donde n es el tamaño de la muestra y m es el número de orden del dato ordenados de mayor a menor. Dado que el tamaño de la muestra es de n=64, se pueden interpolar valores para periodos de retorno hasta de 60 años. Con base en región geográfica y en el análisis gráfico, los datos de la muestra sugieren ajustarse a una Función de Distribución de Probabilidad (FDP) de valores extremos, sesgada y mixta. Sin embargo, los datos se ajustaron a las siguientes FDP comúnmente utilizadas en hidrología:

- Normal
- Exponencial (1P)
- Exponencial (2P)
- Log Normal (2P)
- Log Normal (3P)
- Gamma (2P)
- Gamma (3P)
- Log Pearson III
- GVE
- Gumbel

Los estimadores de los parámetros de las FDP se calcularon con los métodos de momentos, de máxima verosimilitud y de error cuadrático mínimo. La bondad de ajuste de cada una de las FDP se midió con el estadístico denominado Error Estándar de Ajuste (EEA).

Informe Técnico: Análisis de Frecuencia de Precipitación utilizando el programa AFA del IMTA

El análisis de frecuencia de precipitaciones es un procedimiento fundamental en el diseño hidrológico, especialmente en el cálculo de lluvias de diseño con base en distintos periodos de retorno. Para este análisis se empleó el software AFA (Análisis de Frecuencia de Avenidas), desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), el cual permite ajustar diferentes distribuciones de probabilidad a series de datos hidrometeorológicos, particularmente de precipitación máxima anual.

Se utilizó una serie de tiempo de precipitación máxima anual proveniente de estaciones climatológicas operadas por CONAGUA. Los datos fueron depurados para eliminar inconsistencias y asegurar su completitud, conforme a las prácticas recomendadas por la NOM-011-CONAGUA-2015.

El análisis se realizó mediante el ajuste de las siguientes distribuciones de probabilidad:

Distribución Normal

Distribución Log-Normal

Distribución Gumbel (Extremos tipo I)

Distribución Log-Pearson tipo III

Distribución Weibull

Distribución Gamma

Cada método fue evaluado automáticamente por el programa AFA, mediante el método de momentos, y en algunos casos mediante máxima verosimilitud, para estimar sus parámetros. Los ajustes fueron comparados con base en los siguientes indicadores estadísticos que el programa AFA proporciona:

Error estándar (EE)

Se eligió como criterio principal de selección el menor error estándar, ya que representa la menor desviación entre los valores observados y los ajustados. Con base en los resultados anteriores, se seleccionó la distribución Log-Pearson tipo III, por presentar el menor error estándar entre todos los métodos evaluados, además de una alta correlación y buen comportamiento visual en la gráfica de ajuste.

El uso del software AFA las funciones de probabilidad para seleccionar el mejor ajuste dando los siguientes resultados (El desglose de los resultados del análisis de frecuencia se encuentra en la carpeta del estudio hidrológico en la sección análisis de estaciones):

Tabla 17 Resultado de mejor ajuste por menor error estándar.

Tr	30340 NARANJOS	30168 TANTIMA	30350 CITLALTEPETL
2	119.851	144.019	127.421
5	172.891	199.757	186.078
10	208.008	238.573	224.914
25	252.379	289.714	273.983
50	285.296	329.328	310.386
100	317.969	370.243	346.520
250	360.989	426.827	382.522
500	393.473	471.813	430.019
1000	425.933	518.885	465.917
2000	458.381	568.211	501.802
5000	501.267	637.169	549.229
10000	533.706	692.320	585.104
Método seleccionado	**DISTRIBUCIÓN GUMBEL**	**DISTRIBUCIÓN LOGPEARSON TIPO III**	**DISTRIBUCIÓN GUMBEL**

Tr	30340 NARANJOS	30168 TANTIMA	30350 CITLALTEPETL
Error estándar	**14.10**	**9.34**	**13.60**

La precipitación ponderada de la cuenca de acuerdo con las áreas de aportación da como resultado lo siguiente:

Tabla 18 Resultado de la precipitación media de diseño

Tr	PRECIPITACIÓN PONDERADA CUENCA
2	137.05
5	192.04
10	229.81
25	279.01
50	316.71
100	355.25
250	407.86
500	449.31
1000	492.16
2000	536.62
5000	598.04
10000	646.62

20. Determinación de la lluvia media de diseño.

La distribución de la lluvia es variable, pudiendo ser intensa al inicio, moderada al final o tender a ser uniforme en toda su duración; también puede ser moderada al inicio e intensa en un lapso intermedio al final. En cuencas de tiempo de concentración corto, la distribución primera es crítica, para cuencas de largo tiempo de concentración, prácticamente no tiene influencia la distribución. Utilizando los resultados obtenidos en el análisis probabilístico, se procederá a la determinación de la lluvia media de diseño, por medio de la fórmula de Emil Kuishiling y C.E. Gransky, quienes consideran que la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración. Este método sugiere las siguientes expresiones:

$$Hp = \frac{Ktc^{1-e}}{(1-e)} \quad (22)$$

Donde:

$$K = \frac{Hp(1-e)}{24^{1-e}} \quad (23)$$

Dónde:

Hp= precipitación media de diseño (mm); K= coeficiente (adimensional); Tc= tiempo de concentración (hrs); e= coeficiente que depende del tiempo de concentración (adimensional).

De donde se obtiene la constante k para cada período de retorno de interés, una vez obtenida esta constante se aplica el modelo considerando diferentes duraciones, las cuales pueden ser menores y mayores que 24 horas, incluyendo, en su caso, la duración efectiva de la tormenta para cada sitio, que se obtiene con base en las características fisiográficas de la cuenca, principalmente la longitud del cauce principal y el desnivel total del mismo hasta el sitio en estudio.

Para apegar la distribución de la tormenta a la forma de la curva de máxima intensidad el método sugiere emplear un factor (e), el cual depende del tiempo de concentración y cuyo valor oscila entre 0.45 y 0.80, en nuestro caso su valor de acuerdo con la fórmula de Kuishiling será de:

Tabla 19 Determinación del factor (e).

DESCRIPCIÓN	*Tc (hrs)*	*COEFICENTE e*
Cuencas muy grandes	≥ 48	0.45 a 0.50
Cuencas grandes	48 a 24	0.50 a 0.55
Cuencas medianas	24 a 6	0.55 a 0.60
Cuencas chicas	6 a 1	0.60 a 0.70
Cuencas muy pequeñas	< 1	0.70 a 0.80

21. Fórmulas empíricas de Intensidad-Duración-Período de Retorno (Curvas IDT)

Chen realizó estudios sobre las precipitaciones para diferentes períodos de retorno apoyados en los estudios generados por USBW en el Paper No. 40 (TP 40), con lo cual obtuvo una fórmula generalizada de intensidad-duración-período de retorno para cualquier localidad en los Estados Unidos.

Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) se definen como la relación que existe entre la intensidad de precipitación media y la frecuencia de ocurrencia (inverso del período de retorno);

estas curvas son herramientas ampliamente utilizadas en para fines de planeación y diseño de obras de ingeniería.

Debido a que sólo se dispone de datos de precipitación acumulada en 24 h, las curvas IDF se construyeron con la fórmula generalizada de intensidad-duración-frecuencia propuesta por Chen (1983):

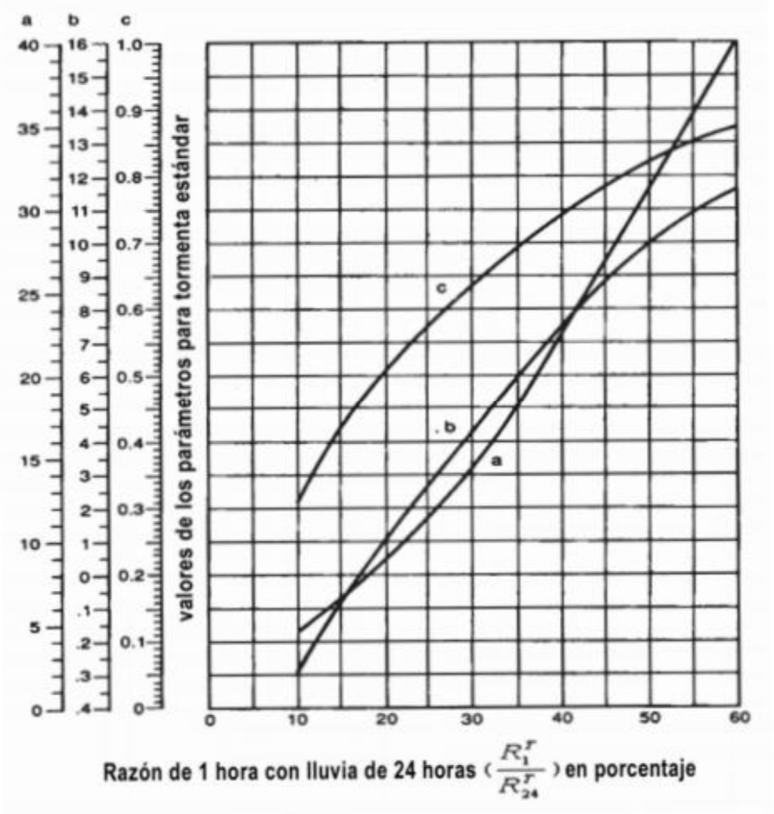
$$i_t^T = \frac{a_1 P_1^{10} log(10^{2-x} T^{x-1})}{(t+b)^c}$$

donde $i_t{}^T$ es la intensidad (mm) para una duración t (min) y un periodo de retorno T (años), x es la relación lluvia frecuencia (x=$P_{24}{}^{100}/P_{24}{}^{10}$) y a, b, c son los parámetros de lluvia que se obtienen de la Gráfica siguiente y están en función de la relación lluvia duración R=$P_1{}^{10}/P_{24}{}^{10}$; $P_{24}{}^{100}$ y $P_{24}{}^{10}$ son las precipitaciones acumuladas en 24 h con periodos de retorno de 100 años y 10 años, respectivamente; $P_1{}^{10}$ y $P_{24}{}^{10}$ son las precipitaciones acumuladas en 1 h y 24 h, respectivamente, con periodo de retorno de 10 años.

Las ecuaciones de regresión polinomial:

$$a = 21.03453 - 186.4683R + 825.4915R^2 - 1084.846R^3 + 524.06R^4$$
$$b = 3.487775 - 68.13976R + 389.4625R^2 - 612.4041R^3 + 315.8721R^4$$
$$c = 0.2677553 + 0.9481759R + 2.109415R^2 - 4.827012R^3 + 2.459584R^4$$

Las cuales se grafican de la siguiente manera:



Relación entre los parámetros (a, b, c) de una tormenta estándar y la razón de la lluvia de una hora con la de 24 horas.

Tabla 20 Determinación del factor R ponderado.

FACTOR DE ACUERDO A MAPA	AREA	%	valor ponderado
0.30	92,411,534.81	82.74	0.326
0.45	19,279,081.74	17.26	
	111,690,616.55	100.00	

Se aplicó realizó aplicando la fórmula de Chen, utilizando como parámetro lluvia-duración (R) el valor de R=0.326 (ver Mapa de factores de convectividad). Para el cálculo del parámetro lluvia-frecuencia (X) se utilizaron los datos extrapolados del análisis de frecuencia, resultando un valor de X=1.5459 (P_{24}^{10}=229.81mm y P_{24}^{100}=355.25 mm).

Por otra parte los valores de los parámetros de tormenta estándar y la razón de la lluvia de una hora con la de 24 horas son:

Coeficientes

a =	**16.3007**
b =	**5.0113**
c =	**0.6615**

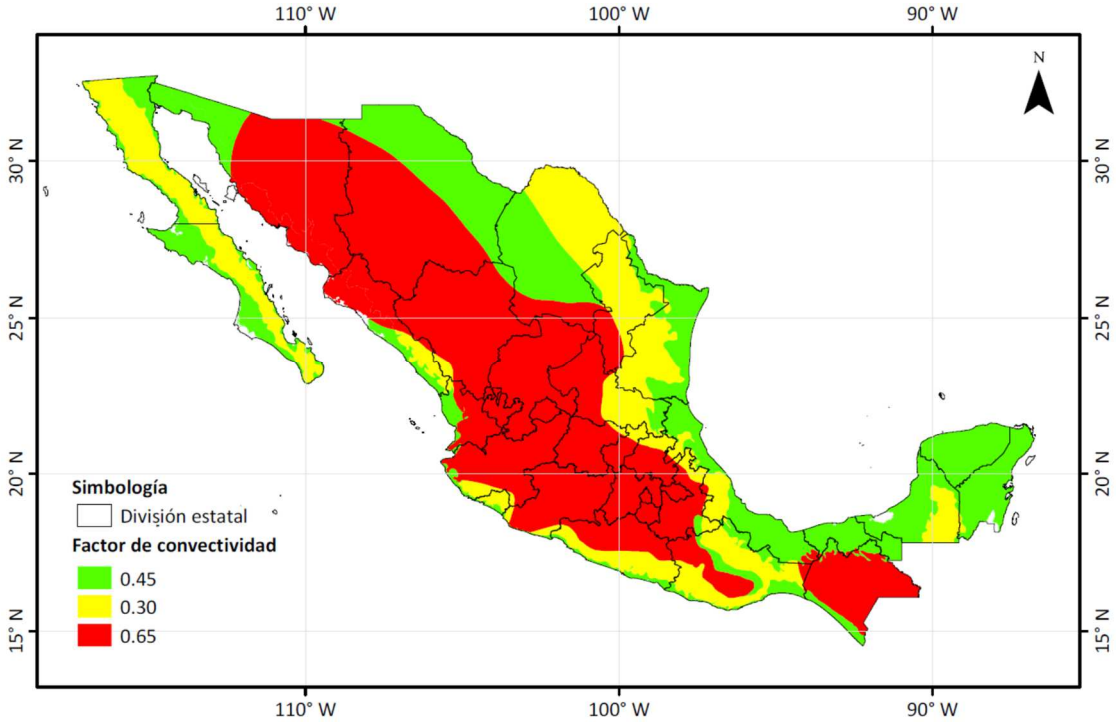


Ilustración 20 Mapa de factores de convectividad (Baeza, 2007)

Por otro lado, para conocer la altura de la precipitación en milímetros se deberá aplicar la siguiente formula:

$$P_t^T = \frac{a_1 P_1^{10} \log\left(10^{2-x} T^{x-1}\right)}{(t+b)^c}\left(\frac{t}{60}\right)$$

Válida para T ≥ 1 año y 5 min ≤ t ≥ 24 horas.

Donde:

P_t^T Precipitación, en milímetros para una duración t y un período de retorno T

T período de retorno, en años

t duración, en min

$$x = {P_t^{100}}/{P_t^{10}}$$

a, b y c parámetros de la tormenta que pueden variar según el factor de convectividad $R = {P_1^T}/{P_{24}^T}$. Chen (1986) presenta un nomograma en el cual gráfica los parámetros de tormenta contra R.

Los resultados de la fórmula de Chen se presentan a continuación:

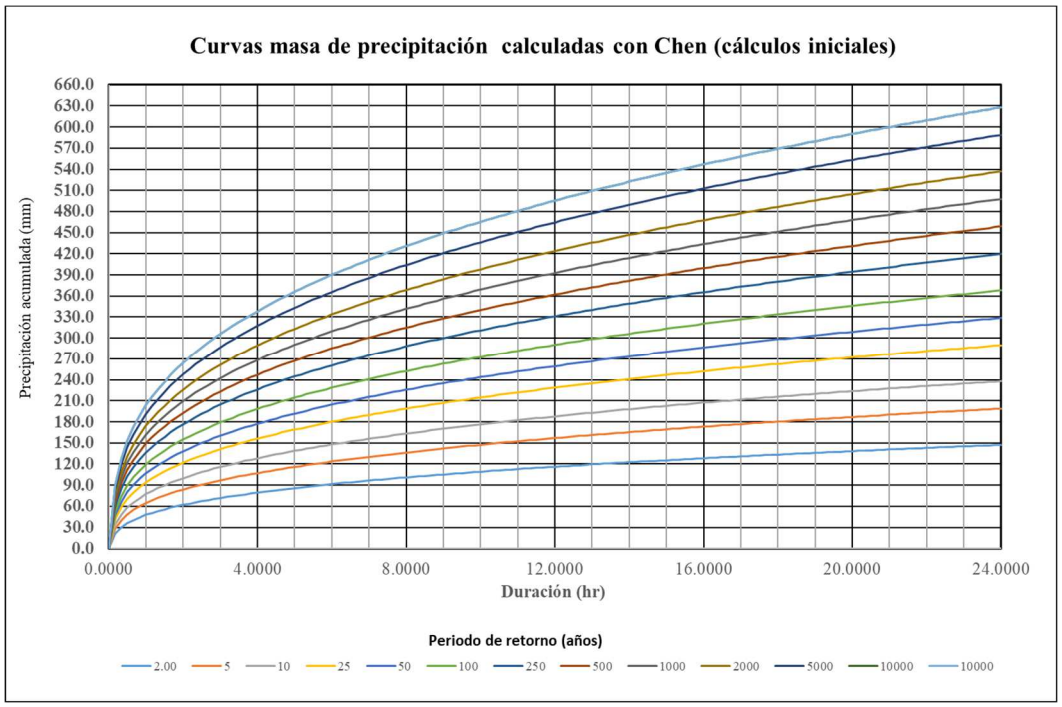


Ilustración 21 Curva masa de precipitaciones calculadas.

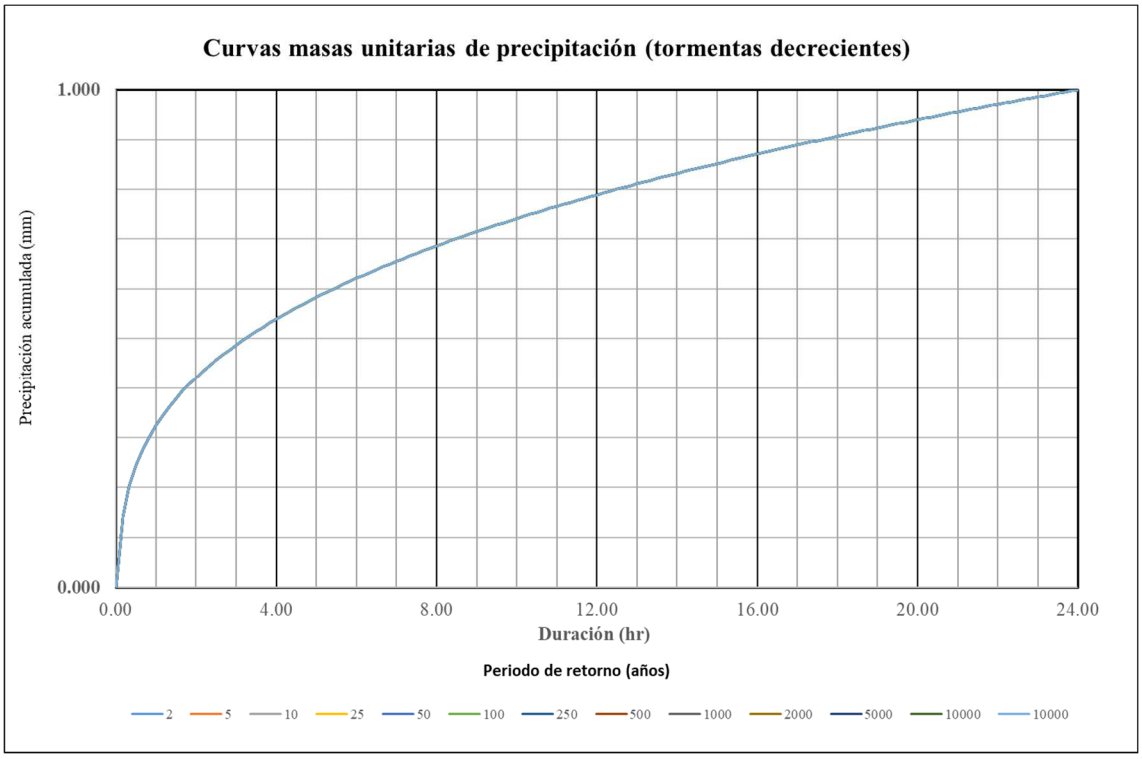


Ilustración 22 Curva masas unitarias de precipitación.

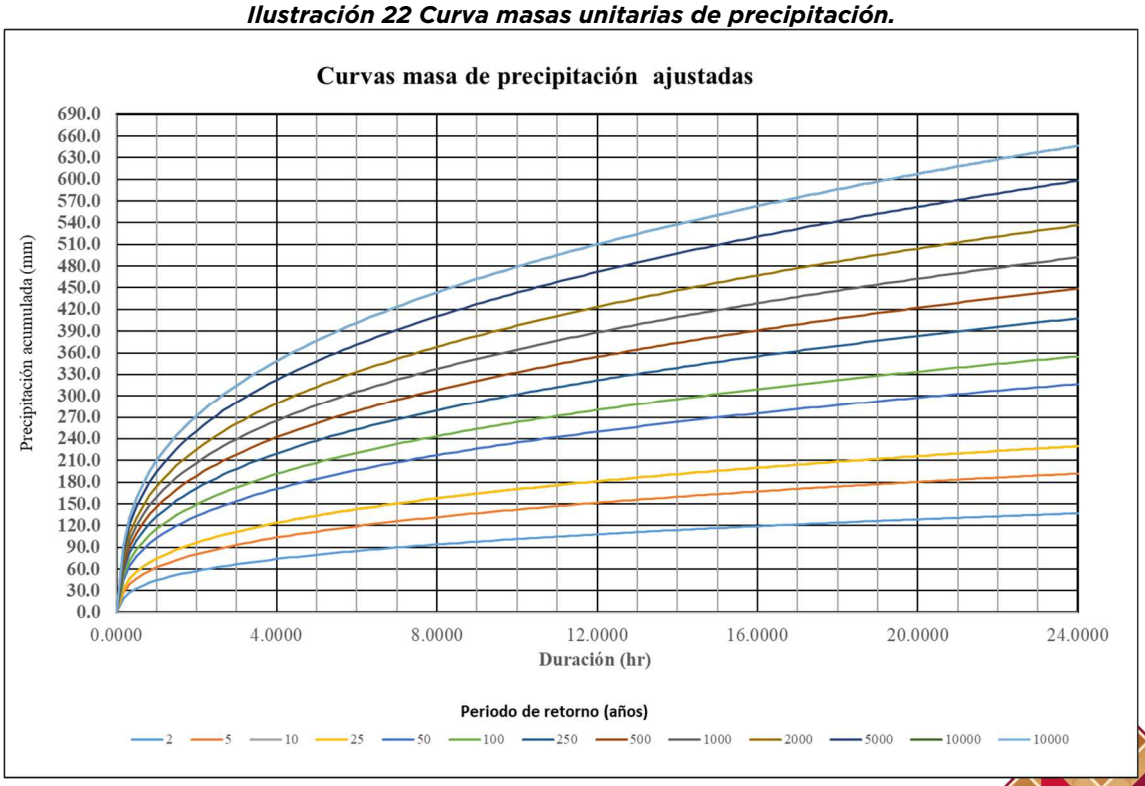


Ilustración 23 Curva masa de precipitación ajustada.

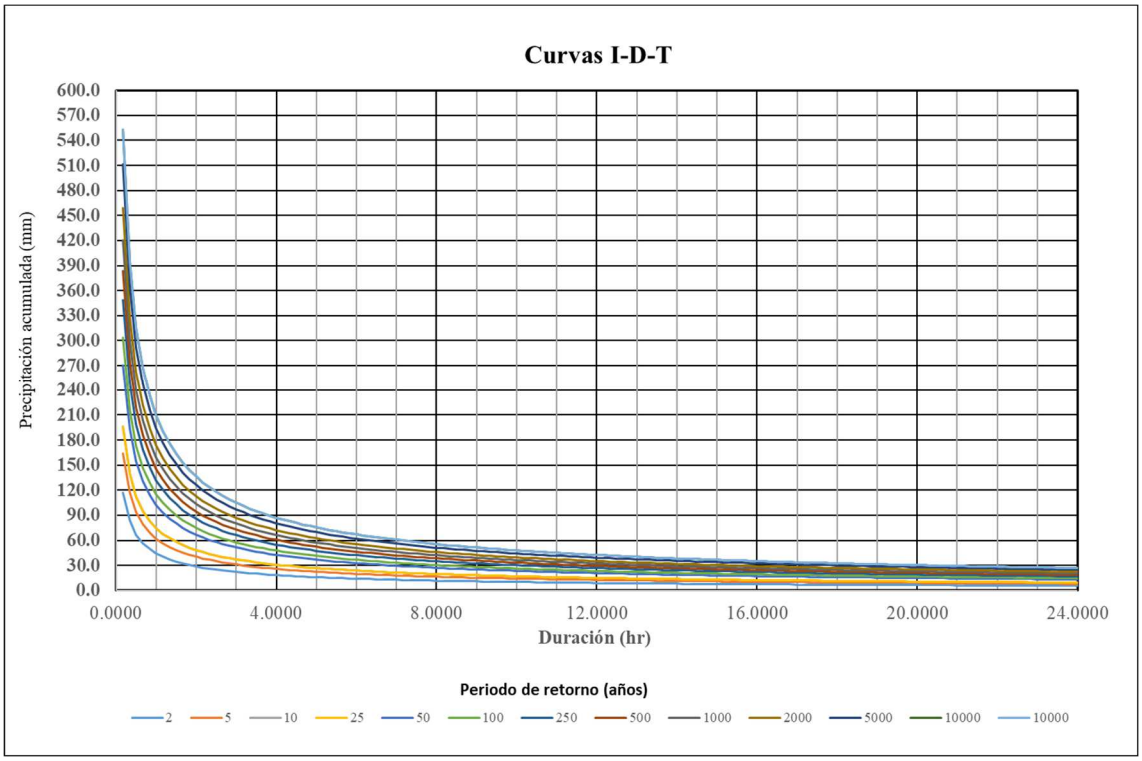


Ilustración 24 Curva I-D-T

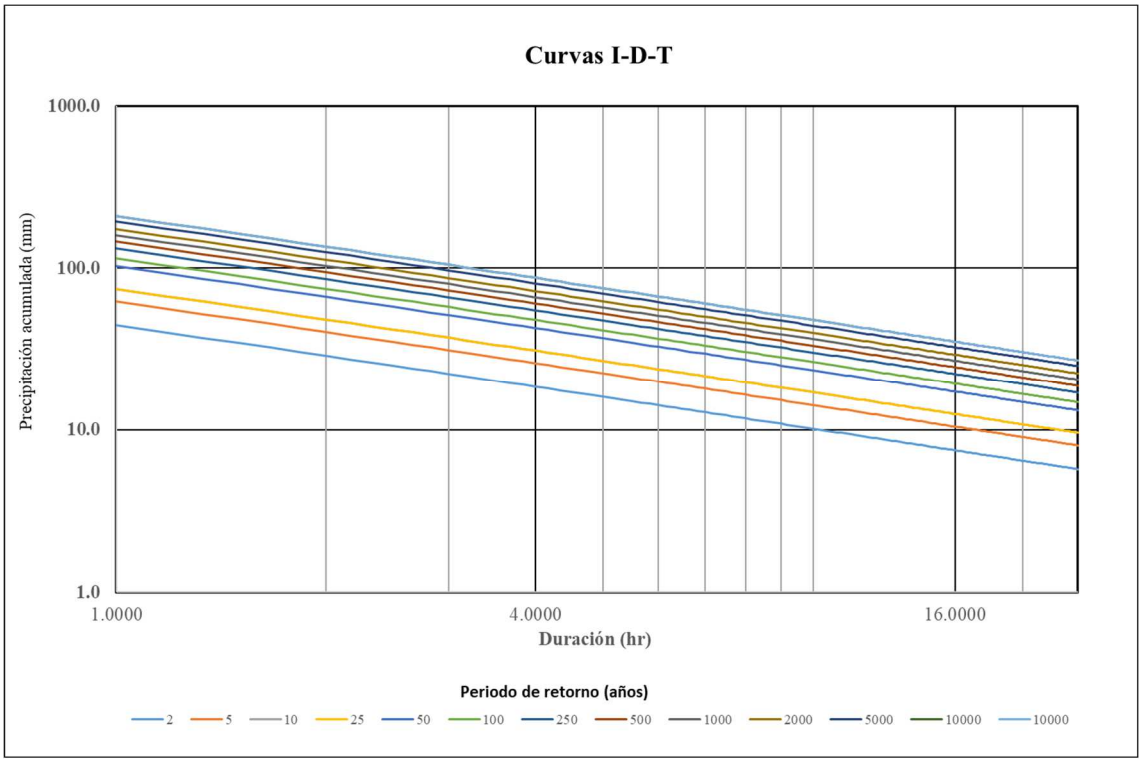


Ilustración 25 Curva I-D-T

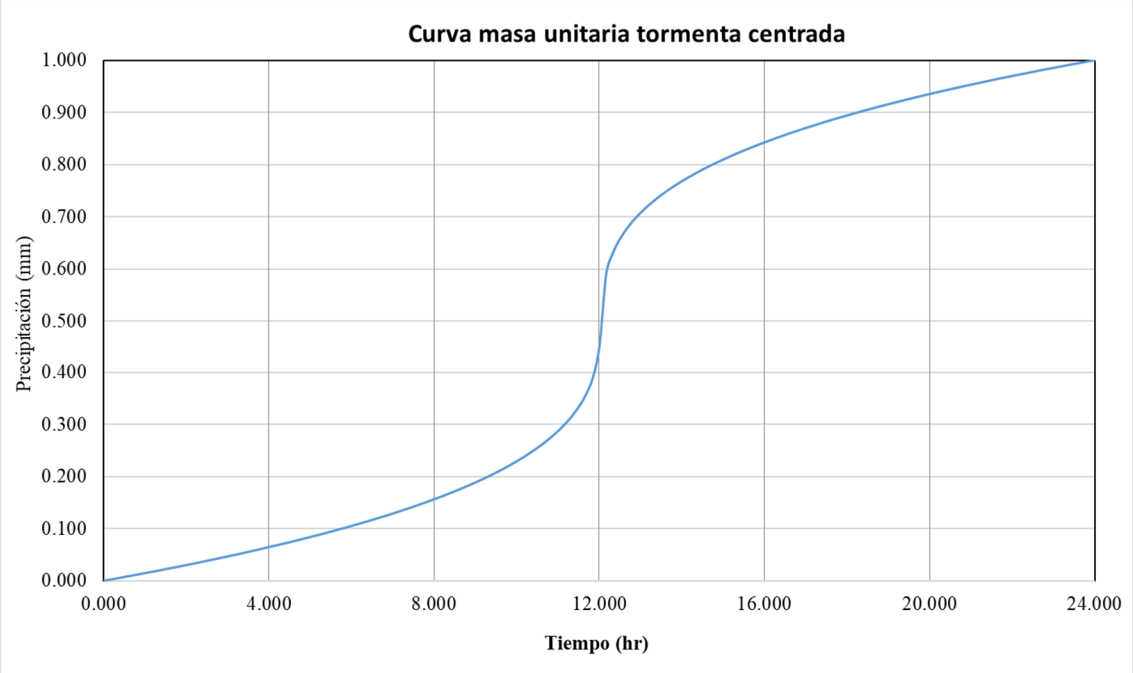


Ilustración 26 Curva masa unitaria tormenta centrada

22. Precipitación efectiva

La precipitación efectiva se estimó utilizando el método del Número de Curva del NRCS, la abstracción inicial (Ia) se calculó como el 20% de la abstracción máxima, resultando Ia = 32.38 mm. Se consideró la hipótesis que el gasto pico alcanza el equilibrio cuando la duración de la precipitación efectiva es igual al tiempo de concentración, por lo que la duración del hietograma de precipitación efectiva es igual a 115 minutos en intervalos de 5 minutos cada uno.

$$P_e = CP \qquad C = \frac{P_e}{P}$$

Donde:

Pe es la precipitación efectiva (mm) en un intervalo de tiempo.

C es el coeficiente de escurrimiento que depende, entre otros factores, del uso del suelo, cobertura vegetal, tipo de suelo y de la intensidad de la lluvia (periodo de retorno). Representa la fracción de la precipitación que escurre.

P es la precipitación total en un intervalo de tiempo.

Formula de Chen para la precipitación efectiva:

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{N} + 5.08\right]^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Donde: P y Pe en centímetros

N; Número de curva de la cuenca

Pe es la precipitación efectiva (cm) en un intervalo de tiempo.

P; precipitación para el periodo de retorno dado.

Los resultados de la precipitación efectiva para diferentes periodos de retorno se presentan a continuación:

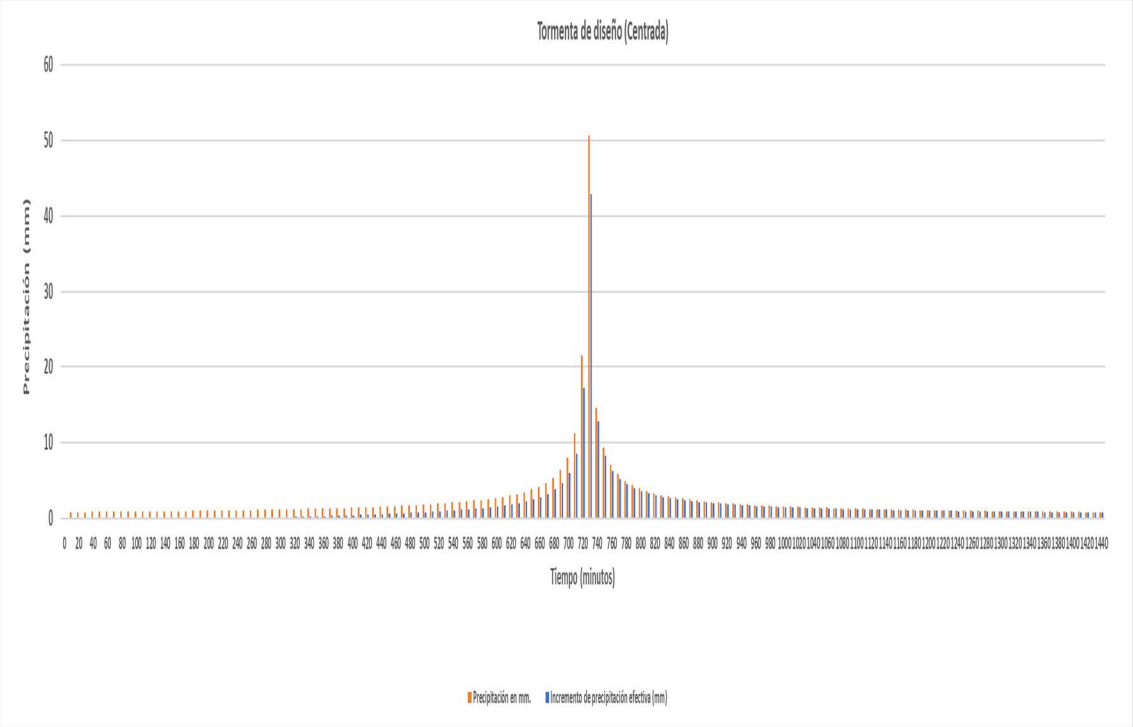


Ilustración 27 Hietograma para Tr-100 años.

Tabla 21 Hietograma para Tr-100 años.

Tiempo (min)	Precipitación en mm.	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación efectiva (mm) acumulada	Incremento de precipitación efectiva (mm)
0				
10	0.843	0.84	0.00	0.000
20	0.851	1.69	0.00	0.000
30	0.859	2.55	0.00	0.000
40	0.867	3.42	0.00	0.000
50	0.876	4.30	0.00	0.000
60	0.884	5.18	0.00	0.000
70	0.893	6.07	0.00	0.000
80	0.902	6.98	0.000	0.000
90	0.912	7.89	0.000	0.000
100	0.922	8.81	0.000	0.000
110	0.931	9.74	0.000	0.000
120	0.942	10.68	0.000	0.000
130	0.952	11.63	0.000	0.000
140	0.963	12.60	0.000	0.000
150	0.974	13.57	0.000	0.000
160	0.985	14.56	0.000	0.000
170	0.997	15.55	0.000	0.000
180	1.009	16.56	0.000	0.000
190	1.022	17.58	0.000	0.000
200	1.035	18.62	0.000	0.000
210	1.048	19.67	0.000	0.000
220	1.062	20.73	0.000	0.000
230	1.076	21.80	0.011	0.011

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Tiempo (min)	Precipitación en mm.	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación efectiva (mm) acumulada	Incremento de precipitación efectiva (mm)
240	1.091	22.89	0.044	0.033
250	1.106	24.00	0.100	0.056
260	1.122	25.12	0.179	0.079
270	1.138	26.26	0.280	0.102
280	1.155	27.41	0.405	0.125
290	1.172	28.59	0.554	0.149
300	1.191	29.78	0.726	0.173
310	1.210	30.99	0.924	0.197
320	1.229	32.22	1.146	0.222
330	1.250	33.47	1.394	0.248
340	1.272	34.74	1.668	0.274
350	1.294	36.03	1.969	0.301
360	1.317	37.35	2.297	0.328
370	1.342	38.69	2.653	0.356
380	1.368	40.06	3.038	0.385
390	1.395	41.45	3.453	0.415
400	1.423	42.88	3.899	0.446
410	1.453	44.33	4.377	0.478
420	1.485	45.82	4.888	0.511
430	1.518	47.33	5.434	0.545
440	1.553	48.89	6.015	0.581
450	1.591	50.48	6.634	0.619
460	1.631	52.11	7.292	0.658
470	1.673	53.78	7.992	0.699
480	1.718	55.50	8.734	0.743
490	1.767	57.27	9.523	0.789
500	1.819	59.08	10.360	0.837
510	1.875	60.96	11.249	0.889
520	1.935	62.89	12.193	0.944
530	2.001	64.90	13.197	1.004
540	2.073	66.97	14.265	1.068
550	2.151	69.12	15.402	1.137
560	2.238	71.36	16.614	1.213
570	2.333	73.69	17.910	1.296
580	2.440	76.13	19.298	1.388
590	2.559	78.69	20.788	1.490
600	2.695	81.38	22.392	1.605
610	2.850	84.23	24.128	1.735
620	3.030	87.26	26.013	1.886
630	3.241	90.51	28.075	2.061
640	3.493	94.00	30.344	2.270
650	3.800	97.80	32.868	2.523
660	4.186	101.98	35.708	2.840
670	4.686	106.67	38.958	3.250
680	5.368	112.04	42.766	3.807
690	6.362	118.40	47.386	4.621
700	7.982	126.38	53.333	5.947
710	11.199	137.58	61.926	8.593
720	21.597	159.18	79.177	17.251
730	50.600	209.78	122.106	42.929
740	14.497	224.28	134.871	12.765
750	9.266	233.54	143.113	8.242
760	7.060	240.60	149.433	6.319
770	5.813	246.42	154.659	5.227
780	4.998	251.41	159.170	4.511
790	4.418	255.83	163.169	3.999
800	3.982	259.81	166.782	3.613
810	3.639	263.45	170.092	3.309
820	3.361	266.81	173.155	3.063
830	3.131	269.94	176.013	2.858
840	2.937	272.88	178.698	2.685
850	2.770	275.65	181.235	2.537
860	2.625	278.28	183.643	2.407

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Tiempo (min)	Precipitación en mm.	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación efectiva (mm) acumulada	Incremento de precipitación efectiva (mm)
870	2.498	280.77	185.936	2.294
880	2.385	283.16	188.129	2.193
890	2.284	285.44	190.231	2.102
900	2.193	287.64	192.252	2.021
910	2.111	289.75	194.198	1.947
920	2.036	291.78	196.078	1.879
930	1.967	293.75	197.896	1.818
940	1.904	295.66	199.656	1.761
950	1.846	297.50	201.365	1.708
960	1.792	299.29	203.025	1.660
970	1.742	301.04	204.639	1.614
980	1.695	302.73	206.211	1.572
990	1.651	304.38	207.744	1.533
1000	1.610	305.99	209.240	1.496
1010	1.572	307.56	210.700	1.461
1020	1.535	309.10	212.128	1.428
1030	1.501	310.60	213.525	1.397
1040	1.469	312.07	214.892	1.367
1050	1.438	313.51	216.231	1.339
1060	1.409	314.92	217.544	1.313
1070	1.381	316.30	218.832	1.288
1080	1.355	317.65	220.096	1.264
1090	1.330	318.98	221.336	1.241
1100	1.306	320.29	222.555	1.219
1110	1.283	321.57	223.754	1.198
1120	1.261	322.83	224.932	1.178
1130	1.240	324.07	226.091	1.159
1140	1.219	325.29	227.231	1.141
1150	1.200	326.49	228.354	1.123
1160	1.181	327.67	229.460	1.106
1170	1.163	328.83	230.550	1.090
1180	1.146	329.98	231.623	1.074
1190	1.130	331.11	232.682	1.059
1200	1.114	332.22	233.726	1.044
1210	1.098	333.32	234.756	1.030
1220	1.083	334.41	235.772	1.016
1230	1.069	335.47	236.775	1.003
1240	1.055	336.53	237.765	0.990
1250	1.041	337.57	238.743	0.978
1260	1.028	338.60	239.709	0.966
1270	1.015	339.61	240.663	0.954
1280	1.003	340.62	241.606	0.943
1290	0.991	341.61	242.538	0.932
1300	0.980	342.59	243.459	0.921
1310	0.968	343.56	244.370	0.911
1320	0.957	344.51	245.271	0.901
1330	0.947	345.46	246.162	0.891
1340	0.936	346.40	247.044	0.882
1350	0.926	347.32	247.917	0.873
1360	0.917	348.24	248.780	0.864
1370	0.907	349.15	249.635	0.855
1380	0.898	350.04	250.481	0.846
1390	0.889	350.93	251.319	0.838
1400	0.880	351.81	252.149	0.830
1410	0.871	352.68	252.971	0.822
1420	0.863	353.55	253.785	0.814
1430	0.855	354.40	254.592	0.807
1440	0.847	355.25	255.391	0.799

23. Cálculo del gasto máximo.

Cuando existen datos de aforo en cantidad suficiente, se realiza un análisis estadístico de los gastos máximos instantáneos anuales para la estación hidrométrica más cercana al punto de estudio, con lo se calculan los gastos para los períodos de retorno de interés usando la distribución con menor error estándar, en cambio cuando no existen datos de aforo, se utilizan los datos de precipitación como datos de entrada a una cuenca y que producen un gasto Q cuando ocurre la lluvia, la cuenca se humedece de manera progresiva, infiltrándose una parte en el subsuelo y luego de un tiempo, el flujo se convierte en flujo superficial. El cálculo del gasto máximo de diseño se determina por el método Hidrográma Unitario Triangular y el método hidrograma unitario curvilíneo adimensional.
Los cálculos se pueden revisar en la hoja de cálculo anexa al estudio hidrológico.

24. Aplicación del método.

Los resultados de los gastos de diseño de las cuencas de aportación a la zona de proyecto son los siguientes:

Tabla 21 resultados de los gastos para el río Tancochín.

Tr (años)	GASTO (m^3/s)	
	H U T	H U SCS
2	215.29	224.92
5	382.38	396.50
10	504.21	521.07
50	793.63	817.39
100	924.06	950.65
250	1,103.51	1,133.23
500	1,245.20	1,277.30
1000	1,391.77	1,426.73

25. Consideraciones para la selección del gasto de diseño.

Una vez obtenidos los gastos hidrológicos de la cuenca para cada periodo de retorno se procede a la selección de acuerdo con el tipo e importancia de la obra hidráulica, teniendo en consideración lo aplicable a los lineamientos emitidos por la Subdirección General

Técnica de la CONAGUA, con el cual comunicó a los Organismos de Cuenca, los periodos de retorno para la determinación del gasto de diseño de obras hidráulicas, se establece que el periodo de retorno para el diseño será el correspondiente al 100 años con un gasto de **924.06 m³/s** por el HUT.

26. Análisis Hidráulico.

El estudio hidráulico será muy importante para conocer el nivel máximo que alcanzará la capacidad de agua del cauce, además de conocer las condiciones del ancho superficial máximo del agua y la velocidad promedio de la sección de interés para cada periodo de retorno, también será de utilidad para conocer el régimen del flujo, la pendiente hidráulica, los esfuerzos cortantes actuantes sobre el lecho del cauce del río Tancochín, y demás datos como el tirante medio hidráulico, el radio hidráulico, etc.

Con los gastos máximos ya estimados es necesario estimar también los ejes hidráulicos para cada periodo de retorno. Para esto se realizó un levantamiento topográfico y topobatimétrico del área involucrada, lo cual permitió la obtención de perfiles transversales del río motivo de la obra de reservorio, estas secciones serán utilizadas en el programa computacional para determinar las características de flujo mencionadas en el párrafo anterior.

Para la obtención del eje hidráulico se utilizó el software HEC-RAS 6.0.0 (River Analysis System) desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers (USACE). Este programa permite simular flujos unidimensionales permanentes y no permanentes, transporte de sedimentos, cálculos de lecho móvil y modelado de la temperatura del agua, todo esto tanto para cauces naturales como artificiales. HEC-RAS es el sucesor y reemplazo del programa HEC-2 (USACE, 1991) y de varias versiones especializadas de HEC-2. Este software mejora de las capacidades de HEC-2 y proporciona capacidades adicionales para la modelación de cauces.

Con el fin de conocer el comportamiento hidráulico de las corrientes en condiciones naturales y en condiciones con la obra de reservorio, como a continuación se presenta:

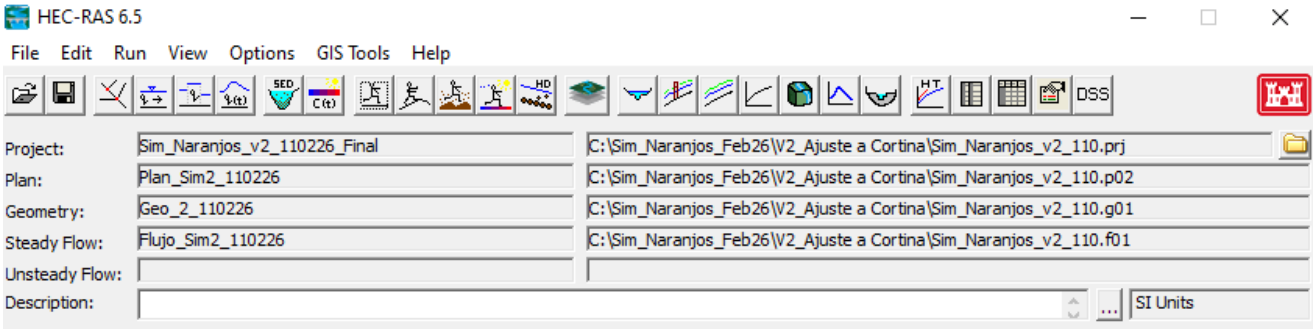


Ilustración 28 interfaz del programa HEC-RAS.

27. Topobatimetría del río Tancochín.

De acuerdo a la morfología de los cauces de análisis, la cual es el estudio de la estructura y de forma de los cuerpos de agua, incluyendo su configuración del cauce en planta, la geometría de las secciones transversales, la forma del fondo y las características del perfil.

En el caso de río Tancochín, tenemos un canal natural recto, además tiene la cualidad de contar con secciones transversales casi invariables, en este caso para el estudio hidráulico se podrá considerar un gasto constante que es capaz de mantenerse durante grandes periodos.

Para facilitar el estudio de la morfología del río Tancochín, se ha logrado hacer una clasificación de acuerdo con las características mencionadas en los párrafos anteriores, aunque cabe mencionar que la naturaleza será capaz de poner niveles intermedios en la clasificación ya definida.

Por lo anterior, podemos determinar que se tiene cuerpos de agua viejos ya que cuenta con pendientes medias a bajas y de secciones trasversales en U, el cual se establece como un cauce en bien conformado, además de ser muy regular.

Por su condición de estabilidad lo podemos clasificar como un río de estabilidad dinámica el cual tiene la condición de que las variaciones de la corriente, los materiales de la plantilla y de las orillas, y los sedimentos transportados han formado una pendiente y una sección que no cambia apreciablemente año con año. En esta condición, el río no sufre desplazamientos laterales continuos en las curvas, con erosiones en las márgenes exteriores y depósito de sedimentos en las partes interiores del cauce.

28. Coeficientes de Rugosidad de Manning.

Aplicando la fórmula Manning, la más grande dificultad reside en la determinación del coeficiente de rugosidad “n” pues no hay un método exacto de seleccionar un valor “n”. Para ingenieros con experiencia en el diseño de canales esto significa el ejercicio de un profundo juicio de ingeniería y experiencia; por lo que se debe tener cuidado en la selección de los mismos para no caer en errores.

Para realizar un estudio hidráulico y mecánico fluvial se deben conocer, además de las características de la geometría hidráulica, el coeficiente de rugosidad o n de Manning de la sección o del tramo en estudio.

Para calcular entonces el coeficiente de rugosidad “n” también se dispone de tablas (como la publicada por el U.S Departament of Agriculture en 1955; Chow, 1959). La siguiente tabla muestra valores del coeficiente de rugosidad de Manning teniendo en cuenta las características del cauce:

Tabla 22 Valores de coeficiente de Manning en cauces naturales según Chow.

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
A. *Natural Streams*			
1. **Main Channels**			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy. deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150
2. **Flood Plains**			
a. Pasture no brush			
1. Short grass	0.025	0.030	0.035
2. High grass	0.030	0.035	0.050
b. Cultivated areas			
1. No crop	0.020	0.030	0.040
2. Mature row crops	0.025	0.035	0.045
3. Mature field crops	0.030	0.040	0.050
c. Brush			
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070
2. Light brush and trees, in winter	0.035	0.050	0.060
3. Light brush and trees, in summer	0.040	0.060	0.080
4. Medium to dense brush, in winter	0.045	0.070	0.110
5. Medium to dense brush, in summer	0.070	0.100	0.160
d. Trees			
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
2. Same as above, but heavy sprouts	0.050	0.060	0.080
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.080	0.100	0.120
4. Same as above, but with flow into branches	0.100	0.120	0.160
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.200
3. **Mountain Streams, no vegetation in channel, banks usually steep, with trees and brush on banks submerged**			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

Se seleccionó un coeficiente de rugosidad de Manning para el centro del cauce de 0.030 y las márgenes igual a 0.035. El cual es un valor típico correspondiente a ríos con árboles y arbustos a lo largo de las márgenes y fondo algunos boleos y rocas.

29. Régimen de flujo

De acuerdo con el perfil topográfico del cauce se observan cambios de pendiente muy leves, por lo que no se prevé la presencia de rápidas o saltos hidráulicos importantes, por lo que se seleccionó un régimen de flujo subcrítico para las condiciones sin proyecto y flujo mixto para las condiciones con proyecto. Por lo anterior se definieron ambas condiciones de fronteras del modelo.

30. Condiciones de frontera

Se seleccionó como condición de frontera aguas abajo el tirante normal, con una pendiente de 0.001 m/m, dado la condición de la pendiente son característicos de ese funcionamiento hidráulico, además por ser un tramo recto tanto en la entrada y salida del tramo de interés.

31. Coeficientes de contracción y expansión

Se utilizaron los valores de 0.10 y 0.30 para los coeficientes de contracción y expansión, respectivamente, por considerarse que existen transiciones graduales a lo largo del cauce.

32. Tránsito de la Avenida para Diferentes Periodos de Retorno.

El tránsito de avenidas será simulado en HEC-RAS 6.0.0, para los periodos de retorno de 5, 10, 50, 100, 250, 500 y 1,000 años. El análisis de gasto máximo obtenido por medio del análisis probabilístico de las estaciones climatológicas de la cuenca.

Considerando nuestros gastos por el método Triangular Unitario (HUT), los cuales fueron relacionados anteriormente, se procederá a la modelación hidráulica.

33. Modelación en Hec-Ras

Para desarrollar el modelo hidráulico de un cauce, canal o río, deben completarse los siguientes pasos:

1.- Crear un proyecto nuevo
2.- Introducir los datos geométricos
3.- Introducir los datos hidráulicos: gasto y condiciones de contorno

4.- Crear un plan seleccionando una geometría y unos datos hidráulicos y ejecutar la simulación.

5.- Ver los resultados.

34. Resultados de Modelación en Hec-Ras 6.0.0.

A continuación, se expone los resultados de análisis hidráulico y cálculo de los cauces en condiciones naturales y otro modelo con la infraestructura propuesta.

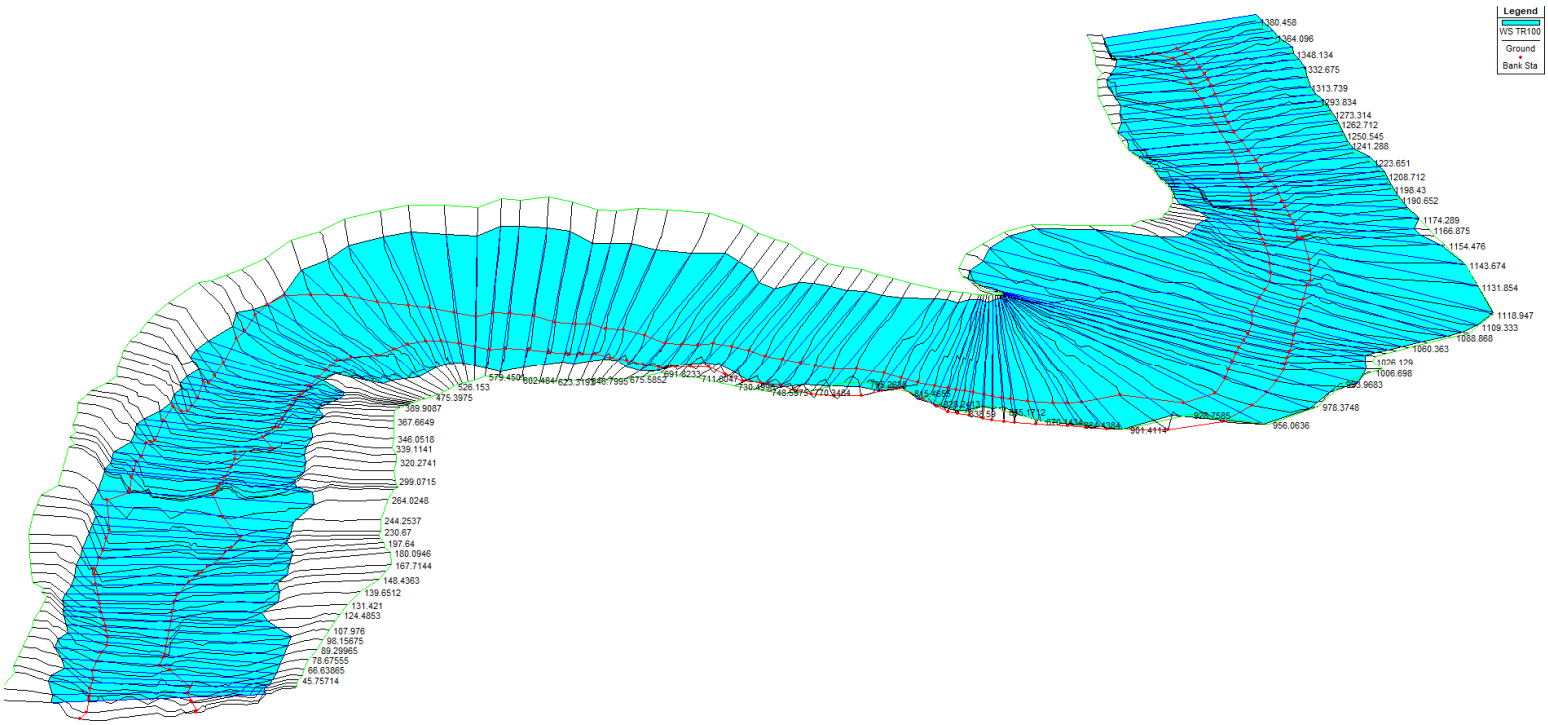
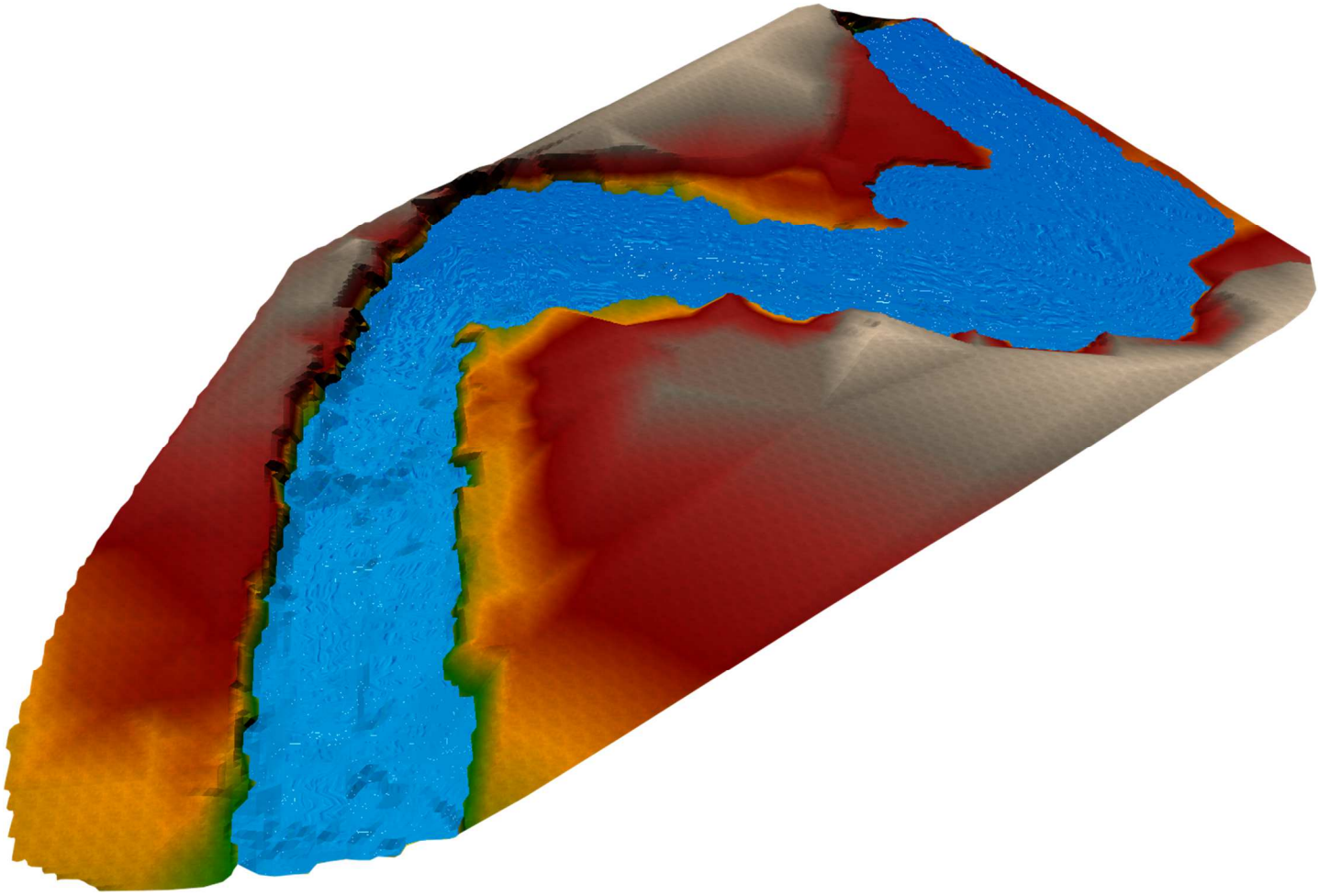


Ilustración 29 vista en Malla 3d del modelo hidráulico en condiciones naturales para el periodo de retorno de 100 años.



3d del modelo hidráulico en condiciones naturales para el periodo de retorno de 100 años.

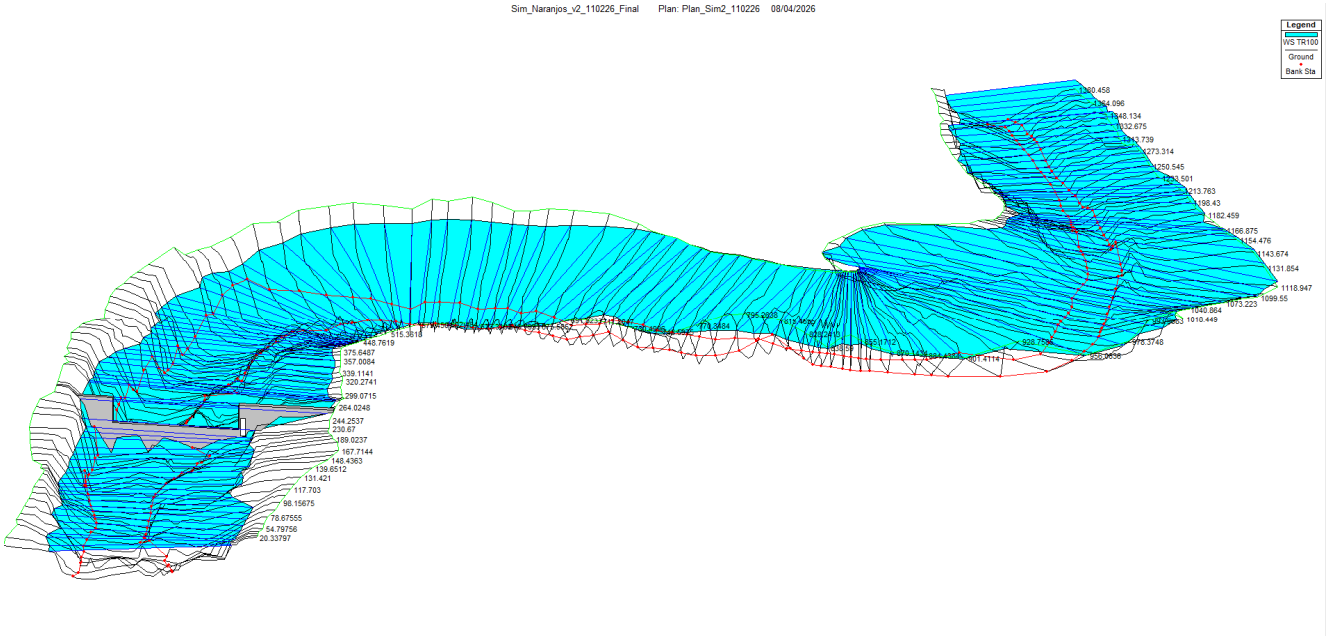


Ilustración 30 vista en Malla 3d del modelo hidráulico en condiciones con obra de reservorio para el periodo de retorno de 100 años.

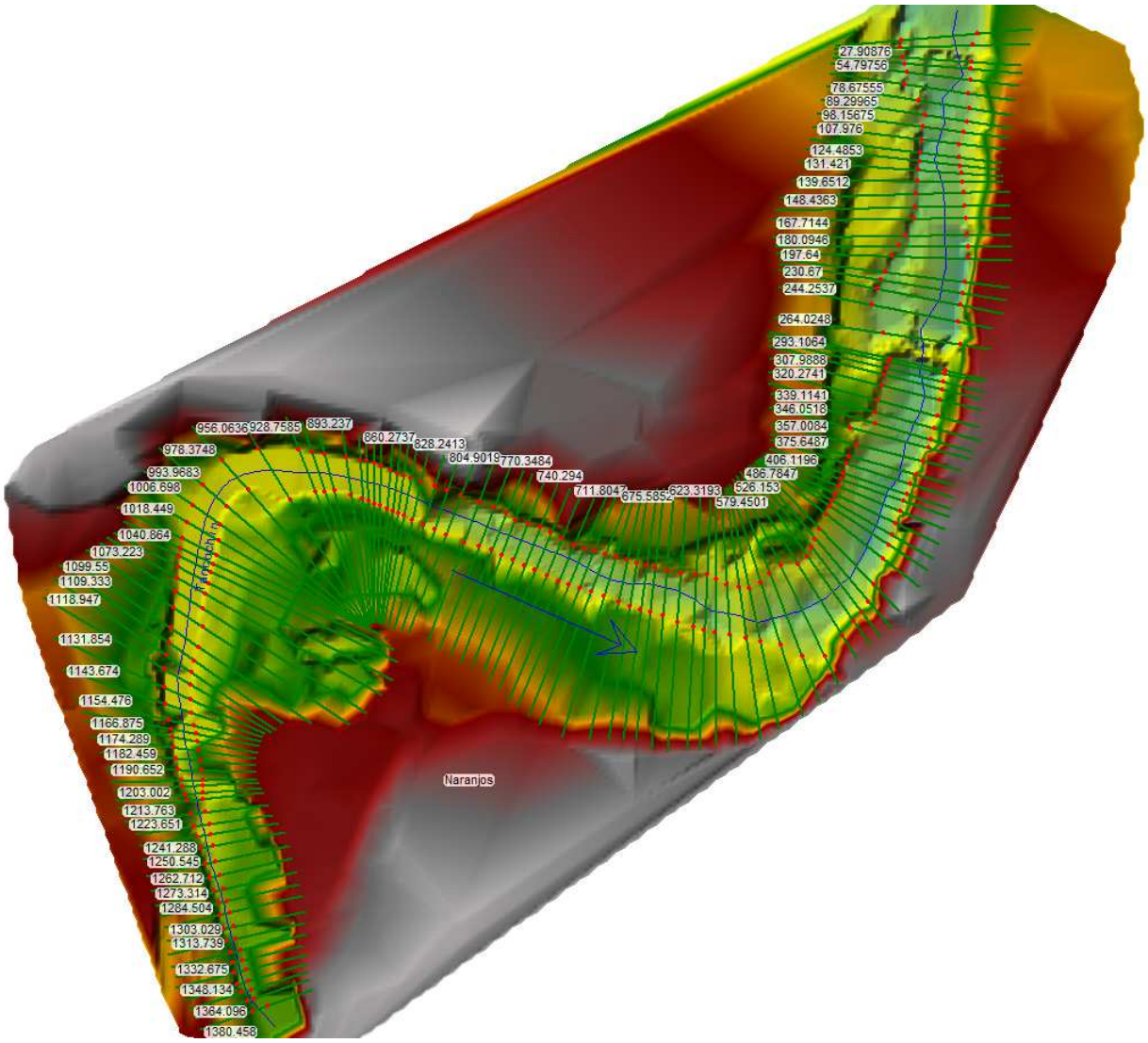


Ilustración 31 geometría del cauce del río Tancochín en condiciones naturales.

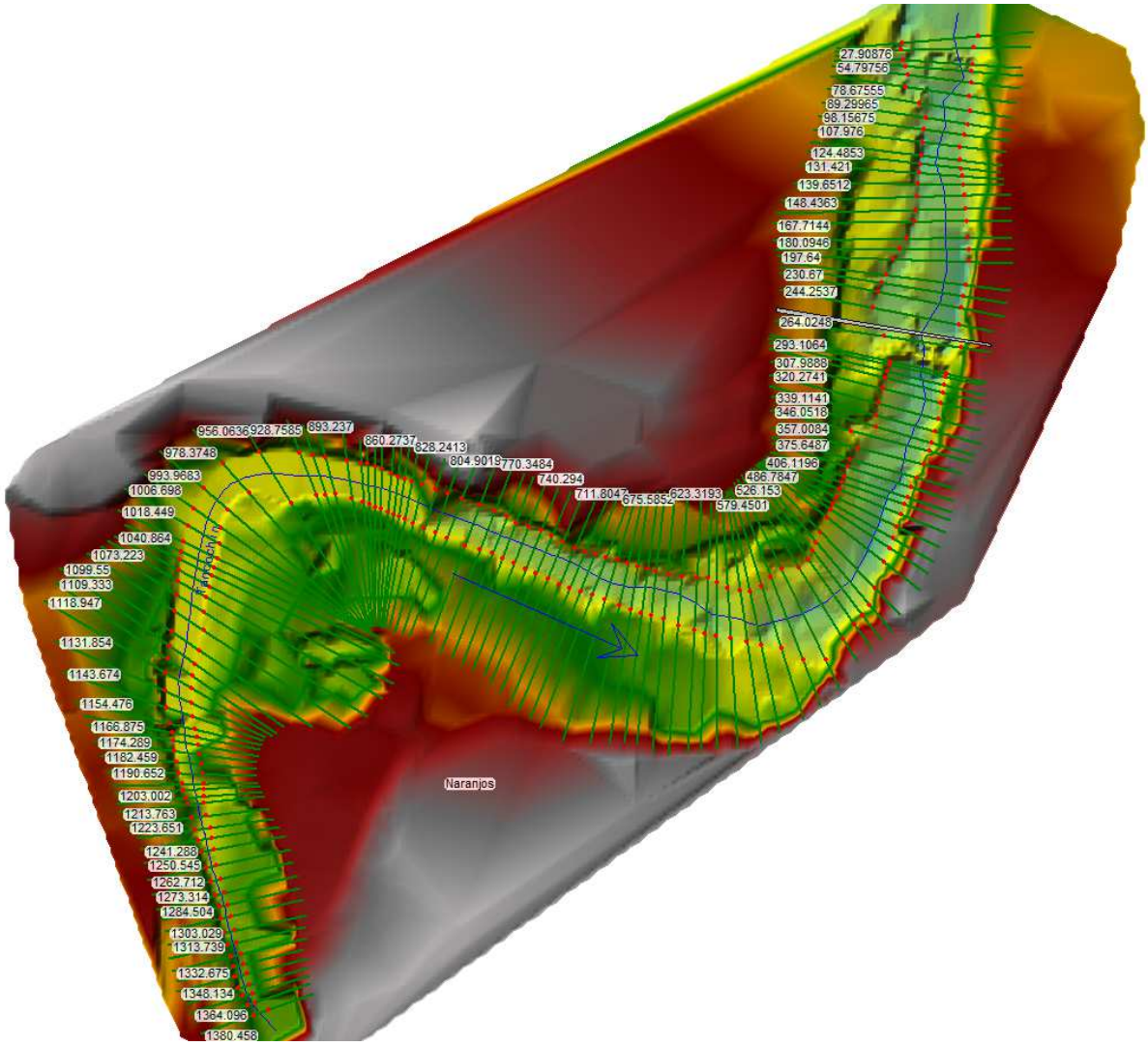


Ilustración 32 geometría del cauce del río Tancochín en condiciones de proyecto.

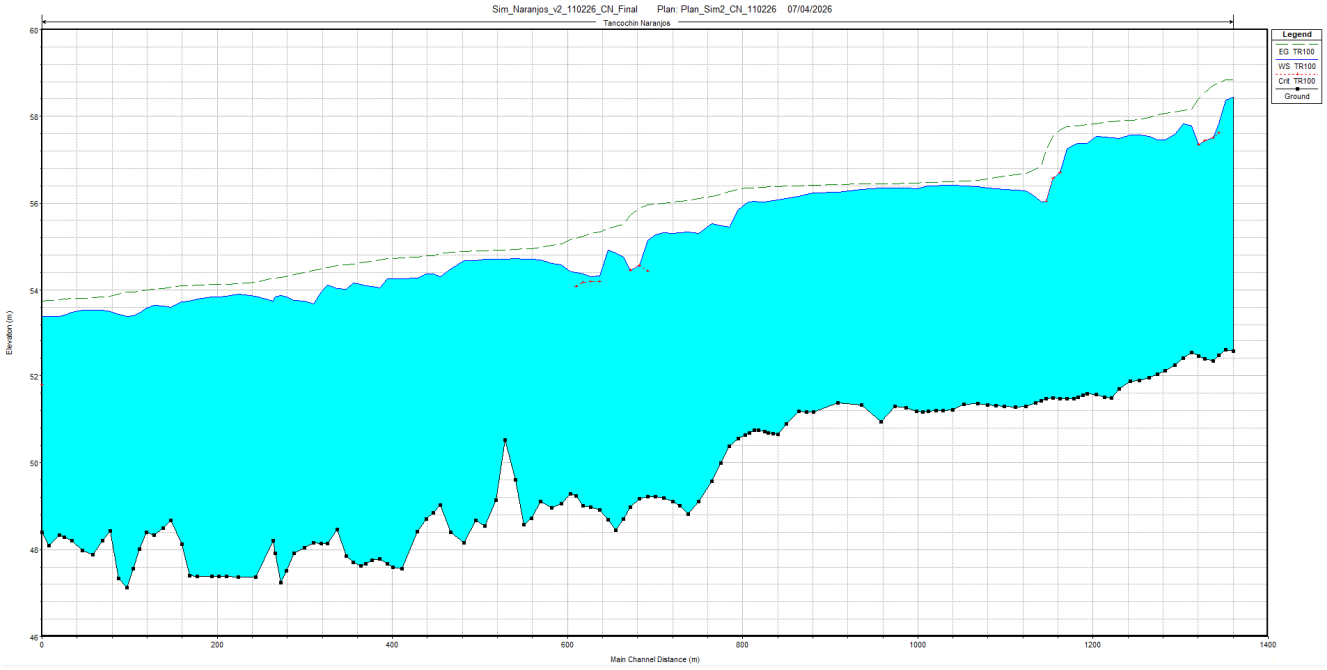


Ilustración 33 vista de perfil hidráulico en condiciones naturales.

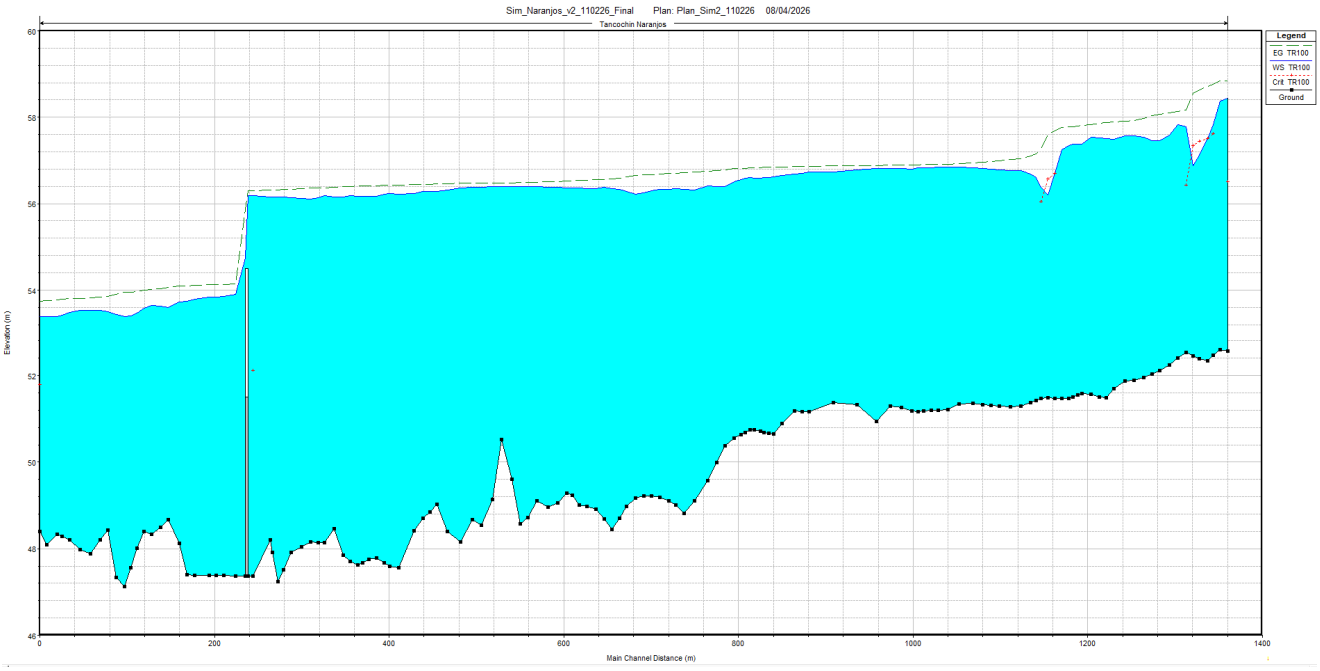


Ilustración 34 vista de perfiles hidráulicos en condiciones de proyecto.

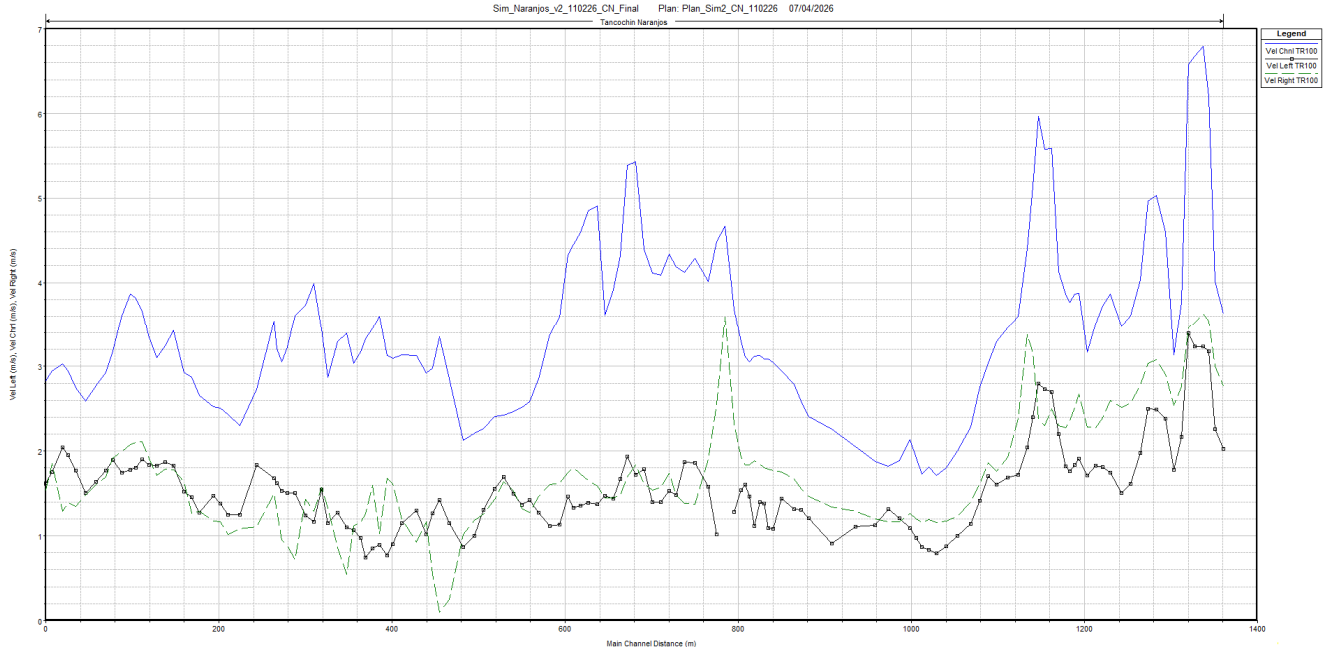


Ilustración 35 gráfica de velocidades en condiciones naturales.

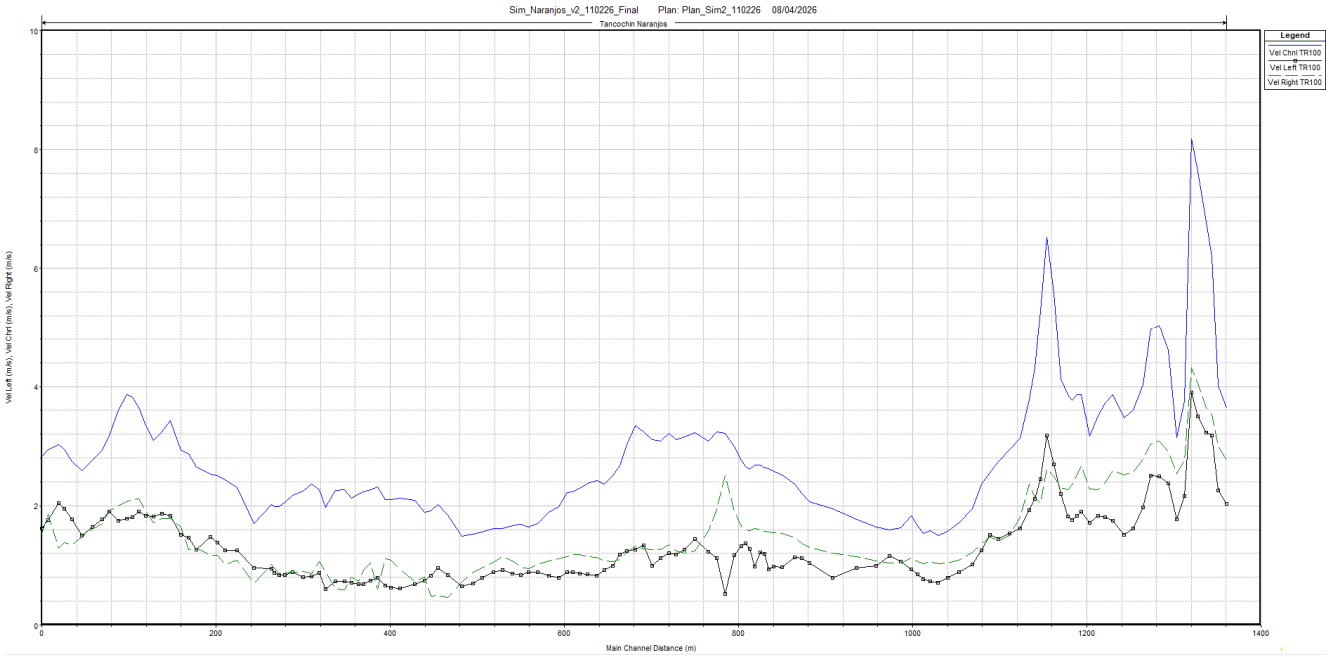


Ilustración 36 gráfica de velocidades en condiciones de proyecto.

35. Conclusiones y recomendaciones

- De acuerdo con el análisis hidráulico del río Tancochín para el cual se pretende la construcción de un reservorio, se diseñó una cortina con la capacidad de desfogar una avenida máxima de diseño de para el periodo de retorno de 100 años con un valor de 924.06 m^3/s, lo anterior seleccionado debido que ante el fallo de la infraestructura no existe riesgo de perdidas de vidas, asimismo la capacidad de almacenamiento es mucho menos a 0.25 Mm^3 y la cortina es menos a 15 m de altura.

CATEGORÍA	ALMACENAMIENTO (millones de m^3)	ALTURA (m)	PÉRDIDA DE VIDAS EN CASO DE FALLA	Tr (Años)
BORDO	Menor a 0.25	Menor a 15	0-10	100-500
			11-100	250-1,000
			Más de 100	500-10 000
PRESA PEQUEÑA	Entre 0.25 y 3	Menor a 15	0-10	1 000
			11-100	1 000-10,000
			Más de 100	10 000 o AMP
PRESA GRANDE	Mayor a 3	Mayor a 15	Evaluación conforme a NMX-AA-175-SCFI-2015	10 000 o AMP

AMP = Avenida máxima probable

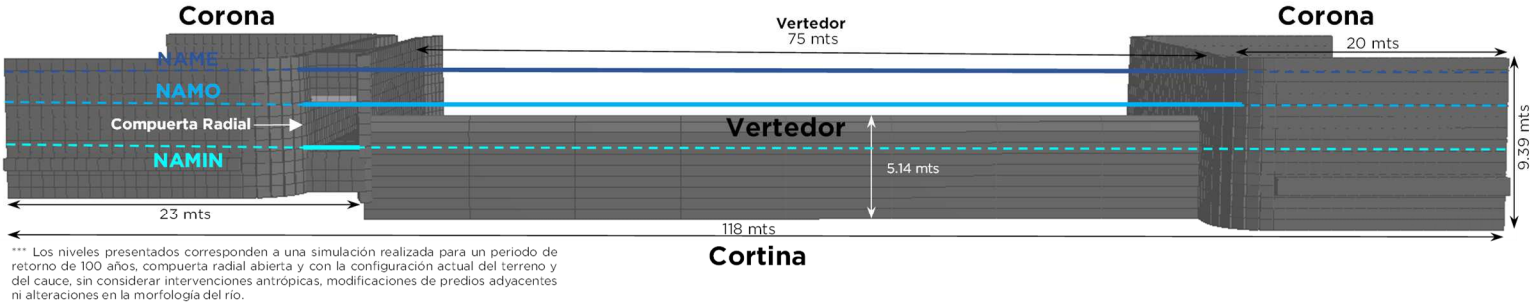
Ilustración 37 imagen obtenida de las recomendaciones de la CONAGUA para el diseño de avenidas.

- Una vez conocidos los términos de diseño del reservorio y además conociendo el funcionamiento hidrológico e hidráulico de las corrientes, podemos determinar que no existe afectación al funcionamiento de las corrientes con la obra de reservorio, lo cual pudo observarse en el apartado de modelación hidráulica, donde los niveles de agua, ancho de espejo de agua y diagramas de velocidad de las condiciones naturales y las condiciones con desvío de la corriente, no existe una afectación que provoque el desbordamiento de alguno de los cauces para la avenida ordinaria.
- Por lo anterior, se realizan las siguientes recomendaciones el diseño del reservorio:

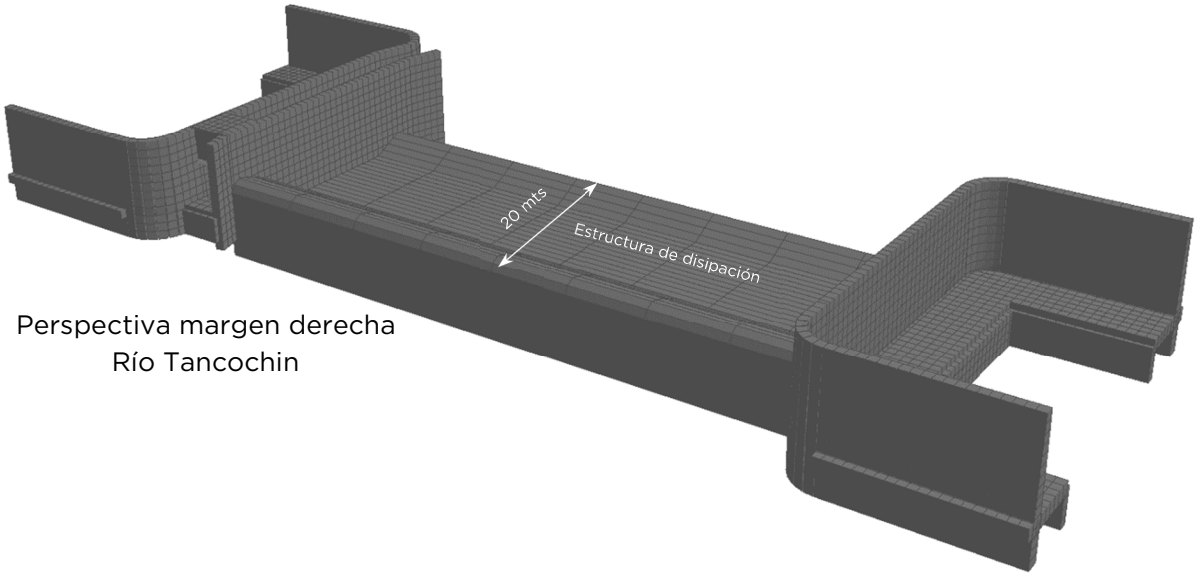
1. La sección hidráulica que se deberá contemplar es:

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

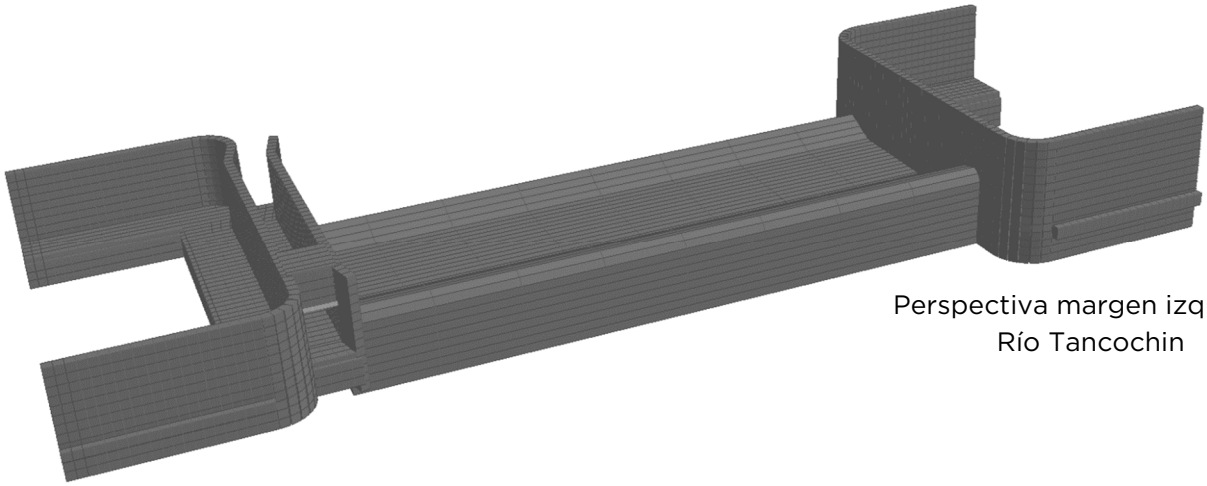
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO



*** Los niveles presentados corresponden a una simulación realizada para un periodo de retorno de 100 años, compuerta radial abierta y con la configuración actual del terreno y del cauce, sin considerar intervenciones antrópicas, modificaciones de predios adyacentes ni alteraciones en la morfología del río.



Perspectiva margen derecha
Río Tancochin



Perspectiva margen izquierda
Río Tancochin

Ilustración 38 Cortina propuesta para el embalse del reservorio.

2. La sección hidráulica de diseño que se modeló en el Hec-Ras tendrá la capacidad de conducir el gasto de **924.06 m³/s** correspondiente al periodo de retorno de 100 años, gasto de diseño recomendado por la CONAGUA para el caso de obras hidráulicas de este tipo.

   En la siguiente imagen se muestra las secciones del modelo hidráulico con la obra:

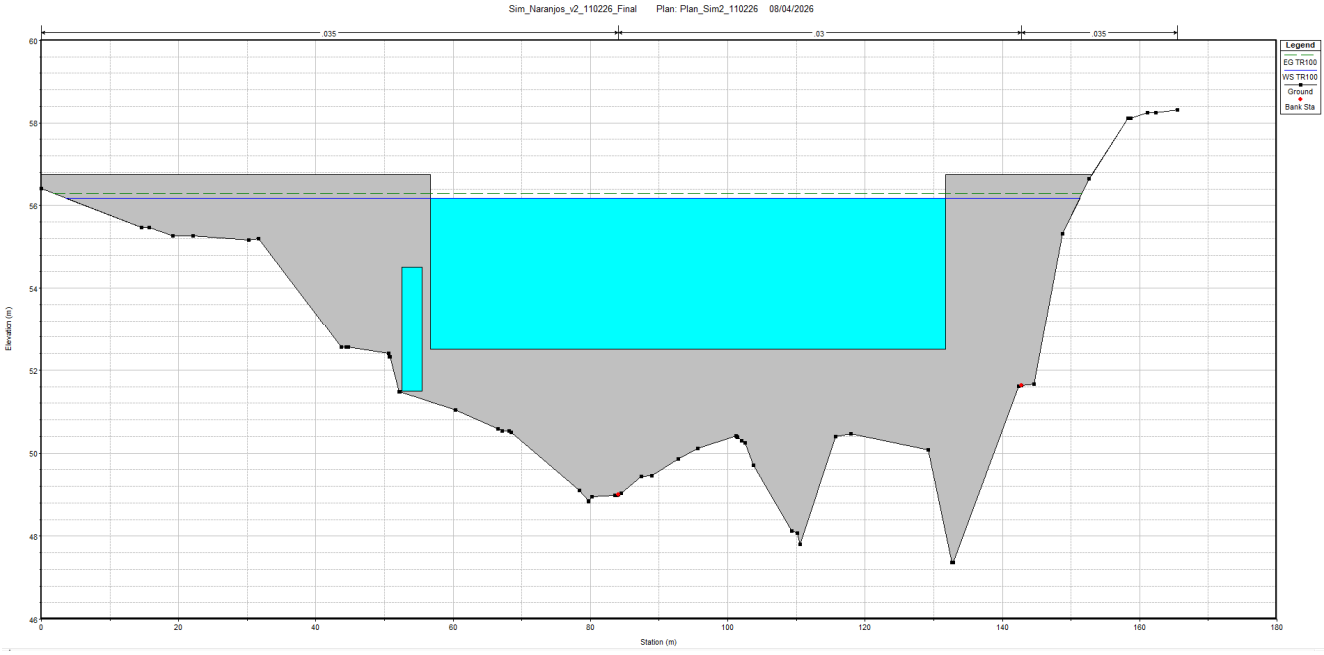


Ilustración 39 sección hidráulica del reservorio, en la cual se pueden observar un gasto para un periodo de retorno de 100 años, así como la operación y funcionamiento (en estado completamente abierto) de la compuerta radial de control de gasto ecológico y avenidas.

36. Volúmenes de almacenamiento del reservorio

De acuerdo con el análisis de volúmenes en base con la topobatimetría completada con trabajos adicionales realizados en campo, se cuenta los siguientes resultados:

Cota Vertedor	TR	Gasto Simulado (m^3/seg)	Superficie inundable (ha)	Volumen Polígono Inundación RESERVORIO (m^3)	Volumen Disponible RESERVORIO (m^3)	Gasto extracción (l/seg)	Compuerta	Reconformación	Disponibilidad (días)
52.50	**5**	382.38	11.9019	342,541.64	171,270.82	80	Cerrada	NO	**24.78**
52.50	**5**	382.38	11.4929	311,971.0139	155,985.51	80	Abierta	NO	**22.57**
52.50	**Qmed**	95.922	8.4782	175,399.3026	87,699.65	80	Cerrada	NO	**12.69**
52.50	**Qmed**	95.922	7.8843	158,561.0815	79,280.54	80	Abierta	NO	**11.47**
52.50	**Qmin**	10.658	5.9126	108,288.4896	54,144.24	80	Cerrada	NO	**7.83**
52.50	**Qmin**	10.658	4.9024	83,271.6658	41,635.83	80	Abierta	NO	**6.02**

Se realizaron simulaciones bajo diversos escenarios, considerando los caudales correspondientes a los periodos de retorno definidos en el estudio hidrológico. Asimismo, se llevó a cabo la delimitación de la zona federal y el análisis del comportamiento del río ante la construcción de la infraestructura propuesta.

Lo anterior con el propósito de identificar las zonas de inundación, estimar los volúmenes de almacenamiento, evaluar las velocidades del flujo, determinar la capacidad de desfogue y analizar el funcionamiento de una compuerta radial, considerando tanto el gasto ecológico como el control de avenidas.

En la tabla previa, se observa un campo llamado “Disponibilidad (días)”, este campo indica cuantos días podría estar el reservorio sin aportaciones del río, respetando y considerando variables como: volumen mínimo de operación, gasto ecológico, perdidas, y evaporación; se diseñó estableciendo que la altura máxima del vertedor permita almacenar y operar de manera segura un gasto presentado en un periodo de retorno de 5 años (NAMO).

Cabe señalar que, en los escenarios simulados, se consideró la reconformación de predios particulares colindantes con la zona federal del río como una variable de análisis. Lo anterior, con el fin de evaluar el comportamiento del reservorio bajo dicha condición, así como estimar el incremento en su capacidad y la inversión requerida.

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Las áreas de inundación se presentan a continuación:

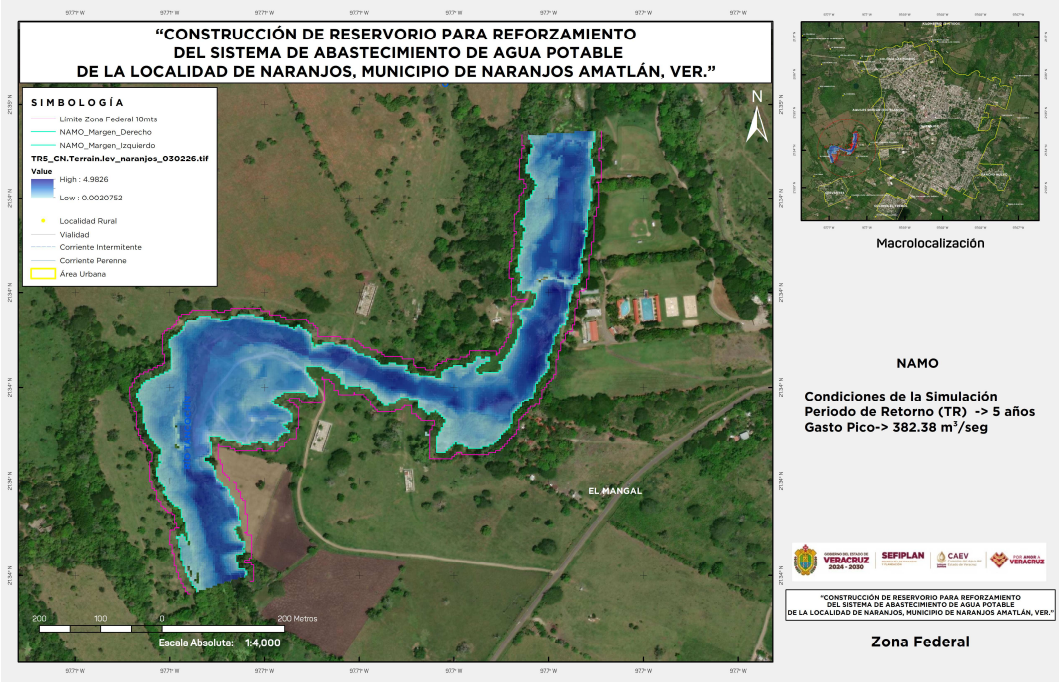


Ilustración 40 NAMO en condiciones naturales.

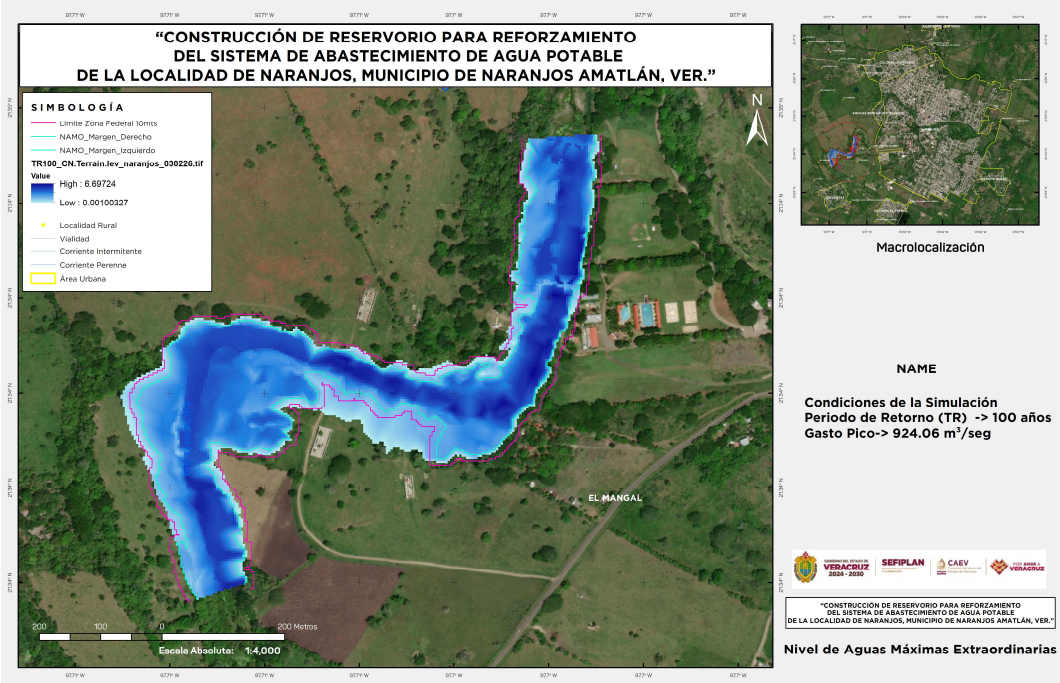


Ilustración 41 NAME en condiciones naturales.

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

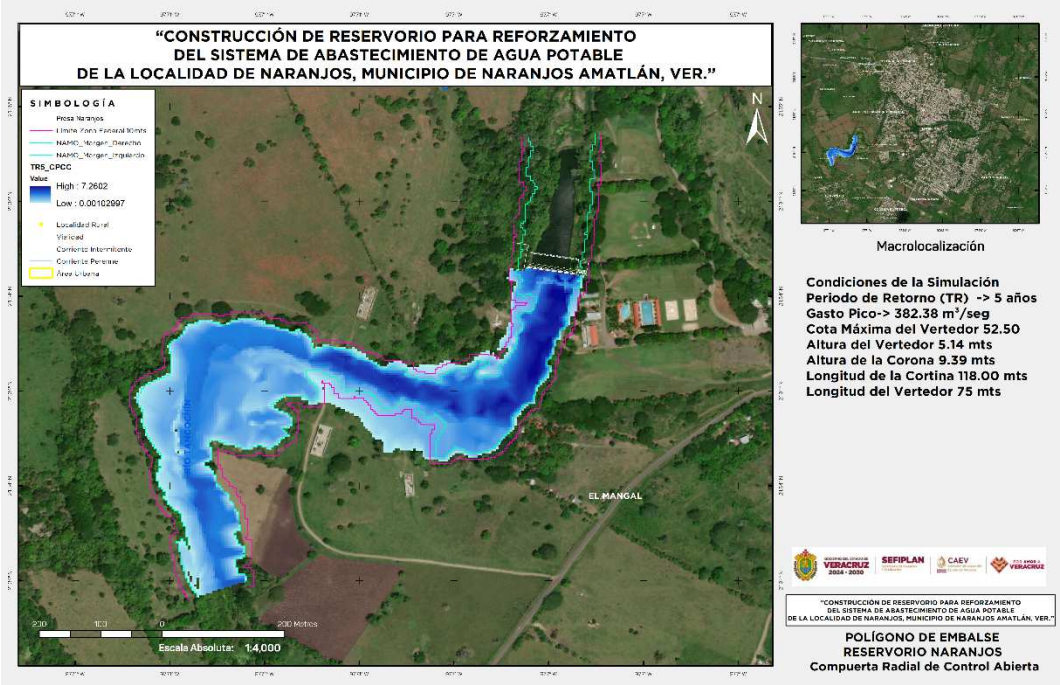


Ilustración 42 NAMO RESERVORIO con la construcción de la presa operando con compuerta radial abierta.

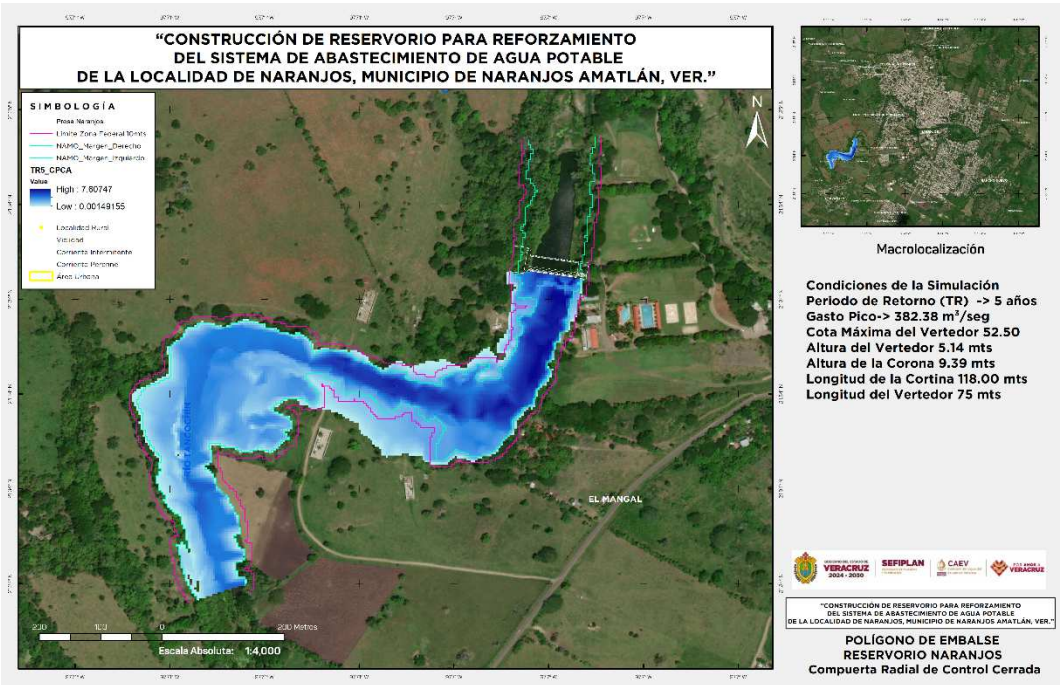


Ilustración 43 NAMO RESERVORIO con la construcción de la presa operando con compuerta radial cerrada.

CONSTRUCCIÓN DE RESERVORIO PARA REFORZAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE NARANJOS, MUNICIPIO DE NARANJOS AMATLÁN, VER.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

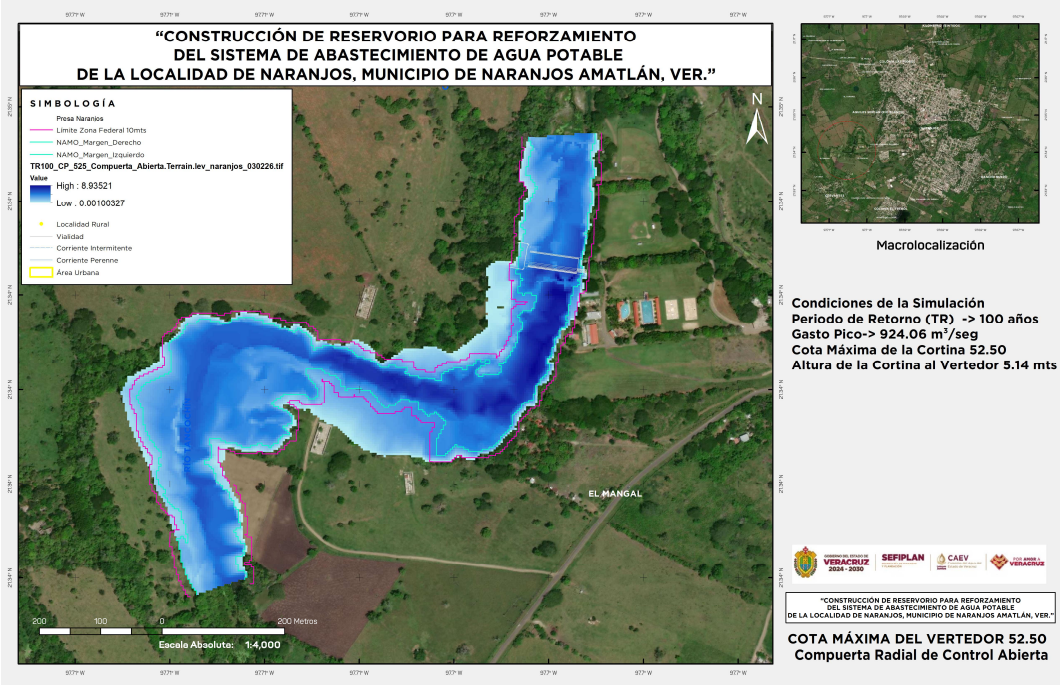


Ilustración 44 NAME RESERVORIO con la construcción de la presa operando con compuerta radial abierta.

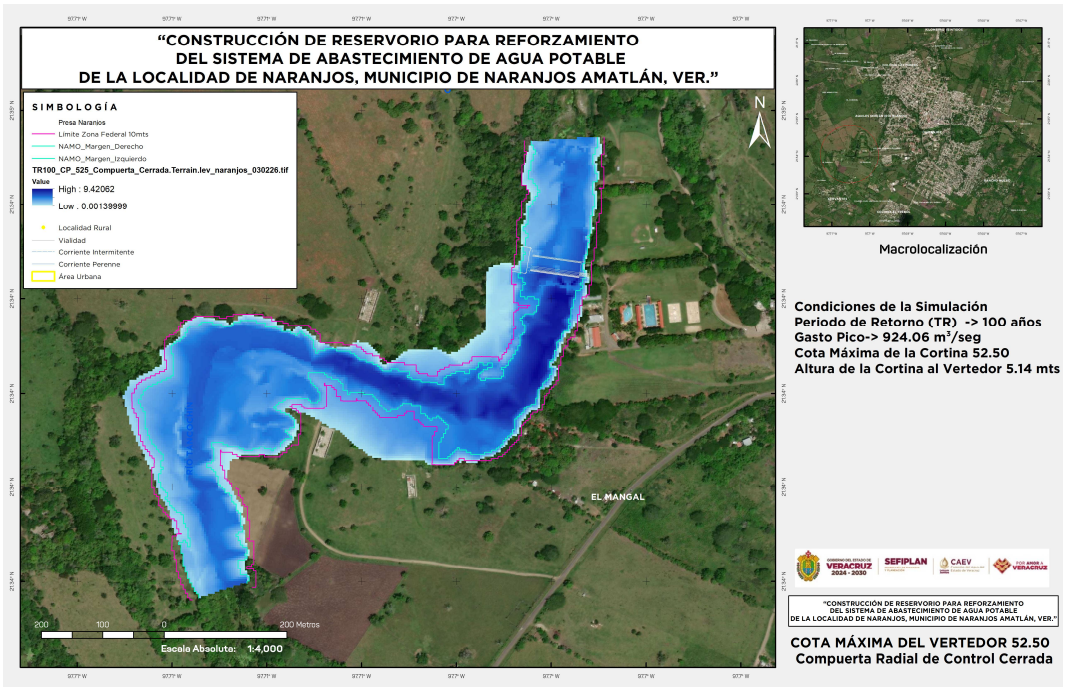


Ilustración 45 NAME RESERVORIO con la construcción de la presa operando con compuerta radial cerrada.

37. Referencias

Campos Aranda, D. F. (2010). Introducción a la hidrología urbana.

Cheng-lung, C. (1983). Rainfall Intensity-Duration-Frequency Formulas. Jornal o Hidráulica Engineering, 109(12), 1603-1621.

Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA. (2017). Mapa de uso de suelo para América del Norte. Obtenido de http://www.cec.org/es/herramientas-y-recursos/atlas-ambiental-de-am%C3%A9rica-del-norte/atlas-ambiental-de-am%C3%A9rica-del-norte

Domínguez, M. R., Esquivel, G. G., Baldemar, M. A., Méndez, A. B., Mendoza, R. A., Arganis, J. M., & Carrizosa, E. E. (2008). Manual del Modelo Pronóstico de Escurrimiento MPE. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería.

Domínguez, M. R., Esquivel, G. G., Baldemar, M. A., Méndez, A. B., Mendoza, R. A., Arganis, J. M., & Carrizosa, E. E. (2014). Gastos generados por avenidas máximas, como base para la elaboración de mapas de peligro por inundaciones fluviales en todas las cuencas de la República Mexicana.

Environmental Systems Research Institute. (2010). ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA.

Escalante Sandoval, C. A., & Reyes Chávez, L. (2002). Técnicas estadísticas en hidrología. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1: 250 000 Serie II (Continuo Nacional). Obtenido de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/vectorial_serieii.aspx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. (2018). Datos vectoriales de las cartas de Uso de Suelo y Vegetación serie VI, escala 1:250,000. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usosuelo/

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2015). Red Hidrográfica escala 1:50,000 edición 2.0. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/regiones_hidrograficas.aspx

QGIS. (2018). QGIS. Obtenido de https://qgis.org/

Servicio Meteorológico Nacional. (2018). Climatología. Obtenido de http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica

Singh, P., Mishra, S., & Jain, M. (2014). A review of the synthetic unit hydrograph: from the empirical UH to advanced geomorphological methods. Hydrological Sciences Journal, 239-261. doi:10.1080/02626667.2013.870664

Tarboton, D. (2016). Terrain Analysis Using Digital Elevation Models.

MATRIZ DE IMPACTOS BENÉFICO/PERJUDICIAL

CONTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE RANAJOS, MUNICIPIO DE NARNJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL	Trazo y delimitación de área de trabajo	Desmonte y despalme de zona para obra civil	Conformación de ataguías	Excavación de zanjas para desplante	Acarreo de material de banco	Colocación de acero	Colado de estructura con concreto premezclado	Colocación de barandal	Tratamiento de juntas mediante calafateo	Arranque y puesta en marcha	Operación del sistema potable	Mantenimiento general
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles		-								-		
		Árbustos		-								-		-
		Vegetación herbacea		-								-		-
	FAUNA	Terrestre	-	-										
		Avifauna	-	-										
		Acuática		-	-									
	AGUA	Subterránea												
		Superficial			-	-			-		-	-	-	-
		Calidad							-					
	SUELO	Geomorfología				-								
		Erosión		-	-	-								
		Infiltración												
		Subsuelo												
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas		-		-	-			-	-			-
		Emisión a la atmósfera		-		-	-		-					
	RUIDO	Vibraciones		-	-	-	-	-	-	-		-		
	PAISAJE	Unidades paisajisticas afectadas		-	-	-			-					
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos		+	+	+		+	+	+	+		+	+
		Seguridad en la población					-			+	+		+	+
		Seguridad laboral		-	-	-		-	-	+				
		Generación de residuos		-	-	-		-	-	-	-	-		-

MATRIZ DE IMPACTOS PERTURBACIÓN (P)

CONTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE RANAJOS, MUNICIPIO DE NARNJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL	Trazo y delimitación de área de trabajo	Desmonte y despalme de zona para obra civil	Conformación de ataguías	Excavación de zanjas para desplante	Acarreo de material de banco	Colocación de acero	Colado de estructura con concreto premezclado	Colocación de barandal	Tratamiento de juntas mediante calafateo	Arranque y puesta en marcha	Operación del sistema potable	Mantenimiento general
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles		1								2		
		Árbustos		2								1		1
		Vegetación herbacea		2								2		1
	FAUNA	Terrestre	1	1										
		Avifauna	1	1										
		Acuática		1	2									
	AGUA	Subterránea												
		Superficial			2	2			2		1	1	1	1
		Calidad							1					
	SUELO	Geomorfología				1								
		Erosión		1	1	1								
		Infiltración												
		subsuelo												
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas		1		2	1			1	1			1
		Emisión a la atmósfera		2		2	1		2					
	RUIDO	Vibraciones		2	2	2	1	1	2	1		1		
	PAISAJE	Unidades paisajisticas afectadas		1	2	2			2					
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos		2	2	2		1	2	1	1		2	1
		Seguridad en la población					1			2	2		3	2
		Seguridad laboral		1	1	1		1	2	1				
		Generación de residuos		2	2	2		2	2	2	1	2		1

IMPORTANTE	3
REGULAR	2
ESCASA	1

MATRIZ DE IMPACTOS IMPORTANCIA (I)

CONTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE RANAJOS, MUNICIPIO DE NARNJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL	Trazo y delimitación de área de trabajo	Desmonte y despalme de zona para obra civil	Conformación de ataguías	Excavación de zanjas para desplante	Acarreo de material de banco	Colocación de acero	Colado de estructura con concreto premezclado	Colocación de barandal	Tratamiento de juntas mediante calafateo	Arranque y puesta en marcha	Operación del sistema potable	Mantenimiento general
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles		1								2		
		Árbustos		1								1		1
		Vegetación herbacea		1								1		1
	FAUNA	Terrestre	1	1										
		Avifauna	1	1										
		Acuática		1	1									
	AGUA	Subterránea												
		Superficial			2	2			2		1	1	1	1
		Calidad							1					
	SUELO	Geomorfología				1								
		Erosión		1	1	2								
		Infiltración												
		Subsuelo												
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas		1		2	2			1	1			1
		Emisión a la atmósfera		1		1	1		2					
	RUIDO	Vibraciones		1	2	2	1	1	2	1		1		
	PAISAJE	Unidades paisajisticas afectadas		2	2	2			1					
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos		1	2	2		1	2	2	2		2	1
		Seguridad en la población					2			2	3		3	3
		Seguridad laboral		1	1	2		1	2	3				
		Generación de residuos		1	1	2		2	2	1	1	1		1

Alta	3
Media	2
Baja	1

MATRIZ DE IMPACTOS OCURRENCIA (O)

CONTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE RANAJOS, MUNICIPIO DE NARNJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL	Trazo y delimitación de área de trabajo	Desmonte y despalme de zona para obra civil	Conformación de ataguías	Excavación de zanjas para desplante	Acarreo de material de banco	Colocación de acero	Colado de estructura con concreto premezclado	Colocación de barandal	Tratamiento de juntas mediante calafateo	Arranque y puesta en marcha	Operación del sistema potable	Mantenimiento general
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles		2								2		
		Árbustos		2								2		1
		Vegetación herbacea		2								2		1
	FAUNA	Terrestre	1	1										
		Avifauna	1	1										
		Acuática		1	1									
	AGUA	Subterránea												
		Superficial			2	1			2		1	1	2	2
		Calidad							1					
	SUELO	Geomorfología				1								
		Erosión		1	1	1								
		Infiltración												
		Subsuelo												
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas		2		2	1			1	1			1
		Emisión a la atmósfera		2		2	1		1					
	RUIDO	Vibraciones		2	2	2	1	2	2	2		1		
	PAISAJE	Unidades paisajisticas afectadas		2	2	2			2					
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos		2	2	2		2	2	2	2		2	2
		Seguridad en la población					1			2	2		2	2
		Seguridad laboral		1	1	1		1	1	2				
		Generación de residuos		2	2	2		2	2	2	2	1		2

Muy probable	3
Probable	2
Poco probable	1

MATRIZ DE IMPACTOS EXTENSIÓN (E)

CONTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE RANAJOS, MUNICIPIO DE NARNJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL	Trazo y delimitación de área de trabajo	Desmonte y despalme de zona para obra civil	Conformación de ataguías	Excavación de zanjas para desplante	Acarreo de material de banco	Colocación de acero	Colado de estructura con concreto premezclado	Colocación de barandal	Tratamiento de juntas mediante calafateo	Arranque y puesta en marcha	Operación del sistema potable	Mantenimiento general
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles		1								1		
		Árbustos		1								1		1
		Vegetación herbacea		1								1		1
	FAUNA	Terrestre	1	1										
		Avifauna	1	1										
		Acuática		1	1									
	AGUA	Subterránea												
		Superficial			1	1			2		1	2	2	2
		Calidad							2					
	SUELO	Geomorfología				1								
		Erosión		1	1	1								
		Infiltración												
		Subsuelo												
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas		1		1	2			1	1			1
		Emisión a la atmósfera		1		1	2		1					
	RUIDO	Vibraciones		1	1	1	2	1	1	1		1		
	PAISAJE	Unidades paisajisticas afectadas		1	1	1			1					
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos		1	1	1		1	1	1	1		1	1
		Seguridad en la población					2			1	1		2	2
		Seguridad laboral		1	1	1		1	1	1				
		Generación de residuos		1	1	1		1	1	1	1	1		1

Regional	3
Local	2
Puntual	1

MATRIZ DE IMPACTOS DURACIÓN (D)

CONTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE RANAJOS, MUNICIPIO DE NARNJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL	Trazo y delimitación de área de trabajo	Desmonte y despalme de zona para obra civil	Conformación de ataguías	Excavación de zanjas para desplante	Acarreo de material de banco	Colocación de acero	Colado de estructura con concreto premezclado	Colocación de barandal	Tratamiento de juntas mediante calafateo	Arranque y puesta en marcha	Operación del sistema potable	Mantenimiento general
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles		3								2		
		Árbustos		3								2		1
		Vegetación herbacea		3								2		1
	FAUNA	Terrestre	1	1										
		Avifauna	1	1										
		Acuática		1	2									
	AGUA	Subterránea												
		Superficial			2	1			2		1	2	3	1
		Calidad							2					
	SUELO	Geomorfología				1								
		Erosión		2	1	1								
		Infiltración												
		Subsuelo												
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas		1		1	1			1	1			1
		Emisión a la atmósfera		1		1	1		2					
	RUIDO	Vibraciones		1	1	1	1	2	2	1		2		
	PAISAJE	Unidades paisajisticas afectadas		2	2	1			2					
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos		1	1	1		2	2	1	1		2	1
		Seguridad en la población					1			3	3		3	3
		Seguridad laboral		1	1	1		2	2	1				
		Generación de residuos		1	1	1		2	2	1	1	1		1

Permanente	3
Media	2
Corta	1

MATRIZ DE IMPACTOS REVERSIBILIDAD (R)

CONTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE RANAJOS, MUNICIPIO DE NARNJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL	Trazo y delimitación de área de trabajo	Desmonte y despalme de zona para obra civil	Conformación de ataguías	Excavación de zanjas para desplante	Acarreo de material de banco	Colocación de acero	Colado de estructura con concreto premezclado	Colocación de barandal	Tratamiento de juntas mediante calafateo	Arranque y puesta en marcha	Operación del sistema potable	Mantenimiento general
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles		1								1		
		Árbustos		1								1		1
		Vegetación herbacea		1								1		1
	FAUNA	Terrestre	1	1										
		Avifauna	1	1										
		Acuática		1	1									
	AGUA	Subterránea												
		Superficial			1	1			1		1	2	2	1
		Calidad							1					
	SUELO	Geomorfología				1								
		Erosión		1	1	1								
		Infiltración												
		Subsuelo												
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas		1		1	1			1	1			1
		Emisión a la atmósfera		1		1	1		1					
	RUIDO	Vibraciones		1	1	1	1	1	1	1		1		
	PAISAJE	Unidades paisajisticas afectadas		1	1	1			1					
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos		1	1	1		1	1	1	1		2	1
		Seguridad en la población					1			1	1		1	1
		Seguridad laboral		1	1	1		1	1	1				
		Generación de residuos		1	1	1		1	1	1	1	1		1

Irreversible	3
Parcial	2
Reversible	1

MATRIZ DE IMPACTOS TOTAL DE IMPACTO

C (P+I+A+O+E+D+R)

CONTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE RANAJOS, MUNICIPIO DE NARNJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL	Trazo y delimitación de área de trabajo	Desmonte y despalme de zona para obra civil	Conformación de ataguías	Excavación de zanjas para desplante	Acarreo de material de banco	Colocación de acero	Colado de estructura con concreto premezclado	Colocación de barandal	Tratamiento de juntas mediante calafateo	Arranque y puesta en marcha	Operación del sistema potable	Mantenimiento general
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles		-9								-10		
		Árbustos		-10								-8		-6
		Vegetación herbacea		-10								-9		-6
	FAUNA	Terrestre	-6	-6										
		Avifauna	-6	-6										
		Acuática		-6	-8									
	AGUA	Subterránea												
		Superficial			-10	-8			-11		-6	-9	-11	-8
		Calidad							-8					
	SUELO	Geomorfología				-6								
		Erosión		-7	-6	-7								
		Infiltración												
		Subsuelo												
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas		-7		-9	-8			-6	-6			-6
		Emisión a la atmósfera		-8		-8	-7		-9					
	RUIDO	Vibraciones		-8	-9	-9	-7	-8	-10	-7		-7		
	PAISAJE	Unidades paisajisticas afectadas		-9	-10	-9			-9					
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos		8	9	9		8	10	8	8		11	7
		Seguridad en la población					-8			11	12		14	13
		Seguridad laboral		-6	-6	-7		-7	-9	9				
		Generación de residuos		-8	-8	-9		-10	-10	-8	-7	-7		-7
		NÚMERO DE IMPACTOS POSITIVOS		1	1	1		1	1	3	2		2	2
		NÚMERO DE IMPACTOS NEGATIVOS	2	14	7	9	4	3	7	3	3	6	1	5

VALORACIÓN DE IMPACTOS

C (P+I+A+O+E+D+R)

CONTRUCCIÓN DE PRESA EN EL RÍO TANCOCHÍN (RESERVORIO) PARA EL SISTEMA MÚLTIPLE DE AGUA ENTUBADA DE LA LOCALIDAD DE RANAJOS, MUNICIPIO DE NARNJOS AMATLÁN, VERACRUZ.

			PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
SISTEMA AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE	COMPONENTE AMBIENTAL	Trazo y desmonte	Despalme	Limpieza del trazo	Construcción de obra de captación	Desazolve de la presa	Excavación para apertura de zanjas	Colocación de plantilla al fondo de la zanja	Instalación, armado, conexión de tubería y accesorios	Construcción de estacion de bombeo	Arranque y puesta en marcha	Operación del sistema potable	Mantenimiento general
MEDIO NATURAL	FLORA	Árboles		C								C		
		Árbustos		C								C		C
		Vegetación herbacea		C								C		C
	FAUNA	Terrestre	C	C										
		Avifauna	C	C										
		Acuática		C	C									
	AGUA	Subterránea												
		Superficial			C	C			C		C	C	C	C
		Calidad							C					
	SUELO	Geomorfología				C								
		Erosión		C	C	C								
		Infiltración												
		Subsuelo												
	CALIDAD DEL AIRE	Partículas suspendidas		C		C	C			C	C			C
		Emisión a la atmósfera		C		C	C		C					
	RUIDO	Vibraciones		C	C	C	C	C	C	C		C		
	PAISAJE	Unidades paisajisticas afectadas		C	C	C			C					
SOCIOECONÓMICO	ENTORNO SOCIAL	Empleos		B	B	B		B	B	B	B		B	B
		Seguridad en la población					C			B	ME		ME	ME
		Seguridad laboral		C	C	C		C	C	B				
		Generación de residuos		C	C	C		C	C	C	C	C		C

NEGATIVOS	SEVERO	Mayor a -18	SE
	MODERADO	Entre -18 y -12	MO
	COMPATIBLE	Menor a -12	C
POSITIVOS	ALTO	Mayor a 18	A
	MEDIANO	Entre 18 y 12	ME
	BAJO	Menor a 12	B