EXTRACCIÓN DE MATERIALES PETREOS EN EL RIO CAHOACAN

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

TAPACHULA, CHIAPAS.

PROMOVENTE | GLADYS VIVIANA LOPEZ ESCOBAR

Contenido

.....0
1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.....2
1.1 Proyecto.....2
1.1.1 Nombre del proyecto.....2
1.1.2 Ubicación del proyecto.....2
1.1.3 Tiempo y vida útil del proyecto.....3
1.2 Promovente.....3
1.2.1 Nombre o razón social.....3
1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....3
1.3.1 Nombre o razón social.....3
1.3.2 Nombre del responsable técnico del estudio.....3
1.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio.....3

1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

1.1 Proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

"Extracción de Materiales Pétreos en Río Cahoacán"

1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto de extracción de material pétreo se ubica en el cauce del río Cahoacán, localizado a 13 km al sureste de la cabecera municipal de Tapachula de Córdova y Ordoñez, en el municipio de Tapachula, Chiapas. El río *Cahoacán* pertenece a la subcuenca R. Cahoacán, de la cuenca R. Suchiate y Otros, de la Región Hidrológica No. 23 Costas de Chiapas.

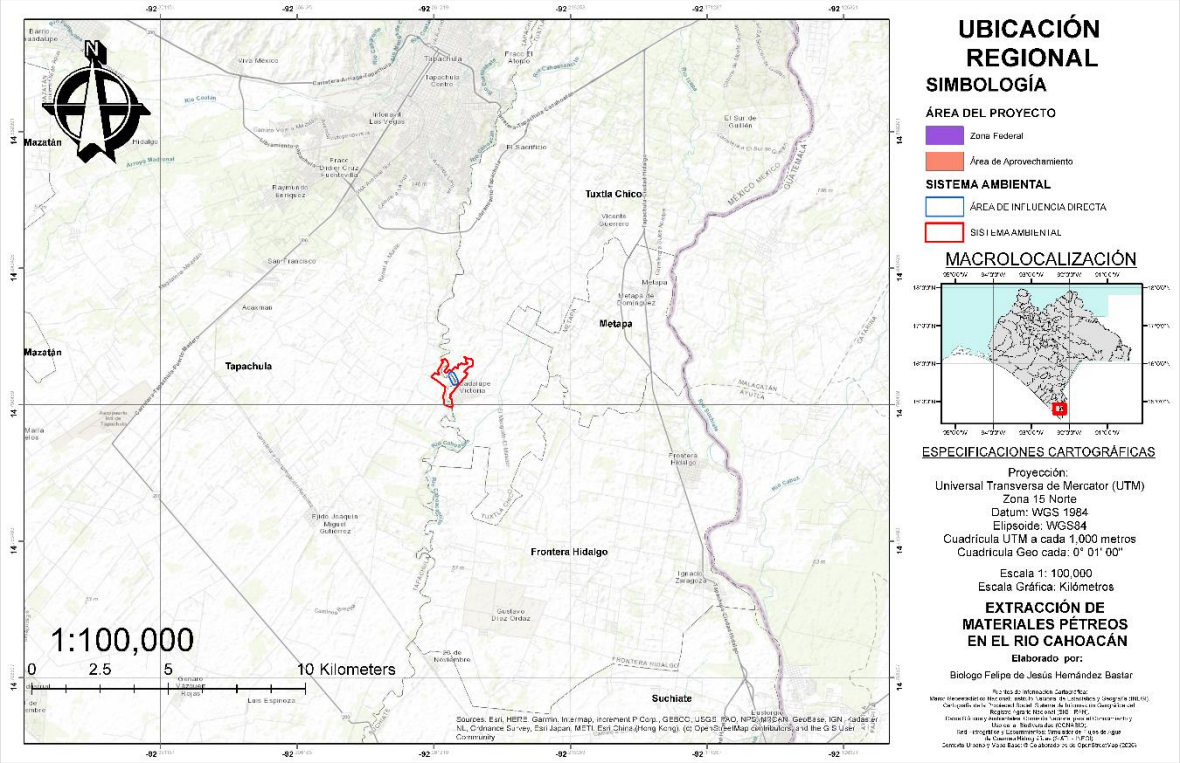


Imagen 1.- Ubicación de proyecto respecto a la capital del municipio de Tapachula.

Coordenadas de ubicación del proyecto		
Centroide polígono de extracción	14°48'25.56"N	92°15'17.31"W
Centroide zona federal	14°48'28.70"N	92°15'19.51"W

Tabla 1.-Ubicación de las áreas del proyecto.

1.1.3 Tiempo y vida útil del proyecto.

Se solicita una vida útil del proyecto de 5 años.

1.2 Promovente.

1.2.1 Nombre o razón social

Gladys Viviana López Escobar

1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.3.1 Nombre o razón social

Ing. Veronica Hernández Bastar

1.3.2 Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Verónica Hernández Bastar

1.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio

Cel.
Correo electrónico**:**

Contenido

2 Descripción del proyecto 1

2.1 Información general del proyecto 1

2.1.1 Naturaleza del proyecto 2

2.1.2 Selección del sitio 11

2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 16

2.1.4 Inversión requerida 24

2.1.5 Dimensiones del proyecto 25

2.1.6 Usa actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 32

2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 36

2.2 Características particulares del proyecto 37

2.2.1 Descripción de las Actividades Principales del Proyecto 37

2.2.2 Programa general de trabajo 39

2.2.3 Preparación del sitio 40

2.2.4 Construcción de obras mineras 41

2.2.5 Construcción de obras asociadas o provisionales 41

2.2.6 Etapa de operación y mantenimiento 42

2.2.7 Etapa de abandono del sitio (post – operación) 46

2.2.8 Requerimiento de Personal, Maquinaria e Insumos 47

2.2.9 Utilización de explosivos 49

2.2.10 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 49

2.2.11 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. 54

2.2.12 Otras fuentes de daños 55

2.2.13 Representación Grafica 56

2 Descripción del proyecto

2.1 Información general del proyecto

La ejecución y desarrollo del Presente Proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, consiste principalmente en la extracción de material pétreo, la actividad antes mencionada será desarrollada en un tramo del cauce del Rio Cahoacán, el polígono de extracción se encuentran ubicados a 1 Km al Oriente de la vialidad denominada Ramal a San Nicolás Lagartero, o tomando como punto de referencia el Parque Central del Municipio de Tapachula el sitio del proyecto se ubica a 11 Km al Sur de la Ciudad, cabe mencionar que para acceder al sitio del proyecto ya se cuenta con vialidades perfectamente delimitadas y asfaltadas, el tramo final para llegar a la zona de trabajo es un camino de terracería, como se puede apreciar en las imágenes siguientes.





Imagen 2.1 En estas Fotografías se pueden apreciar las vialidades que serán utilizadas para llegar a los sitios o zonas del proyecto**.**

2.1.1 Naturaleza del proyecto

La roca o piedras son minerales sólidos y comúnmente son utilizados como materiales de construcción tradicional desde tiempos prehistóricos y forma parte de los materiales pétreos naturales. Las actividades de extracción de materiales pétreos para la construcción son de vital importancia en cualquier ámbito de las obras civiles, ya que de ella depende el correcto desarrollo y ejecución de las obras de infraestructura que ayudan al crecimiento de la zona donde se desarrollan.

Existen dos tipos fundamentales de canteras, las de formación de aluvión, llamadas también canteras fluviales, en las cuales los ríos como agentes naturales de erosión, transportan durante grandes recorridos las rocas aprovechando su energía cinética para depositarlos en zonas de menor potencialidad formando grandes depósitos de estos materiales entre los cuales se encuentran desde cantos rodados y gravas hasta arena, limos y arcillas; la dinámica propia de las corrientes de agua permite que aparentemente estas canteras tengan ciclos de autoabastecimiento, lo cual implica una explotación económica, pero susceptible de afectación a los cuerpos de agua y a su dinámica natural. Otro tipo de canteras son las denominadas de roca, más conocidas como canteras de peña, las cuales tienen su origen en la formación geológica de una zona determinada, donde pueden ser sedimentarias, ígneas o metamórficas; estas canteras por su condición estática, no presentan esa característica de autoabastecimiento lo cual las hace fuentes limitadas de materiales.

En Chiapas la explotación de bancos de materiales pétreos es una actividad sobresaliente y que ha venido tomado auge en los últimos años, por lo consiguiente se tiene una derrama económica que produce una diseminación en gran parte de la entidad, que no obstante su importancia económica, la explotación de materiales pétreos se había realizado sin planeación ni control, lo que conlleva a un detrimento del medio ambiente y afecta negativamente a varios componentes, principalmente el suelo, generando efectos ambientales que pueden llegar a ser irreversibles de no regular su operación y complementarse con acciones de restauración.

Uno de los estudios que pretende establecer la relación del desarrollo de actividades económicas y el medio ambiente que lo rodea es la Evaluación de Impacto Ambiental, que sirve como una guía para facilitar la toma de decisiones en función a la información presentada, que permite el análisis previo a la ejecución de proyectos, indicando sus posibles consecuencias al desarrollar los mismos. Este instrumento permitirá tomar decisiones acertadas, donde se busque el balance entre el desarrollo económico, el uso sustentable y sostenible de los recursos naturales y el bienestar social.

Es por ello y derivado a lo antes mencionado se pretende la ejecución y desarrollo del presente proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, esto con el objetivo de abastecer la demanda de material pétreo que existe en la zona y municipios colindantes, el material pétreo a obtener será utilizado para obras públicas federales, estatales o municipales, además de ser utilizado por empresas privadas dedicadas al ámbito de la construcción de viviendas y casa habitación.

La extracción del material pétreo que se encuentra acumulado en el cauce del Rio Cahoacán traerá como beneficio el mejoramiento del drenaje natural del área, ya que en los últimos años

se ha azolvado el cauce del rio lo que ha traído como consecuencia que en el temporal de lluvias extraordinarias el flujo hídrico desfogue en las partes bajas formando diferentes corrientes alternas en la zona de influencia de donde se pretende establecer el proyecto, lo que ha provocado daños en sus márgenes y en las actividades económicas como son la agricultura y ganadería, al inundar y fragmentar sus parcelas de trabajo.

La remodelación, ampliación, mantenimiento y construcción de vías de comunicación estatales y federales, además de obras de equipamiento y servicios urbanos, como son alcantarillado y agua potable, así como el mantenimiento de caminos de terracería rurales para la comunicación de las localidades, ha traído la necesidad de contar con material pétreo generando la oferta necesaria para poder solventar el desarrollo de la actividad de extracción de material pétreo, y así poder satisfacer de material a las diferentes actividades de obra civil de carácter público o privado, es por esto que el desarrollo del presente proyecto se considera de carácter primordial para satisfacer dicha necesidad.

La ejecución y desarrollo del presente proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, tiene como objetivo principal la extracción de material pétreo en greña (arena y piedras) acumulados por el arrastre fluvial dentro del cauce del Rio Cahoacán, la actividad planteada para la extracción de material pétreo será desarrollada en un espacio o sección llamada Polígono de Extracción. En la tabla siguiente se presenta el espacio o superficie a ocupar para el Polígono de Extracción, el cual estará ubicado dentro del cauce natural del Rio Cahoacán.

Tabla 2.1 Dimensiones y Área del Polígono de Extracción del Presente Proyecto.

Polígonos	Estación o Tramo	Área (m^2)
Polígono de Extracción	0+300 al 0+600	5,600.00
	Total	**5,600.00**

La superficie o espacio total a ocupar para las actividades de Extracción de Material Pétreo del presente proyecto es de **5,600.00 m^2**, este sitio será utilizado con la finalidad de aprovechar los bancos o volúmenes de azolve que existen sobre el perfil natural del rio y con la finalidad de ofertar estos productos para las diferentes actividades de obra civil en la zona.

El presente proyecto contempla una vida operativa de 5 años, es por ello que el material pétreo a extraer durante este tiempo será de 34,941.70 m^3, lo que significa que anualmente se espera obtener un volumen de 6,988.34 m^3. Es importante aclarar que la extracción se realizara de manera escalonada por tramos, con la finalidad de permitir la recuperación natural del material pétreo en el cauce del Rio Cahoacán. En las actividades y proceso de extracción de materiales pétreos del presente proyecto no se contempla la utilización de explosivos, estas actividades serán realizadas mecánicamente con equipo y maquinaria idónea y necesaria para tales acciones.

Además de lo anterior el desarrollo del proyecto pretende minimizar el factor de riesgo y prevenir inundaciones de los terrenos colindantes y principalmente las poblaciones o localidades aguas abajo ubicadas en las cercanías del rio.

El presente proyecto pretende la extracción de material pétreo partiendo del centro del cauce con un ancho de 20 metros (10 metros hacia ambas márgenes, a partir del eje de cada sección transversal). La actividad de extracción de material pétreo se realizará respetando los bordes naturales de ambas márgenes del cauce, dejando un espacio mínimo de 15 metros medidos horizontalmente a partir del barrote natural del rio, esto con la finalidad de no alterar la vegetación y morfología fluvial del cauce; así mismo se realizará de acuerdo con el alineamiento vertical y horizontal en tramos de 20 metros. La actividad de extracción se realizará en sentido contrario a la corriente del cauce del río, esto con la finalidad que la corriente misma restaure el material aprovechado.

A continuación, se presenta la programación propuesta en función del material a extraer, sujeta a cambios por las condiciones de la demanda del producto en el mercado, así como por las condiciones meteorológicas, y la disponibilidad del equipo de trabajo.

Tabla 2.2 Calculo de Áreas y volumen calculado anualmente en el Polígono de Extracción.

POLIGONO DE EXTRACCION			
CALCULOS DE ÁREAS Y CORTE			
ESTACIÓN	**ÁREA (m^2)**	**SEMIDISTANCIA**	**VOLUMEN (m^3)**
0+300	0.00	10.00	6.42
0+320	0.64	10.00	258.46
0+340	25.20	10.00	530.73
0+360	27.87	10.00	539.61
0+380	26.09	10.00	529.74
0+400	26.88	10.00	531.74
0+420	26.29	10.00	522.27
0+440	25.94	10.00	546.95
0+460	28.76	10.00	553.75
0+480	26.62	10.00	530.00
0+500	26.38	10.00	554.63
0+520	29.08	10.00	550.36
0+540	25.96	10.00	519.50
0+560	25.99	10.00	533.58
0+580	27.36	10.00	277.12
0+600	0.35	10.00	3.48
		Total, Anual	**6,988.34**

El objetivo principal del proyecto será la extracción de arena y piedra del cauce del Rio Cahoacán con la autorización de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a través de una concesión para el aprovechamiento de materiales pétreos en greña por un volumen total de

34,941.70 m^3, el volumen se explotará en anualidades, siendo 6,988.34 m^3 el volumen a explotar anualmente.

El material que se pretende obtener (arena y piedra) será utilizada en la industria de la construcción en el Municipio de Tapachula y municipios colindantes a la zona del proyecto.

En virtud a que se trata de un cuerpo de agua de propiedad federal, paralelamente a la elaboración del manifiesto de Impacto Ambiental, se solicitara el título de concesión para extraer materiales pétreos, así como el uso de la Zona Federal para el acceso al rio ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). En la siguiente tabla se presentan los volúmenes a extraer por mes y año en la vida operativa del proyecto, cabe mencionar que en los meses de agosto, septiembre y octubre no se realizaran actividades de extracción, esto derivado a las fuertes lluvias que se presentan en la zona del proyecto, lo que impide acceder al área de extracción y llevar a cabo las actividades propias del proyecto.

Tabla 2.3 Volumen de Extracción durante la Vida Útil del proyecto desglosado en Meses.

AÑO: 2027		AÑO: 2028		AÑO: 2029		AÑO: 2030		AÑO: 2031	
MES	**VOLUMEN POR EXTRAER (M3)**	**MES**	**VOLUMEN POR EXTRAER (M3)**	**MES**	**VOLUMEN POR EXTRAER (M3)**	**MES**	**VOLUMEN POR EXTRAER (M3)**	**MES**	**VOLUMEN POR EXTRAER (M3)**
ENE	776	**ENE**	776	**ENE**	776	**ENE**	776	**ENE**	776
FEB	776	**FEB**	776	**FEB**	776	**FEB**	776	**FEB**	776
MAR	776	**MAR**	776	**MAR**	776	**MAR**	776	**MAR**	776
ABR	776	**ABR**	776	**ABR**	776	**ABR**	776	**ABR**	776
MAY	776	**MAY**	776	**MAY**	776	**MAY**	776	**MAY**	776
JUN	776	**JUN**	776	**JUN**	776	**JUN**	776	**JUN**	776
JUL	779	**JUL**	779	**JUL**	779	**JUL**	779	**JUL**	779
AGO	---	**AGO**	---	**AGO**	---	**AGO**	---	**AGO**	---
SEP	---	**SEP**	---	**SEP**	---	**SEP**	---	**SEP**	---
OCT	---	**OCT**	---	**OCT**	---	**OCT**	---	**OCT**	---
NOV	777.34	**NOV**	777.34	**NOV**	777.34	**NOV**	777.34	**NOV**	777.34
DIC	776	**DIC**	776	**DIC**	776	**DIC**	776	**DIC**	776
Total	**6988.34**	**6988.34**		**6988.34**		**6988.34**		**6988.34**	

El presente documento es con la finalidad de que la autoridad competente evalué, analice y autorice por el periodo solicitado la ejecución y realización de las obras y actividades correspondiente a la extracción de materiales pétreos, además de dar cumplimiento a la legislación ambiental que regula la actividad de extracción de materiales pétreos en zona federal, que para el caso del presente se trata del cauce del Río Cahoacán.

En las tablas siguientes se presentan las Coordenadas Geográficas y UTM (DATUM WGS84) del Polígono de Extracción y la Zona Federal a solicitar para el acceso y desarrollo del presente proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas.

Tabla 2.4 Cuadro de Construcción del Polígono de Extracción del Presente Proyecto, este espacio se ubica al interior del Cauce del Rio Cahoacán.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLIGONO DE EXTRACCIÓN							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	55.061 m	580147.71	1637234.20	14° 48' 29.15" N	92° 15' 18.61" W
2	2	3	185.31 m	580172.44	1637185.02	14° 48' 27.55" N	92° 15' 17.79" W
3	3	4	21.253 m	580250.64	1637017.09	14° 48' 22.07" N	92° 15' 15.19" W
4	4	5	20.006 m	580256.98	1636996.81	14° 48' 21.41" N	92° 15' 14.98" W
5	5	6	15.94 m	580237.26	1636993.44	14° 48' 21.31" N	92° 15' 15.64" W
6	6	7	185 m	580232.51	1637008.65	14° 48' 21.80" N	92° 15' 15.80" W
7	7	8	54.759 m	580154.44	1637176.31	14° 48' 27.27" N	92° 15' 18.39" W
8	8	9	18.646 m	580129.84	1637225.21	14° 48' 28.86" N	92° 15' 19.21" W
9	9	10	20.006 m	580119.32	1637240.60	14° 48' 29.36" N	92° 15' 19.56" W
10	10	1	---	580134.19	1637253.98	14° 48' 29.80" N	92° 15' 19.06" W
ÁREA= 5600.00 METROS CUADRADOS				**PERIMETRO= 599.76 M**			

Tabla 2.5 Cuadro de Construcción de la Zona Federal para el Acceso al Polígono de extracción del proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ZONA FEDERAL MARGEN IZQUIERDA							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	16.475 m	580125.14	1637224.10	14° 48' 28.82" N	92° 15' 19.36" W
2	2	3	10.003 m	580132.02	1637209.13	14° 48' 28.34" N	92° 15' 19.14" W
3	3	4	16.194 m	580122.93	1637204.95	14° 48' 28.20" N	92° 15' 19.44" W
4	4	5	11.663 m	580116.17	1637219.66	14° 48' 28.68" N	92° 15' 19.66" W
5	5	6	10.003 m	580110.71	1637229.97	14° 48' 29.02" N	92° 15' 19.85" W
6	6	7	---	580119.55	1637234.65	14° 48' 29.17" N	92° 15' 19.55" W
ÁREA= 281.283 METROS CUADRADOS				**PERIMETRO= 76.25 M**			

La ejecución del presente proyecto traerá consigo beneficios sociales a la zona de influencia directa, al generar fuentes de empleo en todas las actividades directas del proyecto, además de considerar la generación de empleos indirectos durante la operación del banco de extracción.

Al realizar el proyecto este traerá beneficios económicos tanto al promovente como a los propietarios de los terrenos colindantes, así como a las autoridades de los tres niveles de gobierno de manera respectiva, el primero por que obtendrá una derrama económica producto de la venta del material, los segundos porque sus terrenos se verán beneficiados por efecto de las obras de encauzamiento, seguridad y por ultimo las autoridades porque no tendrán que hacer ninguna obra de encauzamiento a costa del erario público para emprender acciones de protección de los terrenos y comunidades en el área de influencia del proyecto.

Cabe mencionar que la actividad de extracción de material pétreo será realizada utilizando retroexcavadoras y cargadores frontales de neumáticos, estos vehículos procederán a llenar los camiones volteo que llevarán el material al sitio de almacenamiento ubicado al interior del predio propiedad del promovente del presente proyecto. La estimación del volumen anual a extraer será de **6,988.34 m^3**, considerando un periodo de vida útil de 5 años, se espera que el volumen total de material a extraer sea de **34,941.70 m^3**, todo este material será extraído dentro del polígono denominados **Polígono de Extracción** el cual cuenta con una superficie total de **5600.00 m^2**, es importante aclarar que el polígono de extracción del presente proyecto se ubica al interior del cauce del Rio Cahoacán.

Polígonos	Estación o Tramo	Área (m^2)
Polígono de Extracción	0+300 al 0+600	5,600.00
	Total	**5,600.00**

Los equipos y maquinaria antes descrita ingresaran al polígono denominados Polígono de Extracción a través de la zona federal que se solicitara ante la CONAGUA, esta zona federal se ubican sobre la margen izquierda del Rio Cahoacán, considerando que el rio actualmente presenta un grado de azolvamiento bastante alto de acuerdo al levantamiento topográfico realizado en dicha área, por lo que no se necesita de la construcción de ningún tipo de estructura hidráulica para el desplazamiento de la maquinaria y camiones volteo dentro del cauce. Una vez ingresada la maquinaria comenzara la extracción iniciando aguas abajo hacia aguas arriba de los polígonos solicitados, las retroexcavadoras o cargadores frontales, procederán a llenar los camiones volteo para que estos lleven dicho material a la zona de almacenamiento y patio de maniobras.

En el patio de maniobras cabe mencionar que se contará con una Trituradora la cual cuenta con cinta transportadora, tolva y una criba que procederá a separar el material dependiendo de la granulometría de este. La trituradora servirá para quebrar la piedra para obtener un material que se adapte a las necesidades constructivas requeridas. El predio por utilizarse para el almacenamiento de material pétreo, patio de maniobras y áreas anexas, cuenta con luz eléctrica, además cuenta con una galera o construcción que será utilizado como Oficina, Bodega de Herramientas y taller en donde se guardará equipo y maquinaria utilizada para la actividad propia del proyecto.

Al igual se cuenta con un baño y fosa séptica. A continuación, se presentan las coordenadas geográficas del predio que será utilizado como área de almacenamiento, patio de maniobras y áreas anexas.

Tabla 2.6 Cuadro de Construcción, Predio del proyecto que será Utilizado como Área de Almacenamiento de Material Pétreo, Patio de Maniobras y áreas anexas.

PREDIO DEL PROYECTO							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	222.9 m	580093.97	1637213.61	14° 48' 28.49" N	92° 15' 20.41" W
2	2	3	32.609 m	580188.55	1637011.86	14° 48' 21.91" N	92° 15' 17.27" W
3	3	4	56.802 m	580163.41	1636991.10	14° 48' 21.24" N	92° 15' 18.11" W
4	4	5	20.358 m	580108.84	1637006.80	14° 48' 21.75" N	92° 15' 19.93" W
5	5	6	16.039 m	580088.79	1637010.30	14° 48' 21.87" N	92° 15' 20.60" W
6	6	7	11.849 m	580074.13	1637016.78	14° 48' 22.08" N	92° 15' 21.09" W
7	7	8	13.594 m	580062.32	1637017.76	14° 48' 22.12" N	92° 15' 21.49" W
8	8	9	7.488 m	580050.61	1637010.87	14° 48' 21.89" N	92° 15' 21.88" W
9	9	10	7.993 m	580053.89	1637017.60	14° 48' 22.11" N	92° 15' 21.77" W
10	10	11	20.804 m	580060.71	1637021.76	14° 48' 22.25" N	92° 15' 21.54" W
11	11	12	4.653 m	580080.73	1637027.38	14° 48' 22.43" N	92° 15' 20.87" W
12	12	13	147.5 m	580079.54	1637031.88	14° 48' 22.57" N	92° 15' 20.91" W
13	13	1	---	579956.49	1637113.13	14° 48' 25.23" N	92° 15' 25.02" W
ÁREA= 24117.005 METROS CUADRADOS				**PERIMETRO= 732.6832 M**			

El área denominada Polígono de Extracción tiene una longitud aproximada de 300 m y un ancho de plantilla de 20 m dando como resultado una superficie total aproximada de **5,600.00 m^2**, la profundidad promedio del corte de extracción es de 1.5 m, tomando en consideración que el proyecto contempla una vida útil de 5 años, se estima un volumen total de material a extraer de **34,941.70 m^3.**

Polígonos	Estación o Tramo	Longitud Aproximada	Ancho de Plantilla	Área (m^2)
Polígono de Extracción	0+300 al 0+600	300 m	20 m	5,600.00
Total				**5,600.00**

En las siguientes imágenes presentadas se puede apreciar el predio a utilizar para el desarrollo del proyecto, así como también vistas del Rio Cahoacán en donde se puede apreciar el grado de azolvamiento y la cantidad de material pétreo con el que cuenta.





Imagen 2.2 Vista del Cauce del Rio Cahoacán, en estas imágenes se puede apreciar el material pétreo con el que cuenta.





Imagen 2.3 En estas Imágenes se puede apreciar el predio que será ocupado para las obras y actividades del Presente proyecto, cabe mencionar que ya se cuenta con infraestructura, además el sitio ya se encuentra impactado ya que era utilizado para el resguardo de maquinaria y equipo del promovente.

2.1.1.1 Justificación y Objetivos

Desde tiempos antiguos la humanidad ha excavado extensas áreas de terreno removiendo importantes volúmenes de formaciones superficiales y rocosas para obtener materiales para la construcción de viviendas y obras civiles. Las zonas urbanas requieren de materiales de origen geológico para preparar el concreto que servirá para construir viviendas, edificios, tender pavimentos, rellenar depresiones de terreno, etc., es por ello que se requiere la realización del presente proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas. Los materiales de extracción pétrea que se encuentran azolvados dentro del cauce del Rio Cahoacán puede provocar la alteración en los flujos del rio y esto puede provocar la socavación de sus bordos naturales y esto derivaría en la ampliación del cauce del rio, lo que perjudicaría las parcelas agrícolas colindantes con el mismo, lo que generaría perdidas de cosechas y ganado afectando principalmente a la población y dueños de estos sitios; es por ello que los propietarios de los predios cercanos al cauce están preocupados por este fenómeno que se da por la acumulación de material azolvado al centro del cauce.

Por lo antes mencionado mediante el desarrollo del proyecto se pretende retirar el material pétreo azolvado y así contribuir en la estabilización del cauce, si bien el volumen que se pretende extraer anualmente es menor al que se azolva en la zona del proyecto, dicha actividad se debe considerar como una manera de contribuir a que el cauce no se amplié y perjudiqué a los predios colindantes al mismo. Dicha actividad debe considerarse como un uso apropiado al crearse una nueva actividad compatible con el desarrollo económico de la región evitando con este tipo de proyectos que se continúe la degradación de los barrotes del río.

Uno de los objetivos principales del desarrollo del presente proyecto es el de contar con material pétreo que sirva para la construcción y con esto poder abastecer la demanda creciente por este tipo de material. Cabe mencionar que el material pétreo que se obtenga será destinado para el mercado local, esto en virtud que se tiene en puerta la construcción, mantenimiento y ampliación de varias vías de comunicación en el municipio que servirán para la comunicación de las localidades, esto contribuirá a mejorar el nivel de vida de los habitantes de dichas comunidades, además el desarrollo del presente proyecto generara fuentes de empleo locales beneficiando a los pobladores cercanos al sitio del proyecto, además se generará una derrama económica importante lo que contribuirá a mejorar la economía local.

Mediante el desarrollo del proyecto se pretende hacer un aprovechamiento sustentable y responsable apegado a la normatividad vigente, por lo tanto, es compatible con el desarrollo económico y social local, toda vez que generara fuentes de empleo y contribuye a mantener el perfil del cauce del rio. No se prevén impactos significativos en los recursos naturales y la extracción del material se realizará sin que se lleve a cabo una modificación severa de las condiciones del perfil hidráulico y del régimen de escurrimientos del Rio Cahoacán.

2.1.2 Selección del sitio

Derivado a la gran cantidad de material pétreo de origen aluvial y al problema de azolvamiento que tiene el Cauce del Rio Cahoacán, además de la cercanía a vías de comunicación, así como

por los daños causados a terrenos colindantes derivado de los escurrimientos en temporada de lluvias; es en este orden de ideas que las obras y actividades que se pretenden realizar permitirán contrarrestar el azolve que sufre el rio, además de aprovechar los materiales pétreos que se obtendrán y ofertarlos para obras civiles en la zona. Los sitios o espacios donde se desarrollará el presente proyecto fueron seleccionados después de un análisis realizado al cauce, para determinar la cantidad y calidad de los materiales pétreos existentes y tras valorar el impacto ambiental que se generara con la extracción de estos materiales.

Por tratarse de un proyecto que comprende el aprovechamiento de material pétreo dentro del cauce del Río Cahoacán, la selección del sitio fue llevada a cabo tomando en consideración lo siguiente:

Criterio Ambiental: la ejecución y puesta en marcha del presente proyecto será respetuoso con el medio ambiente y entorno que lo rodea, por ello se respetará y usará racionalmente los recursos naturales, esto debido a que el material pétreo que será extraído del Rio Cahoacán, se considera renovable, ya que la arena de los ríos, es un producto del arrastre de material aluvial en cauces activos.

El sitio o polígono de extracción de material pétreo del presente proyecto se encontrará al interior del cauce del Rio Cahoacán. Es importante aclarar que derivado a la visita de campo realizada a la zona del proyecto, las áreas colindantes al mismo presentan un entorno ecológico con vegetación secundaria de pastos y zacates, asi como de algunos árboles que sirven de cerco vivo, cabe mencionar que el predio que será utilizado como zona de almacenamiento de material pétreo y patio de maniobras se encuentra carente de vegetación, además presenta un entorno ecológico que no incrementara alteración considerable a la flora y fauna existente, de igual forma el área no presentará una afectación significativa a los aspectos bióticos y abióticos.

Los predios colindantes a la zona del proyecto son predios dedicados principalmente a la agricultura y ganadería, principalmente se dedican a la cosecha de mango de diferentes clases, al igual se encuentran predios rústicos y en estado de abandono los cuales a veces son utilizados para el pastoreo de cabras y aves de corral, así también se encuentran pequeñas viviendas localizadas en las orillas de la carretera que es la que se utiliza para llegar al proyecto. Es por esto que el entorno ecológico de la zona, de una u otra forma se encuentra impactada y ha sido modificada y alterada gradualmente por las diferentes actividades que se realizan.

Criterio Socioeconómico: este proyecto representara un desarrollo económico en la zona derivado a la generación de empleo, que serán otorgados a los habitantes de las localidades cercanas al mismo, además con esto se espera generar una derrama económica en los comercios ubicados en el centro del municipio. Con la apertura de nuevos bancos de extracción de material pétreo, se buscará satisfacer las necesidades y la demanda creciente de este tipo de material y agregados para la construcción y con esto permitir a las empresas constructoras y civiles poder desarrollar los diferentes trabajos y obras tanto de carácter público como privado y con ello generar empleos a los habitantes del municipio de Tapachula y localidades colindantes. El desarrollo del presente proyecto al encontrarse cercano a un centro de población permitirá que las obras que se estén desarrollando pueden llevarse a cabo y puedan ser entregados en tiempo y forma para el uso de la población en general.

Criterios Técnicos: el área de extracción es fácilmente accesible, por lo que resulta relativamente posible la extracción del material pétreo, puesto que no se requerirá la construcción de ningún tipo de estructura adicional para realizar esta actividad.

El sitio o polígonos seleccionados son por lo tanto idóneos para llevar cabo las actividades de extracción debido a que cuentan con caminos de acceso perfectamente delimitados, además de que se solicitara la zona federal para el acceso al rio, cabe mencionar que dicha zona se encuentra carente de vegetación, lo cual no perturbara el entorno, ni impactara de manera significativa al medio ambiente que rodea al predio y sitios del proyecto.

De acuerdo al levantamiento topográfico realizado en la zona de estudio se constató que existe una cantidad considerable de azolvamiento, (ver planos anexos). Por lo que al realizar los trabajos de extracción de material pétreo no se alterara significativamente el régimen hidráulico del Rio Cahoacán.

El área de extracción se seleccionó con base a los siguientes aspectos:

- El área del proyecto requiere de desazolve con la finalidad de evitar problemas de inundación, mismos que son recurrentes en las áreas urbanas cercanas al cauce del rio.
- Basta acumulación y presencia de material pétreo (arena, grava y piedra) de calidad, necesario para las actividades de construcción.
- Presencia de vialidades y opciones de ingreso al cauce, para la extracción y transporte del material sin afectar ningún área nueva.
- El área de aprovechamiento se encuentra desprovista prácticamente de vegetación arbórea, además no es un ecosistema que contenga especies o subespecies de flora y fauna silvestres en peligro de extinción, amenazadas, raras, o sujetas a protección especial.
- Está ubicado fuera de las Áreas Naturales Protegidas, zonas arqueológicas y zonas históricas.

2.1.2.1 Sitios Alternativos.

a) *Indicar los sitios que hayan sido o estén siendo evaluados.*

En virtud a que el predio a ocupar en donde se encontraran ubicados el área de almacenamiento de material pétreo, patio de maniobras y áreas anexas es propiedad del promovente del presente estudio, por lo que no se requerirá de arrendar otro sitio para el desarrollo del proyecto, es por esto que solo evaluó el presente sitio propuesto además el polígono de extracción se encuentra colindante con dicho predio, lo que facilitaría el desarrollo de las actividades del proyecto. Únicamente se evaluó las áreas de extracción propuestas, esto en virtud a que el presente proyecto está enfocado a extraer material pétreo que se ubica al interior del cauce del Río Cahoacán, además de que para tener acceso a los sitios de trabajo ya se cuenta con vialidades perfectamente delimitadas, lo que facilitaría las operaciones del mismo.

El material se pretende extraer mediante retroexcavadoras y cargadores frontales. El sitio elegido tiene una ubicación y acceso adecuados y se tiene la ventaja que existe paso libre para la maquinaria, camiones y equipo menor.

b) *Mencionar los criterios y estudios realizados que determinaron la selección del sitio, así como los criterios que motivan su preferencia sobre otros alternativos.*

Los criterios empleados para la selección de la sección propuesta, fueron los siguientes:

- Los caminos de acceso para llegar al predio donde se ubicarán el área de almacenamiento de material pétreo, Patio de maniobras y demás área operativa, se encuentran perfectamente delimitados y asfaltados, por lo que no se requerirá la construcción de ningún camino para llegar al predio a utilizar para la puesta en marcha del proyecto.
- Los caminos de acceso para las áreas o polígonos de extracción se encuentran establecidos por el cauce y zona federal que se solicitaran ante CONAGUA, lo que posibilita que los trabajos de preparación del sitio sean mínimos, cabe mencionar que dentro del predio propiedad del promovente donde transitara maquinaria se encuentra carente de vegetación.
- El polígono de extracción se encuentra dentro del cauce del Rio Cahoacán, en estas secciones del rio derivado de su topografía y las corrientes del rio, sedimentan una gran cantidad de material pétreo, como se puede apreciar en la imagen siguiente, por lo que el desarrollo del proyecto es factible para llevar a cabo las actividades antes mencionadas.
- La realización, operación y puesta en marcha del presente proyecto traerá una serie de beneficios a los lugareños y habitantes de las localidades cercanas a la zona de trabajo, esto debido a que se ofertaran fuentes de empleo, por lo que se dará prioridad de contratación a personal que se encuentra colindante con la zona del proyecto.
- Permitirá disminuir el riesgo de desbordamiento del rio causada en temporada de lluvias.

El promovente del proyecto denominado **Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, ostenta la propiedad del área contigua al cauce y colindante con el polígono de extracción. Además de lo ya planteado se realizó una visita de campo en donde se realizaron inspecciones oculares dentro del cauce de las diferentes variaciones que experimenta la sección durante el transcurso de la época de estiaje y de lluvia.

Se realizaron estudios y levantamientos en las zonas del presente proyecto, derivado de esto se contempló una vida operativa de 5años, pero derivado a que en la zona se cuenta con una gran cantidad de material azolvado se tiene presupuestado ampliar la vida útil del proyecto, por lo que antes del término de la vigencia de la autorización se realizaran los trámites pertinentes para poder seguir realizando las actividades planteadas.



Imagen 2.4 Vista del Rio Cahoacán, en dónde se solicitará el polígono de extracción del proyecto.



Imagen 2.5 El Rio Cahoacán presenta un grado de azolvamiento de materiales pétreos, es por esto que se pretende realizar el presente proyecto con la finalidad de retirar este material y aprovecharlo para su comercialización.

2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

- **Del Municipio**

La ejecución del presente proyecto denominado **"Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, se encuentra inmerso dentro del espacio territorial del Municipio de Tapachula, tanto el polígono o área de extracción, así como el predio donde se ubicará el área de almacenamiento de material, patio de maniobras y demás área operativa; cabe mencionar que en el predio antes mencionado serán llevadas a cabo actividades del presente proyecto que servirán para la correcta operación del mismo.

El Municipio de Tapachula se ubica en la Región Socioeconómica X SOCONUSCO. Limita al norte con Motozintla y La República de Guatemala, al este con Cacahoatán, Tuxtla Chico, Frontera Hidalgo y Suchiate, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con Huehuetán, Tuzantán y Mazatán. Las coordenadas de la cabecera municipal son: 14°54'29" de latitud norte y 92°15'38" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 177 metros sobre el nivel del mar. Con una superficie territorial de 979.29 km2 ocupa el 1.31% del territorio estatal. En la siguiente imagen se puede apreciar la ubicación del presente proyecto dentro del mapa municipal de Tapachula.

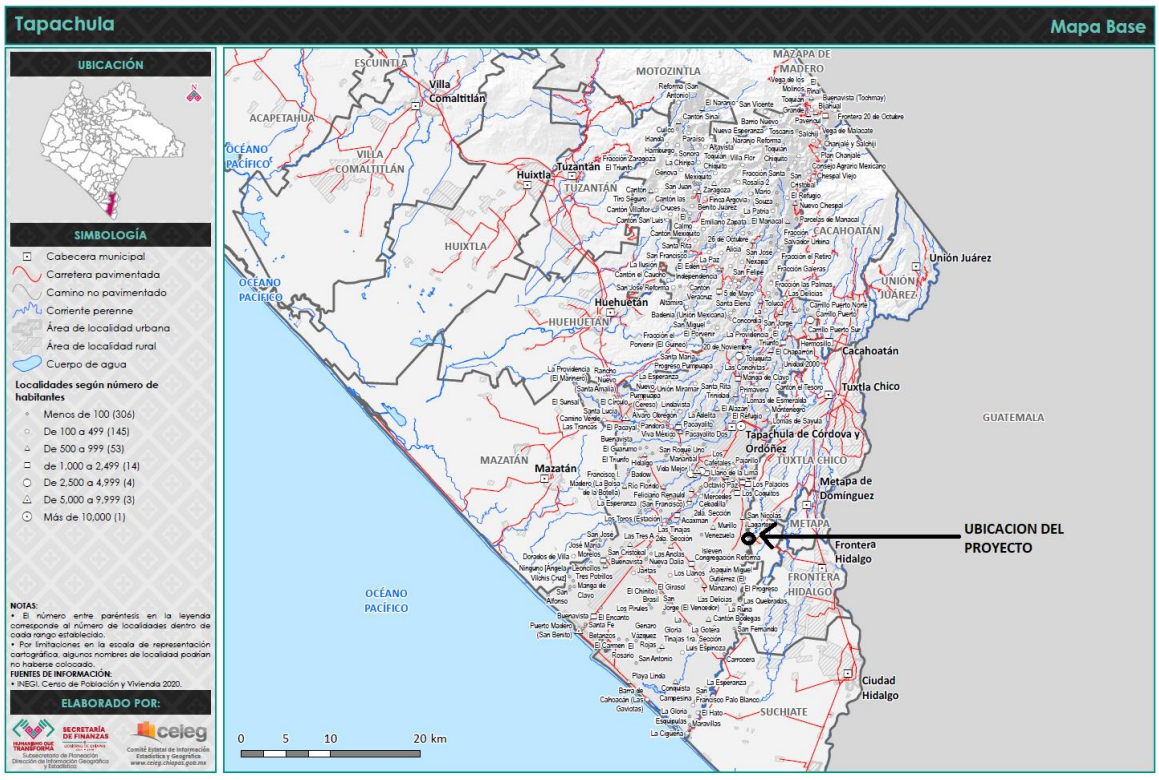


Imagen 2.6 Ubicación del Proyecto en el Mapa Municipal de Tapachula, estado de Chiapas. Fuente: Gobierno del Estado de Chiapas. Carta Geográfica de Chiapas 2021.INEGI. Marco Geo estadístico. Censo de Población y Vivienda 2020.

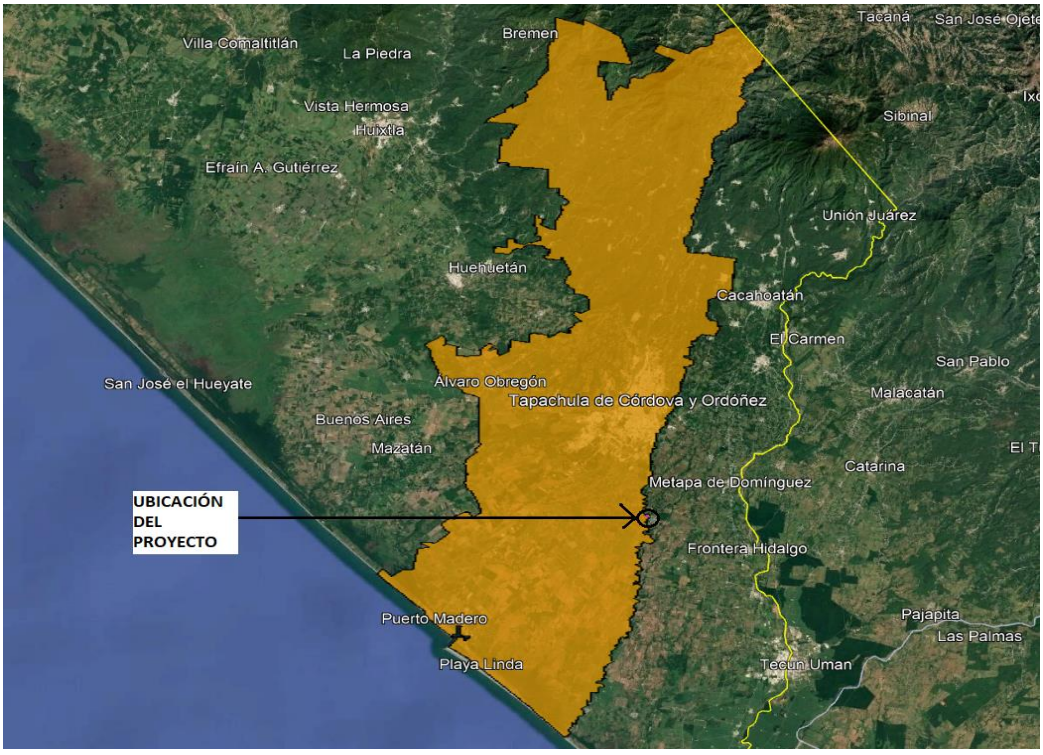


Imagen 2.7 Imagen de Google Heart en donde se puede ubicar el proyecto dentro del Municipio de Tapachula, es importante mencionar que el polígono de extracción se ubica al interior del Cauce del Rio Cahoacán.

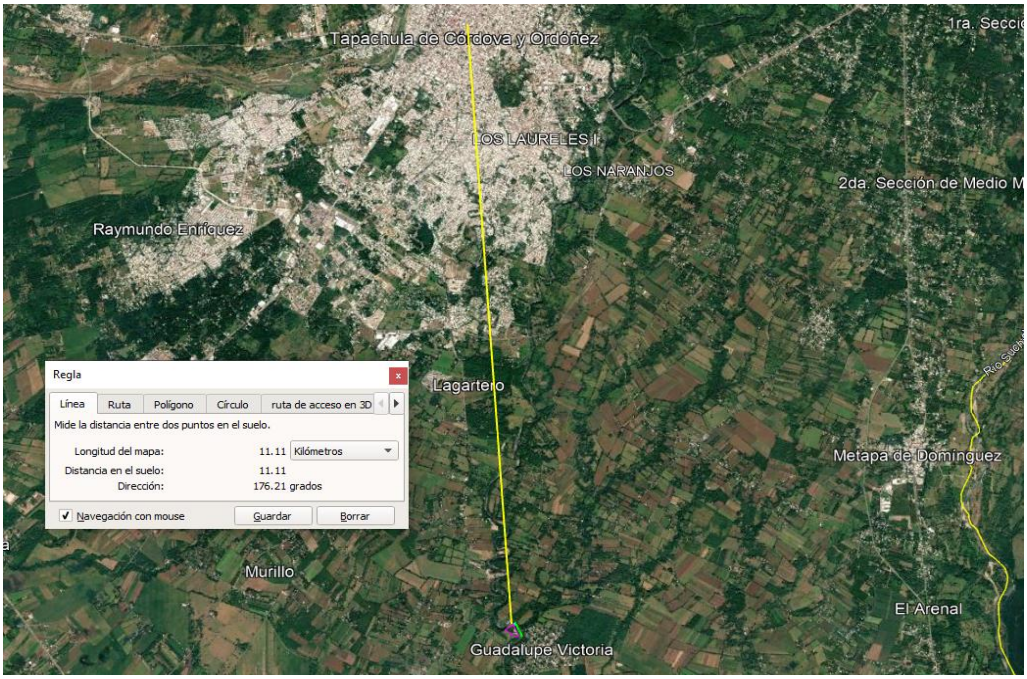


Imagen 2.8 Los espacios o sitios de trabajo del presente proyecto se ubican a una distancia de aproximadamente 11 Km en línea recta de la zona centro del Municipio de Tapachula.

Las vías de acceso o rutas para llegar al sitio del proyecto, tomando como punto de referencia o de partida a la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez es tomando la Carretera Federal Tuxtla Gutiérrez-San Pedro Tapanatepec, para luego conectarse con la Carretera Federal Juchitán de Zaragoza-Tapachula/México 200, que es la vía de comunicación que nos conduce al Municipio de Tapachula, Chiapas, dicho recorrido tiene un tiempo aproximado de 4 horas con 56 minutos. En la imagen siguiente se puede apreciar la vía de acceso al municipio de Tapachula, Chiapas.

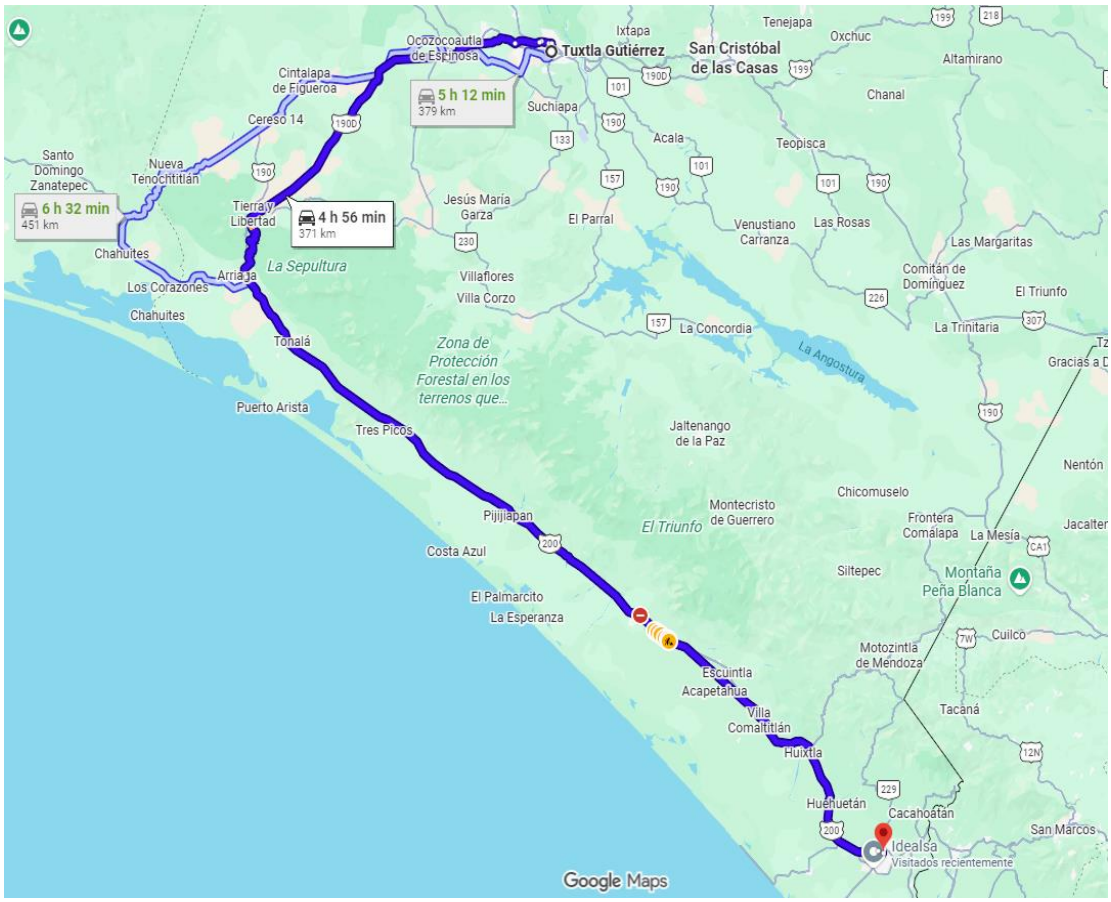


Imagen 2.9 Vía de Acceso para llegar al Municipio de Tapachula, Chiapas.

Es importante aclarar que para llegar al predio o sitio del proyecto se toma el Libramiento Sur de Tapachula en dirección al camino denominado Ramal a San Nicolás Lagartero, es esta vialidad que se toma hasta llegar al entronque con el camino de terracería que comunica al sitio del proyecto.

La ejecución y puesta en marcha del proyecto denominado **"Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, se encuentra cerca del Camino denominado Ramal a San Nicolás Lagartero a escaso 1 Km o tomando como punto de referencia la zona centro del Municipio de Tapachula la zona del proyecto se ubica a 11 Km al Sur en Línea Recta, como ya se ha mencionado para llegar a los espacios del proyecto ya se cuentan con vialidades perfectamente delimitadas y asfaltadas, es por esto que no se requerirá la apertura o rehabilitación de vialidades.

El desarrollo del presente proyecto consiste principalmente en la extracción de material pétreo, en un tramo del cauce del Río Cahoacán, en el tramo antes mencionado se localiza un sitio o espacio denominado Polígono de Extracción cuyas coordenadas UTM y geográficas se presentaron en la **Tabla 2.4** del presente Capitulo, además en el apartado de anexos se presentan los Planos con coordenadas de los espacios a ocupar para el desarrollo de las actividades del presente proyecto.

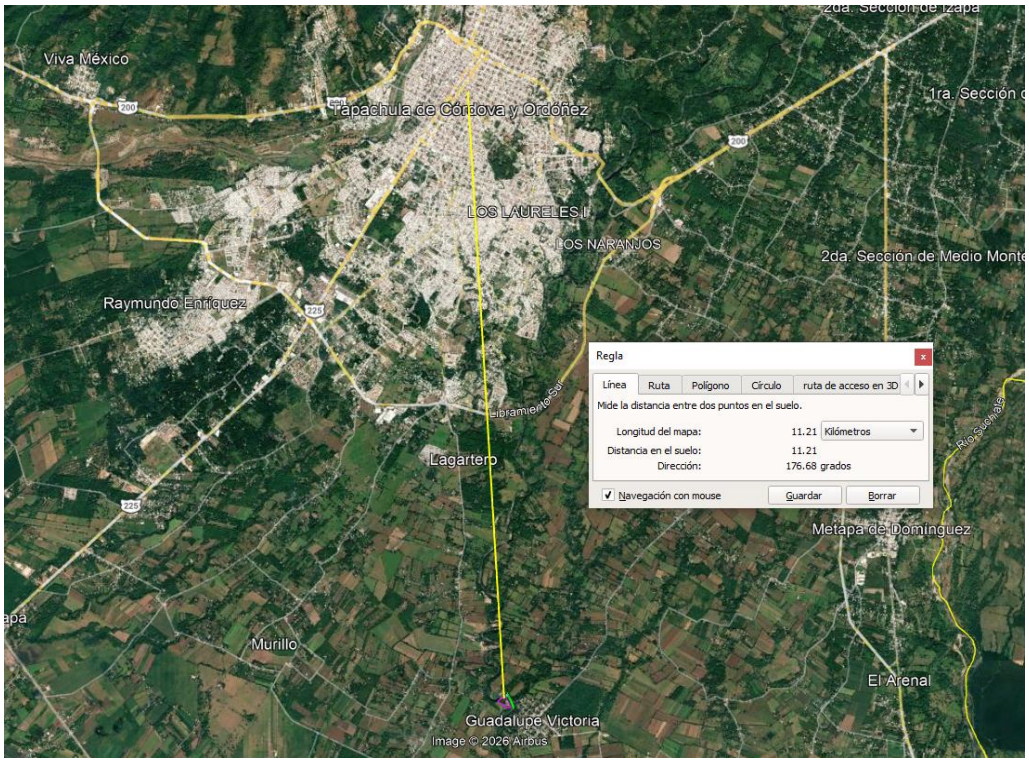


Imagen 2.10 Vista de la Ubicación del Proyecto en el Contexto del Municipio de Tapachula, Chiapas.

Tabla 2.7 Longitud y Área del Polígono de Extracción del Presente Proyecto.

Polígonos	Estación o Tramo	Longitud Aproximada	Ancho de Plantilla	Área (m^2)
Polígono de Extracción	0+300 al 0+600	300 m	20 m	5,600.00
Total				**5,600.00**

Es importante mencionar que además del Polígono de Extracción será necesario obtener la concesión del Polígono de la Zona Federal, este espacio se ubica sobre la margen izquierda del Rio Cahoacán. El espacio de la zona federal a solicitar servirá para tener acceso al polígono de extracción que se ubica dentro del cauce del rio, en donde transitara la maquinaria y entrara al área de extracción, en la **Tabla 2.5** del presente capitulo se presentan las coordenadas geográficas y UTM de la zona federal a solicitar para el presente proyecto.

En los anexos del presente documento se presentan los planos de los polígonos que se intervendrán para conformar el área total del presente proyecto. En la tabla que a continuación se presenta, se describe las áreas y superficie a ocupar por los polígonos del presente proyecto.

Tabla 2.8 Áreas y Superficies a Ocupar para el desarrollo del Proyecto.

Ocupación de Espacio Federal por el Proyecto		Superficie (m^2)
ÁREA DE EXTRACCIÓN **(Dentro del Cauce del Río Cahoacán)**	Polígono de Extracción	5, 600
ZONA FEDERAL	Zona Federal Margen Izquierda	281.283
	Área Total Federal	**5,881.283**

Superficie Total del Predio	Áreas del proyecto	Superficie (m^2)
24,117.005 M^2	Patio de Maniobras y Área Almacenamiento de Material Pétreo (en este se ubicarán una trituradora)	2160.00
	Almacén de Residuos Peligrosos y Baños (Fosa Séptica)	117.00
	Almacenamiento de Combustible	30.00
	Oficinas Administrativas	63.00
	Taller de Mantenimiento y Bodega de Herramientas (Resguardo de Maquinaria)	418.00
	Caseta de Vigilancia	20.00
	Total, a Ocupar	**2,808.00**

Cabe mencionar que la superficie del predio a ocupar para las actividades del presente proyecto representa un 12 % de la superficie total del mismo.

- **De la Superficie de Extracción**

El espacio o superficie denominada Polígono de Extracción del presente proyecto se localiza al interior del Cauce del Rio Cahoacán, cabe mencionar que para el acceso a dicha área se cuenta con caminos internos dentro del predio propiedad del promovente del presente estudio, cabe mencionar también que se solicitara la zona federal que se ubica en la marguen del Rio Cahoacán, el espacio de la zona federal a solicitar servirá para que la maquinaria transite sobre ella y pueda tener acceso al Polígono de Extracción que se ubica dentro del cauce del rio, es importante mencionar que dicho espacio a solicitar se encuentra carente de vegetación.

El área de extracción que se solicitara, en donde se realizaran las actividades de extracción de material pétreo, se encuentra cercano o colindante con el predio propiedad del promovente del presente estudio, cabe mencionar que en dicho predio se ubicara el área de almacenamiento de material pétreo, patio de maniobras y demás área operativa, por lo que facilitará la realización de las obras y actividades planteadas. En las siguientes imágenes se puede observar la ubicación del polígono de extracción dentro del cauce del Rio Cahoacán.



Imagen 2.11 Vista Satelital del Polígono de Extracción y el Predio donde se realizarán las actividades y operaciones del presente proyecto.



Imagen 2.12 Vista del Espacio a solicitar en donde se realizarán las actividades de Extracción de Material Pétreo.

2.1.3.1 Vías de Acceso al Área donde se Desarrollarán las Actividades del Proyecto.

Las rutas o vialidades de acceso para acceder a la zona del proyecto son dos, la primera partiendo de la zona centro de la ciudad de Tapachula, se toma la 3era Calle Oriente hasta entroncar con la Cuarta Avenida Norte para continuar por esta vialidad hasta conectarse con la Vialidad denominada Tapachula-Puerto de San Benito, se sigue por esta vía hasta llegar a la conexión con el Libramiento Sur, se continua por el Libramiento hasta llegar al camino denominado Lagartero, dicha vía es la que comunica al camino de terracería que es el que se ocupa para llegar al sitio del proyecto, dicho recorrido es de aproximadamente de 15 Km. En la siguiente imagen se presenta la ruta antes descrita.

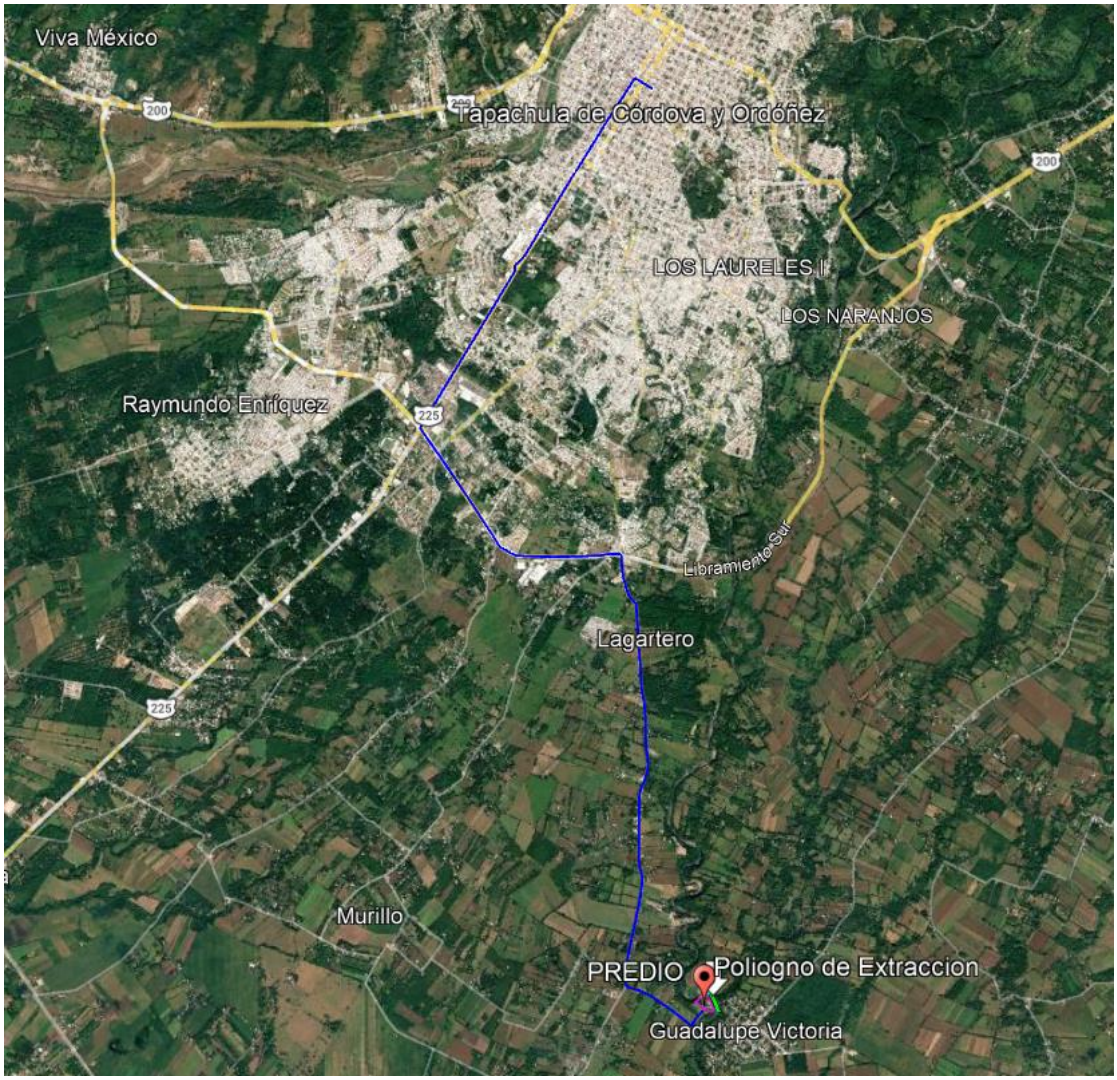


Imagen 2.13 En esta imagen satelital se puede apreciar la Ruta de Acceso al sitio del Proyecto, cabe mencionar que las vialidades tomadas están completamente asfaltadas, salvo el ultimo entronque que es un camino de terracería.

Otra ruta de acceso seria partiendo de la Carretera Federal 200 que es comunica a Tapachula con Arriaga, se toma esta vía hasta llegar con el Entronque del Libramiento Sur Poniente de Tapachula para continuar por esta vía hasta llegar a la conexión del camino a Lagartero para seguir por esta vialidad y llegar al camino de terracería que comunica al sitio del proyecto, el recorrido por esta ruta de aproximadamente 16.5 Km.

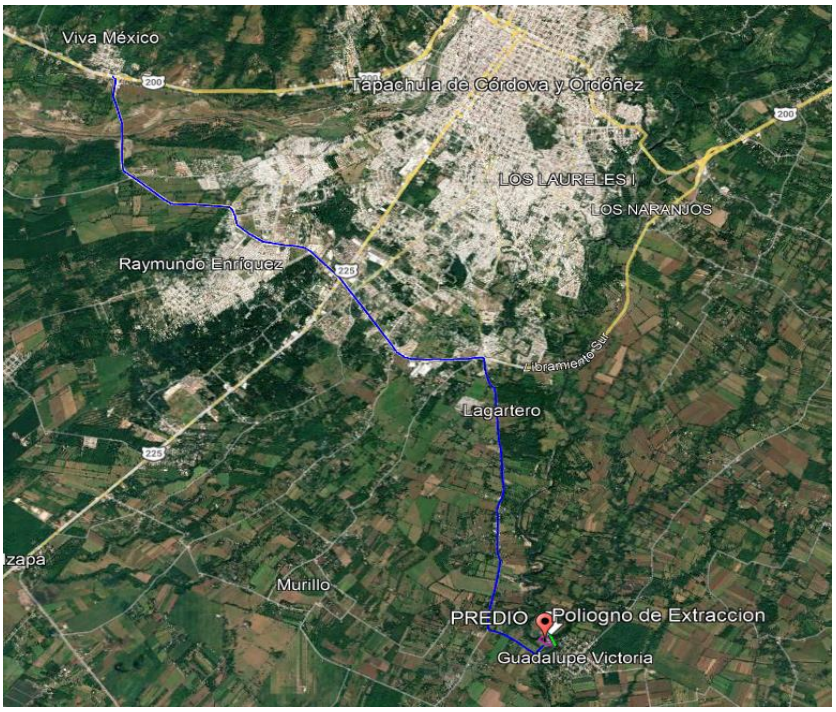


Imagen 2.14 Vista Satelital de la Ruta de acceso partiendo de la Carretera Federal 200, vialidad que comunica a los Municipios de Arriaga y Tapachula.



Imagen 2.15 Vista del Camino denominado Lagartero, esta vía es la que comunica con el entronque al camino de terrecería que conduce al sitio del proyecto.



Imagen 2.16 Vista del Entronque con el Camino de Terracería que es el que conduce al sitio del Proyecto.

2.1.4 Inversión requerida

El proyecto denominado **"Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, tiene presupuestada una inversión Inicial de aproximadamente $ 350,000.00 M.N. (trescientos cincuenta mil pesos), es importante mencionar que el dueño del predio y promovente del presente estudio cuenta con infraestructura y maquinaria para realizar las actividades y obras planteadas para la extracción de materiales pétreos, es por esto que no se consideró estos activos en la inversión presentada.

Tabla 2.9 Inversión presupuestada para la realización del proyecto.

CONCEPTO	COSTO $
INVERSION FIJA	
Autorizaciones y Trámites previos Estudios	**150,000.00**
Acondicionamiento del Terreno	**25,000.00**
Sub-Total	**175,000.00**
INVERSION DIFERIDA	
Combustible a utilizar para los equipos del proyecto	**55,000.00**
Sueldos	**100,000.00**
Mantenimiento y Otros	**25,000.00**

Sub-Total	**175,000.00**
TOTAL	**$ 350,000.00**

2.1.5 Dimensiones del proyecto

Los espacios o áreas a ocupar para la realización de las obras y actividades del presente proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, comprenderá 3 áreas principalmente de las cuales se desglosan en la siguiente tabla.

Tabla 2.10 Áreas o espacios a ocupar para el desarrollo de las actividades del proyecto Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán", ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas.

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES			
ÁREA O ESPACIO			**Superficie (m^2)**
Ocupación de Espacio Federal por el Proyecto	**ÁREAS DE EXTRACCIÓN** (Dentro del Cauce del Río Cahoacán)	Polígono de Extracción	5,600
	ZONA FEDERAL	Zona Federal Margen Izquierda	281.283
Predio del Proyecto **24,117.005 M^2**	Patio de Maniobras y Área de Almacenamiento de Material Pétreo (en este se ubicará la trituradora)		2169
	Almacén de Residuos Peligrosos y Baños (Fosa Séptica)		117
	Almacenamiento de Combustible		30
	Oficinas Administrativas		63
	Taller de Mantenimiento y Bodega de Herramientas (Resguardo de Maquinaria)		418
	Caseta de Vigilancia		20
		Superficie Total	**8698.283**

Es importante decir que el entorno que rodea a las áreas del proyecto se encuentra predominantemente por lotes o predios dedicados a la estancia y pastoreo de ganado y a la agricultura de temporal, además existe infraestructura o pequeños asentamientos humanos, y espacios o lotes que se encuentran cercados sin uso aparente, por lo que se encuentran en estado de abandono, es en estos sitios que existe vegetación ruderal. Es importante recalcar que al estar el predio muy cercano con la vialidad denominada Lagartero, la cual se encuentra perfectamente asfaltada, la zona ya se encuentra impactada, esto derivado a que en la zona existe tránsito vehicular, por lo que la fauna de la zona es prácticamente nula, siendo las más visibles las aves, pero estas son de paso en la zona, en las siguientes imágenes se puede ver y constatar la información aquí presentada.



Imagen 2.17 Vista de las Colindancias o espacios cercanos al sitio del proyecto, uno de ellos es el camino denominado Lagartero imagen arriba presentada, la otra imagen es un predio rustico utilizado para pastoreo de ganado.

La ejecución y puesta en marcha del presente proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, consiste en la extracción de material pétreo al interior del cauce natural del Rio Cahoacán, la actividad de extracción será llevada a cabo en un espacio denominado Polígono de Extracción. El polígono de extracción contara con las dimensiones siguientes: con una longitud aproximada de 300 metros y un ancho de plantilla de 20 metros dando como resultado una superficie de aproximadamente **5600 m^2**, cabe mencionar que el Polígono de Extracción a solicitar se ubicara al interior del Cauce del Rio Cahoacán.

Polígonos	Estación o Tramo	Longitud Aproximada	Ancho de Plantilla	Área (m^2)
Polígono de Extracción	0+300 al 0+600	300 m	20 m	5,600.00
Total				**5,600.00**

Además de lo ya mencionado también se solicitará la Zona Federal del Rio, este sitio se encuentra ubicado en la Margen Izquierda del Rio Cahoacán. Este espacio servirá para que la maquinaria pueda transitar y tener acceso al Polígono de Extracción solicitado en donde se realizaría la actividad de extracción de materiales pétreos, es por ello que se solicitará la zona federal el cual ocupara una superficie aproximada de **281.283 m^2**.

Zonas Federales a Solicitar	Superficie o Área (m^2)
ZONA FEDERAL (Margen Izquierda)	281.283
Total	**281.283**

El promovente del presente proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, cuenta con la Propiedad de un Predio, el cual esta colindante al cauce del Rio Cahoacán y contigua con el Polígono de Extracción, el cual se solicitará para el desarrollo de las obras y actividades planteadas en el presente estudio.

Dicho predio cuenta con una superficie aproximada de **24,117.005 m^2**, en esta propiedad se ubicarán el área de almacenamiento de material pétreo y patio de maniobras, y otras áreas operativas, en el patio de maniobras se colocara una trituradora; el predio cuenta con luz eléctrica, agua potable y fosa séptica, también cuenta con infraestructura que será utilizada como caseta de vigilancia, taller de Mantenimiento y bodega de herramientas, almacén de residuos peligrosos y baños, almacén de combustible y oficinas administrativas, es importante mencionar que estas edificaciones ya se encuentran construidas dentro del predio a ocupar, por lo que solo se le dará mantenimiento y se rehabilitará para poder ocuparla para el proyecto.

En el plano anexo del presente documentó se desglosa las áreas o espacios a ocupar dentro del predio; en la tabla siguiente se presentan las coordenadas geográficas y UTM (Datum WGS84) del Polígono de Extracción del Presente Proyecto.

Tabla 2.11 Cuadro de Construcción del Polígono de Extracción del Presente Proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLIGONO DE EXTRACCIÓN							
VERTICE	**LADO**		**DISTANCIA**	**COORDENADAS UTM**		**COORDENADAS GEOGRAFICAS**	
				ESTE (X)	**NORTE (Y)**	**LATITUD**	**LONGITUD**
1	1	2	55.061 m	580147.71	1637234.20	14° 48' 29.15" N	92° 15' 18.61" W
2	2	3	185.31 m	580172.44	1637185.02	14° 48' 27.55" N	92° 15' 17.79" W
3	3	4	21.253 m	580250.64	1637017.09	14° 48' 22.07" N	92° 15' 15.19" W
4	4	5	20.006 m	580256.98	1636996.81	14° 48' 21.41" N	92° 15' 14.98" W
5	5	6	15.94 m	580237.26	1636993.44	14° 48' 21.31" N	92° 15' 15.64" W
6	6	7	185 m	580232.51	1637008.65	14° 48' 21.80" N	92° 15' 15.80" W
7	7	8	54.759 m	580154.44	1637176.31	14° 48' 27.27" N	92° 15' 18.39" W
8	8	9	18.646 m	580129.84	1637225.21	14° 48' 28.86" N	92° 15' 19.21" W
9	9	10	20.006 m	580119.32	1637240.60	14° 48' 29.36" N	92° 15' 19.56" W
10	10	1	---	580134.19	1637253.98	14° 48' 29.80" N	92° 15' 19.06" W
ÁREA= 5600.00 METROS CUADRADOS				**PERIMETRO= 599.76 M**			

En la tabla siguiente se presenta las coordenadas geográficas y UTM (Datum WGS84) de la Zona Federal, que servirá para el tránsito de la maquinaria y con esto pueda tener acceso al Polígono de Extracción Solicitado.

Tabla 2.12 Cuadro de Construcción de la Zona Federal para el Acceso al Polígono de extracción del proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ZONA FEDERAL MARGEN IZQUIERDA							
VERTICE	**LADO**		**DISTANCIA**	**COORDENADAS UTM**		**COORDENADAS GEOGRAFICAS**	
				ESTE (X)	**NORTE (Y)**	**LATITUD**	**LONGITUD**
1	1	2	16.475 m	580125.14	1637224.10	14° 48' 28.82" N	92° 15' 19.36" W
2	2	3	10.003 m	580132.02	1637209.13	14° 48' 28.34" N	92° 15' 19.14" W
3	3	4	16.194 m	580122.93	1637204.95	14° 48' 28.20" N	92° 15' 19.44" W
4	4	5	11.663 m	580116.17	1637219.66	14° 48' 28.68" N	92° 15' 19.66" W
5	5	6	10.003 m	580110.71	1637229.97	14° 48' 29.02" N	92° 15' 19.85" W
6	6	7	---	580119.55	1637234.65	14° 48' 29.17" N	92° 15' 19.55" W
ÁREA= 281.283 METROS CUADRADOS				**PERIMETRO= 76.25 M**			

En la tabla siguiente se presentan las coordenadas geográficas y UTM (Datum WGS84) del Lote o Predio del proyecto, y las coordenadas de los sitios o espacios a ocupar para el desarrollo de las obras y actividades del mismo.

Tabla 2.13 Cuadro de Construcción del Predio del proyecto.

PREDIO DEL PROYECTO							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	222.9 m	580093.97	1637213.61	14° 48' 28.49" N	92° 15' 20.41" W
2	2	3	32.609 m	580188.55	1637011.86	14° 48' 21.91" N	92° 15' 17.27" W
3	3	4	56.802 m	580163.41	1636991.10	14° 48' 21.24" N	92° 15' 18.11" W
4	4	5	20.358 m	580108.84	1637006.80	14° 48' 21.75" N	92° 15' 19.93" W
5	5	6	16.039 m	580088.79	1637010.30	14° 48' 21.87" N	92° 15' 20.60" W
6	6	7	11.849 m	580074.13	1637016.78	14° 48' 22.08" N	92° 15' 21.09" W
7	7	8	13.594 m	580062.32	1637017.76	14° 48' 22.12" N	92° 15' 21.49" W
8	8	9	7.488 m	580050.61	1637010.87	14° 48' 21.89" N	92° 15' 21.88" W
9	9	10	7.993 m	580053.89	1637017.60	14° 48' 22.11" N	92° 15' 21.77" W
10	10	11	20.804 m	580060.71	1637021.76	14° 48' 22.25" N	92° 15' 21.54" W
11	11	12	4.653 m	580080.73	1637027.38	14° 48' 22.43" N	92° 15' 20.87" W
12	12	13	147.5 m	580079.54	1637031.88	14° 48' 22.57" N	92° 15' 20.91" W
13	13	1	---	579956.49	1637113.13	14° 48' 25.23" N	92° 15' 25.02" W
ÁREA= 24117.005 METROS CUADRADOS					**PERIMETRO= 732.6832 M**		

Tabla 2.14 Cuadro de Construcción, Coordenadas de las Áreas Operativas del proyecto.

PATIO DE MANIOBRAS Y ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	60.00 m	580106.20	1637099.91	14° 48' 24.78" N	92° 15' 20.01" W
2	2	3	36.00 m	580133.94	1637046.71	14° 48' 23.05" N	92° 15' 19.09" W
3	3	4	60.00 m	580159.10	1637072.46	14° 48' 23.89" N	92° 15' 18.24" W
4	4	1	36.00 m	580131.92	1637125.95	14° 48' 25.63" N	92° 15' 19.15" W
ÁREA= 2160.00 METROS CUADRADOS					**PERIMETRO= 192 M**		

TALLER DE MANTENIMIENTO Y BODEGA DE HERRAMIENTAS							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	19.00 m	580128.78	1637053.72	14° 48' 23.28" N	92° 15' 19.26" W
2	2	3	22.00 m	580111.91	1637062.48	14° 48' 23.57" N	92° 15' 19.82" W
3	3	4	19.00 m	580102.23	1637042.72	14° 48' 22.92" N	92° 15' 20.15" W
4	4	1	22.00 m	580119.09	1637033.97	14° 48' 22.64" N	92° 15' 19.59" W
ÁREA= 418.00 METROS CUADRADOS					**PERIMETRO= 82 M**		

CASETA DE VIGILANCIA							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	5.00 m	580096.63	1637037.04	14° 48' 22.74" N	92° 15' 20.34" W
2	2	3	4.00 m	580093.55	1637033.11	14° 48' 22.61" N	92° 15' 20.44" W
3	3	4	5.00 m	580096.46	1637030.37	14° 48' 22.52" N	92° 15' 20.34" W
4	4	1	4.00 m	580099.55	1637034.30	14° 48' 22.65" N	92° 15' 20.24" W
ÁREA= 20.00 METROS CUADRADOS					**PERIMETRO= 18 M**		

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	7.00 m	580089.76	1637042.11	14° 48' 22.91" N	92° 15' 20.57" W
2	2	3	9.00 m	580083.26	1637044.70	14° 48' 22.99" N	92° 15' 20.79" W
3	3	4	7.00 m	580080.02	1637036.30	14° 48' 22.72" N	92° 15' 20.89" W
4	4	1	9.00 m	580086.52	1637033.71	14° 48' 22.63" N	92° 15' 20.68" W
ÁREA= 63.00 METROS CUADRADOS					**PERIMETRO= 32 M**		

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL ALMACEN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y BAÑOS							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	9.00 m	580062.79	1637043.93	14° 48' 22.97" N	92° 15' 21.47" W
2	2	3	13.00 m	580068.20	1637051.12	14° 48' 23.20" N	92° 15' 21.29" W
3	3	4	9.00 m	580057.37	1637058.31	14° 48' 23.44" N	92° 15' 21.65" W
4	4	1	13.00 m	580051.95	1637051.12	14° 48' 23.20" N	92° 15' 21.83" W
ÁREA= 117.00 METROS CUADRADOS					**PERIMETRO= 44 M**		

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	5.00 m	580055.26	1637057.31	14° 48' 23.40" N	92° 15' 21.72" W
2	2	3	6.00 m	580051.47	1637060.57	14° 48' 23.51" N	92° 15' 21.85" W
3	3	4	5.00 m	580048.03	1637055.65	14° 48' 23.35" N	92° 15' 21.96" W
4	4	1	6.00 m	580051.82	1637052.39	14° 48' 23.24" N	92° 15' 21.84" W
ÁREA= 30.00 METROS CUADRADOS				PERIMETRO= 22 M			

2.1.5.1 Situación Legal del Predio y Tipo de Propiedad

El cauce del Rio Cahoacán y su zona federal son bienes inherentes de propiedad nacional, según lo establecido en el artículo 118 de la Ley de Aguas Nacionales publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de abril de 2004, y son administrados por la Comisión Nacional del Agua. Por lo que se solicitaran las concesiones y permisos pertinentes para poder ocupar los espacios a solicitar y poder desarrollar el presente proyecto.

Respecto al predio donde se ubicará el área de Patio de Maniobras y Almacenamiento de Material Pétreo (ubicación de la trituradora) y demás área operativa, este predio será arrendado por la promovente, el predio ya se encuentra impactado ya que era utilizado para el almacenamiento de equipo y maquinaria del arrendador, es por demás comentar que el predio cuenta con luz eléctrica, fose séptica y agua potable, además cuenta con infraestructura que será utilizada como caseta de vigilancia, Taller de Mantenimiento y bodega de herramientas, almacén de residuos peligrosos y baños, almacén de combustible y oficinas administrativas, es importante mencionar que estas edificaciones ya se encuentran construidas dentro del predio a ocupar, por lo que solo se dará mantenimiento y rehabilitara a esta infraestructura para poder ocuparlos para el presente proyecto, es importante decir que dentro del predio se cuenta con vialidades de terrecería que se ocuparan para el tránsito de la maquinaria.

2.1.5.2 Colindancias del Sitio del Proyecto.

Respecto a las Colindancias del espacio denominado Polígono de Extracción, presenta lo siguientes:

Colindancia del Polígono de Extracción:

- ✓ Al Norte y Sur: con el Cauce del Rio Cahoacán y predios rústicos sin uso aparente.
- ✓ Al este: Zona federal de la margen Derecha y con predios rústicos, agrícolas y ganaderos.
- ✓ Al Oeste: Zona federal de la margen Izquierda y con el predio a utilizar para la ejecución del proyecto.

Respecto a las colindancias del predio a ocupar para las obras y actividades del proyecto, presenta lo siguiente:

- ✓ Al norte: con el Cauce del Rio Cahoacán y la Zona Federal de la margen Izquierda.
- ✓ Al sur: con predio particular abandonado, sin un uso aparente.

- ✓ Al este: con el Cauce del Rio Cahoacán y la Zona Federal de la margen Izquierda.
- ✓ Al Oeste: Con la Parcela 964, cabe mencionar que esta parcela es utilizada para el cultivo de hortalizas además de la cosecha de mango, también colinda con el camino de terrecería que es el utilizado como acceso.

2.1.6 Usa actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

- ➢ **Vegetación y Uso del Suelo**

La cobertura vegetal y el aprovechamiento del suelo en el municipio de Tapachula se distribuye de la siguiente manera: Agricultura de temporal (62.63%), Pastizal cultivado (13.97%), Bosque mesófilo de montaña (secundaria) (5.45%), No aplicable (5.41%), Agricultura de riego (5.24%), Manglar (secundaria) (2.23%), Pastizal inducido (1.36%), Bosque mesófilo de montaña (1.35%), Bosque de pino (0.98%), Bosque de pino (secundaria) (0.37%), Manglar (0.29%), Selva baja espinosa caducifolia (secundaria) (0.29%), Sin vegetación aparente (0.17%), Acuícola (0.12%), Selva mediana subperennifolia (secundaria) (0.08%), Bosque cultivado (0.07%) y Tular (0.01%). De acuerdo con en el Mapa de Vegetación y uso del suelo, el sitio del proyecto está ostenta un uso de suelo denominado Agricultura de Temporal Anual y Permanente, además el polígono de extracción a solicitar se encuentra catalogada como corriente de agua al estar ubicado dentro del Cauce del Rio Cahoacán.

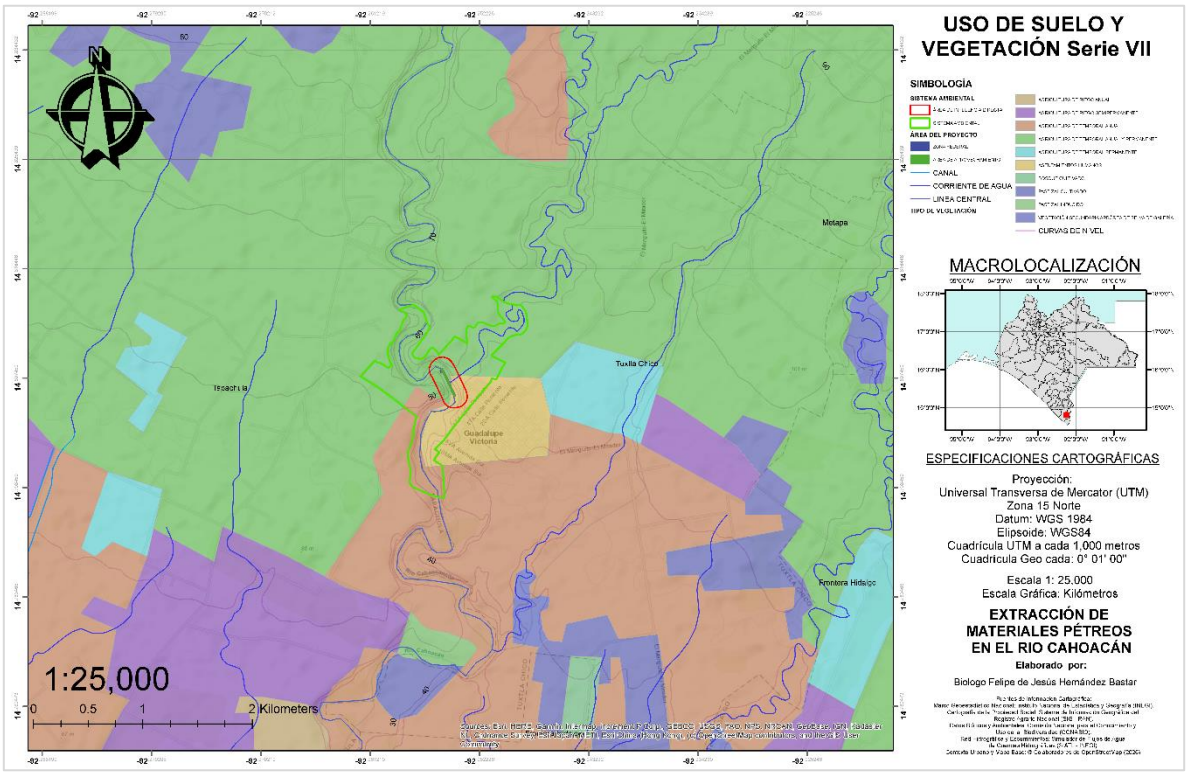


Imagen 2.18 Mapa de Vegetación y Uso del Suelo en la zona del proyecto INEGI Serie VII.

- **Uso del Suelo en la Zona del Proyecto**

Con base en la visita realizada en el sitio a ocupar para las actividades y ejecución del proyecto se pudo observar que los sitios o parcelas colindantes con la zona del proyecto tienen usos principalmente ganaderos y agrícolas, ya que dichos predios son utilizados para la estancia y crianza de ganado, también hay predios dedicados a la agricultura de temporal y permanente como a la cosecha de mango, además existen lotes en estado rustico, es decir en estado de abandono, por lo que en estos sitios se observa vegetación ruderal, en las imágenes siguientes que fueron tomadas en la visita de campo realizada se puede corroborar lo aquí mencionado.

Cabe mencionar que derivado a que el Polígono de Extracción donde se llevara a cabo la actividad de extracción de material pétreo se encuentra dentro del Cauce natural del Rio Cahoacán, prácticamente el presente proyecto está constituido por un cuerpo de agua federal (rio) y la zona federal de la margen izquierda del mismo, por lo que se solicitaran las concesiones y permisos correspondientes para el desarrollo de la actividad. El Rio denominado Cahoacán es utilizado principalmente para actividades agrícolas, pecuaria y actividades de extracción de material pétreo, por lo que el desarrollo del proyecto no interferirá con las actividades que se desarrollan dentro del cauce.

En la actualidad el uso que se le da al predio colindante con la zona federal izquierda y que será utilizado para el almacenamiento de material y patio de maniobras, es de resguardo de maquinaria pesada, esto derivado a que el promovente del proyecto cuenta con esta maquinaria y las renta para trabajos civiles. Cabe mencionar que los espacios a utilizar para el desarrollo del proyecto se encuentran carente de vegetación y en sus límites cuenta con arbolado utilizado como cerco vivo.



Imagen 2.19 Los Predios Colindantes a la zona del Proyecto son utilizados para la siembra de temporal, además de la cosecha de mango.



Imagen 2.20 Los Árboles de Mango de diferentes clases, es la vegetación más común en la zona del proyecto.



Imagen 2.21 Vista del Camino de Terracería que conduce al sitio del Proyecto, es esta imagen se puede apreciar el uso que tienen los predios colindantes al proyecto, en donde la mayoría son predios sin uso alguno o dedicados a la estancia de ganado.

- **Cuerpos de Agua en el Sitio del Proyecto**

El municipio de Tapachula se ubica dentro de las subcuencas Puerto Madero, R. Huehuetán, R. Coatán y R. Cahuacán que forman parte de la cuenca R. Grijalva - Tuxtla Gutiérrez.

Las principales corrientes de agua en el municipio son: Río Cahoacán, Río Coatán, Río Cahoacán, Río Pumpuapa, Río Texcuyuapan, Río Nexapa, Río Escocia, Río Santo Domingo, Río Coatán y Arroyo Coatancito; y las corrientes intermitentes: Arroyo Sahjón Lagartero, Arroyo El Riíto, Río Arroyo Tizantillo, Arroyo El Caimito, Arroyo Chiquirichapa, Arroyo El Muerto, Arroyo El Cach, Arroyo Santa Bárbara, Arroyo Coapantes y Arroyo El Caimito. Los cuerpos de agua en el municipio son: Laguna Los Pozuelos, Laguna Pampa De Murillo, Laguna Pampa El Cabildo y Estero El Ponce.

Cabe aclarar que la actividad de extracción pétrea del presente proyecto será realizada dentro del Cauce del Rio Cahoacán.

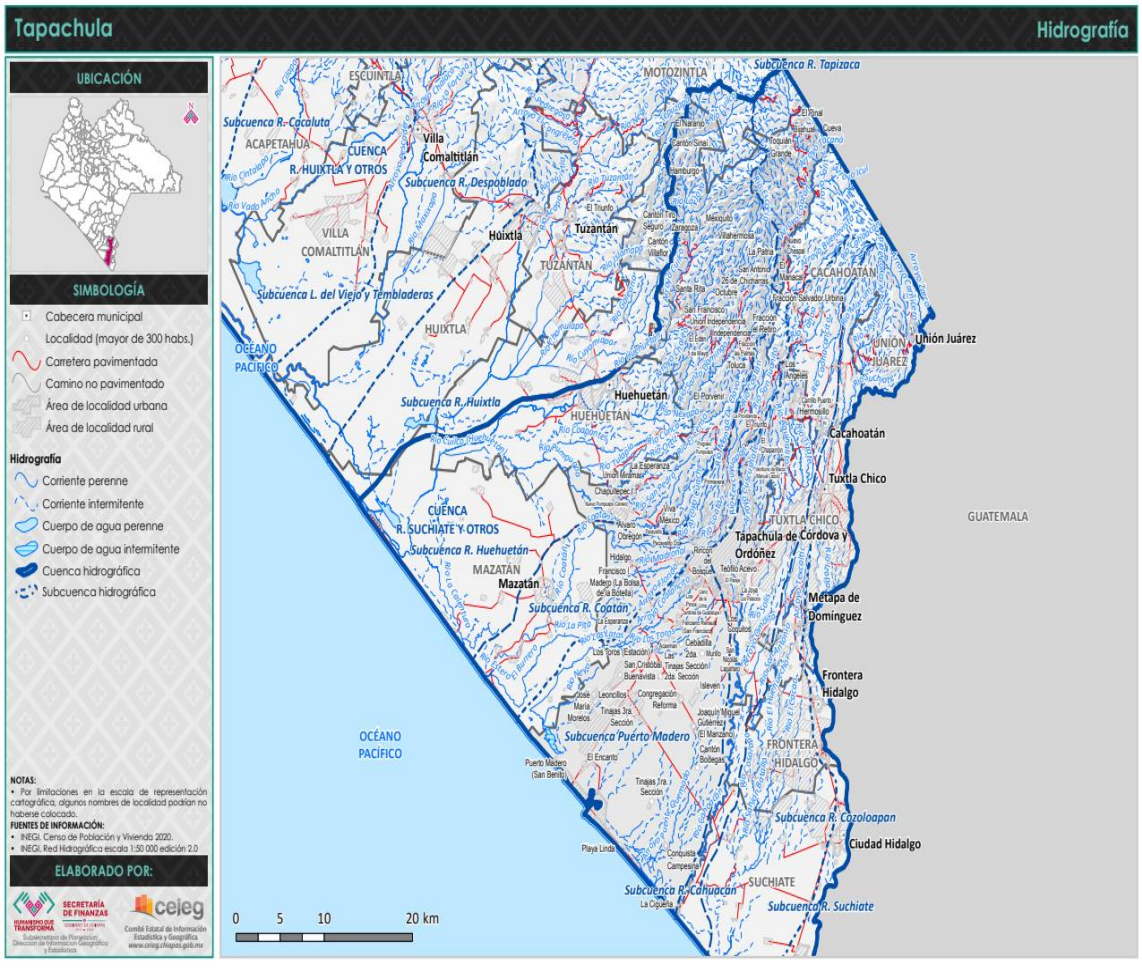


Imagen 2.22 En el Mapa aquí presentado se puede observar los Cuerpos de Agua con los que cuenta el Municipio de Tapachula.

2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El predio a ocupar donde se desarrollarán las obras y actividades del presente proyecto es propiedad privada, este sitio cuenta con todos los servicios básicos de urbanización como son energía eléctrica, agua potable y se cuenta con fosa séptica, cabe mencionar que estos servicios serán ocupados durante la vida útil del proyecto.

Como ya se ha mencionado el predio a ocupar para el desarrollo del proyecto se encuentra cercana a la Vialidad denominada Lagartero ubicada a una distancia aproximada de 1Km de la zona del proyecto, es por medio de esta vía que se puede tener acceso a la zona del proyecto partiendo del Libramiento Sur de Tapachula. El acceso al sitio del proyecto es por medio de un camino de terracería, cabe mencionar que dicho predio se ubica a una distancia aproximada de 11 Km en línea recta de la zona centro del municipio de Tapachula, por lo que la zona del proyecto se encuentra bien comunicada, además se cuenta con cobertura telefónica.

En las colindancias de la zona del proyecto solo se encuentran predios dedicados al pastoreo de ganado vacuno y pequeños espacios dedicados a la agricultura, además también existen predios abandonados, los cuales presentan vegetación de pastos y zacates. Es importante hacer mención que para el desarrollo del presente proyecto serán utilizados los servicios básicos de urbanización como son la energía eléctrica, agua potable y la fosa séptica con el que cuenta el sitio del proyecto.



Imagen 2.23 En esta Imagen se puede apreciar el Camino denominado Lagartero y el entronque con el camino de tercería que conduce al sitio del proyecto, en esta vista también se puede apreciar las líneas de luz eléctrica con el que cuenta la zona.

2.2 Características particulares del proyecto

2.2.1 Descripción de las Actividades Principales del Proyecto

Las actividades o principales acciones a realizar para el desarrollo y ejecución del presente proyecto serán las correspondientes al aprovechamiento, transporte y almacenamiento de material pétreo que se ubican dentro del cauce natural del Río Cahoacán, cabe mencionar que el espacio o polígono solicitado actualmente presentan un azolvamiento por el exceso de materiales arrastrados y depósitos en este sitio, frecuentemente en la época de lluvias. Los bancos o depósitos de material pétreo con el que cuenta el Río Cahoacán se obtiene principalmente por el arrastre de la roca misma que es trasladada a los sitios por el mismo cauce del rio, lo que ha modificado su granulometría hasta volverse material pétreo de tipo grava, arena, arcilla o arenisca, generando pequeños bancos que de no sacar estos materiales puede provocar alteraciones o impactos al ambiente, principalmente en época de lluvias, debido a que puede ensanchar el cauce natural del rio y posteriormente desbordamiento del mismo lo que provocaría inundaciones severas en la zona.

La realización del proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, pretende extraer material pétreo ubicado al centro del cauce natural del Río Cahoacán, las acciones o actividades planteadas serán llevadas a cabo en un espacio denominado Polígono de extracción.

El Polígono de Extracción del presente proyecto cuenta con una Longitud aproximada de 300 m y un ancho de plantilla de 20 metros ocupando una superficie total de **5,600 m^2**, la profundidad promedio del corte de extracción es de 1.5 m, para obtener un volumen de aprovechamiento anual que será de **6,988.34 m^3** y tomando en consideración que el proyecto contempla una vida útil de 5 años, se estima un volumen total de material a extraer de **34,941.70 m^3.**

Cabe mencionar que además del Polígono de Extracción será necesario obtener la concesión del espacio a ocupar en Zona Federal, este se ubica sobre la margen Izquierda del Rio Cahoacán. El sitio o espacio en zona federal a solicitare servirá para que la maquinaria transite sobre esta y pueda llegar al espacio denominado Polígono de Extracción, el cual estará ubicado dentro del cauce natural del Rio Cahoacán, se solicitara una zona federal el cual ocupara una superficie de **281.283 m^2**, es importante hacer mención que dicha zona federal se solicitara su concesión ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), esto se hará una vez se obtenga la autorización de Impacto Ambiental emitido por esta secretaría.

De esta forma, sumando las superficies del Polígono de Extracción y el área de la Zona Federal que se utilizará para el tránsito de vehículos y maquinaria, el área total en propiedad federal del proyecto será de **5,881.283 m^2**. Es importante decir que la disposición final del material se llevara a cabo dentro de las instalaciones del Predio propiedad del promovente del presente estudio, el cual está ubicado a un costado de los sitios o espacios solicitados, cabe resaltar que dentro de este predio se almacenara y realizara las actividades de trituración para obtener una granulometría de material idóneo para diversas obras civiles.

La extracción del material se hará respetando el talud natural de ambas márgenes de la corriente, dejando un espacio de más de 10 m para llevar a cabo la actividad y por consecuencia

no se alterará la vegetación colindante y la sinuosidad del río, así mismo, se evitará la formación de oquedades que alteren la dinámica de circulación del agua o pongan en riesgo el área hidráulica del río, es decir conforme a las condiciones técnicas que se establezcan en título de concesión que para el caso emita la Comisión Nacional del Agua.

El tiempo de operación de la maquinaria será de una jornada de 8 horas diarias de lunes a viernes. Durante la ejecución de los trabajos de extracción se recomienda aplicar técnicas adecuadas de control de los dragados para tener la seguridad de que éstos se realicen conforme al plan previamente trazado y a las condiciones específicas establecidas en el título de concesión que en su momento emita la Autoridad Federal correspondiente.

Los caminos internos con los que cuenta el predio servirán para que los vehículos y maquinaria lleguen a los puntos de acceso del Polígono de Extracción (zonas federales) se hará en forma vertical a la margen del Río Cahoacán y para llegar al predio utilizaran el camino denominado Lagartero y después se tomara el camino de terrecería el cual conduce al sitio del proyecto y se encuentra colindante con el predio propiedad del promovente del presente estudio.

El área donde se realizará la extracción de material pétreo se señalará mediante boyarines banderolas o monumentos de concreto en zona seca, colocándolos en los extremos de las bandas en donde se realizarán las actividades, los cuales serán retirados al concluir los trabajos. Al igual se señalarán las zonas federales a solicitar para el tránsito de las maquinarias y vehículos.



Imagen 2.24 En esta fotografía tomada en la visita de campo se puede apreciar el Cauce del Rio Cahoacán, en donde se realizarán las actividades de extracción de material pétreo.

2.2.2 Programa general de trabajo

A continuación, se presenta el Programa de Trabajo del Proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, el cual se presenta en sus Etapas de Preparación del Sitio, Operación y Mantenimiento y Abandono del Sitio, el cual se contempla para su ejecución en 5 años.

Tabla 2.15 Programa General de Trabajo del Proyecto.

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	AÑO 2027											
	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO												
Limpieza y Adecuación del Predio	■											
Delimitación del Polígono de Extracción y Sitios del Proyecto	■											
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												
Extracción de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■				■	■
Transporte de Material Pétreo al Área de Almacenamiento	■	■	■	■	■	■	■				■	■
Trituración de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■				■	■
Venta o Comercialización	■	■	■	■	■	■	■				■	■
Mantenimiento de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Ejecución de las Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DEL AÑO 2028-2030											
	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												
Extracción de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■				■	■
Transporte de Material Pétreo al Área de Almacenamiento	■	■	■	■	■	■	■				■	■
Trituración de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■				■	■
Venta o Comercialización	■	■	■	■	■	■	■				■	■
Mantenimiento de Maquinaria y Equipo			■			■			■			■
Ejecución de las Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	AÑO 2031											
	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												
Extracción de Material Pétreo	■	■	■	■	■	■	■				■	■
Transporte de Material Pétreo al Área de Almacenamiento	■	■	■	■	■	■	■				■	■

Trituración de Material Pétreo												
Venta o Comercialización												
Mantenimiento de Maquinaria y Equipo												
Ejecución de las Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación												
ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO												
Retiro de maquinaria y equipo												
Limpieza del Sitio												
Limpieza de los espacios del área almacenamiento												

2.2.3 Preparación del sitio

Las actividades o acciones a realizar durante la Etapa de Preparación del Sitio son acciones menores y consiste principalmente en Limpieza y Adecuación del Predio, esto con la finalidad de tener espacios con sitios limpios y en condiciones idóneas que permitan el correcto rodamiento de los vehículos y de la maquinaria a utilizar para el desarrollo de las actividades, tambien se realizara la actividad de Delimitar el Polígono de Extracción y Sitios del Proyecto. Las acciones o trabajos que se llevaran a cabo en función al Programa de Trabajo Presentado se describen a continuación.

2.2.3.1 Limpieza y Adecuación del Predio

Para que los sitios o áreas del proyecto estén en perfectas condiciones se realizara la limpieza del mismo, esto se llevara a cabo con herramienta menor, las acciones a realizar son principalmente en barrer y levantar la basura en las áreas a ocupar, así como quitar pastos, zacates o maleza, esto se llevara a cabo con machetes, pico y pala. Una vez realizada la limpieza se procederá al acondicionamiento el cual consistente principalmente en nivelar y compactar los sitios o espacios a ocupar, esto con la finalidad de que estén en condiciones idóneas para el rodamiento vehicular. Cabe mencionar que para evitar el levantamiento de polvo y partículas en el área del proyecto se realizaran riegos periódicos durante la jornada de trabajo.

2.2.3.2 Delimitación del Polígono de Extracción y Sitios del Proyecto

Para tener perfectamente delimitado el Polígono de Extracción de material pétreo, se colocarán marcas que servirán de guía por medio de banderolas, boyarines o monumentos de concreto ubicados a un costado de las zonas de extracción, marcando los vértices de las áreas de extracción y las zonas federales a ocupar para el tránsito de la maquinaria. Además de esto se procederá a la colocación de rótulos o letreros para que las personas puedan visualizar las actividades que se desarrollan dentro de estas zonas, para así tener el cuidado pertinente.

Además de la delimitación de la zona de extracción y zona federal se colocarán banderolas al interior del predio para demarcar los espacios que serán ocupados como área de almacenamiento de material pétreo y patio de maniobras.

2.2.4 Construcción de obras mineras

Respecto a la construcción de obras mineras me permito exponer los siguiente:

a) Exploración: en virtud de la naturaleza del presente proyecto no se realizan actividades de exploración.
b) Explotación: derivado de las actividades a realizar no se contempla la construcción de obras para llevar a cabo la actividad de extracción de material pétreo, esto en virtud de que dicho material se encuentra de manera superficial al interior del Río Cahoacán.
c) Beneficio: en función a este punto la única actividad que será realizada por el presente proyecto será la referente a la Trituración la cual será realizada mediante el equipo denominado Trituradora, la cual se ubicará en el espacio denominado patio de maniobras y almacenamiento de material.

Cabe mencionar que el proyecto contará con una trituradora, la cual se ubicará al interior del predio propiedad del promovente y será colocado al interior del espacio denominado Patio de maniobras y Almacenamiento de Material Pétreo, el cual cuenta con las coordenadas siguientes.

Tabla 2.16 Cuadro de Construcción del Espacio denominado Patio de Maniobras y Área de Almacenamiento de Material Pétreo.

PATIO DE MANIOBRAS Y ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO							
VERTICE	LADO		DISTANCIA	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
				ESTE (X)	NORTE (Y)	LATITUD	LONGITUD
1	1	2	60.00 m	580106.20	1637099.91	14° 48' 24.78" N	92° 15' 20.01" W
2	2	3	36.00 m	580133.94	1637046.71	14° 48' 23.05" N	92° 15' 19.09" W
3	3	4	60.00 m	580159.10	1637072.46	14° 48' 23.89" N	92° 15' 18.24" W
4	4	1	36.00 m	580131.92	1637125.95	14° 48' 25.63" N	92° 15' 19.15" W
ÁREA= 2160.00 METROS CUADRADOS					**PERIMETRO= 192 M**		

2.2.5 Construcción de obras asociadas o provisionales

Referente a las obras asociadas o provisionales como ya se ha dicho en puntos anteriores el promovente del proyecto cuenta con un predio ubicado a un costado del Polígono de Extracción de material pétreo solicitado, dicha propiedad será arrendada y utilizada como Patio de Maniobras y Almacenamiento de Material; en el patio de maniobras se colocará una Trituradora, y se utilizarán algunas edificaciones existentes las cuales se acondicionarán para ser utilizadas.

El Predio a utilizar ya cuenta con luz eléctrica, agua potable, alcantarillado sanitario, además cuenta con infraestructura que será utilizado como caseta de vigilancia, Taller de Mantenimiento y bodega de herramientas, almacén de residuos peligrosos y baños, almacén de combustible y oficinas administrativas, es importante mencionar que estas edificaciones ya se encuentran construidas dentro del predio a ocupar, por lo que solo se dará mantenimiento y rehabilitara a esta infraestructura para poder ocuparlas para el presente proyecto.

2.2.6 Etapa de operación y mantenimiento

En este apartado se describen las acciones o actividades a realizar durante la Etapa de Operación y Mantenimiento en Función al Programa de Trabajo antes presentado.

2.2.6.1 Extracción de Material Pétreo.

La ejecución del presente proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, pretende extraer material pétreo en un espacio al centro del cauce natural del Rio Cahoacán, las acciones o actividades planteadas serán llevadas a cabo en un sitio denominado Polígono de Extracción.

El Polígono de Extracción del presente proyecto cuenta con una Longitud aproximada de 300 m y un ancho de plantilla de 20 metros ocupando una superficie total de **5,600 m^2**, la profundidad promedio del corte de extracción es de 1.5 m, para obtener un volumen de aprovechamiento anual que será de **6,988.34 m^3** y tomando en consideración que el proyecto contempla una vida útil de 5 años, se estima un volumen total de material a extraer de **34,941.70 m^3.**

La extracción del material se hará respetando el talud natural de ambas márgenes de la corriente, dejando un espacio de más de 10 m, medidos horizontalmente a partir de las aguas máximas extraordinarias para la ejecución de la actividad, por lo que se prevé que no se alterará la vegetación colindante con el polígono de extracción y la sinuosidad del río.

Cabe mencionar que no se considera la formación de oquedades o agujeros que alteren la dinámica de circulación del agua dentro del cauce lo que conlleve a poner en riesgo el área hidráulica del rio. Además, la actividad de extracción será llevada a cabo respetando las condiciones técnicas que se establezcan en el título de concesión que se obtendrá de la autoridad competente en este caso será la Comisión nacional del agua (CONAGUA).

La actividad se llevará a cabo mediante el uso de una retroexcavadora de la marca Caterpillar, dicha maquinaria ingresara al polígono de extracción a través de la zona federal a solicitar y que fueron mencionadas y ubicadas en puntos anteriores, para luego dejar caer la pala en la parte media de la sección correspondiente a extraer material pétreo, esta acción se hará en sentido contrario a la corriente del cauce del Río Cahoacán , esto con la finalidad que la corriente misma restaure el material aprovechado.

Una vez llenada la pala de la retroexcavadora procederá a depositar el material dentro de los camiones volteo, los cuales cuentan con una capacidad de 7 m^3, dichos camiones llevaran el material al Área de almacenamiento.

- **Volumen de Material Pétreo por Extraer**

En la siguiente tabla que a continuación se presenta, se muestran los volúmenes programados mensualmente a extraer durante la vida útil del presente proyecto.

Tabla 2.17 Calculo del Volumen de Extracción de Material Pétreo a obtener durante la vida útil del presente proyecto desglosado en meses.

AÑO: 2027		AÑO: 2028		AÑO: 2029		AÑO: 2030		AÑO: 2031	
MES	VOLUMEN POR EXTRAER (m3)	MES	VOLUMEN POR EXTRAER (m3)	MES	VOLUMEN POR EXTRAER (m3)	MES	VOLUMEN POR EXTRAER (m3)	MES	VOLUMEN POR EXTRAER (m3)
ENE	776	ENE	776	ENE	776	ENE	776	ENE	776
FEB	776	FEB	776	FEB	776	FEB	776	FEB	776
MAR	776	MAR	776	MAR	776	MAR	776	MAR	776
ABR	776	ABR	776	ABR	776	ABR	776	ABR	776
MAY	776	MAY	776	MAY	776	MAY	776	MAY	776
JUN	776	JUN	776	JUN	776	JUN	776	JUN	776
JUL	779	JUL	779	JUL	779	JUL	779	JUL	779
AGO	---	AGO	---	AGO	---	AGO	---	AGO	---
SEP	---	SEP	---	SEP	---	SEP	---	SEP	---
OCT	---	OCT	---	OCT	---	OCT	---	OCT	---
NOV	777.34	NOV	777.34	NOV	777.34	NOV	777.34	NOV	777.34
DIC	776	DIC	776	DIC	776	DIC	776	DIC	776
Total	6988.34	6988.34		6988.34		6988.34		6988.34	

Cabe mencionar que el presente proyecto tiene contemplado extraer anualmente un volumen de **6,988.34 m³** de material pétreo, en la tabla siguiente se presentan los volúmenes anuales a extraer durante la vida útil del proyecto.

Tabla 2.18 Volumen de Extracción Anual durante la vida útil del proyecto.

Años (Vida Útil)	Volumen por extraer (m^3)
2027	6,988.34
2028	6,988.34
2029	6,988.34
2030	6,988.34
2031	6,988.34
Total	**34,941.70**

2.2.6.2 Transporte de Material Pétreo al Área de Almacenamiento

El material extraído por la retroexcavadora será dispuesto en camiones volteo con capacidad de 7 m^3, estos una vez llenados llevaran el material al espacio denominado Patio de Maniobras y Almacenamiento de Material. Los camiones volteo realizaran el recorrido a baja velocidad (10 a 20 Km/h), esto para evitar que el material se riegue en el trayecto, es importante mencionar que los camiones volteo solo llevaran material al ras de su capacidad por lo que no encopetaran al camión, esto para evitar la dispersión de material pétreo.

Cabe mencionar que el predio a utilizar para el desarrollo de las actividades del proyecto se encuentra colindante a las áreas de extracción, por lo que el recorrido de los camiones volteo al espacio denominado Patio de Maniobras y Almacenamiento de Material es muy corto.

Una vez llegado al Área denominada Patio de Maniobras y Área de Almacenamiento de Material Pétreo los camiones volteo procederán a descargar el material tratando de hacer pequeños montículos. Para evitar que el material se riegue o disperse se apoyara de cargadores frontales, estos vehículos apilaran el material en pequeños montículos, estos vehículos también serán utilizados para cargar el material a la tolva de la trituradora con la que contara el proyecto. A continuación, se presentan las coordenadas geográficas y UTM (Datum WGS84) del sitio denominado Patio de Maniobras y Área de Almacenamiento de Material Pétreo.

Tabla 2.19 Cuadro de Construcción, Patio de Maniobras y Área de Almacenamiento de Material Pétreo.

PATIO DE MANIOBRAS Y ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO							
VERTICE	**LADO**		**DISTANCIA**	**COORDENADAS UTM**		**COORDENADAS GEOGRAFICAS**	
				ESTE (X)	**NORTE (Y)**	**LATITUD**	**LONGITUD**
1	1	2	60.00 m	580106.20	1637099.91	14° 48' 24.78" N	92° 15' 20.01" W
2	2	3	36.00 m	580133.94	1637046.71	14° 48' 23.05" N	92° 15' 19.09" W
3	3	4	60.00 m	580159.10	1637072.46	14° 48' 23.89" N	92° 15' 18.24" W
4	4	1	36.00 m	580131.92	1637125.95	14° 48' 25.63" N	92° 15' 19.15" W
ÁREA= 2160.00 METROS CUADRADOS				**PERIMETRO= 192 M**			

2.2.6.3 Trituración de Material Pétreo

Una vez que el material este almacenado en el espacio correspondiente, el material es cargado mediante Cargadores Frontales y llevado a la tolva que forma parte de la Trituradora. Cabe mencionar que el área de Patio de Maniobras y Área de Almacenamiento de Material Pétreo, en dicho espacio es donde será colocara una trituradora, por lo que la acción del llenado de la tolva de trituración será llevada a cabo de manera escalonada para permitir que la trituradora realice correctamente su operación.

El material que ingresa es triturado mecánicamente y dirigido a una rampa o criba que va separando el material dependiendo de su granulometría. Una vez terminado este proceso, se procede a almacenar el material triturado en el espacio correspondiente, por lo que se procede a cargar el material mediante cargadores frontales y después llevarlo al espacio destinado para el almacenamiento de material triturado, haciendo montículos de estos. El material resultante será vendido o comercializado en el mercado local para trabajos de obra civil. En la tabla siguiente se presenta las coordenadas del espacio denominado Patio de Maniobras y Área de Almacenamiento de Material Pétreo, en dicho espacio será colocada la trituradora con la que contará el proyecto.

Tabla 2.20 Cuadro de Construcción del Patio de Maniobras y Área de Almacenamiento de Material Pétreo.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL PATIO DE MANIOBRAS Y ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAL PÉTREO							
VERTICE	**LADO**		**DISTANCIA**	**COORDENADAS UTM**		**COORDENADAS GEOGRAFICAS**	
				ESTE (X)	**NORTE (Y)**	**LATITUD**	**LONGITUD**
1	1	2	60.00 m	580106.20	1637099.91	14° 48' 24.78" N	92° 15' 20.01" W
2	2	3	36.00 m	580133.94	1637046.71	14° 48' 23.05" N	92° 15' 19.09" W
3	3	4	60.00 m	580159.10	1637072.46	14° 48' 23.89" N	92° 15' 18.24" W
4	4	1	36.00 m	580131.92	1637125.95	14° 48' 25.63" N	92° 15' 19.15" W
ÁREA= 2160.00 METROS CUADRADOS				**PERIMETRO= 192 M**			

2.2.6.4 Venta o Comercialización

Una vez llevado a cabo las actividades antes descritas se obtendrá material triturado mismo que será ofertado para su venta a las empresas dedicadas a la obra civil. La venta del material pétreo se hará a empresas o personas físicas quienes requieran del mencionado producto para realizar las diversas obras civiles. Los compradores se dirigirán a las áreas de almacenamiento de material con su respectivo vehículo, en dicho espacio se contará con un cargador frontal que procederá a llenar el vehículo del comprador para que pueda llevar el material pétreo a su destino correspondiente. El material pétreo que no sea comercializado será resguardado en el área de almacenamiento para su posterior venta.

2.2.6.5 Mantenimiento de Maquinaria y Equipo

Es importante mencionar que en el caso del mantenimiento de maquinaria y equipo existen dos tipos los cuales se describen a continuación:

- Mantenimiento Preventivo: es aquel que se enfoca en garantizar el buen estado del equipo a partir de un plan de trabajo que evite que se produzcan averías.
- Mantenimiento Correctivo: es el que se encarga de resolver un fallo o avería que se haya producido en el equipo, consiste en reparar la maquina a su condición operativa inicial.

Por lo tanto, con el objeto de mantener la maquinaria y equipo en condiciones idóneas de operación para poder llevar a cabo las diferentes actividades del proyecto y con esto prevenir la generación de ruidos y contaminantes, se contempla realizar mantenimiento preventivos y correctivos a la maquinaria y equipo a utilizar.

Los mantenimientos preventivos (mantenimientos mayores) serán realizados cada 3 meses en el taller ubicado en el sitio del proyecto, las principales acciones a realizar serán el cambio de aceite, filtros, lubricación, etc., cabe mencionar que el taller será el responsable de la disposición de los residuos que se generen durante el mantenimiento preventivo.

El mantenimiento correctivo (mantenimiento menor) será realizado en el área del taller, el cual cuenta con plancha de concreto para evitar que las sustancias a utilizar se filtren al suelo.

Una vez realizado los mantenimientos preventivos y correctivos, los residuos generados de estas actividades se vuelven residuos peligrosos, por lo que son colocados en contenedores con tapa debidamente rotulados, para después ser traslados al almacén temporal de residuos peligrosos con el que contara el proyecto. Una vez que se cuente con un volumen considerable, estos residuos serán entregados a la empresa que se Contrate, la cual deberá contar con los permisos pertinentes para la recolección trasporte y disposición final de residuos peligrosos.

Por lo que, para poder llevar un perfecto control de las actividades, se deberá contar con una bitácora en donde se registren las acciones o mantenimientos que se realizaron a las maquinarias y equipos con los que contara el proyecto.

Así también se deberá contar con una bitácora de almacenamiento, recolección y entrega de residuos peligrosos. A continuación, se presentan las coordenadas en donde se ubicará el espacio denominado Taller de Mantenimiento y Bodega de Herramientas.

Tabla 2.21 Cuadro de Construcción, Taller de Mantenimiento y Bodega de Herramientas.

TALLER DE MANTENIMIENTO Y BODEGA DE HERRAMIENTAS							
VERTICE	**LADO**		**DISTANCIA**	**COORDENADAS UTM**		**COORDENADAS GEOGRAFICAS**	
				ESTE (X)	**NORTE (Y)**	**LATITUD**	**LONGITUD**
1	1	2	19.00 m	580128.78	1637053.72	14° 48' 23.28" N	92° 15' 19.26" W
2	2	3	22.00 m	580111.91	1637062.48	14° 48' 23.57" N	92° 15' 19.82" W
3	3	4	19.00 m	580102.23	1637042.72	14° 48' 22.92" N	92° 15' 20.15" W
4	4	1	22.00 m	580119.09	1637033.97	14° 48' 22.64" N	92° 15' 19.59" W
ÁREA= 418.00 METROS CUADRADOS					**PERIMETRO= 82 M**		

2.2.6.6 Ejecución de las Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación.

Derivado del análisis del presente estudio, se contemplaron llevar acabo un conjunto de medidas de prevención, mitigación y compensación en virtud de los impactos ambientales a generar por el desarrollo del presente proyecto, cabe mencionar que dichas actividades se explican y detallan en el capítulo 6 del presente estudio.

2.2.7 Etapa de abandono del sitio (post – operación)

El proyecto contempla una vida útil de 5 años, por lo cual se plantea realizar la etapa de abandono del sitio al término de la vida útil. Se contemplan un conjunto de actividades con el fin de lograr la estabilización de la zona de extracción y con esto disminuir la erosión para salvaguardar los taludes y cauce del Río Cahoacán.

Dentro de las actividades de abandono del sitio se tienen contempladas las siguientes acciones:

- ✓ Retiro de la maquinaria y equipo en el área de extracción.
- ✓ Limpieza del sitio, en caso de encontrar herramientas tiradas o residuos sólidos urbanos.
- ✓ Limpieza de los espacios de almacenamiento de material.

- ✓ Restauración de las márgenes del rio, por medio de reforestación con especies de la región.

Se pretende que con estas acciones de restauración tengan un impacto benéfico sobre el entorno del sitio susceptibles a sufrir daños. Cabe mencionar que se dará seguimiento a las actividades de las medidas de prevención y mitigación, por lo que se informara anualmente a esa secretaria el avance de estas medidas que se realizaran en la zona del proyecto.

Cabe aclarar que se considerara la posibilidad de solicitar la prórroga para seguir realizando las actividades de extracción, por lo que se solicitara ante esa dependencia la ampliación de plazos para la autorización de impacto ambiental, por lo tanto, se pretende cumplir con todos los términos y condicionantes que esta autoridad considere pertinente.

2.2.8 Requerimiento de Personal, Maquinaria e Insumos

- ❖ **Personal Requerido**

Los trabajadores requeridos serán contratados por los ingenieros que ejecuten la obra, se buscara que el personal en su mayoría sea oriundos u originarios de las comunidades y localidades cercanas al sitio del proyecto.

Los trabajadores que sean contratados se transportaran diariamente al sitio de trabajo utilizando los servicios de transportes públicos de la región. En la tabla siguiente se presenta la cantidad de personal a contratar para la ejecución del proyecto.

Tabla 2.22 Personal Requerido para la Ejecución del Proyecto.

Personal Requerido	
Personal	**Número requerido**
Ingeniero residente	1
Chofer de camión	2
Operador de Retroexcavadora	2
Operador de Cargador frontal	2
Vigilante	1
Total	**8**

- ❖ **Maquinaria y Equipo**

La relación de maquinaria y equipo requerido para la ejecución del proyecto se enlistan a continuación:

CANTIDAD	MAQUINARIA	MODELO/MARCA

2		**Camión de Volteo de 7 m^3 de capacidad**	**Varios**
2		**Retroexcavadora**	**Caterpillar 434F2**
2		**Cargador frontal de neumáticos**	**Caterpillar 908K**
1		**Trituradora**	**Se cuenta ella.**

- **Insumos**

Agua: se empleará agua potable para el consumo diario de los trabajadores durante sus jornadas de trabajo, se compran garrafones de agua de 20 litros, estos serán entregados en el sitio del proyecto y serán colocados en el área de oficina con el que contara el proyecto. Cabe mencionar que en la zona existen diferentes empresas que ofrecen agua potable en garrafones, por lo que en caso de requerir solo se solicitara al camión repartidor.

También se requerirá agua que será utilizada para el sanitario con el que cuenta el sitio, además será utilizada para el riego de los caminos para evitar el levantamiento de polvo. Cabe mencionar que el agua a utilizar será adquirida a través de la toma de agua municipal con el que cuenta el predio, en dado caso de no ser posible se comprara de pipas autorizadas, quienes llevaran el vital líquido al sitio del proyecto y será almacenada en Tinacos de 1100 litros.

El volumen por requerir de agua en la ejecución del presente proyecto es de unos 100 a 150 litros al día aproximadamente.

Materiales y sustancias: los materiales y sustancias a emplear en las diferentes etapas del proyecto se presentan a continuación:

Lonas de polietileno, serán utilizadas para cubrir los camiones llenos de material hasta llegar al sitio de almacenamiento de material.

Señalamientos (banderolas, estacas, mojoneras, señalética de actividad, etc.), estos serán utilizados para demarcar los sitios de trabajo, así como para indicar las actividades que en ellos se realiza.

Lubricantes, estos servirán para dar un mantenimiento a los equipos utilizados en la actividad de extracción.

Energía y combustible: el sitio del proyecto ya cuenta con el suministro de energía eléctrica, por lo que para las actividades del proyecto será utilizada la energía eléctrica con el que cuenta el sitio, el cual es suministrado por CFE.

Para el caso del combustible, al estar el sitio del proyecto cercano a una estación de servicio aproximadamente a 3 Km, los camiones y equipos de extracción de material acudirán a esta estación a cargar combustible por lo que no se tiene contemplado almacenar combustible dentro del sitio del proyecto. En caso extraordinario de requerir combustible y tenga que llevarse al sitio del proyecto este será llevado a través de tambos de 20 litros, perfectamente sellados evitando el derrame de este. Cabe mencionar que el combustible a almacenar solo será el necesario para la jornada diaria de trabajo.

El consumo de combustibles se estima en:

Materiales	Litros / Mes	Utilización
Diésel	350.00	Uso Motriz
Gasolina	500.00	Uso Motriz

2.2.9 Utilización de explosivos

En virtud de que la actividad principal a desarrollar será la de extracción de material pétreo dentro del cauce del Rio Cahoacán, cabe mencionar que dicho material ha sido arrastrado hacia la zona solicitada por acciones naturales de arrastre y desgaste de roca, es por esto, que no se utilizar ningún tipo de explosivos para el desarrollo de la actividad.

2.2.10 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos sólidos urbanos para generarse en el desarrollo del presente proyecto son de tipo doméstico (restos de comida, Papel, botellas de plástico, etc.), estos serán generados por los trabajadores y se almacenarán en contenedores de 200 litros.

Para promover la separación de los residuos se rotularán los botes para distinguir el tipo de residuo que contendrá en el sitio de obra, para posteriormente ser transportados por camioneta al sitio de disposición final del municipio de Tapachula.

Emisiones a la Atmosfera

La principal fuente de emisión a la atmosfera será la maquinaria y vehículos que transitan en la zona del proyecto, por lo cual se deberá cumplir con el debido mantenimiento de estas con el objetivo de disminuir o atenuar dichas emisiones.

A continuación, se presentan las siguientes Normas Oficiales Mexicanas, que se deberán cumplir para garantizar que los niveles de Emisión sean los adecuados.

- ✓ NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
- ✓ NOM-085-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica – Fuentes Fijas – Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos partículas suspendidas totales bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.
- ✓ NOM-045-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.
- ✓ NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

A continuación, se presenta la estimación de las emisiones de fuentes móviles derivado de la maquinaria y vehículos que se ocuparan en las actividades del presente proyecto.

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE FUENTES MOVILES DEL PROYECTO EN BIOXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE (CO2 Eq)

El proyecto denominado "**Extracción de Materiales Pétreos en el Rio Cahoacán"**, ubicado en el Municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, contará con la siguiente maquinaria en la etapa operativa del proyecto.

CANTIDAD		MAQUINARIA	MODELO/MARCA
2		**Camión de Volteo de 7 m^3 de capacidad**	**Varios**

2		**Retroexcavadora**	**Caterpillar 434F2**
2		**Cargador frontal de neumáticos**	**Caterpillar 908K**
1		**Trituradora**	**Se cuenta ella.**

Para el cálculo de las Emisiones de los equipos a utilizar con motor se utilizó el método establecido en el documento **"Acuerdo que Establece las Particularidades Técnicas y las Fórmulas para la Aplicación de Metodologías para el Cálculo de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero", Publicado en el DOF el día 03 de septiembre del año 2015.**

Para el cálculo de las emisiones de los equipos a utilizar con motor será necesario el cálculo de consumo anual de combustible, en las tablas siguientes se presentan las estimaciones de combustible a utilizar en la operación del proyecto.

Descripción	Consumo de Combustible Diesel (l/h)	Horas de Uso al día	Uso en la Semana	Horas al mes	Consumo Mensual (litros)	Consumo Anual (litros)
Camión de Volteo de 7 m^3 de capacidad	**19.0**	**4**	**5**	**80**	**1,520**	**18,240**
Retroexcavadora	**28.0**	**4**	**5**	**80**	**2,240**	**26,880**
Cargador frontal de neumáticos	**17.0**	**4**	**5**	**80**	**1,360**	**16,320**

El consumo anual de combustible se obtiene al multiplicar el consumo mensual por los meses de operación o extracción.

Tipo de Unidad	Cantidad	Consumo anual de Combustible (Diésel) por unidad en litros	Consumo total de combustible (Diésel) en litros
Camión de Volteo de 7 m^3 de capacidad	**2**	**18,240**	**36,480**

Retroexcavadora	**2**	**26,880**	**53,760**
Cargador frontal de neumáticos	**2**	**16,320**	**32,640**
Total, de Combustible Consumido al Año			**122,880**

Una vez conocido el Volumen de Combustible que se consumirá en el año de Trabajo se utiliza la fórmula para el cálculo de las Emisiones de Bióxido de Carbono (tCO_2) la cual se menciona a continuación:

$E_{CO2}=\sum VC_i*PC_i*FE_CO_{2i}$
$E_{CO2e\ (CO2)} = E_{CO2}$

Donde:	
E_{CO2}	Emisión de bióxido de carbono (tCO_2)
VCi	Consumo del i-esimo combustible (t o m3) /año
PCi	Poder calorífico del i-esimo combustible (MJ/m3 o MJ/t)
FE_CO_{2i}	Factor de emisión de bióxido de carbono del i-esimo combustible (t/MJ)
$E_{CO2e\ (CO2)}$	Emisión de bióxido de carbono equivalente (tCO_2e)

En virtud de lo planteado anteriormente se procedió a la búsqueda del Factor de Emisión del Bióxido de Carbono de Diésel (FE CO_2) y el Poder Calorífico del Diésel (PC).

Cantidad		**Referencia**
FE CO_2	0.0000741 (t/MJ)	**"Acuerdo que Establece las Particularidades Técnicas y las Fórmulas para la Aplicación de Metodologías para el Cálculo de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero", en su Artículo Sexto. Factores de Emisión, en el Inciso C), Gasolinas y Naftas.**
PC	6037 (MJ/bl)	**Lista de Combustibles 2018 que se consideraran para identificar a los Usuarios con un patrón de alto consumo, así como los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo.**

Por lo que una vez obtenidos los valores a sustituir en las formula se procede al cálculo de las Emisiones de CO_2 de las unidades a utilizar en el proyecto:

CALCULO DE LAS EMISIONES DE CO2 DE UNIDADES A UTILIZAR	
	El Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones que menciona lo siguiente:
ECO2=∑ VCi*PCi*FE_CO2i	
Donde:	
VCi= 122,880 l/año	

PCi= 6037 (MJ/bl) donde bl es igual a un barril de petróleo; por lo que un barril de petróleo es igual a 158.99 Litros, por lo tanto **PCi= 37.9709 (MJ/l)**	Artículo 6. Para los Efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente. Por lo anterior mencionado y de acuerdo con los resultados obtenidos NO se rebasa el umbral establecido para considerar al Proyecto como un Establecimiento Sujeto a Reporte que deba presentar la información de sus emisiones directas o indirectas.
Sustituyendo los valores en la fórmula:	
ECO2= (122880 l/año) (37.9709 MJ/l) (0.0000741 t/MJ)	
Se obtiene:	
ECO2= 345.7405 ton /año	
ECO2e (CO2) =ECO2	
ECO2e (CO2) = 345.7405 ton /año	

Emisiones de Ruido

El ruido por generar en el sitio del proyecto será generado principalmente por la maquinaria y equipo a utilizar en las actividades del proyecto, cabe mencionar a que el proyecto al estar al aire libre el ruido generado es disipado y atenuado por el ambiente. Además de lo antes mencionado para evitar que la maquinaria y equipo generen mayor ruido estos contaran con un mantenimiento preventivo, que ayudara atenuar las emisiones de ruido. Puesto que no existe una norma específica para estos equipos se considerará las normas siguientes:

- ✓ NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Como fuentes secundarias se consideran los vehículos que serán empleados para el transporte de personal, maquinaria y equipo, etc., las cuales deberán cumplir con la normatividad específica para éstos.

- ✓ NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Para poder atenuar dichas emisiones de ruido se propone un formato de control de mantenimiento preventivo y el manejo de registros diarios de cada uno de ellos, con el objetivo de minimizar o atenuar los posibles impactos que podrían generar hacia la atmosfera.

Residuos Peligrosos

Para el mantenimiento de maquinaria, es necesario el uso de diversas sustancias, por lo que, de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento, y las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-2011 y NOM-161-SEMARNAT-2011, los residuos peligrosos que se generarán serán principalmente:

- Envases de lubricantes
- Envases de aceites
- Estopas impregnadas de lubricantes
- Grasas
- Aceites
- Estopas impregnadas de grasas
- Estopas impregnadas de aceite
- Recipientes derivados del transporte de combustible

A continuación, se presentan los residuos peligrosos a generar, incluyendo las características físicas, químicas o biológicas que hacen a un residuo peligroso, de acuerdo al código y peligrosidad de los residuos (CPR), establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Tipo de residuo	Características físicas	Código de peligrosidad	Volumen anual (kg)
Sólidos impregnados con material peligroso (estopas, trapos, recipientes y sólidos en general)	Sólido	Tóxico, inflamables (T, I)	36
Recipientes contenedores de material peligroso	Sólido	Tóxico, inflamables (T, I)	36
Aceites lubricantes gastados	Líquido	Tóxico, inflamables (T, I)	24

El volumen estimado a generar será de aproximadamente 8 Kg al mes por lo que anualmente se espera un volumen estimado de 96 Kg, cabe mencionar que el volumen podrá variar dependiendo del mantenimiento a realizar a los equipos y vehículos del proyecto. Será necesario utilizar recipientes herméticos para el almacenamiento temporal de los residuos.

A continuación, se presentan las características de los recipientes contenedores en donde se almacenarán los residuos peligrosos:

Tipo de residuo	Contenedor
Sólidos impregnados con material peligroso (estopas, trapos, recipientes y sólidos en general)	Tambo Metálico o plástico color negro de 200 litros con tapa de boca ancha, identificación color amarillo.
Recipientes contenedores de material peligroso	Tambo Metálico o plástico color negro de 200 litros con tapadera de boca ancha, identificación color amarillo.
Aceites lubricantes gastados	Tambo Metálico o plástico color negro de 200 litros con tapa de boca angosta, identificación color rojo.

2.2.11 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

Los **residuos sólidos domésticos** serán almacenados temporalmente en tambos de 200 litros propiamente rotulados dentro del área del proyecto. Una vez que estos se llenen, serán llevados al sitio de tiro municipal, ubicado en Tapachula, Chiapas o al sitio que mejor convenga y en su momento se acuerde con las autoridades municipales.

En cuanto a los **residuos peligrosos** estos serán depositados en contenedores rotulados herméticos de 200 litros de capacidad, en espera de su recolección por la empresa que se contrate para su disposición final.

Los residuos peligrosos serán resguardados temporalmente en el Almacén temporal de Residuos Peligrosos que se ubicará dentro del predio, el cual ya se encuentra construido a base de suelo de concreto y paredes de block a una altura de un metro y también tiene colocada malla ciclónica y techo de lámina.

Las dimensiones del espacio donde se ubica el almacén de residuos peligrosos y baños es de 9 x 13 m, ocupando una superficie de 117.00 m^2, el almacén de residuos peligros cuenta con canaletas para contener posibles derrames y con la identificación tanto en la entrada del almacén como en los recipientes contendores en donde se almacenarán los residuos, el almacén contara con letreros alusivos para informar a los trabajadores o personas que ingresen al sitio del proyecto sobre el uso que se le da al espacio antes mencionado.

A continuación, se presentan las coordenadas de la ubicación del área denominada Almacén de Residuos Peligrosos y Baños.

Tabla 23. Cuadro de Construccion del espacio denominado Almacen de Residuos Peligrosos y Baños.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL ALMACEN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y BAÑOS							
VERTICE	**LADO**		**DISTANCIA**	**COORDENADAS UTM**		**COORDENADAS GEOGRAFICAS**	
				ESTE (X)	**NORTE (Y)**	**LATITUD**	**LONGITUD**
1	1	2	9.00 m	580062.79	1637043.93	14° 48' 22.97" N	92° 15' 21.47" W
2	2	3	13.00 m	580068.20	1637051.12	14° 48' 23.20" N	92° 15' 21.29" W
3	3	4	9.00 m	580057.37	1637058.31	14° 48' 23.44" N	92° 15' 21.65" W
4	4	1	13.00 m	580051.95	1637051.12	14° 48' 23.20" N	92° 15' 21.83" W
ÁREA= 117.00 METROS CUADRADOS				**PERIMETRO= 44 M**			

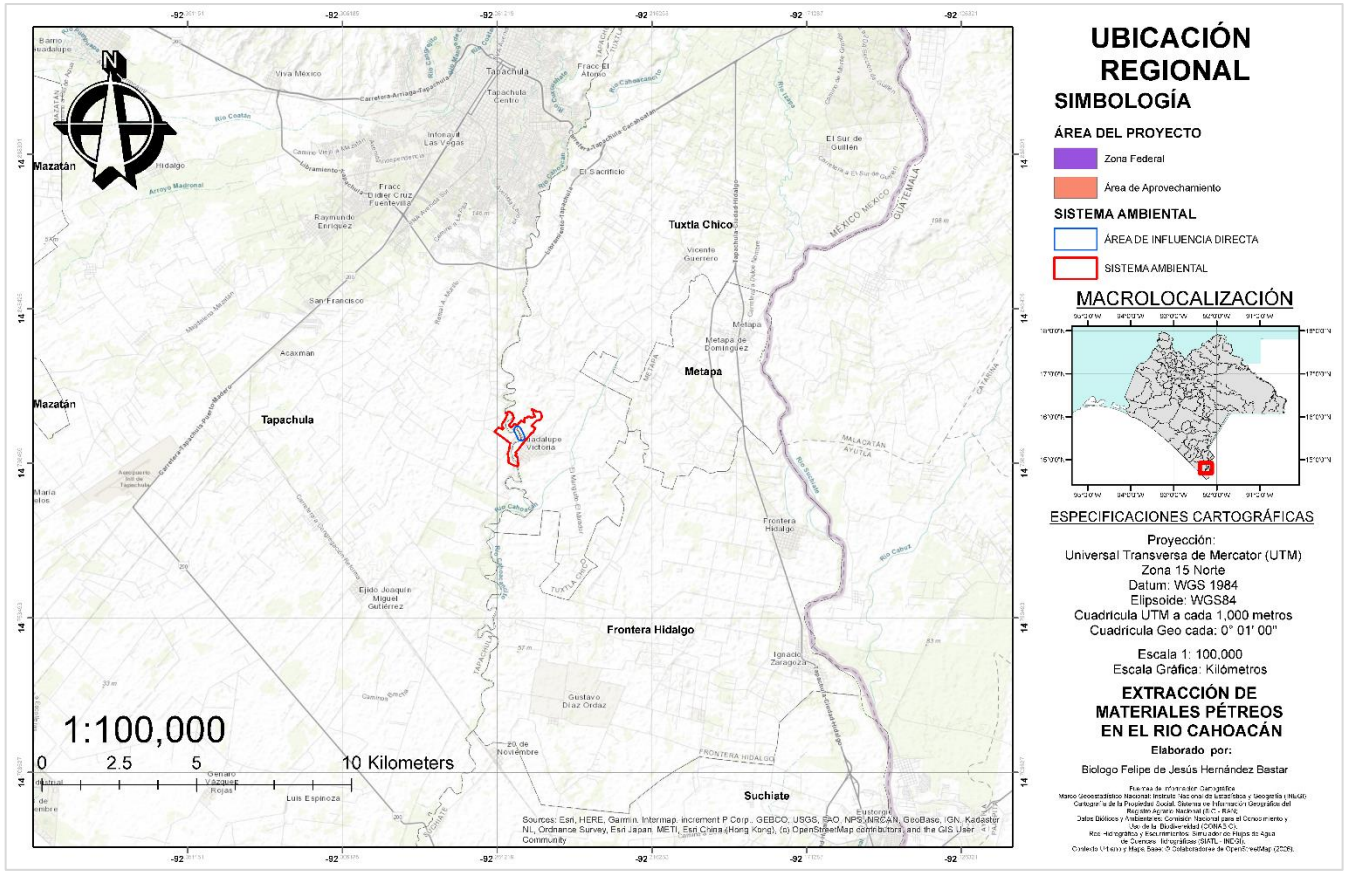
Los residuos se almacenarán por 6 meses, plazo máximo establecido en el Artículo **84** del *Reglamento para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. La disposición final de los residuos se hará mediante la contratación del servicio con empresas transportistas como GRUPO SUVEMO SA DE CV o SERMANT GASO SA de CV, que cuenta con las autorizaciones de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para el transporte, almacenamiento y disposición final de dichos residuos, o con otras que cuenten también con las autorizaciones correspondientes.

2.2.12 Otras fuentes de daños

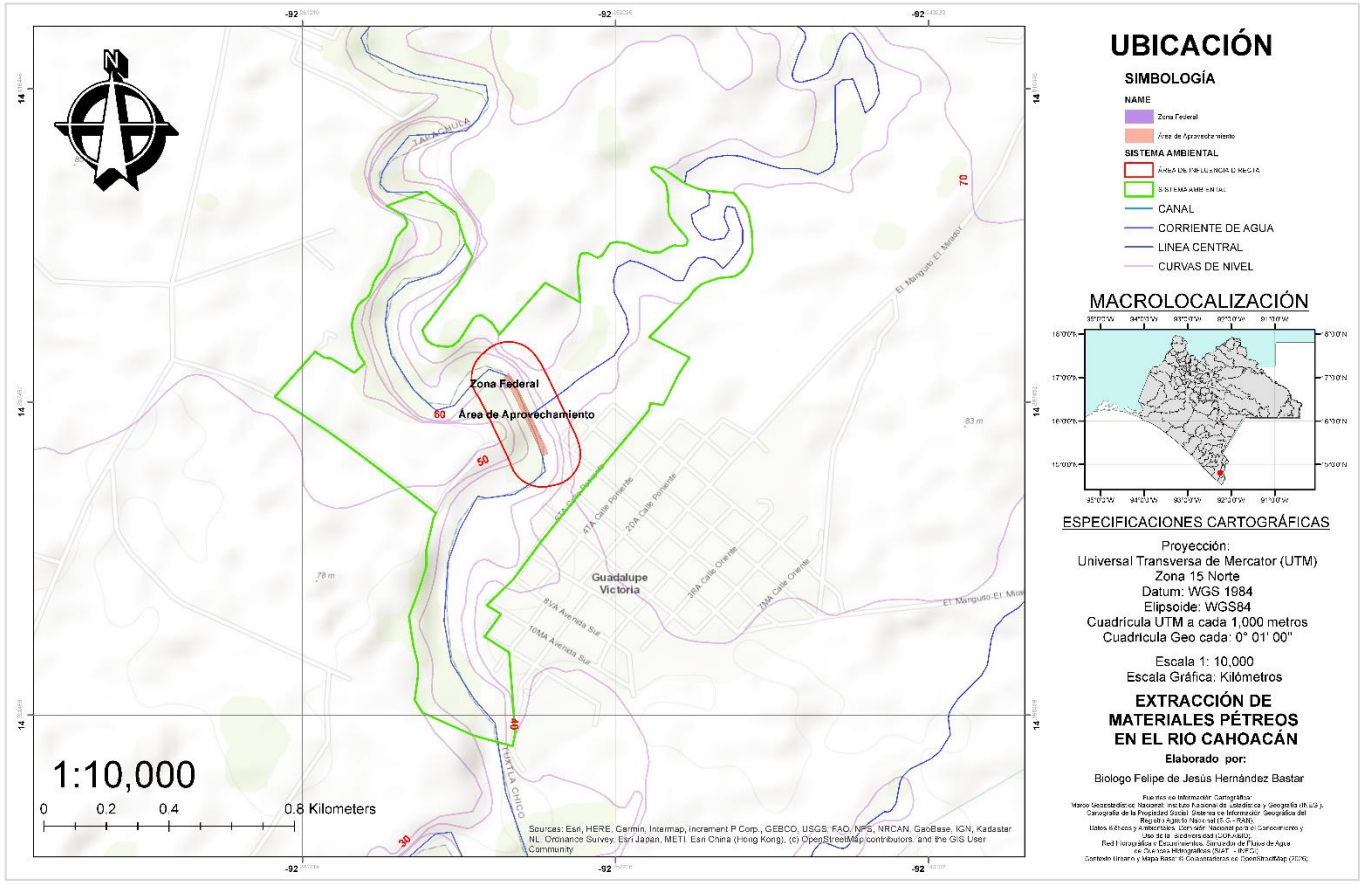
No se considera el derrame de materiales o residuos al suelo, ya que se plantea un adecuado manejo y disposición de estos.

2.2.13Representación Grafica

2.2.13.1 Representación Gráfica Regional.



2.2.13.2 Representación Gráfica Local.



Contenido

3 Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo. 1
3.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET) decretados 2
3.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT) 2
3.1.2 Programa de ordenamiento ecológico y territorial del estado de Chiapas (POETCH) 6
3.2 Planes y programas de desarrollo urbano estatales, municipales o del centro de población. 10
3.2.1 Plan nacional de desarrollo 2025-2030 10
3.2.2 Plan estatal de desarrollo Chiapas 2025-2030 12
3.2.3 Plan municipal de desarrollo vigente 13
3.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica 14
3.3.1 Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2025-2030 14
3.4 Normas Oficiales Mexicanas 15
3.5 Leyes y reglamentos 18
3.6 Decretos y programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas 32
3.6.1 Áreas naturales protegidas 32
3.6.2 Regiones prioritarias 32

3 Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación de uso de suelo.

El presente es de conformidad con lo establecido en el artículo 35 segundo párrafo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA), así como lo dispuesto en la fracción III del Artículo 12 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), que establece la obligación del Promovente de incluir en las Manifestaciones de Impacto Ambiental, en su modalidad Particular, el desarrollo de la vinculación de las obras y actividades que incluyen el Proyecto "…con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables"; entendiéndose por esta vinculación a la relación jurídica entre las actividades que integran el proyecto y los instrumentos jurídicos aplicables.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) tiene como objetivo principal el promover el desarrollo sustentable y el equilibrio ecológico, que se define como la relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

La LGEEPA crea una serie de instrumentos administrativos y de política ambiental que abarcan los programas y planes administrativos nacionales y locales; la promulgación de reglamentos, criterios y Normas Oficiales Mexicanas (NOM) ambientales; la regulación y la zonificación de los asentamientos humanos; las Evaluaciones del Impacto Ambiental; medidas para la protección de áreas naturales; la educación; y la investigación ecológica, así como incentivos fiscales y la creación de sistemas de información ambiental.

Establece en su artículo 5o fracción X que es facultad de la federación la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

El proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** pretende llevar a cabo actividades que encuadran en las fracciones I y X del artículo 28 de esta Ley, en correlación con el artículo 5, incisos A fracción X, y R fracción II de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Por tanto, de acuerdo a lo que dispone el artículo 12 fracción III del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en los siguientes apartados se describen cómo el proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** se encuentra regulado ambiental y territorialmente por diversas leyes, normas, ordenamientos, así como planes y programas.

3.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET) decretados

3.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT)

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

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

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

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

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

Espacialmente, el POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la APF, al orientar la planeación y la ejecución de las políticas públicas; y social y económicamente, invita a establecer una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sustentable.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la **regionalización ecológica** (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los **lineamientos y estrategias ecológicas** para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

La base para la **regionalización ecológica**, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB)**, representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

El área donde se sitúa el proyecto **“Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán”**, se encuentra considerada dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, específicamente en la **Región Ecológica 16.31** y la **Unidad Ambiental Biofísica No 85 “Llanura Costera de Chiapas y Guatemala”** localizada en el Sur de Chiapas.

La Política Ambiental asignada para la **UAB No. 85** es la de **Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable**, con una prioridad de atención Muy Alta, teniendo como rectores de desarrollo los Sectores Poblacional y Preservación de Flora y Fauna, coadyuvando con los Sectores Desarrollo Social, Forestal y Ganadería, en asociación con los Sectores Agricultura y Minería. Tiene como Estrategias Sectoriales 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44.

Para la **UAB No. 85**, el **Estado Actual del Medio Ambiente (2008)** es **Crítico. Conflicto Sectorial Nulo.** No presenta superficie de ANP's. Muy alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Pecuario y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.3. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. El **Escenario al 2033** es **Muy Crítico** con prioridad de atención Alta.

El proyecto se alinea con las estrategias del **Grupo I y II incisos B y E** respectivamente, y las estrategias No.4 y 36.

Se presenta a continuación los objetivos, estrategias y acciones que se vinculan con el proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"**, en el municipio de Tapachula, Chiapas con base a la **UAB 85** ubicada dentro de la Región Ecológica 16.31.

Tabla 3.1 Vinculación del proyecto con el POEGT.

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
Objetivo	**Estrategias**	**Acciones**	**Vinculación**
A) Dirigidas a la Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Fomentar la creación de mecanismos de apoyo para las comunidades rurales, grupos de comuneros, pescadores y campesinos que tengan áreas dedicadas a la conservación o que contribuyan a la protección de la biodiversidad de su área de influencia. Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales	El proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** tiene como objetivo principal la extracción de material pétreo en greña (arena y piedras) acumulados por el arrastre fluvial dentro del cauce del Rio Cahoacán, la actividad planteada para la extracción de material pétreo será desarrollada en un espacio o sección llamada Polígono de Extracción Con estas actividades se contribuirá a la protección y conservación de la

		y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional.	biodiversidad del ANP Reserva de la Biósfera La Encrucijada y su área de influencia, lo que permitirá mantener la dinámica de los cuerpos de agua en las cuencas hidrográficas las cuales son usadas como prestadoras de bienes y servicios ambientales, lo que favorece el desarrollo económico de la región.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Impulsar el desarrollo sustentable dentro de las áreas naturales protegidas y hacia fuera de ellas.	
D) Dirigidas a la Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios.	Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.	El proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** propondrá la reforestación de las zonas desprovistas de vegetación con especies nativas de la región.

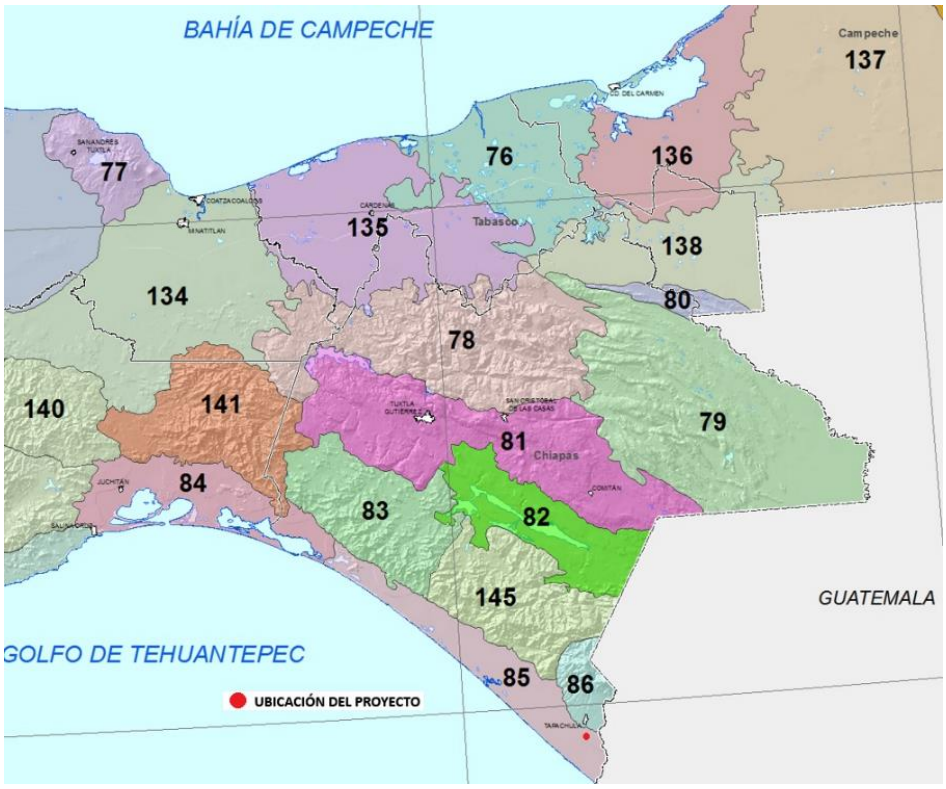


Imagen 3.1 Ubicación del proyecto dentro de la UAB No. 85 (REG. 16.31) del POEGT. Fuente: POEGT.

3.1.2 Programa de ordenamiento ecológico y territorial del estado de Chiapas (POETCH)

Conforme a lo dispuesto en los artículos 7, fracción IX; 19 Bis, fracción II; y 20 Bis 2, de la LGEEPA, y 7, fracción VII; 8, fracciones II y X; 30; y 40, último párrafo, de la Ley Ambiental para el Estado de Chiapas, es competencia del Gobierno del Estado de Chiapas la formulación y expedición del POET-Regional, a través de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural y del Titular del Ejecutivo Estatal, respectivamente.

De acuerdo al Artículo 40 de Ley Ambiental para el Estado de Chiapas, establece textualmente que "*El titular del Poder Ejecutivo Estatal a través de la Secretaría, publicará en el Periódico Oficial el programa de ordenamiento ecológico del territorio, así como los programas de ordenamiento ecológico regionales"*. El POET-R fue publicado por el Poder Ejecutivo del Estado de Chiapas, el viernes 07 de diciembre de 2012 en el Periódico Oficial No. 405, Tomo III.

El artículo 3º Fracción X del **POETCH** define ***El modelo de ordenamiento ecológico del territorio del Estado de Chiapas:*** *como la representación en un sistema de información geográfica de las* ***unidades de gestión ambiental*** *y sus respectivos lineamientos ecológicos*, *a las cuales se asignan las políticas y criterios de manejo con base en los resultados de los procesos analíticos*.

Políticas territoriales: La asignación de las políticas generales a cada **UGA** del **POETCH** se llevó a cabo en dos pasos, un primero semi-automatizado, utilizando las características de cada **UGA** para definir el valor potencial de las diferentes políticas a aplicarse y asignando la política con mayor valor potencial; en un segundo paso, de análisis, tomando en cuenta variables sociales, económicas, culturales y ambientales no mapeables.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) para el modelo de ordenamiento ecológico del territorio del Estado de Chiapas se definieron con base en diferentes criterios. El primer paso para su definición fue una regionalización que tomó en cuenta el relieve el uso del suelo actual y las poligonales de las Áreas Naturales Protegidas. A cada **UGA** se le asignó una política, lineamientos de uso predominante, usos recomendados, usos recomendados con condiciones, usos no recomendados, criterios y estrategias reasignación de la política. Del análisis generado se definieron 5 políticas aplicables al **POETCH**, la Política de protección (P), conservación (C), aprovechamiento sustentable (A), restauración (R), y Políticas mixtas.

Lineamientos: Los cuales se refieren a las metas a alcanzar para cada **UGA**.

Usos. Debido a que el presente **POETCH** es de carácter regional tiene un carácter inductivo a diferencia de un Ordenamiento Ecológico del Territorio local que norma los usos y destinos del territorio. La definición de usos por unidad tiene como objetivo orientar los apoyos gubernamentales a las zonas donde estos tendrán un mayor impacto, donde la aptitud del territorio garantizará un mayor éxito de las diferentes actividades productivas.

Asimismo, que los usos sean incompatibles no significa que estén prohibidos en una **UGA**, sino que se trata de actividades que generarían conflictos territoriales con las actividades actuales de la **UGA** o que comprometen los recursos naturales al interior de esta por lo que no es recomendable fomentarlos o apoyarlos.

De acuerdo a los criterios de uso para el **POETCH**, se identificaron 5 tipos: ***Usos predominantes, Usos compatibles, Usos recomendados, Usos no recomendados y Usos recomendados con condición***.

Criterios: Se refieren a una serie de normas, reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y establecen las condiciones para ciertos usos que necesitan tener limitaciones para no generar conflictos ambientales. Para el mejor manejo de los criterios, estos se agruparon por actividad, es decir, cada uso potencial en el estado de Chiapas tiene su grupo de criterios. Para el **POETCH** se aplican: Criterios para las actividades industriales (IN), Criterios para Infraestructura (IF), Criterios para las actividades turísticas (TU), Criterios para las actividades eco turísticas (ET), Criterios para las actividades agro turísticas (AO), Criterios para la investigación (IV), Criterios agrícolas generales (AG), Criterios para agricultura de temporal (AT), Criterios para agricultura de riego (AR), Criterios para plantaciones de cacao y café (CC), Criterios para la acuicultura (AC), Criterios para la ganadera (GA), Criterios para asentamientos humanos rurales (AH), Criterios para asentamientos humanos urbanos (AU), Criterios para restauración (RS), Criterios para conservación (CO), Criterios para protección (PR), Criterios para manglares, áreas inundables, pantanos y humedales (MH), Criterios para aprovechamientos forestales (FO), Criterios para cuerpos de agua (CA), Criterios para pesca (PS), Criterios para las actividades extractivas (EX).

Estrategia ecológica de acuerdo con el Reglamento de la **LGEEPA** en materia de ordenamiento ecológico, la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de ordenamiento ecológico. Cada estrategia cuenta con una o varias acciones puntuales dirigidas a atender sus objetivos específicos. Para el **POETCH** se identificaron 60 estrategias.

El proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** ubicado en el municipio de Tapachula, Chiapas, se localiza dentro de la **UGA 114**, alineada bajo la política de **Aprovechamiento**.

En las UGAs de aprovechamiento se adopta un esquema de apoyo a las actividades agropecuarias incrementando su productividad. Se prevén estrategias para la sustentabilidad de los agroecosistemas, para plantaciones de frutales, agroforestería e intensificación del cultivo del café, eventualmente con cultivos de café en sol, sin que se lleve a cabo la sustitución del café de sombra y evitando un impacto sobre zonas de vegetación natural. La ganadería se apoya aplicando una estrategia de fomento pecuario y se limita el impacto ecológico de esta actividad a través de una estrategia de sustentabilidad pecuaria. El impacto ecológico de las actividades industriales es limitado a través del monitoreo ambiental y la reducción de la contaminación atmosférica, de suelos y agua. Además, se busca la reducción del impacto sobre el cambio global, disminuyendo las emisiones de gases invernaderos. En el caso de los asentamientos humanos urbanos, se proponen medidas ecológicas destinadas a reducir la contaminación (plantas de tratamiento de agua, ecotecnias, manejo de residuos sólidos etc.), mientras que para los asentamientos rurales se proponen medidas de reducción del impacto ecológico, pero utilizando técnicas de menor costo. Para las actividades mineras se pide la aplicación de medidas compensatorias y la restauración del sitio de extracción a finales de la

explotación. En las UGAs con disponibilidad de agua para cultivos se aplica la estrategia de agricultura de riego.

La meta de la **UGA 114** es lograr un desarrollo sustentable de las actividades agropecuarias, aumentando su productividad, mitigando los impactos ambientales que generan, fomentando la creación de agroecosistemas y manteniendo la superficie actual ocupada (293,500 ha). (producción por ha, número de proyectos de agroecosistemas).

El proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** se vincula con el Uso Minería, uso Recomendado con Condiciones, mismo que podrá ejecutarse aplicando las medidas de mitigación, compensación y de restauración del sitio al final del periodo de explotación.

A continuación, se hace mención de los criterios con los que se vincula el proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"**:

CONCEPTO	CLAVE	CRITERIO	ESTRATÉGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Criterios para las actividades extractivas	EX1	Los predios sujetos a explotación minera deberán contar con una manifestación de impacto ambiental y cumplir con las medidas de mitigación y restauración del sitio	**44. Estrategia de minería** Las actividades mineras, generalmente de extracción de material pétreo, deberán llevarse a cabo garantizando que al final de la explotación del banco de material el área afectada se restaure. Además, las concesiones serán sujetas a un estudio de impacto ambiental y el daño ecológico deberá ser compensado	Dentro de los capítulos V y VI del presente Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del proyecto, se realiza la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que generará la instalación y ejecución del proyecto, así también, se detallan las medidas de prevención y mitigación aplicables a la ejecución del mismo, con el fin de prevenir, corregir, mitigar y/o compensar los posibles efectos adversos causados sobre los factores
	EX2	Los recursos minerales no metálicos se explotarán en forma intensiva y racional, mediante la capacitación adecuada de los propietarios y empresarios y el acceso a créditos indispensables para iniciar su explotación, considerando su rentabilidad.		

	EX4	El aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos, se justifica cuando el aprovechamiento consiste en retirar los materiales excedentes en zonas de depósito, para la rectificación y canalización del cauce propiciando la consolidación de bordos y márgenes.	con apoyos a la recuperación o restauración de áreas boscosas situadas en la zona aledaña al banco de material.	ambientales en los componentes bióticos y abióticos que se verán afectados durante su ejecución.

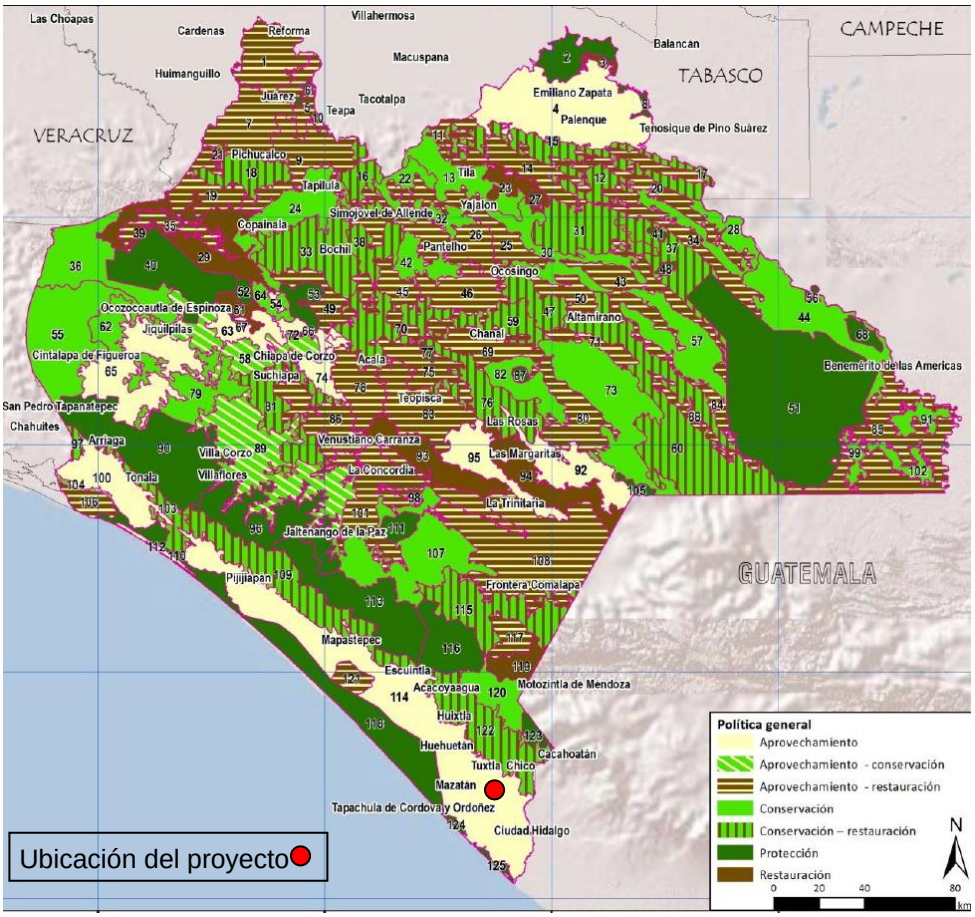


Imagen 3.2 Ubicación del proyecto dentro de la UGA No. 114 del POETCH.
Fuente: POETCH.

3.2 Planes y programas de desarrollo urbano estatales, municipales o del centro de población.

3.2.1 Plan nacional de desarrollo 2025-2030

La fundamentación técnica y ambiental de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) para proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** a desarrollarse en el **Tapachula, Chiapas** encuentra una vinculación directa y obligatoria con los objetivos nacionales delineados en el **Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030**.

Bajo la visión del *Humanismo Mexicano* y la *Prosperidad Compartida*, el proyecto actúa como un balanceador entre la necesidad de suministrar insumos para el desarrollo de infraestructura y la obligación de proteger de manera estricta los ecosistemas estratégicos del país.

A continuación, se detalla la vinculación con los **Ejes Generales y Estrategias** del PND relevantes para el proyecto:

1. Eje General 3: Economía Moral y Trabajo

Este eje establece las directrices para fortalecer la economía interna, consolidar la soberanía de insumos y modernizar la red de comunicaciones mediante una inversión pública y privada responsable.

- **Suministro para la Infraestructura Intermodal y Conectividad (Objetivo 3.7 y Estrategia 3.7.2):** El PND prioriza la modernización, conservación y ampliación de carreteras, puentes y obras viales. El material pétreo (arena y grava) extraído del río Cahoacán en Tapachula representa el insumo base local para estas obras regionales. La disponibilidad cercana de estos materiales reduce los costos de transporte logístico, alineándose a la meta de eficiencia y competitividad económica nacional.
- **Consolidación de las Cadenas de Proveeduría Local (Objetivo 3.10 y Estrategia 3.10.1):** El plan mandata la integración de las entidades federativas (como Chiapas) en las cadenas de proveeduría para potenciar sus vocaciones productivas regionales. Producir agregados pétreos de calidad de forma local disminuye la dependencia de insumos externos y fortalece la economía de la región fronteriza del Soconusco.
- **Generación de Empleo Digno e Inclusión (Objetivo 3.2):** El proyecto fomenta la reactivación económica municipal a través de la creación de empleos directos e indirectos en el sector extractivo y de la construcción, asegurando el cumplimiento estricto de las condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo.

2. Eje General 4: Desarrollo Sustentable (Condicionante de Viabilidad Técnica)

Este apartado regula las actividades productivas bajo una premisa ineludible: lograr un equilibrio donde el desarrollo económico no comprometa irreversiblemente los recursos de las futuras generaciones.

- **Protección y Uso Sustentable de Cuerpos de Agua (Objetivo 4.5 y Estrategia 3.6.2):** El PND establece que es prioritario proteger los ecosistemas estratégicos, señalando específicamente los cuerpos de agua. Para vincularse positivamente, la MIA del proyecto debe demostrar científicamente que los volúmenes de extracción respetan el flujo ecológico y la dinámica de transporte de sedimentos del río Cahoacán, asegurando que la actividad industrial no degrade la "sostenibilidad hídrica".
- **Enfoque de Economía Circular (Estrategia 4.5.1 / Diagnóstico Eje 4):** El Plan promueve el aprovechamiento eficiente de recursos y la reducción de la huella ecológica a través de proyectos sustentables. El proyecto debe integrar planes de manejo que optimicen el material aprovechable, reduzcan la generación de lodos o desechos y contemplen la revalorización de subproductos de la separación de pétreos.
- **Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático (Estrategia 2.10.4):** Tapachula y su llanura costera son geográficamente vulnerables a fenómenos meteorológicos extremos (lluvias intensas e inundaciones). El diseño técnico del banco de extracción debe proponerse también como una medida de desazolve y estabilización controlada del cauce del río Cahoacán, disminuyendo activamente los riesgos de inundación para las poblaciones colindantes.

3. Eje General 2: Desarrollo con Bienestar y Humanismo (Impacto Social)

La vivienda y el entorno habitable se sitúan al centro de la política social del Gobierno de México.

- **Asequibilidad para la Vivienda Adecuada y Sustentable (Objetivo 2.9 y Estrategia 2.9.5):** El PND consagra el derecho a una vivienda adecuada y sustentable como un pilar para reducir las desigualdades territoriales. Los materiales pétreos del río Cahoacán sirven de soporte directo para la edificación de conjuntos habitacionales e infraestructura comunitaria accesible en el estado de Chiapas, dotando a la población de un entorno con seguridad estructural.
- **Ordenamiento Territorial Participativo y Justo (Objetivo 2.10 y Estrategia 2.10.3):** El proyecto debe operar respetando el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Esto implica que las zonas de amortiguamiento de la obra extractiva controlen estrictamente las emisiones de polvo suspendido y ruido, evitando impactos negativos en la salud y habitabilidad de las comunidades vecinas en Tapachula.

4. Eje Transversal 3: Derechos de las Comunidades Indígenas y Afromexicanas

- **Participación Ciudadana y Consulta (Objetivo T3.4 y Estrategia T3.4.3):** Dada la presencia de comunidades con raíces originarias en las cuencas de Chiapas, el PND exige garantizar mecanismos efectivos de consulta previa, libre e informada en decisiones administrativas o proyectos que generen impactos significativos en su vida o su entorno ambiental, resguardando el derecho sobre sus tierras tradicionales y recursos naturales.

En conclusión, el proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** es congruente con el PND 2025-2030, ya que actúa como un eslabón estratégico para la **Economía Moral (Eje 3)** mediante el abasto regional de insumos constructivos, subordinando plenamente su operación a los estándares de justicia ambiental del **Desarrollo Sustentable (Eje 4)**

3.2.2 Plan estatal de desarrollo Chiapas 2025-2030

Para la alineación del proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** en el municipio de Tapachula dentro del **Plan Estatal de Desarrollo (PED) Chiapas 2025-2030**, se identifican varios ejes y políticas públicas que fundamentan su vinculación técnica y social:

La vinculación del proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** en el municipio de Tapachula con el **Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2025-2030 de Chiapas** es un ejercicio bidireccional. Por un lado, se alinea con los objetivos de desarrollo de infraestructura regional; por el otro, enfrenta estrictas condicionantes en materia de sustentabilidad hídrica y conservación ambiental.

A continuación, se detalla la fundamentación y articulación del proyecto con los ejes rectores, objetivos y estrategias del PED:

1. Eje 4: Chiapas con Prosperidad Compartida

Este eje aborda el crecimiento económico a través de la infraestructura y el fortalecimiento de sectores productivos clave.

- **Infraestructura para el desarrollo y conectividad regional:** El PED destaca la necesidad de fortalecer de forma prioritaria la conectividad urbana, terrestre y aérea en nodos estratégicos como **Tapachula**. Los agregados pétreos (grava y arena) obtenidos del río Cahoacán son insumos básicos e indispensables para la construcción y mantenimiento de carreteras, vialidades urbanas, obra pública y vivienda en la región Soconusco.
- **Abasto e insumos locales asequibles:** Disponer de un banco de materiales autorizado en el municipio reduce sustancialmente los costos logísticos de transporte, lo que se traduce en un mercado interno más competitivo y alineado a la política de maximización de recursos (Racionalidad) estipulada en el Plan.
- **Generación de empleo en el sector secundario:** La minería extractiva no petrolera y la construcción representan el 16.58% de la Población Económicamente Activa Ocupada (PEAO) en el estado. El proyecto contribuye de forma directa a la creación de empleos locales bien remunerados, apoyando la estrategia de retención del capital humano y mitigación de la migración en la frontera sur.

2. Eje 5: Chiapas con Conciencia Ambiental (La mayor condicional del proyecto)

Dado que la actividad se localiza en el lecho y riberas del río Cahoacán, la viabilidad del proyecto bajo el marco de la planeación humanista exige un estricto cumplimiento y vinculación con los criterios ambientales del estado:

- **Gestión sustentable de recursos hídricos (Política Pública 5.1.1):** Chiapas posee el 45.74% del agua superficial del país y cuenta con la región hidrológica de la Costa (a la cual pertenece el río Cahoacán). El proyecto debe demostrar técnicamente que la extracción mecánica de pétreos no alterará la dinámica fluvial, ni degradará la calidad del cuerpo de agua, garantizando la continuidad y "sostenibilidad hídrica" que el PED mandata para los ecosistemas de la entidad.
- **Protección de hábitats y biodiversidad (Política Pública 5.1.2):** El plan enfatiza disminuir el deterioro de los ecosistemas provocados por la sobreexplotación y la inadecuada planificación del territorio. La Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del proyecto debe incorporar medidas puntuales de restauración y reforestación de las riberas del río Cahoacán para la conservación de especies nativas y sus hábitats riparios.
- **Reducción de vulnerabilidad ante el cambio climático (Política Pública 5.1.3):** El Soconusco y la llanura costera son zonas altamente expuestas a fenómenos hidrometeorológicos extremos (ciclones, inundaciones). La extracción de material pétreo debe planificarse de manera que actúe como un factor de desazolve controlado que reduzca los riesgos de desbordamiento del río hacia asentamientos humanos en Tapachula, en estricto apego a las estrategias de resiliencia territorial del PED.

3. Alineación con Políticas Transversales y Normativas

- **Cumplimiento del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET):** De acuerdo con la Estrategia 5.1.2.4, toda obra de aprovechamiento debe alinearse con los lineamientos de la normatividad ambiental aplicable y los criterios de uso del suelo vigentes en el municipio de Tapachula.
- **Principio de Previsión y Sustentabilidad:** El PED 2025-2030 exige que la explotación de recursos naturales satisfaga las demandas de insumos del presente (desarrollo urbano) sin comprometer el equilibrio ecológico ni el derecho al agua de las futuras generaciones (Humanismo Ambiental).

En conclusión, el proyecto se vincula positivamente como un **facilitador económico e industrial** (proveedor de agregados para el desarrollo regional de Tapachula), pero su congruencia total con el PED 2025-2030 dependerá del diseño técnico y de las medidas de mitigación orientadas a la **conservación del flujo ecológico, estabilización de riberas y protección del recurso hídrico del río Cahoacán**.

3.2.3 Plan municipal de desarrollo vigente

No se encontró Plan de desarrollo del municipio de Tapachula, Chiapas vigente publicado en el periódico oficial.

3.3 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica

3.3.1 Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2025-2030

La vinculación del proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** con el **Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2025-2030** es directa y crítica. Al tratarse de una actividad extractiva en un cuerpo de agua superficial y dinámico, incide directamente en los pilares de la política ambiental humanista de México.

A continuación, se detalla cómo se vincula formalmente este proyecto con los **Objetivos** y **Estrategias** del PROMARNAT:

1. Vinculación con el Objetivo 3: Gestión Sustentable del Agua y Cuencas

Objetivo 3: Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.

La extracción de material pétreo (arena, grava, cantos rodados) altera la morfología del cauce del río Cahoacán, lo que afecta directamente el flujo hidrológico, la recarga de acuíferos y la calidad del agua.

- **Estrategia 3.4 (Monitoreo y Cumplimiento):** El proyecto debe sujetarse a estrictas labores de verificación sobre la remoción de sedimentos para no alterar la dinámica del cuerpo de agua.
- **Estrategia 3.5 (Protección de Cuencas):** Exige que la extracción no comprometa la integridad de la cuenca del río Cahoacán, preservando el equilibrio ecológico del río para asegurar la disponibilidad del líquido a la población de Tapachula.

2. Vinculación con el Objetivo 1: Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad

Objetivo 1: Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales...

El río Cahoacán alberga ecosistemas dulceacuícolas y ribereños en Chiapas, una de las entidades identificadas con presiones críticas de degradación y pérdida de patrimonio natural.

- **Estrategia 1.2 (Detener la degradación):** Las operaciones de extracción pétrea deben mitigar el impacto sobre la flora y fauna subacuática y de las riberas, evitando la pérdida de hábitat.
- **Estrategia 1.5 (Ordenamiento Ecológico):** El proyecto tiene la obligación de alinearse con el ordenamiento ecológico del territorio con un **enfoque de cuenca**, regulando la actividad según la aptitud natural del suelo y del río.

3. Vinculación con el Objetivo 4: Acción Climática e Infraestructura Estratégica

Objetivo 4: Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa... protegiendo la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.

Modificar el cauce de un río mediante la extracción pétrea desmedida puede incrementar el riesgo de inundaciones o desvíos del flujo del agua durante eventos hidrometeorológicos extremos en Tapachula.

- **Estrategia 4.2 (Capacidad Adaptativa y Resiliencia):** El diseño y ejecución del proyecto deben integrar **soluciones basadas en la naturaleza**. Esto implica que la extracción de material pétreo no debe debilitar las defensas naturales del río (como sus riberas y curvas naturales), salvaguardando la seguridad de las poblaciones locales e infraestructura ante el cambio climático.

4. Vinculación con el Objetivo 5: Justicia Ambiental, Trámites y Participación

Objetivo 5: Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental...

- **Simplificación y Digitalización de Trámites:** El PROMARNAT enfatiza la regulación de las **Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA)** y los permisos de la zona federal marítimo-terrestre y de aguas. Este proyecto requiere un control estricto, transparente y libre de corrupción en sus resolutivos ambientales.
- **Estrategia 5.2 (Participación Ciudadana):** La extracción en el río Cahoacán debe considerar un diálogo socialmente pertinente con las comunidades locales de Tapachula que dependen del río para sus modos de vida.

En resumen, para considerarse viable bajo el PROMARNAT 2025-2030, el proyecto de extracción en el río Cahoacán no puede operar bajo un esquema meramente "extractivista tradicional". Debe internalizar sus impactos ambientales, asegurar que la tasa de extracción respete la capacidad de regeneración del río, implementar medidas preventivas contra inundaciones y garantizar los derechos humanos y ambientales de los habitantes de Tapachula.

3.4 Normas Oficiales Mexicanas

El proyecto **“Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán”** se vincula con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACION CON EL PROYECTO
En Materia de Aguas Residuales	
NOM-001-SEMARNAT-2021, *Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.*	El promovente realizará las acciones necesarias en todas sus etapas del proyecto, para evitar la contaminación de las aguas y bienes nacionales.

	De ser necesario se realizará el muestreo del agua para verificar su calidad, siendo estos análisis encomendados a un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), que garantice se cumpla con los límites máximos permisibles de contaminantes.
En Materia de Emisiones a la Atmosfera	
NOM-041-SEMARNAT-2015, *Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.*	En vinculación con el proyecto, la promovente realizará la supervisión y mantenimiento requerido de los vehículos utilizados durante el desarrollo de las etapas del proyecto con el fin de verificar y garantizar se encuentren en condiciones óptimas y dentro de los límites permisibles de emisiones contaminantes que establece esta Norma. Durante las etapas del proyecto se establecerá un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos que laboran en el área del proyecto.
NOM-042-SEMARNAT-2003, *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.*	
NOM-045-SEMARNAT-2017, *Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.*	
NOM-050-SEMARNAT-1993, *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.*	
NOM-043-SEMARNAT-1993, *Que establece los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.*	La trituradora servirá para quebrar la piedra para obtener un material que se adapte a las necesidades constructivas requeridas, por tanto, esta norma es aplicable y de observancia durante la operación del proyecto.
En Materia de Ruido	
NOM-080-SEMARNAT-1994. *Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.*	Durante las etapas del proyecto las emisiones de ruido se darán durante horario establecido y diurno. Sin embargo, se evitará en todo momento rebasar los límites máximos permisibles por esta Norma Oficial Mexicana.
NOM-081-SEMARNAT-1994. *Establece los límites máximos permisibles de emisión de*	El proyecto no debe rebasar los decibeles permitidos, especialmente si hay

ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	comunidades o zonas habitacionales cercanas a las riberas del río en Tapachula
En Materia de Conservación, Biodiversidad y Suelo	
NOM-059-SEMARNAT-2010. *Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.*	Durante el desarrollo del proyecto se tomaran las medidas necesarias para no afectar severamente el hábitat de las especies existentes en el SA y en el área de influencia, en caso sea necesario, se realizará el rescate y ahuyentamiento de fauna para las especies terrestres sobre todo aquellas que de acuerdo con los monitores realizados se identificaron como especies susceptibles de ser impactadas de manera significativa o en alguna categoría de protección o conservación, y con la aplicación de las medidas de mitigación correctas se compensaran los impactos generados en las diferentes etapas del proyecto.
NOM-060-SEMARNAT-1994. *Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal*	De ser necesaria la remoción de vegetación de la ribera o abrir caminos de acceso que causen erosión hacia el río, se deberán aplicar las especificaciones de la presente norma.
En Materia de Residuos	
NOM-052-SEMARNAT-2005. *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.*	Se prevé la generación de residuos peligrosos durante las actividades del proyecto, estos serán dispuestos en un sitio específico en recipientes rotulados según la característica de peligrosidad de cada residuo, para posteriormente ser entregado a empresas autorizadas para su recolección, transporte y disposición final. Los residuos sólidos como papel, cartón, plástico y todo residuo inorgánico que genere el personal encargado de la construcción y operación del proyecto, se entregarán a empresas encargadas del manejo y disposición final de residuos sólidos de la zona, para ser dispuestos en el sitio autorizado por el municipio.
En materia de incendios forestales	
NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, *Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario.*	Durante las etapas del proyecto se considerarán acciones preventivas en el uso del fuego, a fin de proteger los ecosistemas y las poblaciones humanas colindantes al área del proyecto, en cumplimiento a la presente norma oficial.
En materia de suelo	
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, *Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.*	De presentarse un derrame de hidrocarburos, se realizarán las acciones necesarias para la remediación del sitio contaminado.

3.5 Leyes y reglamentos

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Artículo	Vinculación
Artículo 5o.- *Son facultades de la Federación:* *…* *X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;* *…*	La Promovente presentará ante la SEMARNAT para su evaluación, dictaminación y resolución la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) del Proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** a desarrollarse en el municipio de Tapachula en el Estado de Chiapas.
Artículo 15.- *Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:* *IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;*	Con el objeto de dar cumplimiento a este artículo el Promovente responsable del proyecto, incluye en el capítulo VI de la MIA-Particular, las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales que se verán afectados por las actividades propias del proyecto.
Artículo 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:* ***I.-*** *Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;* *…*	Las características del proyecto se sujetan a lo establecido en el Art. 28 de la LGEEPA, motivo por el cual se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular.

X.- *Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;* *…*	
Artículo 30. *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.* *Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.* *….*	El proyecto cumple esta disposición al presentar a evaluación de la autoridad ambiental, la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente
ARTÍCULO 35.- *Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.* *Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.* *…*	El presente capítulo cumple con las disposiciones del artículo 35.
Artículo 121.- *No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.*	El proyecto colinda con un predio que será arrendado por la promovente, este cuenta con el servicio de luz eléctrica, agua potable y ya cuenta con baños ya que también cuenta con una casa habitacional que será utilizada como oficina, las aguas residuales son actualmente dispuestas mediante una fosa séptica.
Artículo 123.- *Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas,*	

cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.	
Artículo 134.- *Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:* ***I.*** *Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;* ***II.*** *Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;* ***III.*** *Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;* ***…*** ***V.*** *En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.*	Dentro del proyecto se contempla el buen manejo de los residuos sólidos y peligrosos. Para la disposición final de dichos residuos se contempla contar con un permiso por parte del H. ayuntamiento del municipio donde se realice la disposición final, así como contratar los servicios de una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo y disposición final de Residuos Peligrosos.
Artículo 155.- *Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.* *En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán*	Se respetarán los límites máximos permisibles establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, manteniendo por debajo de este máximo las emisiones de ruido, energía lumínica y térmica, en lo que respecta a la contaminación visual y vibraciones se realizarán acciones preventivas y correctivas contra los efectos nocivos que pudieran presentarse a la población y la fauna cercana al área del proyecto.

llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	

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

Artículo	Vinculación
Artículo 5o.- *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:* ***A) HIDRÁULICAS:*** ***X.*** *Obras de dragado de cuerpos de aguas nacionales* ***…*** ***R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:*** ***II.*** *Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley y que de acuerdo con la Ley de Pesca y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.* *…*	Con referencia al presente artículo, el proyecto se apega al mismo, para lo cual presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular.
Artículo 9o.- *Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.* *La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.* *La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el* ***Diario***	Con referencia al presente artículo, el proyecto se apega al mismo, para lo cual presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular.

Oficial de la Federación *y en la Gaceta Ecológica.*	
Artículo 49.- *Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.*	Se le solicitará a la SEMARNAT la autorización en materia de impacto ambiental para las actividades del proyecto.

Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
ARTÍCULO 113 BIS. *Quedarán al cargo de "la Autoridad del Agua" los materiales pétreos localizados dentro de los cauces de las aguas nacionales y en sus bienes públicos inherentes.* *Será obligatorio contar con concesión para el aprovechamiento de los materiales referidos.* *"La Autoridad del Agua" vigilará la explotación de dichos materiales y revisará periódicamente la vigencia y cumplimiento de las concesiones otorgadas a personas físicas y morales, con carácter público o privado.* *…*	El proyecto considera obras de dragado en cuerpos de Aguas Nacionales y actividades con objetivos comerciales, el banco de materiales consiste en la Extracción de Materiales Pétreo, en tres polígonos, en el cauce Federal del Rio Cahoacán, posteriormente será transportado fuera del área de competencia federal para su almacenamiento, trituración y comercialización. Para su ejecución se contemplan acciones para mitigar el impacto ambiental, como son las prácticas e infraestructura que favorezcan la restauración de suelos, la captación de agua de lluvia y la recarga de mantos freáticos.
ARTÍCULO 118. *Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. Para el caso de materiales pétreos se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de esta Ley.* *Para el otorgamiento de las concesiones mencionadas en el párrafo anterior, se aplicará en lo conducente lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos para las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, aun cuando existan dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población.* *Para el otorgamiento de las concesiones de la zona federal a que se refiere este Artículo, en igualdad de circunstancias, fuera de las zonas urbanas y para fines productivos, tendrá preferencia el propietario o poseedor colindante a dicha zona federal.*	

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
Artículo 176. *La extracción de materiales pétreos sólo se podrá concesionar en los cauces y vasos, siempre y cuando no se afecten las zonas de protección o seguridad de los mismos. "La Comisión" no expedirá concesiones para la explotación de materiales pétreos de las riberas o zonas federales de los cauces y vasos de propiedad nacional.* *Para el otorgamiento de concesiones para la extracción de materiales en cauces o vasos, se estará a lo siguiente:* *I. En el caso de cauces cuyas características hidráulicas impidan la extracción de los materiales desde una de las márgenes, el concesionario deberá emplear procedimientos mecánicos que no afecten el libre flujo de la corriente;* *II. En el caso de corrientes intermitentes, la extracción no deberá modificar en forma perjudicial la sección hidráulica natural, ni afectar los márgenes, la zona federal o la zona de protección, y* *III. III. Los concesionarios para la extracción de materiales pétreos deberán recuperar los bancos de acuerdo con las condiciones ambientales y de paisaje de la zona donde se localicen, para lo cual deberán devolver al sitio los materiales resultado del despalme y, en su caso, el producto de excavaciones, mediante nivelaciones o cortes que faciliten la revegetación, de acuerdo con las normas que al efecto emita "La Comisión".* *Las concesiones para la extracción de materiales pétreos podrán ser objeto de concurso, de acuerdo a las bases que para tal efecto se publiquen, en las cuales se considerará la explotación racional de los materiales y la mejoría de las condiciones hidráulicas del tramo concesionado.* *Las concesiones se podrán otorgar por volumen o por el periodo de extracción solicitado*	La Promovente solicitará a la CONAGUA la concesión correspondiente a la ejecución del Proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** a desarrollarse en el municipio de Tapachula en el Estado de Chiapas, el cual considera obras de dragado en tres polígonos del cuerpo de Agua Nacional con la finalidad de no afectar la morfología del cauce, considerando que en este tramo el río es sinuoso. El material extraído será transportado fuera del área de competencia federal para su almacenamiento, trituración y comercialización.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Vinculación
Artículo 2.- *En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos*	Dentro del proyecto se contempla la minimización de residuos, en todas las etapas mediante la prevención y gestión adecuada

a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios: *I. El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar;* ***…*** *III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;* ***…*** *IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;* *…* *X. La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud y al ambiente;* ***…***	de los mismos, así como de su almacenamiento y disposición final para evitar alteraciones al medio ambiente.
Artículo 18.- *Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.*	Los residuos generados en todas las etapas del proyecto se entregarán a empresas encargadas del manejo y disposición final de residuos sólidos en el área.
Artículo 41.- *Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley*	El promovente instalará un sitio para el almacenamiento temporal de Residuos peligrosos, para realizar el manejo adecuado dentro del área del proyecto. Mismos que serán colectados, transportados y dispuestos adecuadamente a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT en periodos de tiempo establecidos, que no excedan los seis meses. De presentarse un derrame, este se manejará y dispondrá de manera adecuada, en cumplimiento a las disposiciones de las normas y criterios que le apliquen.
Artículo 42.- *Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.*	

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. *Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.*	
artículo 45.- *Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.* *En cualquier caso**,** los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.*	
Artículo 56.- *La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.* *Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría*	

cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Vinculación
Artículo 39.- *Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.* *Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.*	En caso que se generen Residuos Peligrosos durante las etapas del proyecto, estos se ubicarán en una zona específica, señalada y acondicionada para absorber posibles fugas, estarán etiquetados según normativa, y se dispondrán en contenedores y se pondrán a disposición de una empresa autorizada.
Artículo 83.- *El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de micro generadore**s** se realizará de acuerdo con lo siguiente:* *I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;* *II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y* *III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la micro generació**n** de residuos peligrosos.*	Se dará cumplimiento a lo establecido en el presente artículo.
Artículo 129.- *Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.* *Lo previsto en el presente artículo no aplica en el caso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales*	De presentarse un derrame, este se manejará y dispondrá de manera adecuada, en cumplimiento a las disposiciones de las normas y criterios que le apliquen

ocasionados durante el transporte de materiales o residuos peligrosos.	

Ley General de Vida Silvestre

Artículo	Vinculación
Artículo 18. *Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.* *Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.*	Durante el desarrollo del proyecto, se realizarán acciones encaminadas a la conservación de la vida silvestre y su hábitat, a través de la formulación y aplicación de medidas para el control, reducción y mitigación de los impactos ambientales negativos sobre el proyecto y su zona de influencia, realizando el rescate y ahuyentamiento de fauna para las especies terrestres sobre todo aquellas que de acuerdo con los monitores realizados se identificaron como especies susceptibles de ser impactadas de manera significativa o en alguna categoría de protección o conservación.
Artículo 70. *Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la Secretaría formulará y ejecutará a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, tomando en cuenta lo dispuesto en los artículos 78, 78 BIS y 78 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y de conformidad con lo establecido en el reglamento y las demás disposiciones aplicables.*	El proyecto pretende mantener la conservación de las áreas que no se afectarán y prever acciones para su protección, con el fin que el ecosistema mantenga al menos sus condiciones actuales de conservación.
Artículo 73. *Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación.*	El proyecto no contempla la colocación de cercos para retener o atraer ejemplares de fauna silvestre nativa de la zona.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Artículo	Vinculación
Artículo 6o.- *No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:* ***I.*** *Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,* ***II.*** *No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.* *…*	La Manifestación de Impacto Ambiental será en primera instancia el documento en el que se identificarán los alcances de las afectaciones y deterioros al medio ambiente, así como las medidas de mitigación y compensación que promueva el promovente o en su caso recomienden las autoridades correspondientes.
Artículo 13.- *La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitat**s**, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación.* *La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño.* *Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente, deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda.* *…*	En cuanto a los recursos forestales, edáficos, hídricos y bióticos, el proyecto, contempla la mitigación de impactos por medio de medidas de mitigación y compensación como actividades de conservación de espacios forestales dentro del predio donde se ubica el proyecto, así como el manejo integral los residuos sólidos y aguas residuales en las diferentes etapas del proyecto.
Artículo 24.- *Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien,*	El promovente del proyecto será el único responsable en caso se produzca algún daño al ambiente por la ejecución del proyecto autorizado.

cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas. *…* *No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor.*	

Ley General de Bienes Nacionales

Artículo	Vinculación
Artículo 3.- *Son bienes nacionales:* *I.- Los señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo; 42, fracción IV, y 132 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;*	El proyecto se ejecutará sobre un bien propiedad de la Nación, el cual queda sujeto al régimen de dominio público o a la regulación específica que señalen las leyes específicas.
ARTÍCULO 16.- *Las concesiones, permisos y autorizaciones sobre bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el título de la concesión, el permiso o la autorización correspondiente.*	La Promovente del proyecto de extracción pétrea sobre el cauce del Río Cahoacán realizará los trámites necesarios para la obtención del permiso para la extracción de materiales pétreos, de acuerdo con las reglas y condiciones que las leyes y las condiciones autorización correspondiente.
Artículo 17.- *Las concesiones sobre bienes de dominio directo de la Nación cuyo otorgamiento autoriza el párrafo sexto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se regirán por lo dispuesto en las leyes reglamentarias respectivas.*	

Ley General de Cambio Climático

Artículo	Vinculación
Artículo 2o. *Esta Ley tiene por objeto:* *I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;* *…* *VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y* *…*	El proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** en el estado de Chiapas, el cual considera obras de dragado en cuerpos de Aguas Nacionales y actividades con objetivos comerciales, el cual considera obras de dragado en tres polígonos del cuerpo de Agua Nacional con la finalidad de no afectar la morfología del cauce, considerando que en este tramo el río es sinuoso, el material extraído será transportado fuera del área de competencia federal para su almacenamiento, trituración y comercialización. Sus acciones van encaminadas a la observancia de las políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos adversos, reduciendo con esto
Artículo 8o. *Corresponde a las entidades federativas las siguientes atribuciones:*	

… *II. Formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la Estrategia Nacional y el Programa en las materias siguientes:* *a) Preservación, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos hídricos de su competencia;* *…*	la vulnerabilidad de los ecosistemas y poblaciones con los que colinda el proyecto, promoviendo con esto la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos, en coordinación con las autoridades competentes.
Artículo 26. *En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:* *I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;* *…* *VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;* *…* *XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad;* *…* *Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional*	

Reglamento de la LGCC en materia de Registro Nacional de Emisiones:

Artículo	Vinculación
Artículo 2. *Para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes: …* *V. Emisiones Indirectas: Son los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero que se*	El proyecto cae en los supuestos de los artículos de esta Ley, como establecimiento sujeto a reporte, el cual calculará y reportará sus emisiones directos o indirectas por instalación, o lo que es su caso determine la autoridad competente.

generan fuera del Establecimiento Sujeto a Reporte como consecuencia de su consumo de energía eléctrica y térmica; *VI. Establecimiento Sujeto a Reporte: El conjunto de Fuentes Fijas y Móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere Emisiones Directas o Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero. Las expresiones "fuentes que deberán reportar" y "fuentes sujetas a reporte" a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como Establecimientos Sujetos a Reporte;*	
Artículo 4. *Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:* ***III.*** *Sector Industrial:* ***e.*** *Subsector industria minera:* ***e.2.*** *Minería de minerales no metálicos.* *…* *Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación.*	
Artículo 13. *Los Establecimientos Sujetos a Reporte que deban presentar ante la Secretaría la Cédula de Operación Anual únicamente por sus Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero…*	
Artículo 14. *La información que debe reportarse en materia de Emisiones Directas o Indirectas, considerando el tipo de Fuente Emisora, será:* ***I.*** *Tratándose de Fuentes Fijas:* ***a.*** *El resultado de las Emisiones Directas por tipo de Gas o Compuesto de Efecto Invernadero por todas las Fuentes Fijas de un mismo tipo de actividad;* ***b.*** *El volumen consumido anualmente por tipo de combustible, y* ***c.*** *Ubicación del Establecimiento Sujeto a Reporte cuyas Emisiones se reportan, y* ***I.*** *En el caso de Fuentes Móviles:* ***a.*** *Emisiones Directas por tipo de Gas o Compuesto de Efecto Invernadero;* ***b.*** *Número y tipo de unidades, y* ***c.*** *Volumen consumido anualmente por tipo de combustible.*	

3.6 Decretos y programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas

3.6.1 Áreas naturales protegidas

De acuerdo a la consulta de las Áreas Naturales Protegidas de orden Federal, Estatal y Municipal, el área del proyecto **no se localiza dentro de alguna Área Natural Protegida**. La más cercana está ubicada aproximadamente a más de 30 km del proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"**, correspondiente al ANP Federal **Reserva de la Biósfera La Encrucijada**.

3.6.2 Regiones prioritarias

REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

La preocupación por la acelerada perdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas, fue el tema en el taller celebrado 1996, por un grupo interdisciplinario de expertos (Loa-Loza et al 1996). Posteriormente en 1999, en una segunda reunión celebrada por los mismos especialistas, se validaron los limites definitivos de las regiones prioritarias obtenidos por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), mediante el apoyo de un sistema de información geográfica y cartográfica actualizada, complementada con la información aportada por la comunidad científica nacional.

Como resultado de los trabajos antes mencionados, se identificaron tres tipos de regiones prioritarias, las terrestres, hidrológicas, marinas las áreas de interés para la conservación de las aves. A continuación, se describen cada una y se mencionan las que tienen vinculación con el proyecto.

3.6.2.1 Regiones terrestres prioritarias

De acuerdo a la importancia del análisis de los instrumentos jurídicos vinculantes con el proyecto resulta de interés analizar al proyecto particularmente en lo que se refiere a las regiones terrestres prioritarias (RTP`s). Las Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orientan a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de

apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

El área de influencia del proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** localizado en el municipio de Tapachula en el estado de Chiapas, no se ubica dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, la más cercana se localiza a 13 km al norte del proyecto, siendo la **RTP-135 Tacaná-Boquerón**, por su cercanía el proyecto considerará las características generales de dicha Región, con el fin de mitigar los efectos negativos significativos que puedan incrementar la problemática en la Región Terrestre establecida.

La Región Terrestre Prioritaria RTP-135 Tacaná-Boquerón tiene las siguientes características generales:

A pesar de presentar una fragmentación significativa, es una zona volcánica de gran diversidad altitudinal aislada de otras regiones volcánicas de México. Presenta altos niveles de precipitación pluvial. Las zonas alpinas y subalpinas son frecuentemente el límite septentrional de taxa andinos y es límite meridional de los taxa del norte. En las partes bajas se presenta la única selva húmeda del lado del Pacífico en México y Centroamérica. La zona de caracteriza por tener una gran diversidad ecosistémica (selva alta, bosque mesófilo, bosque de coníferas), además de tener importancia biogeográfica en cuanto a distribución de floras. El lindero de la RTP comprende los tipos de vegetación anteriormente descritos, dentro de los que hay un amplio predominio de bosque mesófilo de montaña. La selva alta perennifolia se ubica en las partes bajas y generalmente intercalada con agricultura de temporal y vegetación secundaria.

3.6.2.2 Regiones marinas prioritarias

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México* con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación.

En estos talleres, con base en la información y conocimiento compartido de los participantes, se identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad. De la misma forma, se identificaron las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares, de

acuerdo con las cuales se hicieron recomendaciones para su prevención, mitigación, control o cancelación. Se elaboraron las fichas técnicas para cada área prioritaria identificada, las cuales contienen información general de tipo geográfico, climatológico, geológico, oceanográfico, así como el consenso generado por los participantes al taller respecto de la información biológica, de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de conservación y uso.

El área del proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** localizado en el municipio de Tapachula en el estado de Chiapas, **no se encuentra al interior de ninguna RMP**.

3.6.2.3 Regiones hidrológicas prioritarias

La preocupación creciente sobre el mantenimiento de la biodiversidad de las aguas epicontinentales y los esfuerzos por reducir los riesgos que enfrentan muchas especies están basados en evidencias sobre la pérdida de hábitats (degradación, cambios en la calidad y fragmentación), de especies, así como en la sobreexplotación e introducción de especies exóticas. Las tasas de extinción para estos ecosistemas provienen principalmente de lagos y ríos (WCMC, 1992). Lo anterior condujo a la determinación de Regiones Hidrológicas Prioritarias por sus valores de biodiversidad y su nivel de amenaza Prioritarias, 75 áreas de alta biodiversidad y 82 áreas de uso por sectores.

Referente a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) el área que ocupa el proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** localizado en el municipio de Tapachula en el estado de Chiapas, incurre dentro de la **RHP-32 Soconusco**, por ello el proyecto considerará los criterios de conservación de dicha Región, con el fin de mitigar los efectos negativos significativos que puedan incrementar la problemática en la Región Hidrológica establecida.

La Región Hidrológica Prioritaria RHP-32 Soconusco establece la siguiente problemática:

- Modificación del entorno: desforestación, cambio de uso de suelo por amplias zonas ganaderas. Incendios provocados, pérdida de suelo, represamiento, desviación de ríos y azolvamiento de los cuerpos de agua. Colonización irregular en las laderas y partes altas.
- Contaminación: por agroquímicos, materia orgánica, hidrocarburos y desechos urbanos y provenientes de las granjas acuícolas.
- Uso de recursos: especies introducidas de tilapia, carpas y pastos. Sobrepesca de peces y camarones que han conducido a un decremento en las poblaciones naturales. Agricultura de temporal y humedad inadecuada. Saqueo de especies en riesgo, de aves acuáticas, huevos de tortugas y peces. Recolección de palma shate y extracción de madera. Uso de suelo agrícola, ganadero, forestal y para acuicultura.

Criterios de Conservación:

Algunos cultivos han cambiado de agroquímicos a orgánicos. Se necesita planeación del represamiento y desvío de ríos. Se requiere de una regionalización ecológica, regeneración del bosque de niebla, inventarios de flora y fauna, autoecología de especies importantes como el quetzal y el pavón, la herpetofauna y los hongos macromicetos. También se debe controlar el

crecimiento de la acuicultura para evitar daños al manglar y a las poblaciones naturales que lo habitan. Comprende las Reservas de la Biosfera El Triunfo y La Encrucijada. Existen conflictos sobre la tenencia de la tierra y las concesiones para pesca, los cuales deben resolverse. Actualmente la Reserva de la Biosfera El Triunfo está dentro del programa Parques en Peligro de la organización conservacionista The Nature Conservancy. Por otra parte, la Reserva de la Biosfera La Encrucijada está considerada, por la Convención de Ramsar, como un excelente ejemplo de humedal costero del Pacífico Americano.

3.6.2.4 Áreas de importancia para la conservación de las aves

En relación a las Áreas para la Conservación de las Aves (AICA´s) el área de influencia del proyecto **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** localizado en el municipio de Tapachula en el estado de Chiapas, **no incurre en ninguna de las 230 (AICA´s)**. El AICA más próxima al proyecto es la AICA-200 El Tacaná, aproximadamente a 15 km.

3.6.2.5 Sitios RAMSAR

Ramsar es el más antiguo de los modernos acuerdos intergubernamentales sobre el medio ambiente. El tratado se negoció en el decenio de 1960 entre países y organizaciones no gubernamentales preocupados por la creciente pérdida y degradación de los hábitats de humedales para las aves acuáticas migratorias. Se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975.

La Lista de Ramsar se estableció con arreglo al párrafo 1 del artículo 2 de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), que dice lo siguiente: "Cada Parte Contratante designará humedales idóneos de su territorio para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, en adelante llamada 'la Lista', que mantiene la Oficina [secretaría de la Convención] establecida en virtud del Artículo 8."

Los humedales incluidos en la Lista pasan a formar parte de una nueva categoría en el plano nacional y la comunidad internacional reconoce que tienen un valor significativo no sólo para el o los países donde se encuentran, sino también para la toda la humanidad.

La Convención estipula que "la selección de los humedales que se incluyan en la Lista deberá basarse en su importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos." Con los años la Conferencia de las Partes Contratantes ha adoptado criterios más precisos para interpretar el texto de la Convención, así como una *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar y un Sistema de Clasificación de tipos de humedales*.

Todas las cuestiones relacionadas con la Lista de Ramsar se encapsularon en la Resolución VII.11 adoptada por la Conferencia de las Partes en mayo de 1999, titulada Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo de la Lista de Humedales de Importancia Internacional.[1]

El contenido íntegro del Marco Estratégico descansa en la siguiente "Visión para la Lista de Ramsar": "Crear y mantener una red internacional de humedales que revistan importancia para

[1] EL Marco Estratégico está disponible en versión impresa en la página Web de Ramsar en: http://www.ramsar.org/sites)default/files/documents/library/strategic_framework_rsis_es.pdf

la diversidad biológica mundial y para el sustento de la vida humana debido a las funciones ecológicas e hidrológicas que desempeñan."

Los datos completos presentados por las Partes para cada uno de sus Sitios Ramsar, y una descripción de un párrafo de cada sitio, se incluyen en el Servicio de Información sobre Sitios Ramsar (rsis.ramsar.org/es).

Coordenadas

Las coordenadas geográficas que se proporcionan en la Lista son "puntos centrales" meramente hipotéticos para tener una referencia rápida de su ubicación y no pretenden ser especificaciones con carácter jurídico; en los Sitios con configuraciones complejas o compuestos de muchas partes, puede que los puntos centrales ni siquiera estén situados dentro de sus límites. Para obtener información detallada sobre los límites de los Sitios Ramsar, consulte las Fichas Informativas de Ramsar presentadas por las Partes (Servicio de Información sobre Sitios Ramsar).

Abreviaciones

MR: sitios incluidos en el Registro de Montreux, "un Registro de los Sitios Ramsar en los que se hubieran producido, se estuvieran produciendo o pudieran producirse modificaciones en las condiciones ecológicas" que lleva la Secretaría en consulta con cada una de las Partes Contratantes interesadas (Recomendación 4.8).

TRS: Sitios Ramsar transfronterizos: "un humedal ecológicamente cohesivo se extiende a través de fronteras nacionales y las autoridades del sitio Ramsar de ambos o todos los lados de la frontera han acordado oficialmente colaborar en su manejo, y han notificado a la Secretaría tal decisión" (Manual de Ramsar).

El número de partes contratantes es de 170, son 2,372, cubriendo una superficie total de 253,603,511 hectáreas.

El primer sitio del mundo fue la península de Cobourg en Australia y fue designado en 1974. Los sitios más grandes son Ngiri-Tumba-Maindombe en la República Democrática del Congo y Queen Maud Gulf en Canadá; cada uno de estos sitios abarca más de 60.000 kilómetros cuadrados. Hay otros de tan solo una hectárea de extensión.

Los países con el mayor número de sitios son el Reino Unido (173 sitios) y México (142 sitios). Bolivia tiene la mayor superficie bajo la protección de Ramsar: 148.000 km2. El Canadá, el Chad, el Congo y la Federación de Rusia también han designado más de 100.000 km2 cada uno.

El **"Extracción de materiales pétreos en el río Cahoacán"** localizado en el municipio de Tapachula en el estado de Chiapas no incurre dentro de ningún sitio RAMSAR.

Hay que observa que los humedales son vitales para la supervivencia humana. Son uno de los entornos más productivos del mundo, y son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir.

Los humedales son indispensables por los innumerables beneficios o "servicios ecosistémicos" que brindan a la humanidad, desde suministro de agua dulce, alimentos y materiales de construcción, y biodiversidad, hasta control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático.

Se espera que las Partes Contratantes manejen sus sitios Ramsar a fin de mantener sus características ecológicas y sus funciones y valores esenciales para las generaciones futuras.

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 1

4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO 1
4.1.1 METODOLOGÍA Y CRITERIOS DE DELIMITACIÓN 2
4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 4
4.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS 4
4.2.1.1 SISTEMA AMBIENTAL 4
4.2.1.1.1 CLIMA 4
4.2.1.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 7
4.2.1.1.3 SUELOS 16
4.2.1.1.4 GEOHIDROLOGÍA E HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA 18
4.2.1.2 ÁREA DEL PROYECTO 21
4.2.1.2.1 CLIMA 21
4.2.1.2.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 24
4.2.1.2.3 SUELOS 32
4.2.1.2.4 GEOHIDROLOGÍA E HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA 34
4.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS 37
4.2.2.1 VEGETACIÓN 37
4.2.2.1.1 Caracterización Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI) 37
4.2.2.1.2 Contraste con Informes Técnicos y de Campo Más Actuales 37
4.2.2.2 FAUNA 43
4.2.3 PAISAJE 51
4.2.3.1 Visibilidad 51
4.2.3.2 Calidad Paisajística 52
4.2.3.3 Fragilidad Paisajística 53
4.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO 55
4.2.4.1 Demografía y Población 55
4.2.4.1.1 Tamaño, crecimiento y distribución 55
4.2.4.1.2 Estructura por edad y sexo 55
4.2.4.1.3 Dinámica demográfica 55
4.2.4.2 Aspectos Económicos 56
4.2.4.2.1 Población económicamente activa (PEA) y empleo 56
4.2.4.2.2 Actividades productivas 56
4.2.4.2.3 Nivel y distribución de ingresos 57
4.2.4.3 Infraestructura y Servicios Básicos 57
4.2.4.3.1 Vivienda 57
4.2.4.3.2 Servicios públicos 57
4.2.4.3.3 Vías de comunicación y transporte 57
4.2.4.4 Equipamiento Social 57
4.2.4.4.1 Salud 57

4.2.4.4.2 Educación 57
4.2.4.4.3 Esparcimiento y deporte 58
4.2.4.5 Aspectos Socioculturales y Arqueología 58
4.2.4.5.1 Organización social y comunitaria 58
4.2.4.5.2 Patrimonio histórico y cultural 58
4.2.4.6 Efectos Acumulativos: Beneficios y Afectaciones (Conflictos Sociales) 58
4.2.4.6.1 Principales Beneficios 58
4.2.4.6.2 Afectaciones y Potenciales Conflictos Sociales 58
4.2.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 60
4.2.5.1 Diagnóstico del Componente Abiótico (Integridad Dinámica y Vulnerabilidad Física) 60
4.2.5.2 Diagnóstico del Componente Biótico (Integridad Ecológica y Degradación de la Matriz) 61
4.2.5.3 Diagnóstico del Componente Socioeconómico (Presión Antrópica sobre el Recurso) 61
4.2.5.4 Matriz de Síntesis del Diagnóstico Ambiental 62
4.2.5.5 Conclusión del Diagnóstico Ambiental 64

4 Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto

INVENTARIO AMBIENTAL

4.1 Delimitación del área del estudio

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) para el proyecto de extracción de material pétreo en tramo del río Cahoacán, constituye el eje analítico fundamental para garantizar una evaluación de impacto ambiental objetiva y con rigor científico (**Ilustración 1**).

La importancia de este proceso radica en definir con precisión el escenario biofísico y socioeconómico donde se manifestarán las interacciones del proyecto, evitando subestimar efectos acumulativos o sinérgicos.

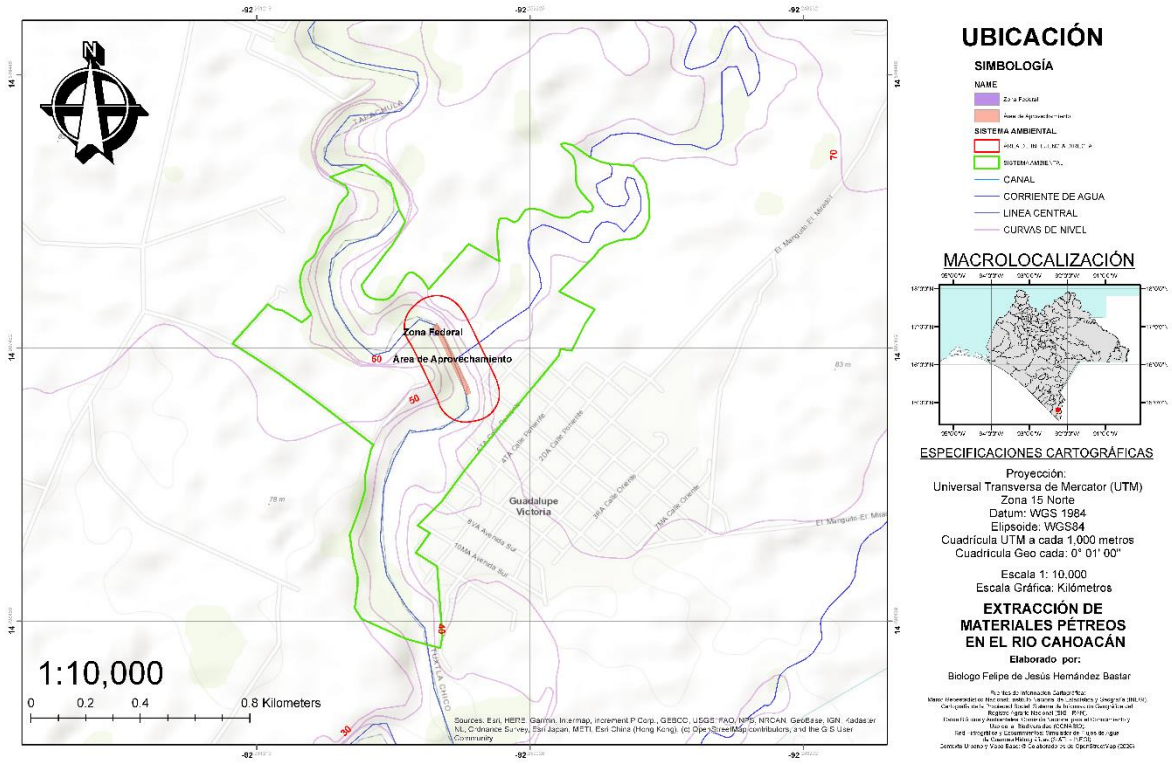


Ilustración 1. - Representación cartográfica de la ubicación del proyecto de extracción de materiales pétreos en el Río Cahoacán.

4.1.1 Metodología y Criterios de Delimitación

La metodología empleada se basa en un enfoque multivariado que integra la relación causa-efecto (Conesa, 2003) y la conectividad ecológica del sitio. Para este proyecto, se han priorizado los siguientes criterios clave:

- **Zonificación de Influencia**: Se establecen la Zona de Influencia Directa (AID), correspondiente a la superficie de desplante y aprovechamiento del banco, y la Zona de Influencia Indirecta (ZII), determinada por el radio de dispersión de contaminantes (polvos y ruido) y la modificación del relieve.

La delimitación de las zonas de influencia no está regida por un número único "por ley", sino que se justifica técnicamente según el alcance de los impactos. Sin embargo, con base en los criterios comunes de la SEMARNAT y las guías para Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA), los radios de dispersión aproximados suelen establecerse bajo los siguientes parámetros técnicos:

1. **Área de Influencia Directa (AID): 100 a 300 metros**

Es el área donde el impacto es inmediato y severo por la operación mecánica.

- Se suele definir un buffer o franja de amortiguamiento de 100 a 300 metros a partir del polígono de extracción en el cauce del río.
- En esta zona el ruido alcanza sus niveles más altos (maquinaria pesada como excavadoras y dragas) y es donde la remoción de sedimentos y la dispersión inicial de polvos por el movimiento de tierras es más crítica.

2. **Área de Influencia Indirecta (AII): 500 a 1,000 metros**

Es el área donde se manifiestan efectos secundarios que no transforman el suelo directamente pero sí alteran la calidad del aire y el entorno sonoro.

a. **Radio para Polvos (Partículas PM10 y PM2.5):** Se estima generalmente en 500 metros. Aunque las partículas más pesadas caen cerca del sitio, las partículas suspendidas (polvo generado por caminos de acceso y carga) pueden viajar esta distancia antes de asentarse, dependiendo de los vientos dominantes.
b. **Radio para Ruido:** Se suele establecer entre 500 y 1,000 metros. Las ondas sonoras de la maquinaria pesada en áreas abiertas (como el cauce de un río) pierden intensidad gradualmente. A partir de los 500-1,000 metros, el ruido suele confundirse con el ruido de fondo ambiental, dejando de ser considerado un impacto significativo para asentamientos humanos o fauna sensible.

- **Factores Hidrológicos y Geológicos**: Dado que la extracción de material pétreo altera la morfología del terreno, se utiliza la cuenca hidrológica local y las unidades de paisaje como límites naturales para evaluar posibles afectaciones al flujo hídrico y la estabilidad del suelo en la región de Cahoacán.
- **Instrumentos de Planeación**: La delimitación se alinea estrictamente con el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial (MOET) de Chiapas, asegurando que el área de estudio sea congruente con las políticas de aprovechamiento sustentable y protección de la biodiversidad local.

- **Componentes Bióticos**: Se consideran los tipos de vegetación y los corredores faunísticos identificados en el predio, justificando la extensión del sistema para abarcar los hábitats que podrían experimentar fragmentación o desplazamiento.

La integración de estos criterios no es meramente administrativa; es una necesidad técnica para salvaguardar la integridad de los servicios ecosistémicos en Chiapas. Al delimitar un Sistema Ambiental (**Ilustración 2**) que trascienda los límites físicos del predio y considere la dinámica del entorno, se asegura que las medidas de mitigación y compensación propuestas sean proporcionales a la magnitud real de la extracción, garantizando la viabilidad ambiental del proyecto a largo plazo.

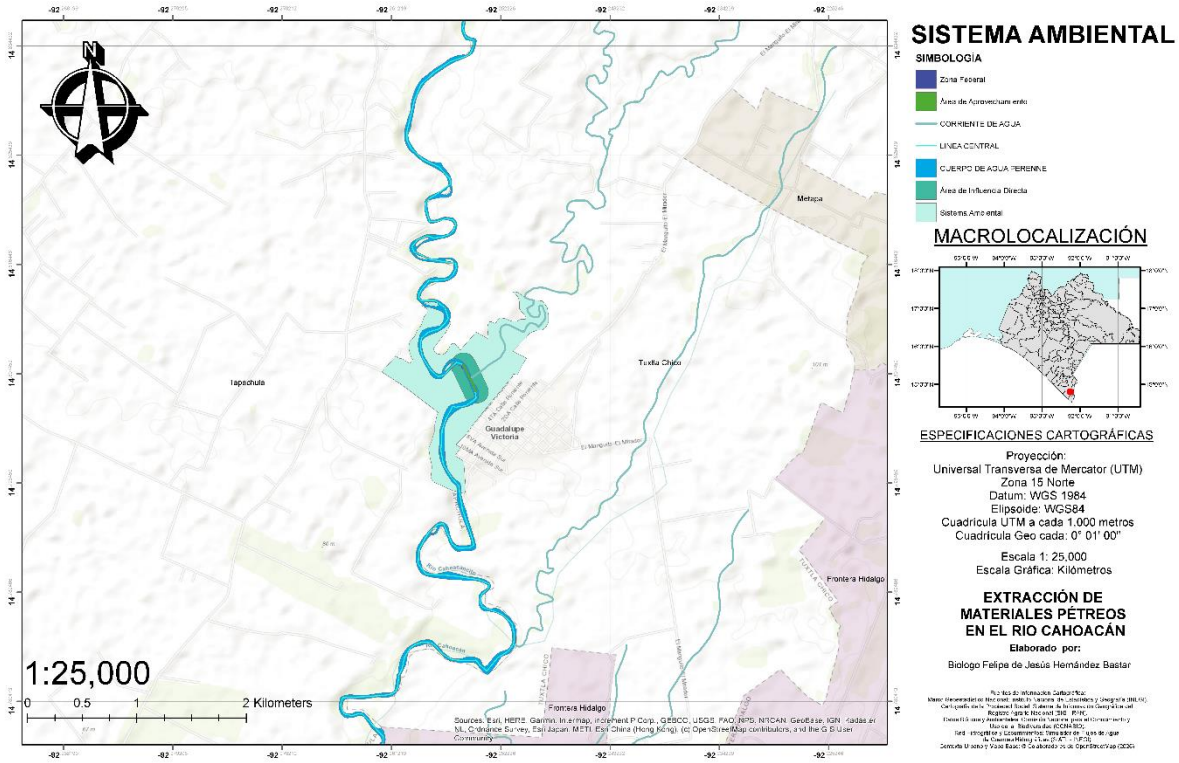


Ilustración 2. - Sistema Ambiental, escala 1: 25,000.

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

4.2.1 Aspectos abióticos

4.2.1.1 SISTEMA AMBIENTAL

4.2.1.1.1 CLIMA

4.2.1.1.1.1 Tipos de Climas

En el municipio de Tapachula, Chiapas, la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García para adaptarse a las condiciones de la República Mexicana permite distinguir una transición de humedad detallada a través de los tipos Aw1(w), Aw2(w) y Am(w) (**Ilustración 3**).

- El clima **Aw1(w)** se define como cálido subhúmedo con lluvias en verano, representando el grado de humedad intermedio entre los climas subhúmedos de la región.
- Por su parte, el **Aw2(w)** corresponde al tipo más húmedo de los subhúmedos, siendo frecuente encontrar en áreas como Cahoacán transiciones directas entre este y el clima monzónico.
- Finalmente, el **Am(w)** se clasifica propiamente como cálido húmedo monzónico al superar la barrera de los subhúmedos, caracterizándose por un cociente P/T (precipitación/temperatura) muy elevado, generalmente superior a 60, y una estación seca corta, pero con lluvias de verano tan masivas que mantienen el suelo húmedo la mayor parte del año.

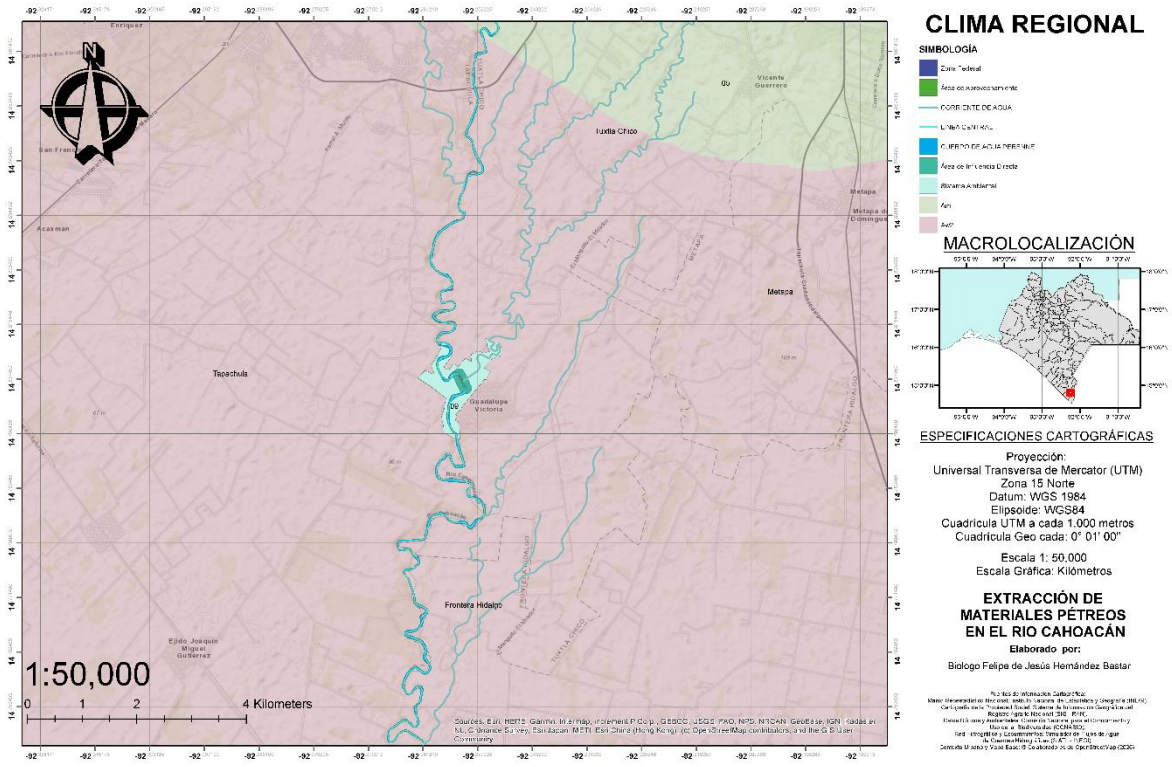


Ilustración 3. - Climas Dominantes en la Región, escala 1: 50,000.

4.2.1.1.1.2 Temperatura

De acuerdo con los datos climatológicos oficiales para el municipio de Tapachula, según la información del Servicio Meteorológico Nacional, Tapachula presenta un clima significativamente más cálido y constante que el centro del estado (**Gráfico 1**):

- **Temperaturas Máximas:** El calor es persistente durante todo el año. El mes con la temperatura máxima más alta es marzo (35.4°C).
- **Temperaturas Mínimas:** A diferencia de otras zonas, las temperaturas mínimas en Tapachula son elevadas, manteniéndose siempre por encima de los 20°C en promedio.
- **Estabilidad:** La oscilación térmica anual es menor, lo que caracteriza a un clima tropical típico de la región del Soconusco (**Ilustración 4**).

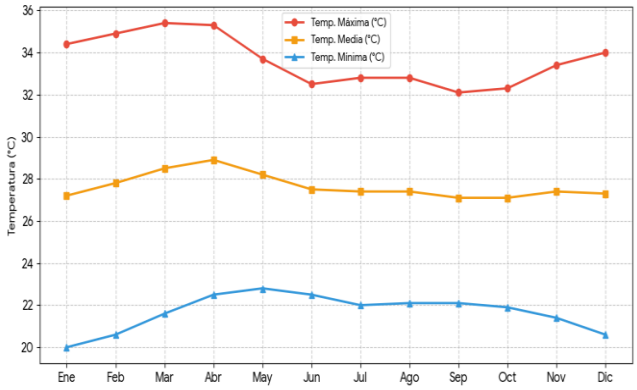


Gráfico 1.- Comportamiento Térmico Mensual del Sistema Ambiental.

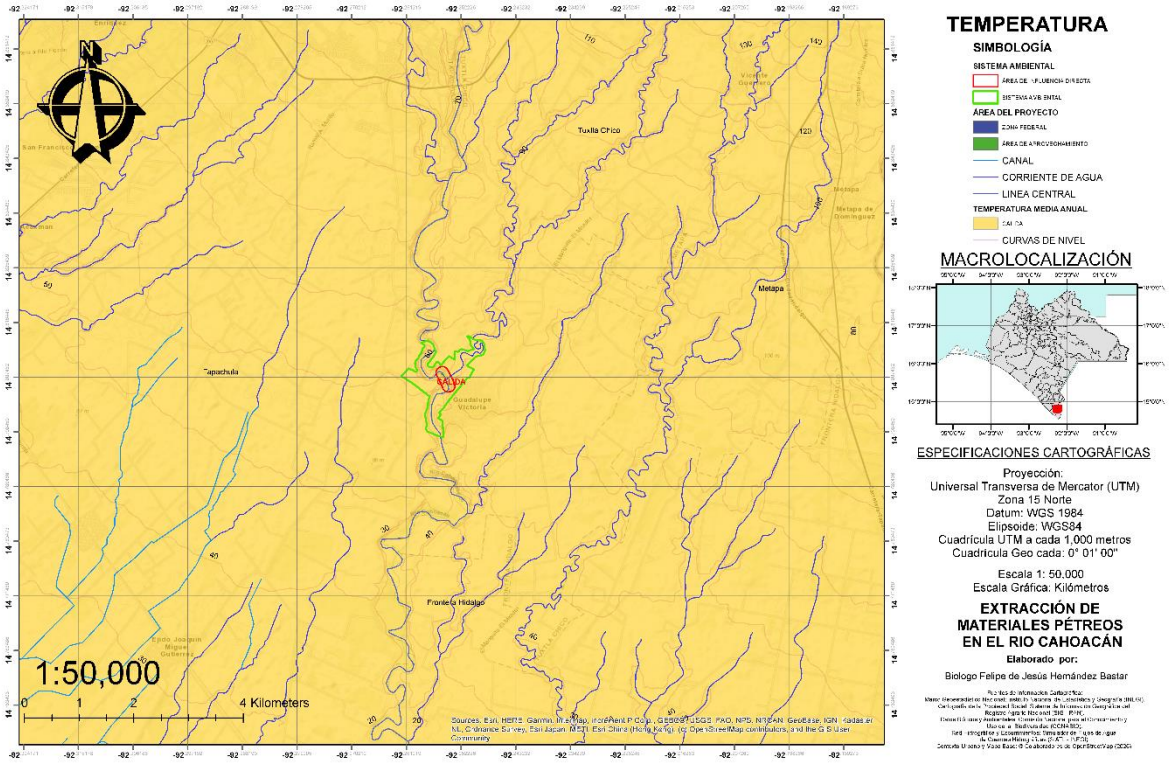


Ilustración 4. - Temperatura Media Anual, escala 1: 50,000.

4.2.1.1.1.3 Precipitación

Tapachula se destaca por ser una de las regiones más lluviosas de México (**Gráfico 2**):

- **Récord de Lluvias**: El pico de precipitación ocurre en septiembre, con una media impresionante de 545.4 mm (**Ilustración 5**).
- **Temporada Húmeda**: El periodo de lluvias intensas es prolongado, abarcando de mayo a octubre, con acumulados mensuales que superan frecuentemente los 350-400 mm.
- **Temporada Seca**: Aunque hay una disminución clara de noviembre a marzo, Tapachula mantiene niveles de humedad y precipitaciones ligeras superiores a la media nacional en esos meses.

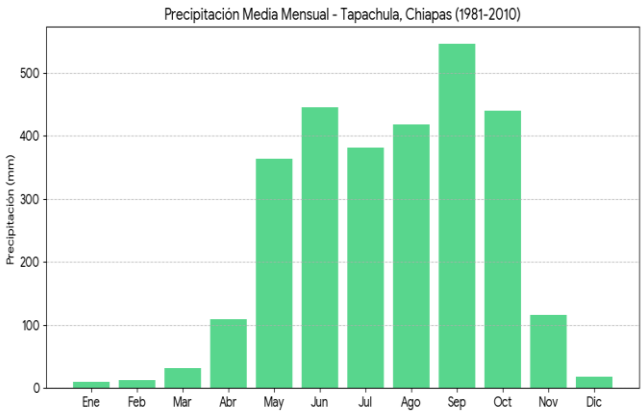


Gráfico 2.- Precipitación Media Mensual del Sistema Ambiental.

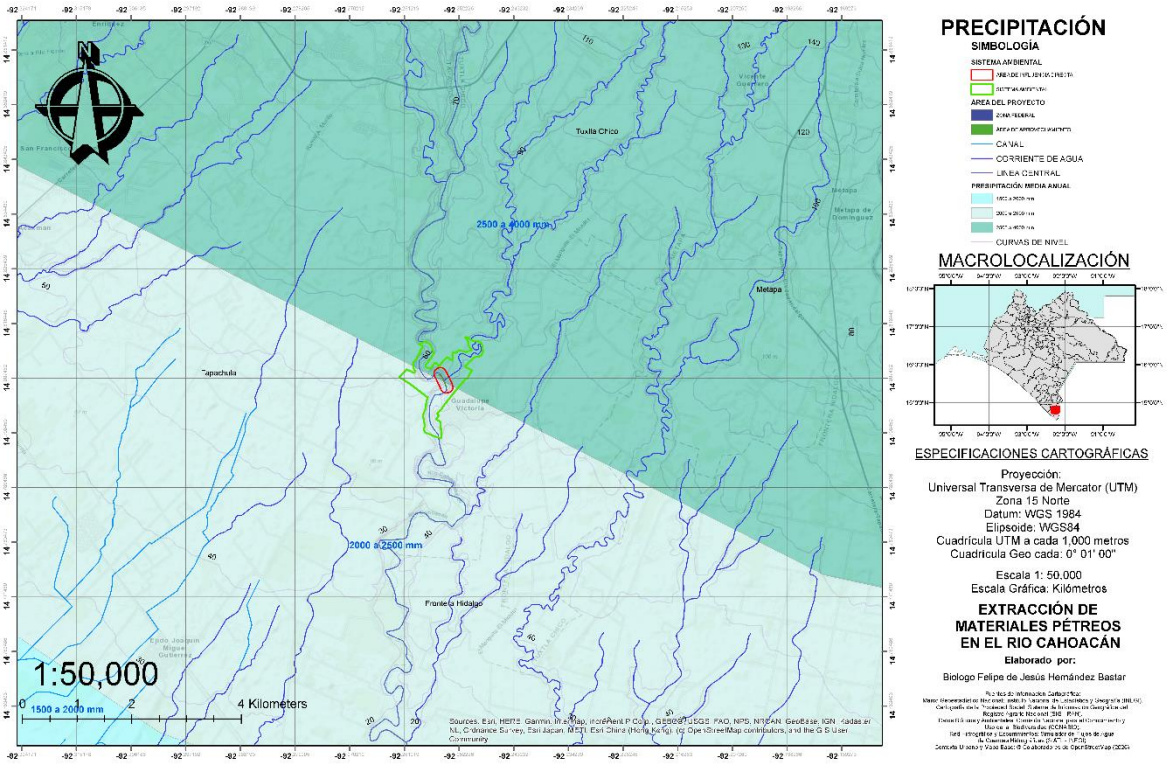


Ilustración 5.- Precipitación Media Anual, escala 1: 50,000.

4.2.1.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.2.1.1.2.1 Marco Geológico

La geología de Chiapas es el resultado de una compleja interacción tectónica entre las placas de Cocos, Norteamérica y el Caribe. El estado se divide en varias provincias fisiográficas y geológicas clave:

- **El Macizo de Chiapas**: Representa el basamento cristalino más importante del sureste de México. Está compuesto principalmente por rocas ígneas y metamórficas del Paleozoico (granitos y neises).
- **Sierra Madre de Chiapas**: Una cadena montañosa dominada por rocas sedimentarias del Mesozoico y cuerpos plutónicos. Aquí se encuentran formaciones como la Fm. Sierra Madre (calizas del Cretácico) y la Fm. Santa Rosa (sedimentos del Paleozoico tardío).
- **Depresión Central**: Una cuenca rellena principalmente por secuencias sedimentarias marinas (calizas, lutitas) del Cretácico y sedimentos continentales del Terciario.
- **Arco Volcánico Chiapaneco**: Resultado de la subducción de la Placa de Cocos, donde destacan volcanes activos como el Chichonal y el Tacaná.

Donde, Tapachula se sitúa en una zona de transición crítica: entre las estribaciones de la **Sierra Madre de Chiapas** y la **Llanura Costera del Pacífico**. Su geología está fuertemente influenciada por la actividad del **Volcán Tacaná**.

4.2.1.1.2.2 Litología y Petrografía

Según los estudios del Servicio Geológico Mexicano (SGM), la zona presenta las siguientes unidades (**Ilustración 6**):

- **Basamento (Paleozoico - Mesozoico):** Rocas graníticas y metamórficas del Macizo de Chiapas que subyacen a las unidades más jóvenes.
- **Depósitos Volcánicos (Terciario - Cuaternario):** Dominados por productos del complejo volcánico Tacaná. Incluyen:
    - **Lahares y flujos piroclásticos:** Depósitos de fragmentos de roca, ceniza y pumicita que forman el abanico fluvial sobre el que se asienta la ciudad.
    - **Cenizas volcánicas:** Capas de material fino que cubren gran parte del relieve suave de la región.
- **Llanura Costera (Cuaternario):** Compuesta por depósitos aluviales, fluviales y litorales (gravas, arenas y limos). La ciudad se ubica específicamente en el extremo sur de un antiguo valle fluvial que ha formado un gran abanico de deyección.

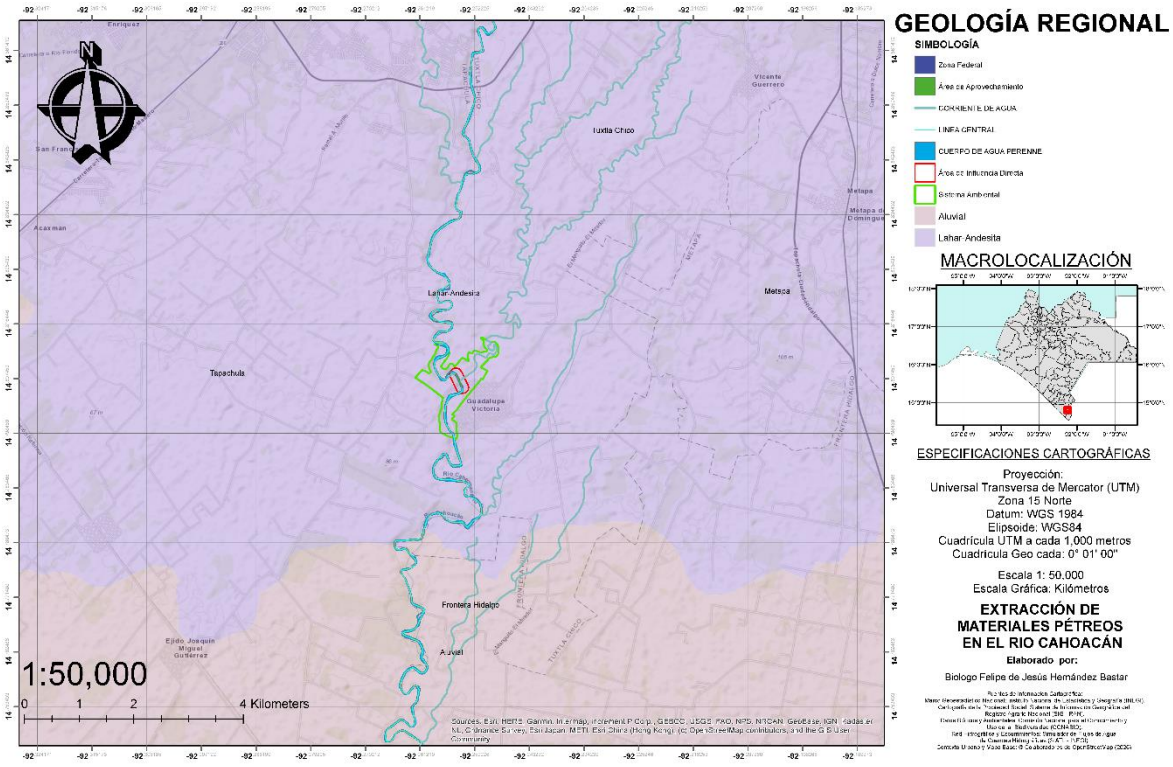


Ilustración 6. - Litología Regional, escala 1: 50,000.

4.2.1.1.2.3 Sistemas de Fallas

El municipio de Tapachula, localizado en la porción sureste del estado de Chiapas, presenta una alta complejidad geológica debido a que se sitúa en una zona de intensa interacción tectónica. A nivel regional, el área está influenciada por la convergencia de tres grandes placas tectónicas: la Placa de Cocos, la Placa de Norteamérica y la Placa del Caribe. La Trinchera Mesoamericana, que se localiza frente a la costa del Pacífico, representa el límite activo donde la corteza oceánica de la Placa de Cocos se subduce debajo de las placas continentales.

Asimismo, el límite entre las placas del Caribe y de Norteamérica está dominado por un sistema transcurrente que incluye la asociación con el complejo sistema de fallas Polochic-Motagua. Esta dinámica de placas genera un régimen sismotectónico sumamente activo, clasificando a la región dentro de la zona de peligro sísmico "D", caracterizada por aceleraciones del terreno muy elevadas y sismos frecuentes de magnitudes locales e interplaca.

4.2.1.1.2.3.1 Sistema de Fallas Geológicas

Una falla geológica se define como un plano de discontinuidad en una masa rocosa o material poco consolidado donde ocurre un movimiento relativo y desplazamiento diferencial entre los bloques resultantes. Dependiendo de su actividad histórica y potencial sismogénico, estas se clasifican en fallas pasivas o activas. A pesar de la alta sismicidad regional, los estudios cartográficos y de fotointerpretación detallada arrojan escenarios diferenciados entre el entorno municipal serrano y el área urbana de la cabecera:

- Entorno Municipal y Región de la Sierra Madre

En la porción norte y nororiental del municipio de Tapachula, la morfología transiciona abruptamente hacia las estribaciones de la Sierra Madre del Sur de Chiapas y el Complejo Volcánico Tacaná. En este sector, el basamento y las unidades de origen volcánico se encuentran significativamente afectados por fallas de tipo lateral y transcurrente:

  - **Influencia del Sistema Polochic-Motagua:** El extremo suroriental de la sierra manifiesta una importante actividad sismotectónica local debido a fallas activas de movimiento lateral izquierdo asociadas al sistema Polochic y a estructuras locales denominadas fallas Mapastepec y Tacaná.
  - **Efectos en la Competencia de la Roca:** Estas fallas geológicas regionales cortan, desplazan y deforman las rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas intrusivas del área. Dicho proceso produce zonas de intensa trituración y debilidad estructural que comprometen severamente la competencia mecánica de los materiales pétreos.

4.2.1.1.2.3.2 Situación en la Zona Urbana

De acuerdo con las evaluaciones técnicas plasmadas en los Atlas de Peligros Urbanos elaborados por el Servicio Geológico Mexicano (SGM), mediante la interpretación de ortofotos digitales a escala 1:20,000, no se aprecian o reportan estructuras de fallas geológicas directas que atraviesen la mancha urbana consolidada de la ciudad.

Sin embargo, a nivel local sí existen claras evidencias geomorfológicas e hídricas de control tectónico superficial. Se han cartografiado diversos lineamientos rectilíneos con orientación Noreste-Suroeste (NE-SW), los cuales coinciden con marcados cambios de dirección en el curso del Río Coatán y con la alineación sistemática de cañadas adyacentes. Estos lineamientos reflejan un fracturamiento profundo asociado a un sistema distensivo (extensional) indirecto, detonado por los esfuerzos que impone el sistema transcurrente sinextral de las fallas regionales Polochic-Motagua.

4.2.1.1.2.4 Sistemas de Fracturas

Una fractura o diaclasa es un plano de discontinuidad en una masa de roca o suelo que, a diferencia de las fallas, no evidencia un desplazamiento relativo visible entre sus paredes, manifestándose superficialmente como una abertura milimétrica o decimétrica. El fracturamiento sistemático debilita la matriz del material y actúa como el principal disparador de procesos de remoción en masa, especialmente bajo condiciones de lluvias intensas o sacudidas sísmicas.

Mediante la aplicación de sensores remotos y fotointerpretación en el término municipal y urbano de Tapachula, el Servicio Geológico Mexicano identificó y delimitó dos sistemas principales de fracturas con orientaciones estructurales bien definidas.

- **Sistema Septentrional (Norte)**
  - **Orientación Principal:** NE 10º SW.
  - **Ubicación y Características:** Se concentra dominantemente en la porción norte del municipio y en los límites septentrionales de la mancha urbana. Afecta principalmente a los lomeríos constituidos por rocas de origen volcánico reciente (como tobas, brechas y depósitos de lahares antiguos provenientes de las etapas constructivas previas del Volcán Tacaná).
- **Sistema Centro-Periférico (Poniente y Suroriente)**
- **Orientación Principal: NE 60º SW.**
- **Ubicación y Características:** Este sistema corta las formaciones ubicadas hacia el poniente y el suroriente de la zona urbana. Su desarrollo impone planos de debilidad estructural sobre las laderas suaves y las terrazas donde los depósitos aluviales y las capas de cenizas volcánicas cubren el relieve de transición hacia la planicie costera.

4.2.1.1.2.5 Estratigrafía

La estratigrafía es la rama de la geología que se encarga del estudio, descripción, correlación y ordenación de las unidades de roca estratificadas (principalmente sedimentarias, pero también volcánicas y metamórficas asociadas). Su objetivo fundamental es interpretar la historia geológica de la Tierra a través de la naturaleza y dinámica de los eventos que quedaron registrados en los estratos bajo la célebre premisa de Charles Lyell: “El presente es la llave del pasado”.

Para cumplir con estos objetivos e interpretar la naturaleza de los eventos geológicos, se utilizan diversas subdivisiones o enfoques estratigráficos:

- **Bioestratigrafía**: Clasificación de las unidades de roca basada en su contenido fósil.
- **Cronoestratigrafía**: Ordenación y asignación del tiempo relativo de los cuerpos de roca.
- **Magnetoestratigrafía**: Utilización del paleomagnetismo registrado en los sedimentos para la correlación temporal.

Al clasificar una roca dentro de una unidad estratigráfica, el geólogo identifica sus rasgos y atributos y, de manera simultánea, infiere su origen geológico. Todos los tipos de roca contenidos en un cuerpo de roca específico (unidad estratigráfica) deben estar genéticamente relacionados.

4.2.1.1.2.5.1 Contexto Estratigráfico en México

El territorio mexicano presenta una gran complejidad estratigráfica debido a que es el resultado de la interacción tectónica de múltiples placas (Norteamérica, Pacífico, Rivera, Cocos y el Caribe). Esta dinámica ha generado diversas provincias geológicas compuestas por potentes secuencias marinas del Mesozoico, extensas coberturas volcánicas continentales del Cenozoico y complejos basamentos ígneos y metamórficos del Paleozoico y Precámbrico.

La estratigrafía de México varía drásticamente desde las plataformas carbonatadas estables del norte y de la Península de Yucatán, hasta los cinturones orogénicos de la Sierra Madre Oriental y Occidental, concluyendo en el sur con terrenos alóctonos y cuencas sedimentarias complejas fuertemente influenciados por la subducción de la Placa de Cocos y el sistema de fallas transcurrentes del norte de Centroamérica.

4.2.1.1.2.5.2 Contexto Estratigráfico en CHIAPAS

La geología y estratigrafía de Chiapas responde directamente a la triple interacción tectónica entre las placas de Cocos, Norteamérica y el Caribe. El estado se divide en provincias fisiográficas y geológicas clave con registros estratigráficos bien diferenciados:

PROVINCIA GEOLÓGICA	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	UNIDADES/ FORMACIONES
El Macizo de Chiapas	Constituye el basamento cristalino más importante del sureste de México. Predominan rocas ígneas y metamórficas paleozoicas (granitos y neises). En su límite sureste afloran cuerpos plutónicos no deformados como el "granito rosa" o la Unidad metasedimentaria "La Sepultura".	Complejo Cristalino de Chiapas, Unidad La Sepultura.
Sierra Madre de Chiapas	Cadena montañosa dominada por potentes secuencias sedimentarias mesozoicas que evidencian antiguas transgresiones marinas, junto con cuerpos plutónicos cenozoicos.	Fm. Santa Rosa (Paleozoico tardío), Fm. Sierra Madre (Calizas del Cretácico).
Depresión Central de Chiapas	Cuenca rellena por secuencias sedimentarias marinas de plataforma interna a externa (calizas, lutitas) del Cretácico, seguidas por depósitos continentales del Terciario (Paleógeno). Un ejemplo de esta evolución se observa en la Selva El Ocote (REBISO).	Fm. San Ricardo (Jurásico Medio, la más antigua con ~165.3 m.a.), Fm. Sierra Madre, Fm. Ocozocoautla, Fm. Angostura y Fm. Soyaló (Paleoceno, ~66-56 m.a.).
Arco Volcánico Chiapaneco	Franja con depósitos dominantemente volcánicos y piroclásticos modernos derivados de la subducción de la Placa de Cocos.	Productos de los volcanes activos El Chichonal y Tacaná.

4.2.1.1.2.5.3 Contexto Estratigráfico en TAPACHULA

El municipio de Tapachula se sitúa en una zona de transición geológica crítica: se extiende desde las abruptas estribaciones de la Sierra Madre de Chiapas y el Complejo Volcánico El municipio de Tapachula se sitúa en una zona de transición geológica crítica: se extiende desde las abruptas estribaciones de la Sierra Madre de Chiapas y el Complejo Volcánico

Unidades Litológicas y Estratigráficas Locales

- **Unidad K Gn (Ortogneises del Cretácico Tardío):** Representa el basamento metamórfico de la región y es la roca más antigua expuesta en el área noroccidental del municipio, en las inmediaciones de localidades como Nuevo Chespal y Chanjalé. Consta de cristales de feldespato recristalizados en una matriz verde oscura de plagioclasa y piroxeno.
- **Unidad Tm Gd (Granodioritas del Mioceno):** Cuerpo intrusivo del Mioceno (edad relativa de 13 a 30 millones de años) compuesto por granodioritas, granitos y adamelitas con cristales euhedrales de feldespato, plagioclasa y hornblenda, que intruye localmente a las rocas metamórficas mesozoicas. Aflora en sectores como Unión Rojo, Salvador Urbina, Faja de Oro y Unión Juárez.
- **Secuencias Volcánicas del Pleistoceno y Holoceno:** Rocas de composición andesítica, latítica, dacítica y riodacítica asociadas al desarrollo del Complejo Volcánico Tacaná. Incluye tobas arenosas, brechas volcánicas y depósitos de ceniza volcánica (en ocasiones con taludes de hasta 15 metros expuestos en la mancha urbana).
- **Depósitos Detríticos Cuaternarios (Abanico Fluvial de Tapachula):** La zona urbana se asienta sobre el extremo sur de un antiguo valle fluvial donde se han acumulado potentes depósitos detríticos inconsolidados de gravas, arenas y limos. Esta morfología de abanico se formó debido al drástico cambio de pendiente entre la sierra y la llanura costera.

4.2.1.1.2.6 Sismicidad y Riesgos Geológicos

Las unidades estratigráficas de Tapachula se encuentran intensamente fracturadas y afectadas por fallas de tipo lateral y transcurrente relacionadas a los sistemas tectónicos regionales (como el sistema de fallas de Polochic). El Servicio Geológico Mexicano delimitó dos sistemas de fracturas principales en la zona urbana y circundante (**Ilustración 7**):

1) **Sistema Septentrional (Norte):** Con orientación principal NE 10 SW, concentrado en la porción norte de la ciudad y el municipio, afectando directamente al basamento y depósitos volcánicos.
2) **Sistema Meridional:** Con orientación principal NE 60 SW, localizado hacia el poniente y suroriente de la mancha urbana.

La combinación de rocas ígneas intrusivas altamente alteradas por el intemperismo, un denso drenaje natural, la presencia de cenizas volcánicas y las fuertes pendientes genera una alta vulnerabilidad a deslizamientos de laderas, caídas de bloques e inundaciones en las partes bajas del abanico fluvial.

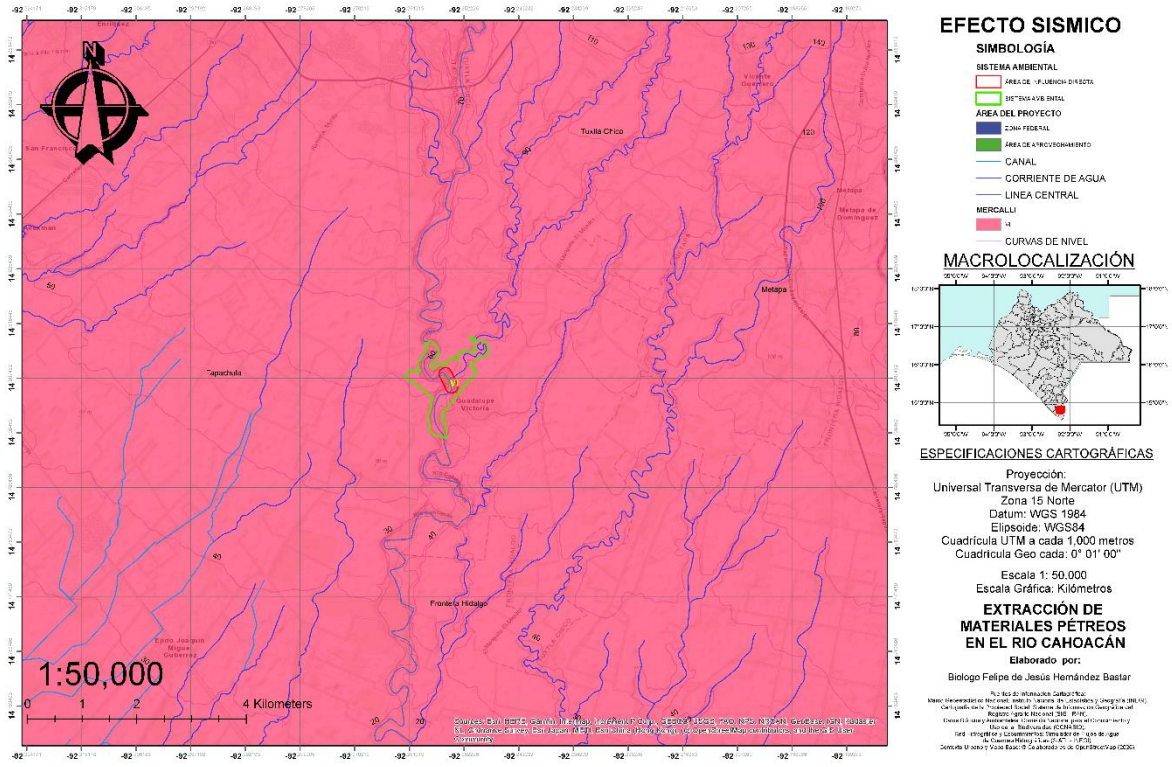


Ilustración 7.- Efecto Sísmico Categoría IV Mercalli, escala 1:50,000.

4.2.1.1.2.7 Caracterización del Relieve

La caracterización general del relieve desde la parte central hasta la norte del municipio de Tapachula, Chiapas, revela una marcada transición topográfica, avanzando desde llanuras y abanicos aluviales de baja pendiente hasta terrenos montañosos de alta energía y severa inclinación pertenecientes a la Sierra Madre de Chiapas y al complejo volcánico del Tacaná (**Ilustración 8**).

A continuación, se detallan las características de este relieve organizadas por zonas desde el centro hacia el norte:

4.2.1.1.2.7.1 Zona Central (Área Urbana de Tapachula y Periferia Inmediata)

- **Elevación de Referencia**: La ciudad de Tapachula, que ocupa la porción central del territorio municipal, se localiza a una altitud promedio que oscila entre los 160 y 175 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).
- **Topografía Dominante**: El centro y sur de la mancha urbana se asientan sobre terrenos predominantemente planos a suavemente inclinados, caracterizados por pendientes mínimas que van del 1% al 2%. Esta superficie llana representa aproximadamente el 73.4% del área urbana consolidada.
- **Configuración Geomorfológica**: Esta sección constituye una zona de transición morfológica entre las estribaciones de la Sierra Madre y la llanura costera baja, configurando un gran abanico fluvial o aluvial formado por el depósito de sedimentos entre las cuencas de los ríos Coatán y Texcuyapan. Específicamente, la mancha urbana se sitúa en el borde sur de un antiguo valle fluvial transicional que experimenta un cambio de pendiente característico hacia la costa.

4.2.1.1.2.7.2 Transición Centro-Norte (Margen Norte de la Ciudad y Lomeríos)

- **Incremento Gradual de Pendientes**: Al desplazarse hacia el norte de la zona urbana, el relieve experimenta un cambio morfológico al encontrarse directamente con el pie de la Sierra Madre de Chiapas. En este sector septentrional de la ciudad, un 8.7% de la superficie urbana se localiza sobre laderas suaves cuyas pendientes varían del 2% al 15%.
- **Presencia de Lomeríos Flanqueantes**: En los extremos nororiente y poniente de la periferia urbana, el terreno se vuelve más accidentado debido a los lomeríos de la Sierra Madre que flanquean la ciudad. En estos sectores se registran terrenos con pendientes pronunciadas de entre 5% y 15% (que ocupan el 9.1% del área urbana) y laderas muy pronunciadas con más de 15% de pendiente (que abarcan el 8.8% restante), considerándose áreas inadecuadas para la expansión urbana por su inclinación.

4.2.1.1.2.7.3 Zona Norte del Municipio (Sierra Madre y Región Volcánica)

- **Fisiografía de Alta Montaña**: Conforme se avanza con rumbo al norte del término municipal, el relieve se vuelve completamente montañoso e irregular, limitando con el municipio serrano de Motozintla y ocupando parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre de Chiapas.
- **Base del Edificio Volcánico (Franja de 300 a 1,000 m.s.n.m.)**: Toda la región norte-noreste está dominada visual y topográficamente por la imponente presencia del edificio volcánico del Volcán Tacaná. En el piedemonte o borde sur de esta región (entre los

300 y 1,000 metros de altura), el relieve está compuesto por lomeríos bajos y planicies inclinadas con pendientes que van desde los 3 hasta los 15 grados. Esta franja se encuentra profundamente disectada por valles fluviales que siguen subpatrones radiales que descienden desde la base del volcán.

- **Altitudes Máximas y Escarpas**: En el extremo norte del municipio se erige el Volcán Tacaná, un estratovolcán activo que alcanza una altitud máxima de 4,092 m.s.n.m. en su cumbre. Esta topografía de alta montaña posee laderas abruptas y cañadas estrechas asociadas a un denso sistema de fallas y fracturamientos regionales —como el sistema Polochic-Motagua al norte/noreste—, lo cual propicia una alta inestabilidad de laderas y riesgos de colapsos estructurales o deslizamientos de materiales.

4.2.1.1.2.7.4 Modelado Hidrográfico sobre el Relieve

- **Erosión y Encajonamiento de Ríos:** El relieve desde el norte hacia el centro es surcado verticalmente por importantes corrientes fluviales que corren con una dirección preferencial Norte-Sur, destacando el Río Coatán por el occidente de la ciudad y el Río Cahuacán por el oriente.
- **Arrastre de Materiales:** Estos cauces han labrado el terreno y muestran en sus lechos grandes fragmentos de rocas volcánicas de hasta 2 metros de diámetro que han sido arrastrados desde las partes altas de la sierra, lo que evidencia la persistente dinámica erosiva y de transporte que continúa modelando el relieve de la región.

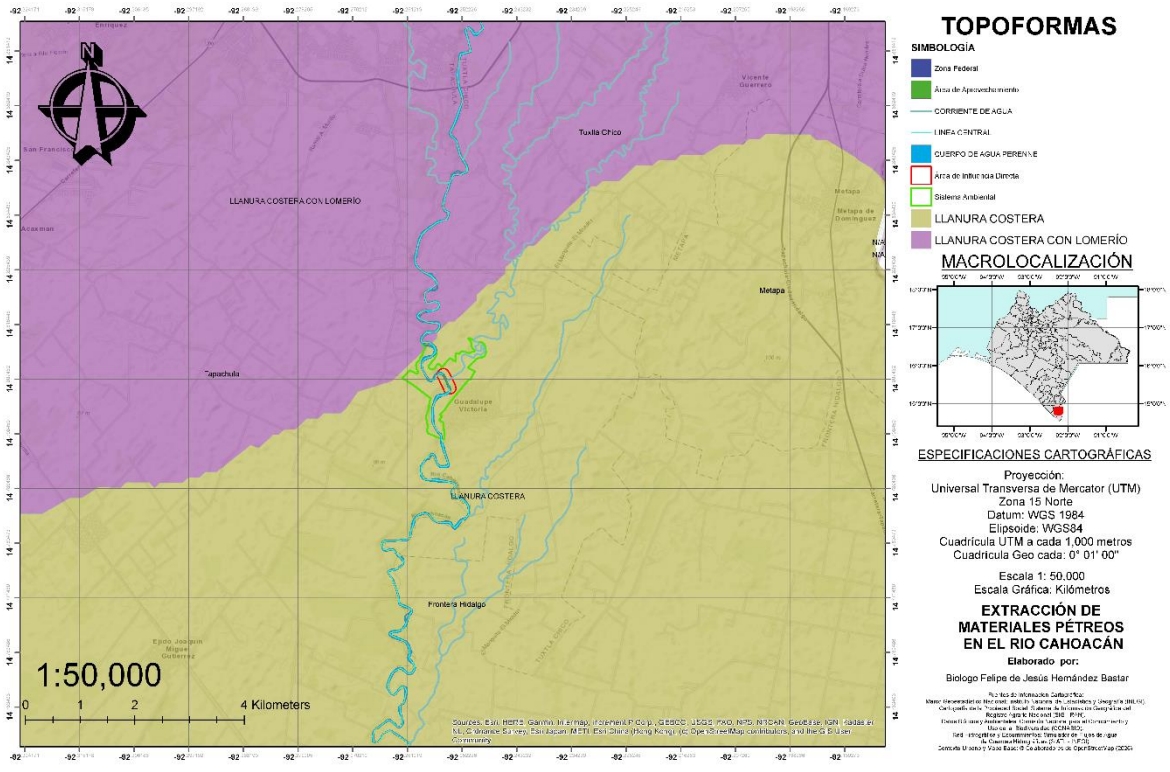


Ilustración 8. - Sistema de Topoformas, escala 1: 50,000.

4.2.1.1.2.8 Unidades Geomorfológicas

4.2.1.1.3 SUELOS

Con base en la carta edafológica de la región del Soconusco (porción sur del estado de Chiapas, mostrando la frontera con la República de Guatemala y municipios como Mazatán, Frontera Hidalgo y Ciudad Hidalgo), se puede identificar una distribución muy característica de los suelos. Esta distribución está estrechamente ligada a la topografía, que transiciona desde las estribaciones de la Sierra Madre hasta la llanura costera del Pacífico (**Ilustración 6**).

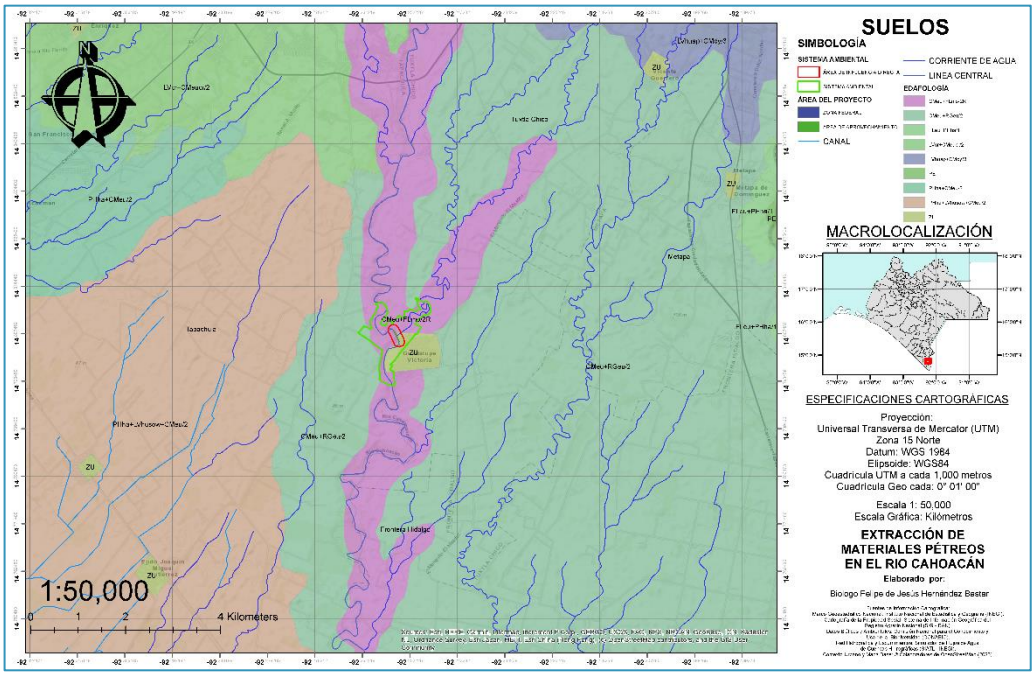


Ilustración 6. - Suelos dominantes en la región; escala 1: 50,000.

- **Cambisol**: Son suelos jóvenes o con un desarrollo moderado. Presentan un horizonte subsuperficial (horizonte cámbico) donde se evidencia una alteración física o química significativa (cambios de color, estructura o remoción de carbonatos) respecto a la roca madre, pero sin llegar a acumular arcillas o materiales sumamente intemperizados. Son generalmente fértiles y tienen buena drenabilidad. Ocupan las extensiones más amplias en la zona de transición hacia los lomeríos y la llanura (áreas iluminadas en verde claro y salmón en la mitad superior y derecha del mapa). Se aprecian con las siglas CMeu (Cambisol éutrico, indicando alta saturación de bases y fertilidad natural). Aparecen asociados en complejos como CMeu + FLmo/2R y CMeu + RGeu/2 hacia el oriente del municipio, cerca de Frontera Hidalgo y la frontera con Guatemala. Son la columna vertebral de la actividad cafetalera y frutícola del Soconusco.
- **Phaeozem**: Suelos característicos de zonas templadas o subhúmedas, ricos en materia orgánica. Poseen una capa superficial oscura y profunda (horizonte móllico) con una alta saturación de bases, lo que los convierte en uno de los suelos agrícolas más ricos y productivos del mundo. e ubican principalmente en las planicies interiores y valles fluviales estables (zonas iluminadas en tonos salmón claro/rosa hacia el centro-derecha del mapa). Se identifican con códigos como PHha + CMeu/2 (Phaeozem háplico

asociado con Cambisol éutrico) y PHgl + GLeu/2 (Phaeozem gléyico, que muestra condiciones de exceso de humedad temporal). Son suelos planos ideales para el cultivo intensivo de caña de azúcar, plátano y maíz en las inmediaciones de Metapa y la cuenca baja del río Suchiate.

- **Luvisol**: Suelos con un desarrollo más avanzado que los Cambisoles. Su característica principal es la translocación (lavado) de arcilla desde la capa superficial hacia el subsuelo, creando un horizonte de acumulación de arcilla (horizonte árgico). Tienen una fertilidad moderada a alta, pero su horizonte arcilloso puede limitar la filtración del agua si se compacta. En la zona representada, aparecen de forma más localizada hacia la transición de la llanura costera baja, cerca de la zona de esteros y lagunas (como la Laguna Pampa el Cabildo). Se observa la clave LV/husow + LVsowhu + CMeu/2 justo arriba de la franja costera arenosa (Faro / Puerto Madero). Esta posición indica que reciben sedimentos finos y permiten el desarrollo de vegetación perennifolia o cultivos comerciales estables debido a su capacidad de retención de humedad.
- **Fluvisol**: Son suelos genéticamente muy jóvenes formados a partir de depósitos aluviales recientes (aportados por inundaciones de ríos o lagos). Al ser depósitos constantes, no muestran horizontes bien desarrollados, sino una estratificación visible de capas de arena, limo y grava. Son suelos muy dinámicos y sumamente fértiles debido a la renovación constante de nutrientes. Se encuentran íntimamente ligados a los cauces de los ríos principales. Un ejemplo muy claro en el mapa se aprecia en el extremo inferior derecho, siguiendo la ribera del Río Suchiate en la frontera con Guatemala, bajo la clave FLeu/1 (Fluvisol éutrico, de textura gruesa o media) y mezclado en las llanuras de inundación adyacentes (CMeu + FLmo/2R).

4.2.1.1.4 GEOHIDROLOGÍA E HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

La Subcuenca del Río Cahoacán (identificada oficialmente por el INEGI con la clave RH23Ad) forma parte de la Región Hidrológica No. 23 (Costa de Chiapas), inmersa específicamente dentro de la cuenca denominada Río Suchiate y Otros (RH23A). A continuación, se describe de manera estructurada su configuración hidrológica superficial, geohidrológica y la dinámica de sus aguas subterráneas, la cual abarca la porción oriente de la mancha urbana del municipio de Tapachula, así como los municipios de Cacahoatán, Tuxtla Chico, Metapa y Suchiate (**Ilustración 9**).

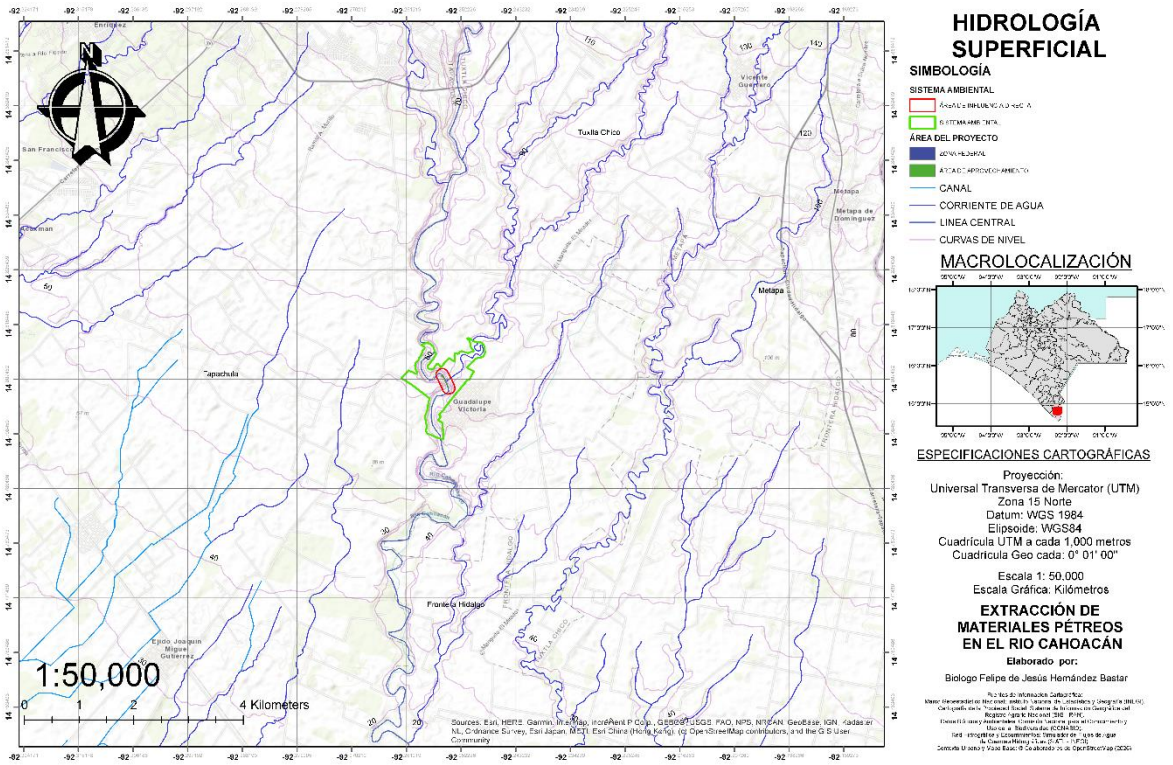


Ilustración 9. - Subcuenca del Río Cahoacán, escala 1: 50,000.

4.2.1.1.4.1 Delimitación y Características Generales de la Subcuenca

La subcuenca del Río Cahuacán (frecuentemente escrito en registros locales como Cahoacán) cubre una extensión aproximada de 279 a 283 km² (alrededor de 28,340 hectáreas). Muestra un gradiente altitudinal sumamente abrupto debido a su origen: nace en las laderas sudoccidentales de la Sierra Madre de Chiapas y el Complejo Volcánico Tacaná (a más de 2,000 m s. n. m.) y desciende con dirección Noreste a Suroeste (NE-SW) hasta perder pendiente en la Llanura Costera del Pacífico, donde finalmente interactúa con sistemas de esteros, marismas (como La Cigüeña) y desagua hacia el océano.

4.2.1.1.4.2 Hidrología Superficial

Régimen de Flujo y Red Drenaje

- **Corriente Principal**: El Río Cahuacán es una corriente de tipo perenne. En su cuenca alta y media exhibe un comportamiento torrencial con una alta energía cinética, capaz de arrastrar grandes volúmenes de sedimentos debido a las pendientes pronunciadas. En su cuenca baja, al entrar a la llanura aluvial, el cauce se vuelve meándrico y disminuye notablemente su velocidad de flujo.
- **Tributarios**: Cuenta con una densa red de arroyos y corrientes secundarias de carácter intermitente en las partes altas que alimentan rápidamente al cauce principal durante la época de lluvias.

4.2.1.1.4.3 Geohidrología (Unidades Hidrogeológicas)

Desde la perspectiva geohidrológica, la subcuenca RH23Ad se encuentra integrada dentro del sistema regional denominado Acuífero Soconusco (Clave 0710) de la CONAGUA. Los materiales geológicos de la subcuenca se dividen en dos unidades principales con comportamientos hidráulicos opuestos:

Unidad de Materiales Consolidados (Baja Permeabilidad)

- **Ubicación**: Cuenca alta (norte y noroeste de la subcuenca).
- **Litología**: Compuesta por el basamento de rocas ígneas graníticas (Macizo de Chiapas), ortogneises mesozoicos y productos piroclásticos antiguos cementados del Tacaná.
- **Comportamiento**: Actúa prácticamente como una barrera hidrogeológica o acuifugo. La permeabilidad intergranular es nula; el almacenamiento y circulación del agua subterránea queda estrictamente limitado a la permeabilidad secundaria por fracturamiento y fallas tectónicas (como los sistemas de lineamientos NE-SW que cortan la sierra).

Unidad de Materiales No Consolidados (Alta Permeabilidad)

- **Ubicación**: Cuenca media y baja (mancha urbana de Tapachula hacia la costa).
- **Litología**: Formada por potentes depósitos detríticos del Cuaternario que constituyen el gran Abanico Aluvial de Tapachula (gravas, arenas, limos y arcillas interestratificadas), cubiertos en la superficie por capas de cenizas volcánicas porosas.
- **Comportamiento**: Posee una alta porosidad intergranular y una elevada transmisividad. Funciona como el principal almacén de agua de la región, permitiendo tasas de filtración vertical muy eficientes.

4.2.1.1.4.4 Hidrología Subterránea

Dinámica e Hidrodinámica del Acuífero

El acuífero en esta sección se comporta como un acuífero libre o no confinado. Esto significa que el límite superior de la zona saturada (nivel freático) se encuentra a presión atmosférica y responde directamente a las variaciones de la recarga estacional.

Mecanismo de Recarga Principal: Proviene de la infiltración directa del agua de lluvia a través de los suelos permeables (Cambisoles y Phaeozems) y del flujo preferencial por fracturas en las zonas altas. Asimismo, existe una recarga inducida por el propio Río Cahuacán en su cuenca media alta durante las crecidas, donde el agua superficial se infiltra horizontalmente hacia los márgenes del abanico aluvial.

- **Dirección del Flujo Subterráneo**: Las líneas de flujo y las curvas equipotenciales demuestran que el agua subterránea se desplaza en íntima correspondencia con la topografía superficial; el vector de movimiento viaja de Noreste a Suroeste (NE a SW), descargando de forma natural hacia el Océano Pacífico y las lagunas costeras.
- **Profundidad del Nivel Freático**: En las proximidades de Tapachula y Tuxtla Chico, el nivel estático se localiza a profundidades moderadas (15 a 40 metros).
    - Conforme se desciende hacia la llanura costera baja (cerca de la línea litoral), el nivel freático se vuelve muy somero (de 0.5 a 3 metros bajo la superficie), provocando que amplias zonas funcionen como áreas de descarga por evapotranspiración o alimenten humedales perennes.

Explotación y Calidad del Agua

El agua subterránea de la subcuenca es intensamente aprovechada a través de pozos profundos y norias someras para abastecimiento público-urbano, doméstico y, fundamentalmente, para el riego agrícola de plantaciones comerciales de plátano, palma de aceite y mango en las llanuras del Soconusco.

4.2.1.2 ÁREA DEL PROYECTO

4.2.1.2.1 CLIMA

4.2.1.2.1.1 Tipos de Climas

El clima Aw1(w) es el Clima dominante sobre el Área del Proyecto; este se clasifica como cálido subhúmedo con lluvias en verano, representando el grado intermedio de humedad dentro de la categoría de climas subhúmedos según las modificaciones de Enriqueta García. En la zona colindante al poblado de Guadalupe Victoria, este clima se caracteriza por una temperatura media anual superior a los 22°C y una marcada estacionalidad en la que la precipitación invernal es mínima, constituyendo menos del 5% del total anual (**Ilustración 10**).

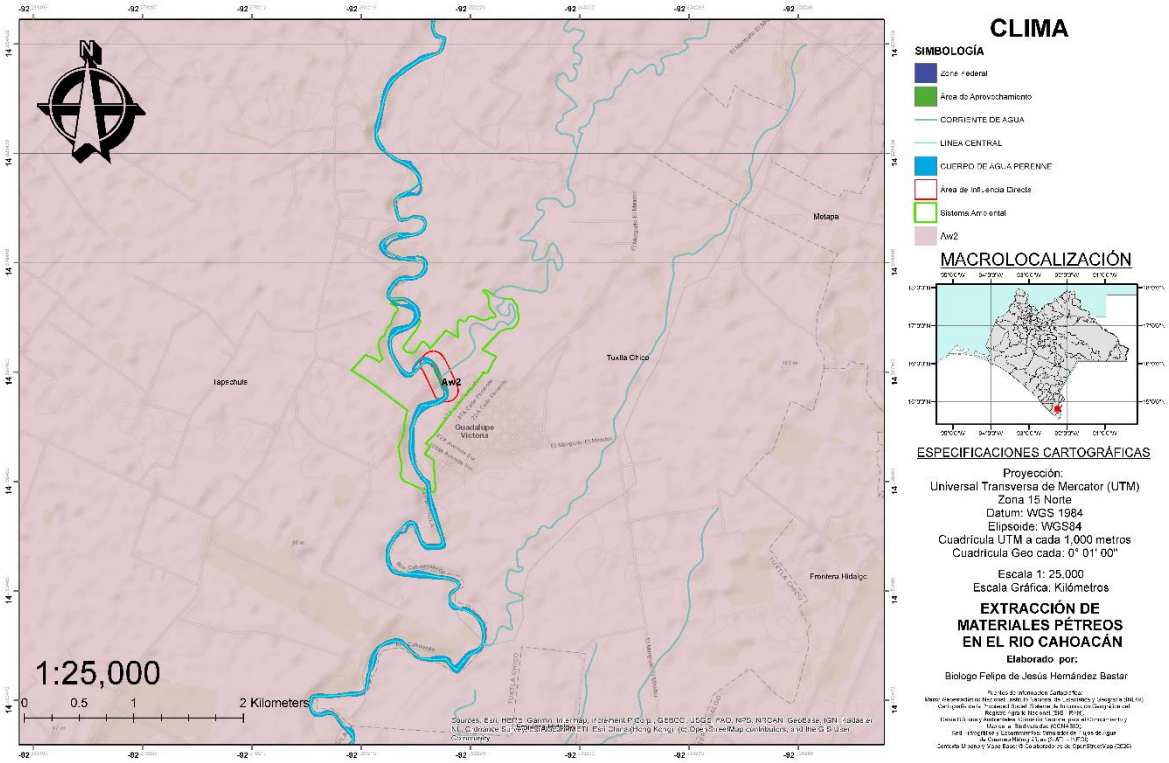


Ilustración 10. - Clima dominante en el AID del proyecto, escala 1: 25,000.

Los efectos de este régimen pluviométrico en la región impactan directamente en los ciclos agrícolas locales, favoreciendo el desarrollo de vegetación de selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia que depende de la humedad acumulada durante el verano para sobrevivir el periodo de estiaje.

Asimismo, la intensidad de las lluvias veraniegas en esta ubicación específica puede generar una saturación rápida de los suelos, aumentando el riesgo de escorrentías superficiales que afectan la infraestructura rural y los terrenos de cultivo cercanos a las cuencas hidrológicas del área. Este perfil climatológico de alta humedad y calor constante es fundamental para la biodiversidad y las actividades agrícolas características de la región, como el cultivo de café y cacao.

4.2.1.2.1.2 Temperatura

La estación muestra un clima cálido con una oscilación térmica anual baja (poca diferencia entre el mes más frío y el más cálido), característica de las latitudes bajas, aunque con matices estacionales claros:

- **Temperatura Máxima** (**Línea Roja**): Se mantiene elevada durante todo el año, oscilando entre los 34°C y 37°C. El máximo absoluto ocurre de manera prematura en el año, específicamente en el mes de abril (rozando los 37.5°C).
- **Temperatura Media** (**Línea Verde**): Fluctúa en un rango muy estrecho entre los 27.5°C (en diciembre y enero) y los 30.5°C (en abril y mayo).
- **Temperatura Mínima** (**Línea Azul**): Los valores más frescos se registran durante el invierno boreal, siendo enero el mes con la mínima más baja (alrededor de los 19.5°C). Durante el verano, las mínimas ascienden y se estabilizan en torno a los 22.5°C - 23.5°C. (**Ilustración 11**).

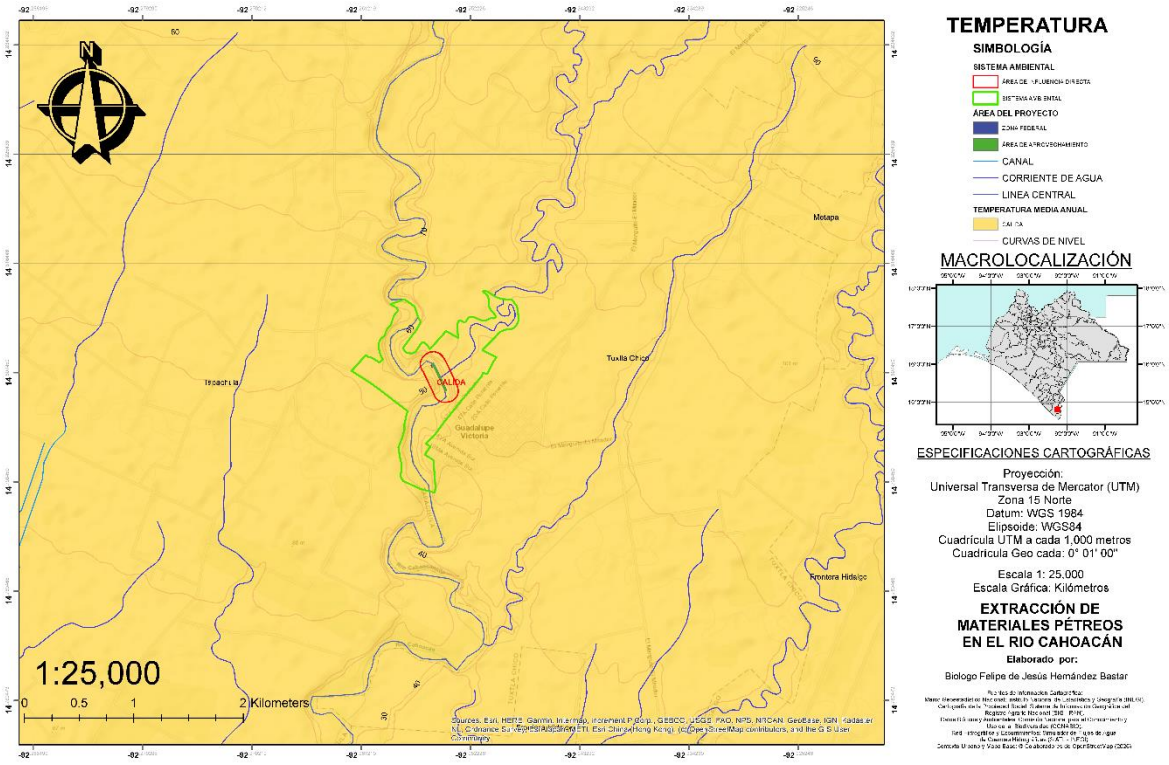


Ilustración 11.- Temperatura Media Anual, escala 1: 25,000.

4.2.1.2.1.3 Precipitación

El régimen de lluvias en esta estación es marcadamente estacional y presenta un comportamiento bimodal (dos picos de máxima intensidad), típico de las regiones tropicales del Soconusco:

- **Época de Estiaje** (**Secas**): Comprende de diciembre a marzo. Los meses de enero y febrero son extremadamente secos, con registros casi nulos o cercanos a los 0 mm. En marzo y abril se observa una transición gradual con ligeros incrementos.
- **Época de Lluvias**: Inicia formalmente en mayo (superando los 150 mm) y se extiende hasta octubre.
- **Picos de Precipitación**: El primer pico ocurre en junio con aproximadamente 260 mm.
    - El segundo pico (y el máximo absoluto del año) se registra en septiembre, alcanzando cerca de los 330 mm.
- **La Canícula** (**Veranillo**): Entre los dos picos de lluvia se observa una disminución relativa de la precipitación durante los meses de julio y agosto (descendiendo a unos 210 mm). Esto representa la interrupción temporal de las lluvias torrenciales debido a la intensificación de los vientos alisios (**Gráfico 3**).

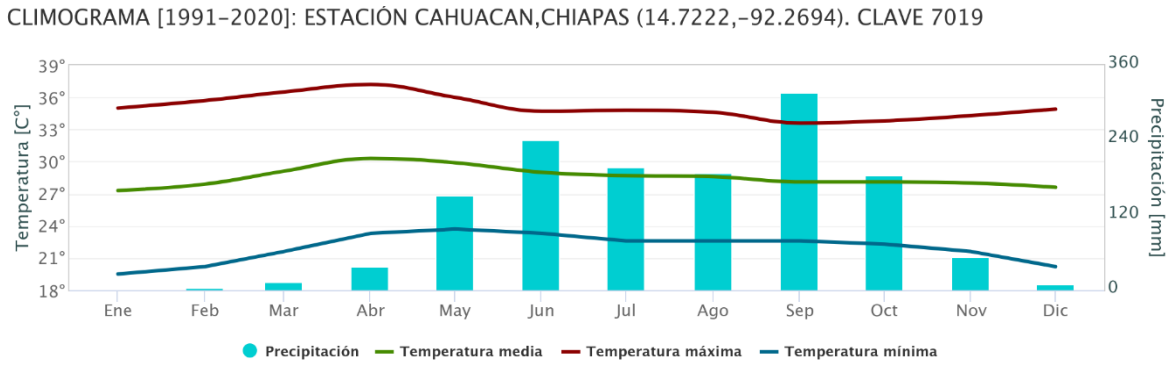


Gráfico 3.- Climograma Estación Cahoacán, Chiapas.

La interacción entre ambas variables demuestra cómo el ciclo hidrológico regula el confort térmico de la región. Durante el primer cuatrimestre del año (enero-abril), la ausencia de precipitación y la escasa nubosidad permiten una máxima incidencia de radiación solar, lo que provoca que abril sea el mes más caluroso del año. Sin embargo, la llegada masiva de las lluvias en mayo y junio altera esta tendencia: a pesar de que el verano astronómico implica mayor radiación, la presencia continua de nubes y el efecto refrigerante de las tormentas provocan un descenso y estabilización de las temperaturas máximas y medias a partir de junio (**Ilustración12**).

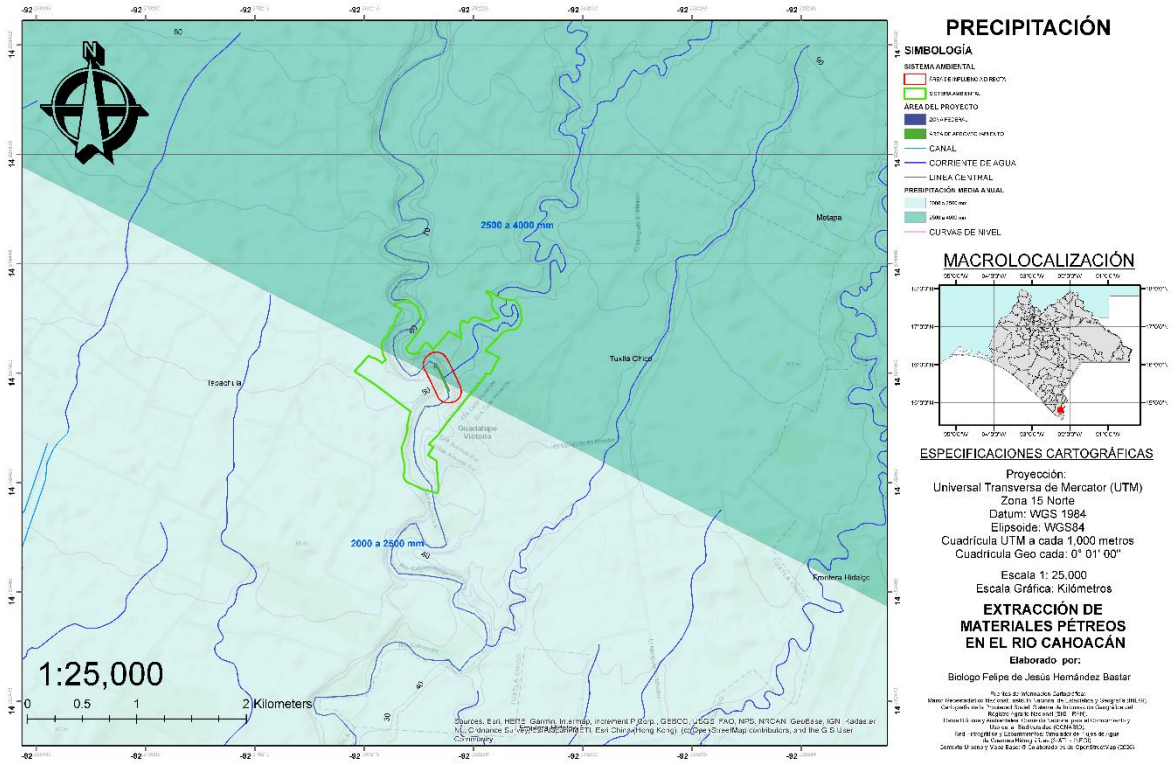


Ilustración 12.- Precipitación Media Anual, escala 1: 25,000.

Por el contrario, las temperaturas mínimas muestran el efecto inverso; durante los meses más lluviosos (junio a octubre), la densa capa de nubosidad nocturna actúa como un invernadero natural que atrapa el calor del suelo, impidiendo que la temperatura descienda tanto como lo hace en las noches despejadas de la época de secas.

4.2.1.2.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La zona se localiza en una de las regiones con mayor dinamismo tectónico de Norteamérica, controlada por la interacción de tres placas tectónicas principales:

- **Placa de Cocos:** Placa oceánica que se subduce por debajo de la Placa de Norteamérica y del Caribe a lo largo de la Trinchera Mesoamericana frente a las costas de Chiapas.
- **Placa de Norteamérica y Placa del Caribe:** El límite transcurrente lateral izquierdo entre estas dos placas continentales se manifiesta a través del **Sistema de Fallas Polochic-Motagua**, cuyas ramificaciones estructurales e hilos de falla secundarios cortan el basamento en el extremo norte y nororiente de la región.

Esta configuración genera un régimen de esfuerzos predominantemente distensivos y transcurrentes a nivel local, con una alta sismicidad de tipo cortical e interplaca.

4.2.1.2.2.1 Marco Geológico

El relieve circundante al Área del Proyecto, se define como una zona de transición pedemontana (pie de monte). Al norte, el paisaje cambia rápidamente hacia lomeríos y montañas escarpadas de origen volcánico e intrusivo, mientras que hacia el sur disminuye suavemente la pendiente para integrarse a la llanura aluvial y costera.

El modelado superficial está fuertemente condicionado por la dinámica fluvial del Río Cahoacán (o Cahoacán) y sus tributarios. Esta red hídrica ha erosionado los materiales volcánicos de las partes altas, transportándolos y depositándolos en el área en forma de un gran abanico de deyección o abanico aluvial, sobre el cual se asienta la localidad (**Ilustración 13**).

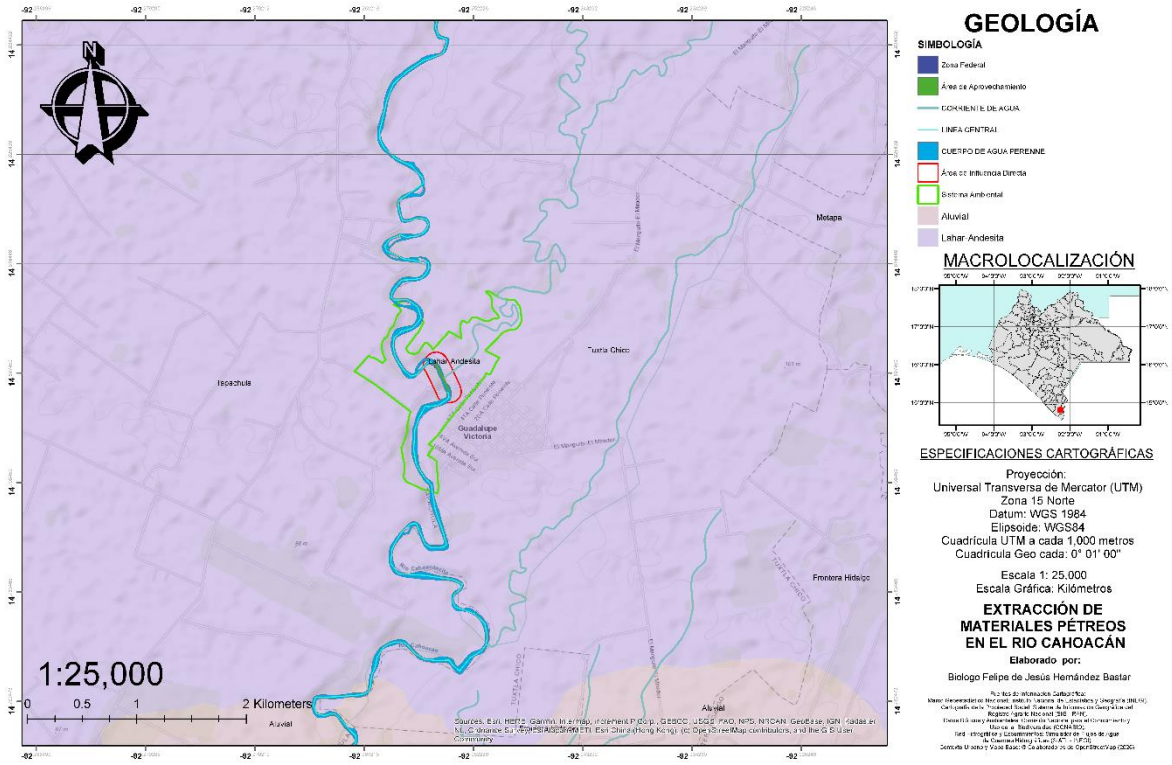


Ilustración 13.- Marco Geológico, escala 1: 25.000.

4.2.1.2.2.2 Litología y Petrografía

La zona de transición pedemontana donde se ubica el Área del Proyecto (**Ilustración 13**), presenta una notable diversidad de materiales pétreos, clasificados en tres grandes grupos genéticos:

- **Rocas Metamórficas (Basamento):** Representadas principalmente por **ortogneises (Unidad K Gn)** del Cretácico Tardío. Petrográficamente, exhiben una textura bandeada e irregular (gneísica), con "ojos" o fenocristales recristalizados de feldespato potásico y cuarzo, inmersos en una matriz verde oscura rica en plagioclasas alteradas, piroxenos y anfíboles.

- **Rocas Ígneas Intrusivas (Plutónicas):** Cuerpos de **granodioritas, tonalitas y adamelitas (Unidad Tm Gd)** del Mioceno. Presentan una textura fanerítica (grano medio a grueso) con cristales euhedrales de plagioclasa, cuarzo intersticial, hornblenda y biotita. Debido al clima cálido-húmedo del Soconusco, estas rocas muestran un proceso avanzado de **saprolitización** (intemperismo químico que transforma los feldespatos en arcillas, manteniendo visualmente la estructura de la roca, pero perdiendo por completo su cohesión mecánica).
- **Depósitos Volcano-Sedimentarios y Piroclásticos:** Corresponden a las eyecciones del Complejo Volcánico Tacaná durante el Pleistoceno y Holoceno.
    - Lahares antiguos y flujos de detritos: Brechas volcánicas polimícticas con fragmentos angulosos de andesitas y dacitas porfídicas envueltas en una matriz tobácea areno-limosa.
    - Cenizas y pumicitas: Capas de material fino de caída aérea, altamente porosas, friables y de baja densidad.
- **Depósitos Aluviales (Qal):** Gravas, arenas y limos no consolidados acumulados en el lecho y llanura de inundación activa del **Río Cahuacán**.

4.2.1.2.2.3 Sistema de Fallas

4.2.1.2.2.3.1 Sistema de Fallas Geológicas

A nivel regional, la zona se encuentra gobernada por un régimen tectónico transcurrente y distensivo debido a la cercanía con el Sistema de Fallas Polochic-Motagua (límite entre las placas de Norteamérica y el Caribe) y el proceso de subducción de la Placa de Cocos. Las fallas principales de la región tienen un rumbo preferencial e influyen en la geometría de los bloques montañosos de la Sierra Madre, triturando el basamento cristalino y generando zonas de debilidad cortical por donde ascienden fluidos y magmas (Arco Volcánico Chiapaneco).

4.2.1.2.2.3.2 Situación en la Zona Urbana

De manera específica en el polígono habitado de la localidad más cercana (**Guadalupe Victoria**, **Tuxtla Chico**), no se cartografían trazas de fallas geológicas activas superficiales que corten directamente el núcleo de la población.

Sin embargo, el entorno rural y las laderas circundantes se encuentran fuertemente influenciados por lineamientos estructurales de tensión indirecta. Estas estructuras no presentan desplazamientos verticales u horizontales métricos evidentes en superficie, pero controlan la red de drenaje local, obligando a los arroyos secundarios y al propio Río Cahuacán a seguir trayectorias rectilíneas orientadas de Noreste a Suroeste (NE-SW).

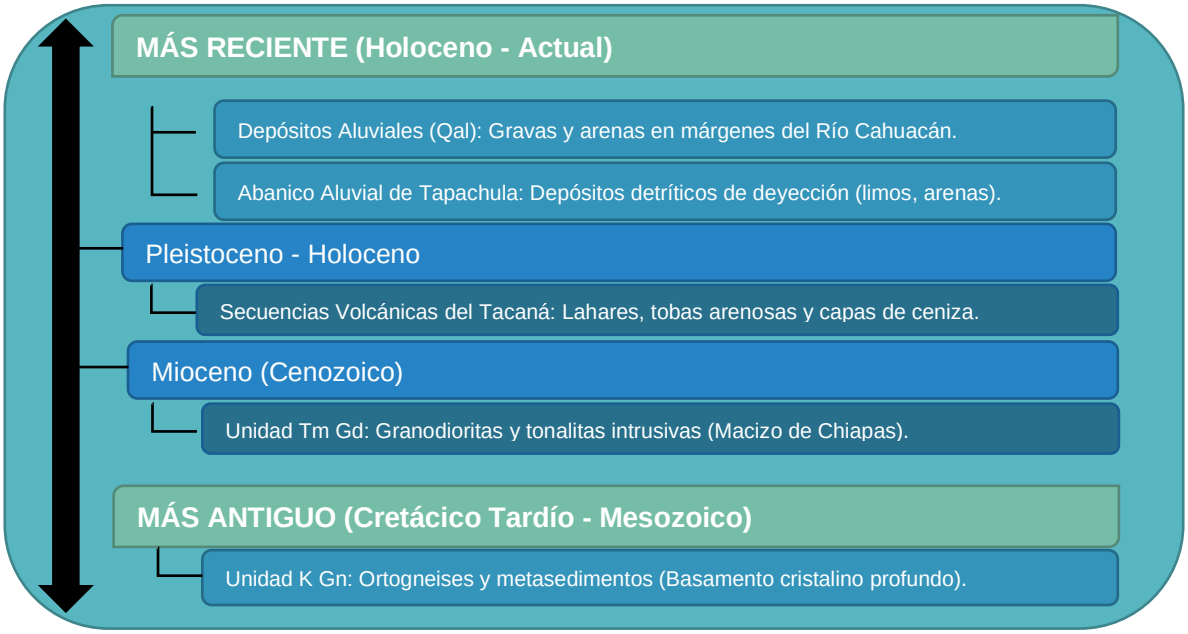
4.2.1.2.2.4 Sistema de Fracturas

El diaclasamiento y fracturamiento es el rasgo estructural más evidente y crítico en los afloramientos rocosos que rodean a la localidad. El Servicio Geológico Mexicano (SGM) identifica dos sistemas de fracturas principales en esta porción de la subcuenca:

Sistema de Fracturas	Orientación Preferencial (Rumbo)	Unidades Afectadas principales	Impacto Geotécnico
Sistema Septentrional	**NE 10º SW**	Basamento metamórfico (ortogneises) y lahares antiguos al norte de la localidad.	Segmenta la roca en bloques métricos; actúa como vía primaria de infiltración de agua hacia el acuífero libre.
Sistema Centro-Periférico	**NE 60º SW**	Granodioritas intemperizadas y laderas de transición hacia el sur.	Reduce la resistencia al corte de los taludes; es el principal plano de debilidad que detona fallas de ladera.

4.2.1.2.2.5 Estratigrafía

La columna cronoestratigráfica de la zona circundante al Área del Proyecto, resume la historia geológica de la región costera-serrana del Soconusco:



4.2.1.2.2.6 Sismicidad y Riesgos Geológicos

El Área del Proyecto se ubica en la Zona Sísmica D de la República Mexicana, la categoría de mayor peligro en el país (**Ilustración 14**).

Aceleración del Terreno (Sismicidad): Riesgo muy alto de experimentar movimientos telúricos de gran magnitud debidos a la sismicidad interplaca (subducción) y sismos corticales someros locales causados por el reacomodo de los bloques de falla de la sierra.

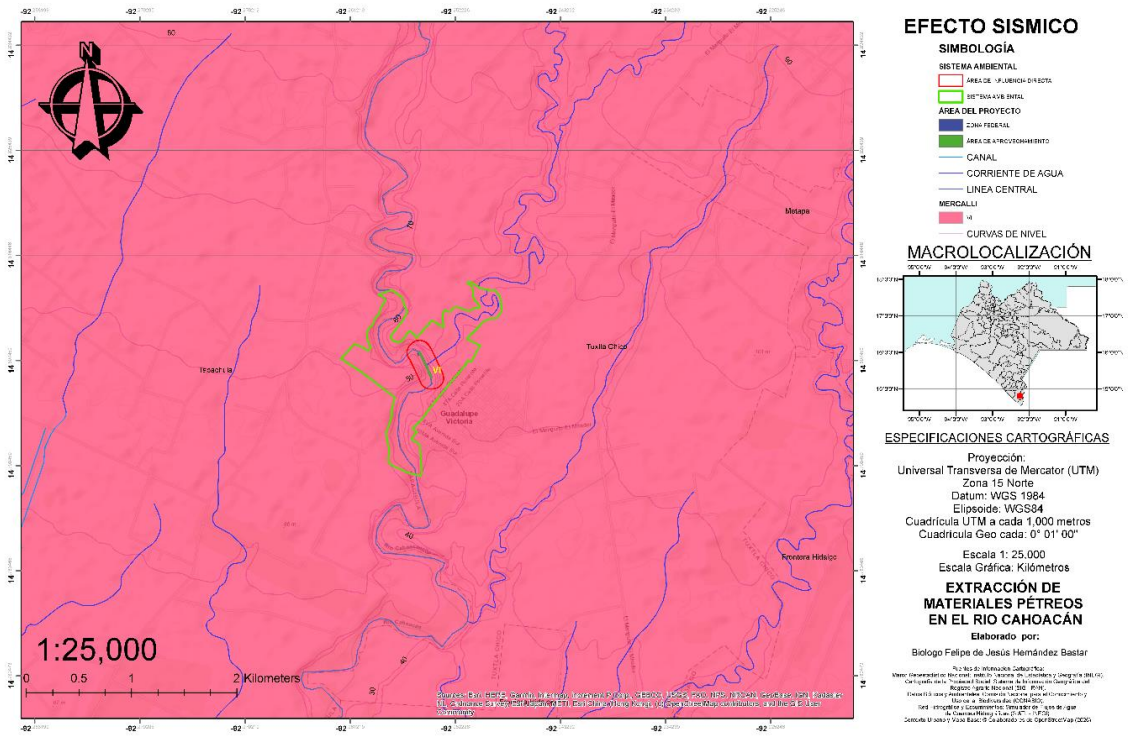


Ilustración 14.- Efecto Sísmico Categoría IV Mercalli, escala 1: 25,000.

Inestabilidad de Laderas (Procesos de Remoción en Masa): Las laderas de lomeríos al norte de la localidad presentan factores detonantes críticos: pendientes fuertes, fracturamiento intenso (sistemas NE 10° SW y NE 60° SW), rocas intrusivas saprolitizadas y depósitos de ceniza sin cohesión. Ante lluvias extraordinarias (>250 mm en 24 horas) o sismos, estos materiales pierden fricción interna, provocando **deslizamientos de tierra, caídas de bloques y flujos de lodo** (**Ilustración 15**).

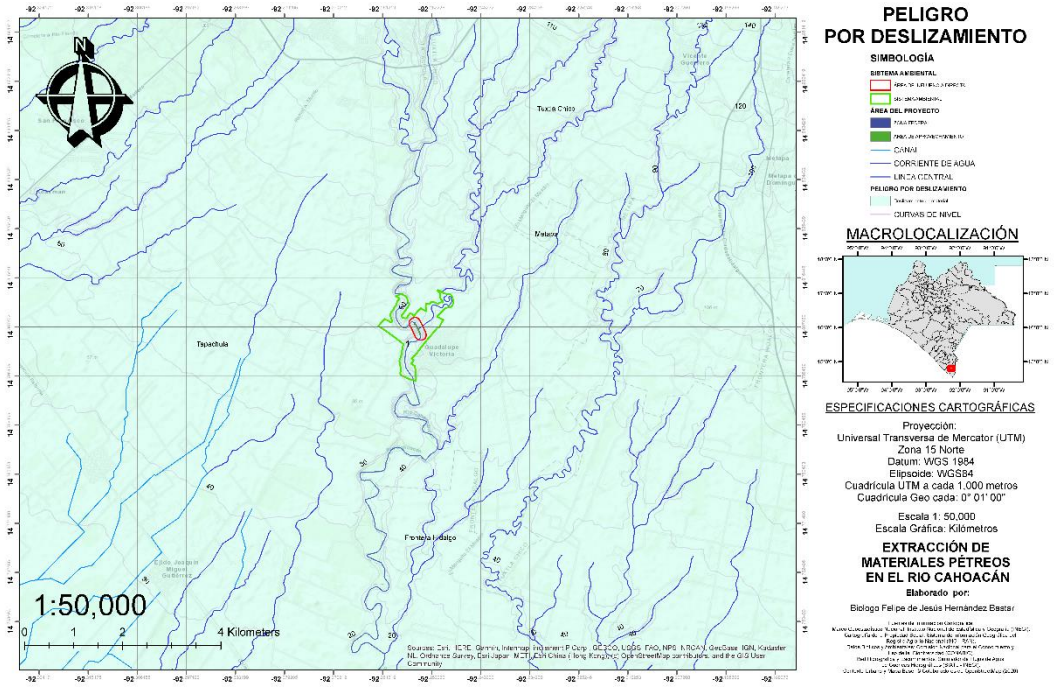


Ilustración 15.- Peligro por Deslizamiento de Material, escala 1: 50,000.

Inundaciones y Flujos de Detritos Fluviales: El Río Cahoacán bordea la región oriental de la zona. Al ser una corriente perenne de carácter torrencial en su cuenca alta, las avenidas máximas extraordinarias conllevan el arrastre de grandes bloques de roca y troncos, amenazando las terrazas aluviales bajas (**Ilustración 16**).

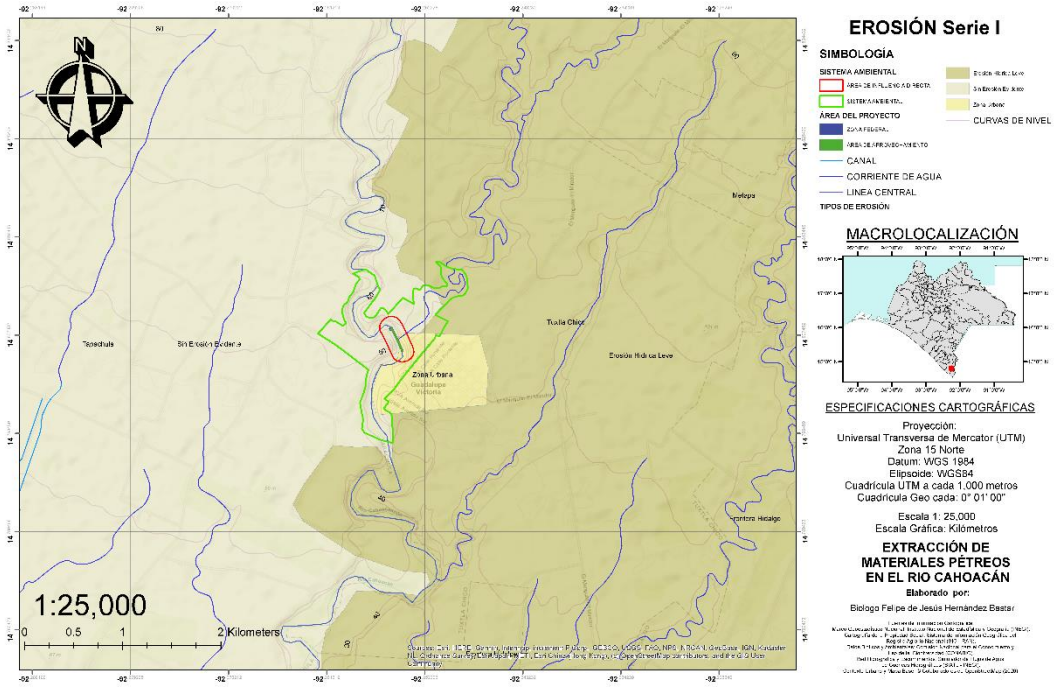


Ilustración 16.- Peligro por Erosión, escala 1: 25,000.

4.2.1.2.2.7 Unidades Geomorfológicas

El relieve de la zona circundante se divide en dos unidades geomorfológicas principales que definen la topografía y la dinámica ambiental del sitio:

Unidad de Lomeríos de Transición y Pedemonte: Se localiza inmediatamente al norte y noreste del **Área del Proyecto.** Es una unidad de origen **denudatorio-volcánico** caracterizada por lomas de cumbres redondeadas y pendientes que van de moderadas a fuertes (15° a 30°). Está modelada sobre los depósitos de lahares y las granodioritas intemperizadas. Los procesos dominantes aquí son la erosión en cárcavas y el lavado de finos superficial (**Ilustración 17**).

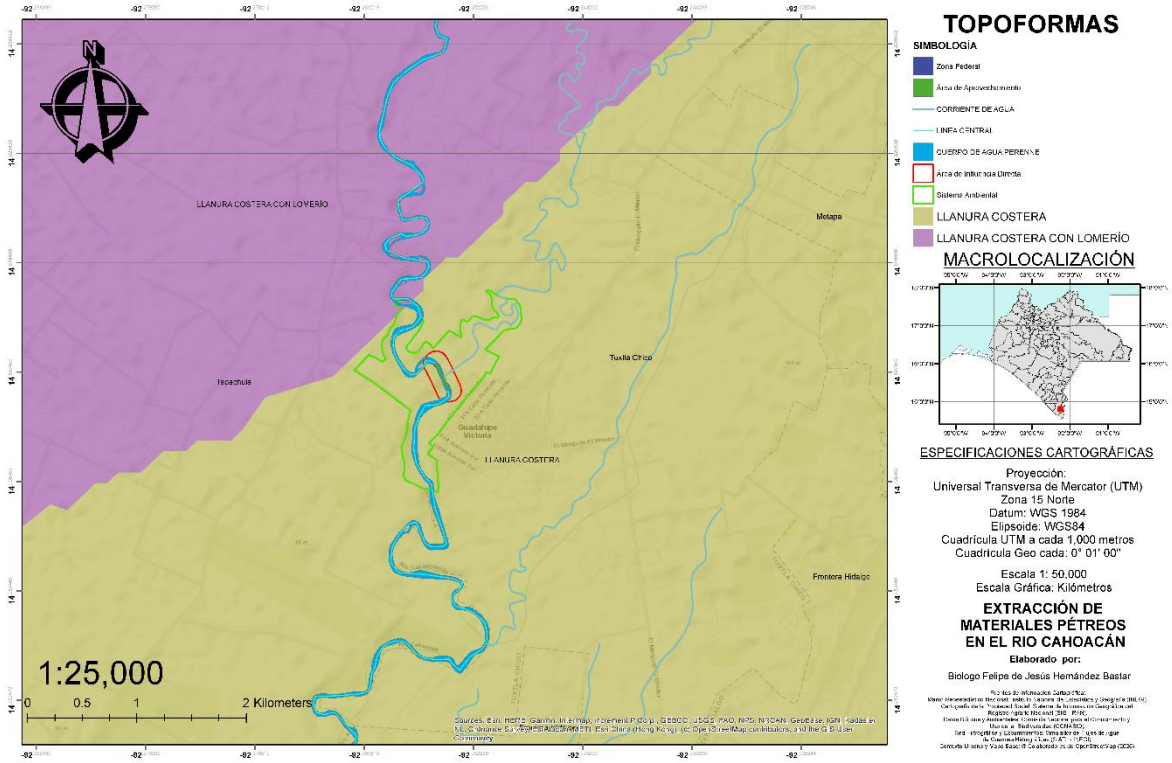


Ilustración 17.- Sistema de Topoformas, escala 1: 25,000.

Unidad del Abanico Aluvial (Cono de Deyección) Tapachula-Cahoacán: El Área del Proyecto se asienta sobre la porción media-superior (ápex o cabecera de transición) de este gran abanico aluvial. Es una geoforma de acumulación sedimentaria de topografía suave a plana (pendientes generales menores a 8°).

Se formó por la pérdida repentina de energía del Río Cahoacán al salir de los cañones estrechos de la Sierra Madre hacia la llanura costera del Pacífico, obligando al río a depositar su carga de sedimentos en forma de abanico difuso a lo largo de miles de años (**Ilustración18**).

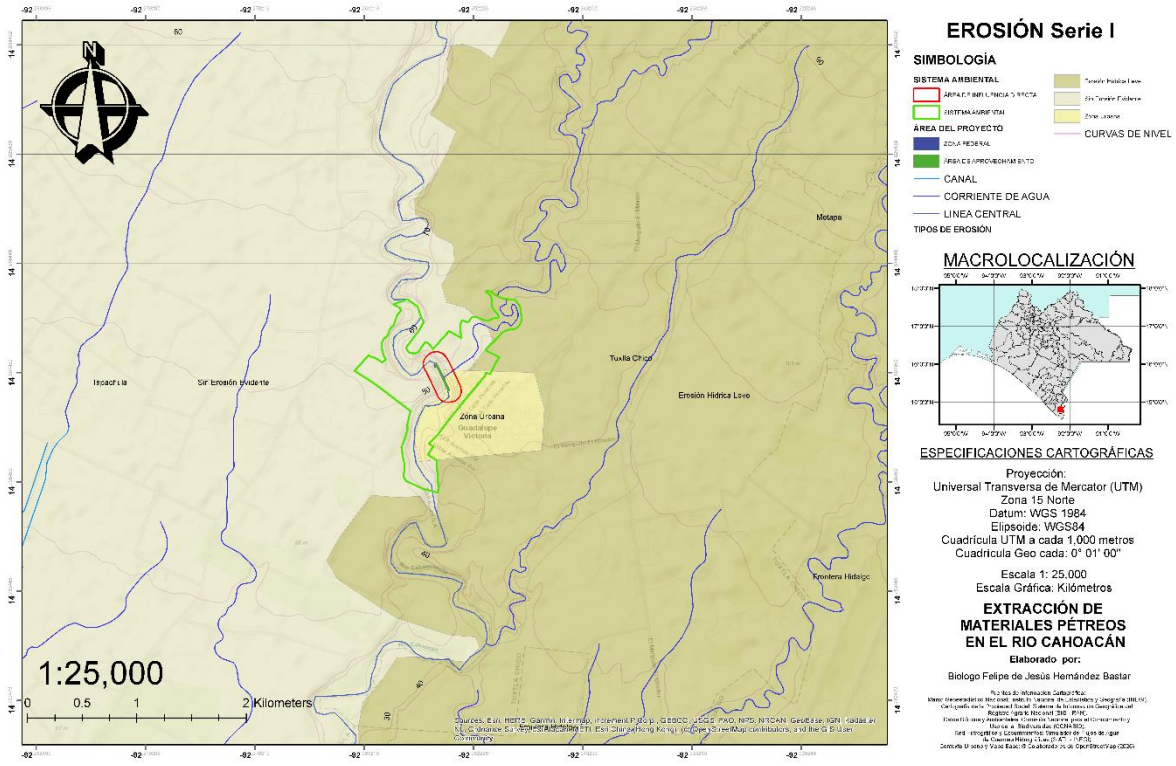


Ilustración 18.- Erosión, escala 1: 25,000.

4.2.1.2.3 SUELOS

El perfil de suelo predominante en la zona de transición pedemontana de la zona en el que se establecerá el **Área del Proyecto**, corresponde a un Cambisol éutrico (CMeu) con marcadas propiedades vítricas o ándicas (influencia de cenizas volcánicas recientes) y depósitos aluviales.

Debido a la combinación de altas temperaturas y precipitaciones copiosas (más de 3,000 mm al año, como se observó en el climograma de la estación Cahoacán), el intemperismo químico es sumamente acelerado. Esto permite que, a pesar de ser geológicamente jóvenes, estos suelos muestren un desarrollo de horizontes moderadamente profundo y una excelente fertilidad natural (**Ilustración 19**).

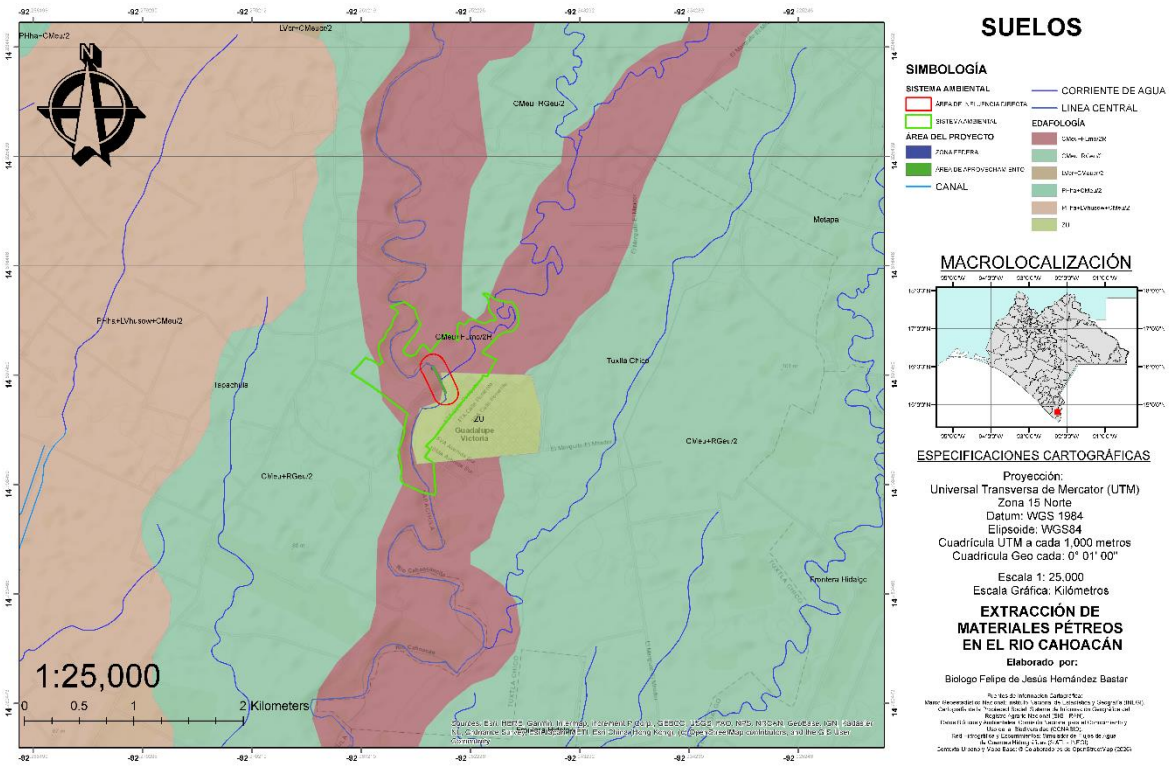


Ilustración 19.- Suelos Dominantes, escala 1: 25,000.

4.2.1.2.3.1 Estructura del Perfil de Suelo (Horizontes Típicos)

Un corte vertical o calicata típica en los suelos de esta localidad revela la siguiente secuencia de horizontes desde la superficie hasta la roca madre:

4.2.1.2.3.1.1 Horizonte A (Superficial / Humífero) — De 0 a 25 cm

- **Color:** Pardo muy oscuro a negro (debido a la rápida descomposición de la materia orgánica de la vegetación tropical y cafetalera).
- **Textura:** Franca a Franco-arenosa. Es un suelo suelto, de baja densidad y muy poroso.

- **Estructura:** Granular fina a migajosa, con una altísima densidad de raíces finas y actividad biológica (lombrices y macroorganismos).

- **Propiedades:** Es la capa mecánicamente más inestable pero químicamente más rica; retiene la humedad eficientemente gracias a los componentes vitreos de la ceniza volcánica.

4.2.1.2.3.1.2 Horizonte Bw (Subsuperficial / Cámbico) — De 25 a 80 cm

- **Color:** Pardo fuerte, pardo-amarillento o pardo-rojizo. Este cambio de color es el rasgo diagnóstico del Cambisol y se debe a la liberación e insolubilización de óxidos de hierro (***Fe_2O_3***) por el intemperismo de los minerales volcánicos.

- **Textura:** Franco-arcillosa a Franco-limosa. Presenta un ligero incremento de arcillas formadas *in situ* por la alteración de los feldespatos, pero sin llegar a ser una capa impermeable (no es un horizonte arcilloso consolidado o Bt).

- **Estructura:** Bloques subangulares moderados. Las raíces aún penetran con facilidad.

- **Propiedades:** Aquí se concentra la reserva de nutrientes minerales del suelo. El término **éutrico** significa que posee una alta saturación de bases (Calcio, Magnesio y Potasio), manteniendo un pH ligeramente ácido a neutro (entre 6.0 y 6.8), ideal para el desarrollo radicular profundo.

4.2.1.2.3.1.3 Horizonte C (Material Parental / Poco Alterado) — Más de 80 cm

- **Color:** Grisáceo, ocre o bandeado (según el tipo de depósito).

- **Textura:** Arenas gruesas, gravas basálticas/andesíticas redondeadas y fragmentos de pumicita (piedra pómez) meteorizada.

- **Estructura:** Sin estructura aparente (masiva o de grano suelto), dispuesta en capas o estratos fluviales y de lahares antiguos.

- **Propiedades:** Es la zona de tránsito hacia el acuífero libre. No presenta desarrollo biológico ni acumulación de materia orgánica, y representa el material geológico original aportado por el abanico aluvial del Río Cahuacán antes de ser transformado por el clima.

Propiedad	Comportamiento en la Zona	Impacto Práctico
Drenaje Interno	Moderado a rápido debido a la fracción arenosa y pumícitica.	Evita el encharcamiento en los lomeríos, pero lixivia nutrientes rápidamente si se pierde la cobertura vegetal.
Erosión	Alta susceptibilidad en el horizonte A si se retira la vegetación.	Los cortes de caminos exponen el horizonte Bw y C, propiciando el deslavado y la formación de cárcavas.
Capacidad de Carga	Baja a moderada en estado saturado (humedecido).	Las cenizas del horizonte superficial pierden cohesión al absorber agua, incrementando el riesgo de asentamientos o microdeslizamientos locales.

4.2.1.2.4 GEOHIDROLOGÍA E HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

4.2.1.2.4.1 Delimitación y Características Generales de la Subcuenca

La zona de circúndate al **Área del Proyecto** se localiza geográficamente en la porción centro-sur del municipio de Tapachula, marcando una franja de transición morfológica entre las estribaciones inferiores del abanico fluviovolcánico del Volcán Tacaná (Sierra Madre de Chiapas) y el inicio de la Llanura Costera del Pacífico (**Ilustración 20**).

- **Región Hidrológica:** Pertenece en su totalidad a la **Región Hidrológica No. 23 (RH-23) "Costa de Chiapas"**, la cual se caracteriza por cuencas exorréicas de pendientes pronunciadas en sus partes altas y cursos rectilíneos que descargan directamente en el Océano Pacífico o en sistemas lagunares costeros.
- **Cuenca y Subcuenca:** Se adscribe a la cuenca del **Río Coatán** (o de manera inmediata a la subcuenca del **Río Pumpuapa**, un tributario principal por el margen derecho del Coatán, o corrientes menores de la llanura aluvial).
- **Fisiografía y Topografía:** El relieve de la zona es predominantemente plano a ligeramente inclinado, con altitudes medias que oscilan por debajo de los 150 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Esta llanura de inundación está conformada por la degradación y depósito secular de materiales arrastrados desde las partes altas de la cuenca.

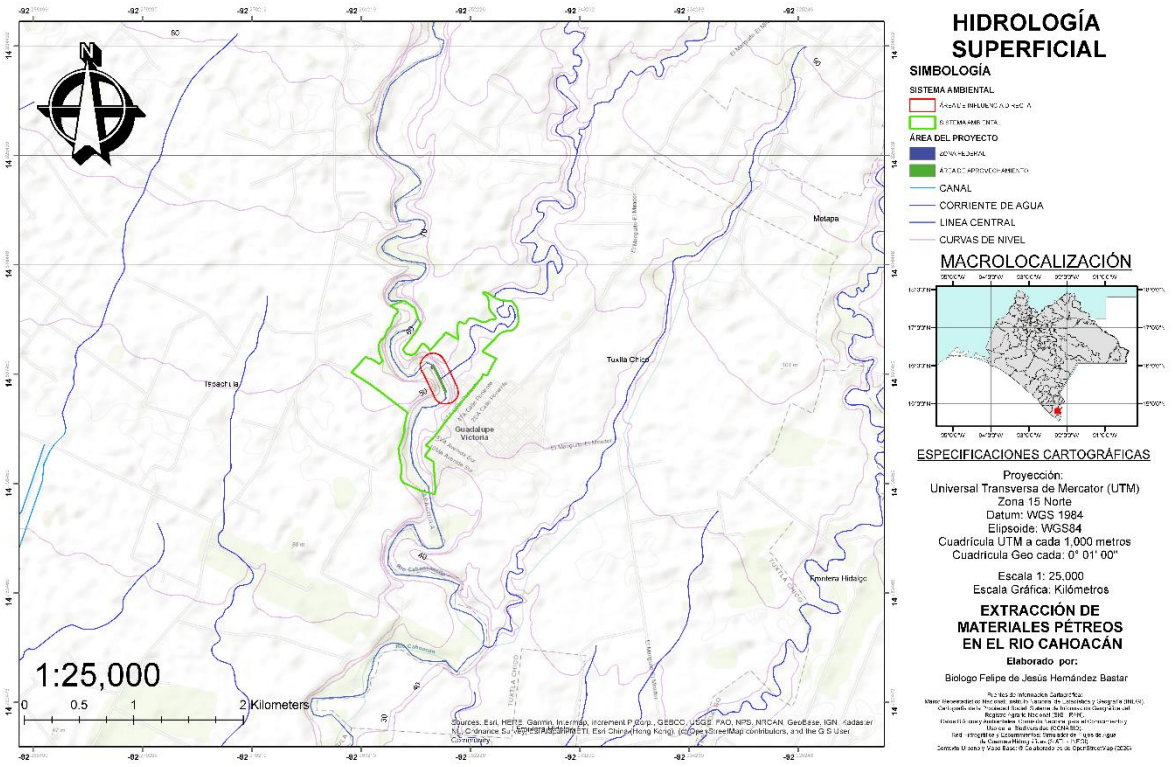


Ilustración 20.- Subcuenca del Río Cahoacán, RH23A; escala 1: 25,000.

4.2.1.2.4.2 Hidrología Superficial

La hidrología superficial de la zona de Guadalupe Victoria está fuertemente influenciada por la dinámica torrencial de los ríos que descienden del Arco Volcánico Tacaná.

- **Red de Drenaje**: La zona se encuentra flanqueada o interceptada por colectores secundarios e intermitentes que alimentan la red general del Río Coatán y el Río Pumpuapa. Al encontrarse en la parte media-baja de la cuenca, las corrientes disminuyen su velocidad de flujo y ensanchan sus cauces.
- **Régimen de Escurrimiento**: Los ríos presentan un régimen perenne, pero con variaciones estacionales extremas de gasto (caudal). Durante el periodo de estiaje (noviembre a abril), los niveles de agua son mínimos. Sin embargo, durante la temporada de lluvias y eventos hidrometeorológicos extremos (como ciclones tropicales u ondas tropicales), los ríos registran avenidas extraordinarias debido a los altos coeficientes de escurrimiento de las partes altas de la cuenca.
- **Comportamiento Morfológico y Riesgos**: Debido a la baja pendiente topográfica en Guadalupe Victoria, el agua superficial tiende a perder energía de transporte, lo que genera una intensa deposición de sedimentos en los lechos fluviales. Esto eleva el riesgo de desbordamientos e inundaciones laminares hacia los terrenos agrícolas e infraestructura rural colindante, saturando con rapidez los suelos de tipo Phaeozem y Cambisol presentes en el área.

4.2.1.2.4.3 Geohidrología (Unidades Hidrogeológicas)

Desde la perspectiva geohidrológica, la capacidad de almacenamiento y transmisión de agua de la zona está determinada por su geología superficial, dominada por formaciones del Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno).

- Unidad de Material No Consolidado con Porosidad Intergranular (Acuífero Libre): * Composición: Constituida por depósitos aluviales (Qho(al)) y fluviales compuestos de gravas, arenas finas a gruesas, limos y arcillas no consolidadas.
    - *Propiedades Hidráulicas:* Presenta una **permeabilidad alta a moderada** y una excelente porosidad intergranular. Esta unidad litoestratigráfica es la más óptima para la infiltración directa del agua de lluvia y el libre flujo del agua subterránea.
- Unidad Vulcanoclástica / Lahárica (Acuífero de Permeabilidad Variable):
    - Composición: Subyaciendo o interestratificada con los aluviones, se encuentran los depósitos de lahares y flujos piroclásticos degradados provenientes del complejo volcánico Tacaná (unidades tipo TplLh-A o Qho(la)).
    - Propiedades Hidráulicas: Funciona generalmente como un acuitardo o acuífero local. La presencia de matrices arcillosas y limosas compactas reduce la permeabilidad efectiva; sin embargo, en zonas donde el material está meteorizado, fracturado o presenta horizontes arenosos gruesos, permite el almacenamiento y tránsito moderado de agua.

4.2.1.2.4.4 Hidrología Subterránea

La zona de estudio queda integrada dentro de los límites del acuífero homónimo de la región (clasificado formalmente por la Comisión Nacional del Agua como parte del sistema de acuíferos de la **Costa de Chiapas / Tapachula-Suchiate**).

- **Dinámica del Flujo Subterráneo:** La dirección preferencial del flujo del agua subterránea sigue de manera paralela la pendiente topográfica regional, moviéndose con un rumbo generalizado de **Norte a Sur**, viajando desde las zonas de recarga en la Sierra Madre hacia su línea de descarga natural en el Golfo de Tehuantepec.
- **Mecanismos de Recarga y Descarga:** * *Recarga:* Ocurre principalmente de forma indirecta por el flujo subsuperficial y subterráneo proveniente de las partes altas de la cuenca del Río Coatán (donde la precipitación anual supera los 4,000 mm), así como por la infiltración vertical directa de la lluvia local durante el verano.

    - *Descarga:* Se manifiesta a través del caudal base que alimenta de forma efluente a los ríos superficiales en la llanura baja, el flujo subálveo hacia la costa y, artificialmente, mediante la extracción por bombeo en infraestructuras hidráulicas.

- **Profundidad del Nivel Estático:** Debido a la posición de transición y la cercanía con la planicie aluvial, el nivel freático (o nivel estático) es **somero** (frecuentemente a profundidades menores a los 10 o 15 metros). Esto permite que las comunidades rurales capten el recurso hídrico con facilidad mediante pozos someros (norias) y pozos profundos destinados al riego agrícola (cultivos de plátano, café de zonas bajas, mango o cacao) y el consumo doméstico.
- **Vulnerabilidad del Acuífero:** Dada la alta permeabilidad de los horizontes granulares superficiales y el nivel freático somero, el agua subterránea en esta zona presenta una **vulnerabilidad moderada-alta a la contaminación** por lixiviación de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas utilizados en la agricultura intensiva local) y por la falta de sistemas de saneamiento técnico de aguas residuales.

4.2.2 Aspectos bióticos

4.2.2.1 VEGETACIÓN

Con base en el contexto geográfico y ambiental de la porción centro-sur del municipio de Tapachula, Chiapas (en la zona de transición de la llanura costera y las inmediaciones del poblado de Guadalupe Victoria), se presenta la caracterización general de la vegetación conforme a la cartografía oficial y su respectivo contraste con las dinámicas documentadas en estudios e informes locales recientes.

4.2.2.1.1 Caracterización Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI)

La **Carta** del INEGI (refleja una perspectiva de cobertura a nivel macro) clasifica a esta región bajo una matriz predominantemente alterada por actividades antrópicas, condicionada por su relieve plano (altitudes <150 m.s.n.m.) y su clima cálido subhúmedo ($Aw_1(w)$). Las unidades principales identificadas son:

- **Agricultura de Temporal Anual (TA) y Cultivos Perennes:** Es la categoría cartográfica dominante. Representa grandes extensiones dedicadas a la producción agrícola y huertos frutales que sustituyeron casi en su totalidad a los ecosistemas nativos.
- **Pastizal Inducido (PI):** Zonas destinadas a la ganadería extensiva local, caracterizadas por el desmonte previo de coberturas arbóreas densas.
- **Remanentes de Vegetación Natural (Vegetación Secundaria):** La vegetación original potencial corresponde a la **Selva Baja Caducifolia** y la **Selva Mediana Subcaducifolia**. En la Serie VII, estas comunidades ya no aparecen como bosques primarios, sino bajo la condición de **Vegetación Secundaria Arbórea o Arbustiva (VSA / VSAr)**, confinada a los márgenes de los cuerpos de agua o terrenos con limitantes edáficas.

4.2.2.1.2 Contraste con Informes Técnicos y de Campo Más Actuales

Al contrastar la información estática de la Serie VII de INEGI con instrumentos de planeación local recientes, evaluaciones de impacto ambiental del área periurbana de Tapachula y los Atlas de Peligros de la región, se evidencian dinámicas de cambio aceleradas (**Ilustración 21**):

4.2.2.1.2.1 Avance de la Matriz Periurbana y Retroceso Agrícola

Mientras que la Serie VII de INEGI muestra un entorno predominantemente agrícola-rural, los informes ambientales actuales documentan que **el sector primario se encuentra en franco retroceso** debido a la presión urbana de la ciudad de Tapachula. Los terrenos agrícolas colindantes a ejes viales están siendo sustituidos rápidamente por infraestructura de servicios, talleres mecánicos, vulcanizadoras, patios de maniobra y asentamientos humanos dispersos de densidad media-baja. El paisaje ha transitado formalmente hacia una categoría de **"rural-intervenido" o periurbano**.

4.2.2.1.2.2 Fragmentación Crítica de los Huertos Frutales

Los informes más recientes señalan que los tradicionales huertos continuos de frutales (como mango, rambután, plátano y cítricos), que la Serie VII englobaba dentro de la frontera agrícola activa, hoy actúan como zonas fragmentadas y desarticuladas. Muchas de estas parcelas se encuentran en estado de abandono o semi-abandono a la espera de ser lotificadas, lo que disminuye la densidad del dosel arbóreo que antes aportaba cierta conectividad ecológica.

4.2.2.1.2.3 Degradación y Reducción de Corredores Riparios

Las evaluaciones locales sobre la subcuenca del Río Pumpuapa y arroyos tributarios menores indican que la vegetación secundaria asociada a los ríos (corredores riparios) presenta un **grado de perturbación significativamente mayor** al reportado por el INEGI. Estos espacios sufren una presión constante por la extracción ilegal de madera para combustible doméstico, incendios inducidos durante la época de estiaje para la ampliación de parajes de pastoreo, y la severa proliferación de especies exóticas invasoras que desplazan a la flora nativa relicta.

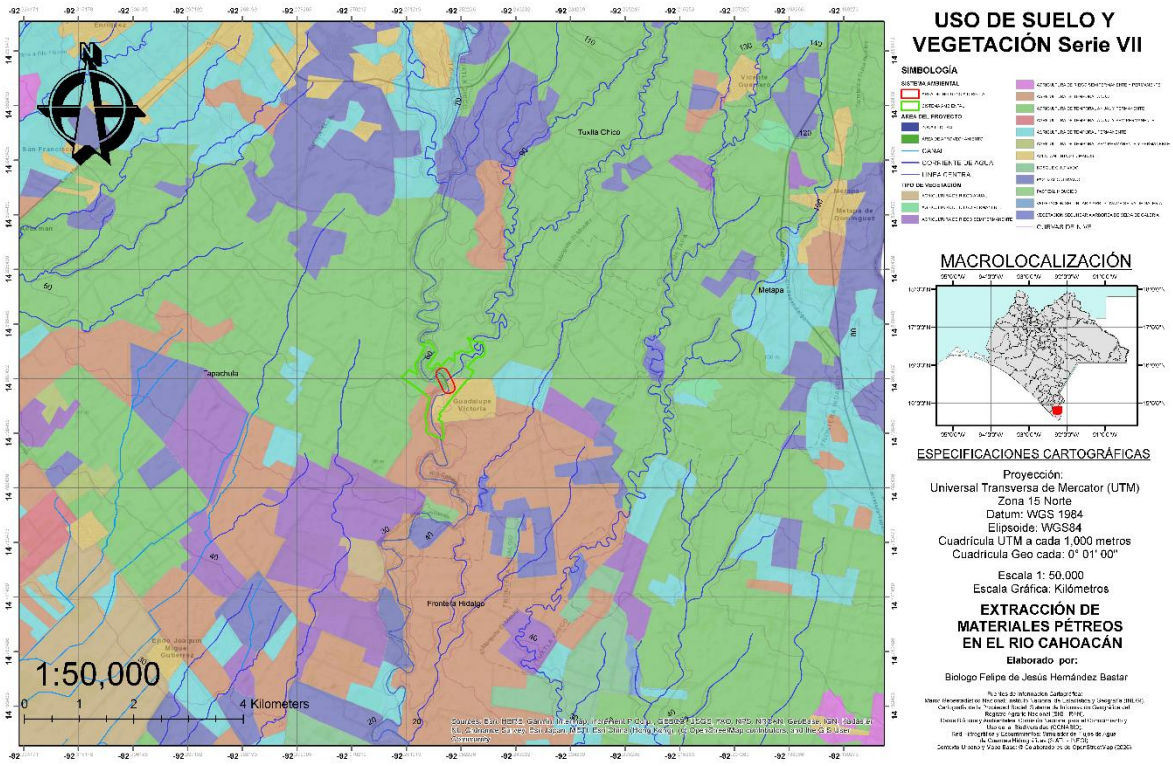


Ilustración 21.- Uso de Suelo y Vegetación Serie VII, INEGI. Escala 1: 50,000.

La **Serie VII de INEGI** sigue siendo un punto de partida fundamental para entender la vocación del suelo, pero opera como una fotografía macro rezagada frente a la realidad actual del sitio. Los informes actuales demuestran que el ecosistema ha perdido resiliencia y que los remanentes de selva baja o mediana están prácticamente desaparecidos de los terrenos planos, quedando un paisaje fragmentado donde la vegetación arbórea dominante está integrada por especies frutales introducidas y parches aislados de vegetación secundaria bajo una fuerte presión de transformación urbana e industrial.

a) Metodología de Muestreo de vegetación

El muestreo de vegetación se llevó a cabo siguiendo un diseño que combinó la eficiencia con la representatividad espacial, adaptándose a los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en el área de estudio (e.g., manglares, vegetación secundaria, áreas agrícolas adyacentes).

i. Diseño de Muestreo:

a. **Estratificación del Área de Estudio:** Se realizará basada en el uso de suelo y vegetación; y en las características fisiográficas y de suelo. Identificando unidades homogéneas de vegetación y distribuir los puntos de muestreo de manera proporcional a la superficie de cada estrato.

b. **Selección de Sitios de Muestreo:** Los puntos exactos de muestreo serán georreferenciados con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de alta precisión. El número de sitios de muestreo por estrato se determinará en función de la heterogeneidad de la vegetación y la variabilidad esperada.

ii. Técnicas de Muestreo de la Vegetación:

Para el registro de la vegetación en cada sitio, se empleará la metodología de **parcelas anidadas (o cuadrantes anidados)**, técnica utilizada por su eficiencia para muestrear diferentes estratos de vegetación (**Ilustración 22**) en una misma localización (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Matteucci y Colma, 1982).

- **Parcelas para Estrato Arbóreo (e.g., 10×10 m o 20×20 m):**
  - Dentro de esta parcela mayor, se registrarán todos los individuos arbóreos con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) ≥2.5 cm (o un umbral superior si se enfoca en árboles maduros).
  - **Variables a registrar:** Especie (identificación taxonómica in situ o colecta para identificación posterior), DAP, altura total (con clinómetro o hipsómetro), cobertura de copa.
- **Subparcelas para Estrato Arbustivo (e.g., 5×5 m):**
  - Dentro de la parcela arbórea o adyacente a ella, se establecerán subparcelas donde se registrarán arbustos y plántulas arbóreas.
  - **Variables a registrar:** Especie, altura, número de individuos, cobertura.
- **Subparcelas para Estrato Herbáceo y Renuevo (e.g., 1×1 m):**
  - Dentro de las parcelas arbustivas o en sus esquinas, se colocarán cuadrantes más pequeños para el registro de especies herbáceas, graminoides y renuevos.
  - **Variables a registrar:** Especie, porcentaje de cobertura de cada especie, número de individuos si aplica.

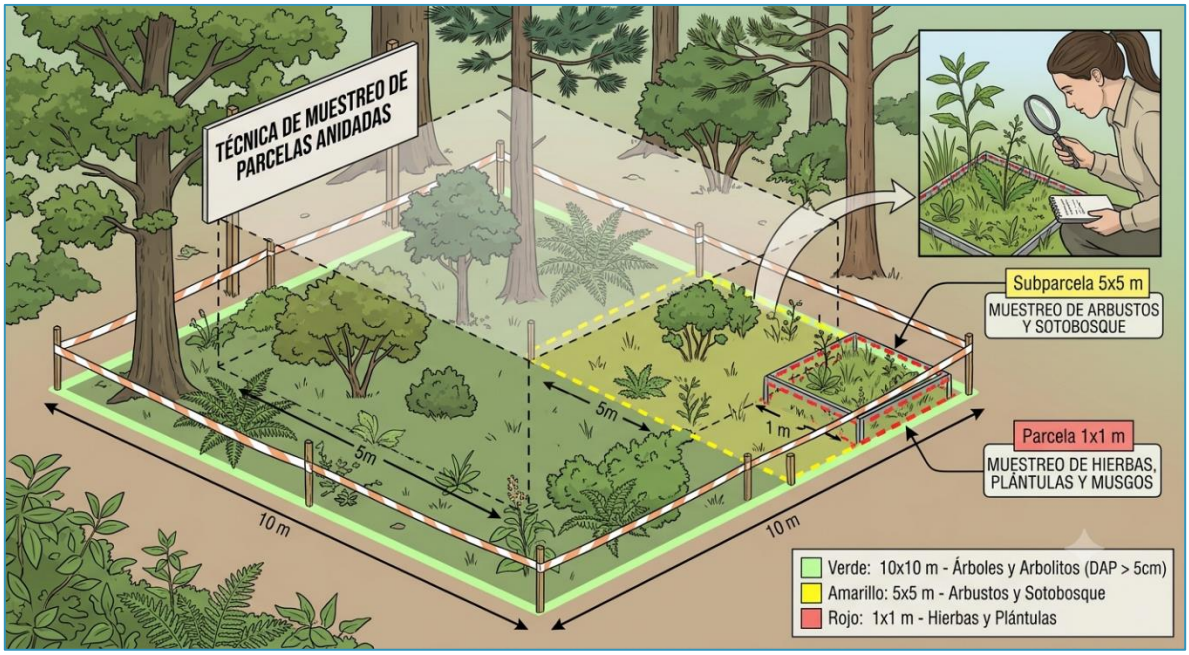


Ilustración 22.- Parcelas anidadas (o cuadrantes anidados).

iii. Colecta y Procesamiento de Muestras:

- Para las especies no identificables en campo, se realizarán **colectas botánicas** siguiendo los protocolos estándar (prensa, secado, etiquetado). Estas muestras serán depositadas en herbarios reconocidos para su identificación por especialistas y posterior voucher.
- Se tomarán **fotografías georreferenciadas** de las parcelas y especies relevantes.

iv. Análisis de Datos:

Los datos colectados permitirán calcular diversos parámetros ecológicos que reflejan la "salud" de las comunidades vegetales:

- **Índices de Diversidad:** Riqueza de especies, índices de Shannon-Wiener y Simpson, para evaluar la heterogeneidad biológica.
- **Estructura de la Vegetación:** Densidad, frecuencia, dominancia (área basal o cobertura) de las especies, lo que permite comprender la organización espacial y la abundancia de las poblaciones.
- **Índices de Valor de Importancia (IVI):** Para identificar las especies dominantes en las comunidades.
- **Evaluación del Estado de Conservación:** A partir de la composición de especies, la presencia de especies exóticas invasoras, y el nivel de perturbación (evidencias de tala, fuego, pastoreo excesivo), se podrá inferir el grado de alteración del ecosistema.

a. Caracterización de la Vegetación Secundaria Arbórea y Riparia (Remanentes Nativos)

Corresponde a los parches aislados, acahuales y corredores de vegetación a lo largo de los cuerpos de agua (como el río Pumpuapa o arroyos menores) que sobreviven a la presión urbana.

Tabla 1.- Caracterización de la Vegetación.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Estado / Condición en la Zona
Guanacaste	*Enterolobium cyclocarpum*	Fabaceae	Árbol de gran talla, remanente en linderos y potreros.
Guácimo	*Guazuma ulmifolia*	Malvaceae	Especie pionera muy abundante en vegetación secundaria.
Madrecacao	*Gliricidia sepium*	Fabaceae	Común en vegetación secundaria y usado como cerco vivo.
Ceiba	*Ceiba pentandra*	Malvaceae	Ejemplares monumentales aislados en el paisaje.
Cedro Rojo	*Cedrela odorata*	Meliaceae	Sujeto a protección especial (NOM-059), escaso en zonas bajas.
Amate / Higo	*Ficus insipida* / *Ficus* spp.	Moraceae	Elemento clave en las márgenes de los ríos (zona riparia).
Chaca / Palo Mulato	*Bursera simaruba*	Burseraceae	Típico de las transiciones de selva baja caducifolia.
Primavera	*Roseodendron donnell-smithii*	Bignoniaceae	Apreciado por su madera, presente en parches perturbados.
Laurel	*Cordia alliodora*	Boraginaceae	Común en zonas de regeneración natural y acahuales.
Chalum	*Inga vera*	Fabaceae	Frecuente en las orillas de arroyos y como sombra dispersa.

b. Componente Agrícola y Frutales (Matriz Antrópica Dominante).

Especies introducidas o cultivadas que definen el uso de suelo agrícola continuo y fragmentado caracterizado por el INEGI y los informes locales.

- **Mango** (*Mangifera indica* - Anacardiaceae): El cultivo perenne más extendido en los huertos de la llanura y el piedemonte.
- **Rambután** (*Nephelium lappaceum* - Sapindaceae): Frutal de gran relevancia comercial en la región, dominante en parcelas periurbanas.
- **Plátano** (*Musa paradisiaca* / *Musa* spp. - Musaceae): Cultivo comercial común en las zonas bajas de inundación o riego.
- **Cacao** (*Theobroma cacao* - Malvaceae): Aunque más asociado a sistemas agroforestales tradicionales (sombra), quedan huertos relictos en la periferia.
- **Cítricos** (*Citrus sinensis*, *Citrus limon* - Rutaceae): Naranja y limón intercalados en los huertos familiares o de traspatio.

c. Estrato Herbáceo, Pastizales e Invasoras (Zonas Altamente Perturbadas)

Vegetación que coloniza los claros de desmonte, taludes erosionados por bancos de material, pastizales inducidos y bordes de caminos.

- **Pasto Guinea** (*Megathyrsus maximus* - Poaceae): Gramínea africana introducida, sumamente agresiva y dominante en pastizales inducidos.
- **Pasto Estrella** (*Cynodon nlemfuensis* - Poaceae): Ampliamente utilizado en las zonas de ganadería extensiva local.
- **Pasto Jaragua** (*Hyparrhenia rufa* - Poaceae): Común en terrenos baldíos y bordes de carreteras, altamente combustible en estiaje.
- **Escobilla** (*Sida acuta* - Malvaceae): Maleza arvense ruderal muy frecuente en las calles y caminos de terracería de la periferia urbana.
- **Vergonzosa / Mimosa** (*Mimosa pudica* - Fabaceae): Cobertura herbácea rastrera común en suelos compactados o sobrepastoreados.

4.2.2.2 FAUNA

La metodología de muestreo de fauna en campo es un proceso complejo que requiere la selección de técnicas adecuadas para cada grupo taxonómico, considerando sus hábitos, tamaño y el ambiente que habitan. El objetivo es obtener datos representativos que permitan evaluar la diversidad, abundancia y estado de salud de las poblaciones animales, sirviendo como indicadores de la calidad ambiental. A continuación, se describe una metodología particular, para cada grupo taxonómico de importancia para el proyecto empleadas y reconocidas por la literatura especializada.

El muestreo de fauna se diseñó de manera específica para cada grupo taxonómico de interés, buscando la combinación más eficiente y menos invasiva de métodos. La selección de los sitios de muestreo se basará en la misma estratificación utilizada para la vegetación, asegurando la cobertura de los diferentes hábitats presentes en el área de estudio.

i. Técnicas de Muestreo por Grupo Taxonómico:

- **Mamíferos:**
  - **Trampeo Fotográfico (Cámaras Trampa):** Ampliamente utilizado para mamíferos medianos y grandes. Se colocarán cámaras trampa programadas para operar las 24 horas, en sitios estratégicos (senderos, pasos de fauna, cerca de cuerpos de agua) a lo largo de transectos definidos (Tobler et al., 2008).
  - **Registros Indirectos:** Búsqueda y registro de huellas, excretas, pelos, rastros de alimentación, y vocalizaciones (Richards, 1999).
- **Aves:**
  - **Conteo por Puntos Fijos:** Consiste en registrar todas las aves avistadas y escuchadas dentro de un radio definido durante un periodo de tiempo específico en puntos preestablecidos (Ralph et al., 1996).
  - **Transectos de Conteo Lineal:** Recorridos a pie registrando aves a lo largo de un transecto, con una distancia fija a cada lado (Bibby et al., 2000).
- **Herpetofauna (Reptiles y Anfibios):**
  - **Búsqueda por Encuentro Visual (VES):** Recorridos activos en diferentes microhábitats (bajo rocas, troncos, hojarasca, en cuerpos de agua) en horarios diurnos y nocturnos (Heyer et al., 1994).
  - **Trampas de Caída (Pitfall Traps) con Barreras de Intercepción:** Para capturar especies terrestres que se desplazan a nivel del suelo (Corn, 1994).
  - **Registros Auditivos:** Para anfibios, el registro de vocalizaciones es crucial, especialmente durante la temporada de lluvias.
- **Peces:**
  - **Anzuelo / Caña:** En cuerpos de agua lénticos (esteros, lagunas) y lóticos (ríos) de baja corriente.

ii. Análisis de Datos:

El diseño metodológico para la caracterización de la fauna silvestre integró técnicas de registro directo enfocadas en la búsqueda activa y avistamiento de ejemplares de herpetofauna y mamíferos a lo largo de transectos sistemáticos, optimizando la detección en microhábitats críticos (**Ilustración 23**).

Como complemento indispensable para el inventario de taxones crípticos o de alta movilidad, se incorporaron métodos bioacústicos mediante el registro auditivo de vocalizaciones para la identificación de anfibios y el monitoreo de la avifauna a través de censos organizados en puntos fijos de conteo; asimismo, el registro de mamíferos medianos y grandes de hábitos elusivos o nocturnos se potenció tecnológicamente con el despliegue de estaciones de fototrampeo (**Ilustración 24 - 25**) equipadas con cámaras trampa (modelo Trail Camera HC-801A (**Tabla 3**)) , mientras que el componente acuático se evaluó mediante el muestreo selectivo de peces empleando caña de pesca en los sitios de interés hidrológico.

Respecto a la delimitación espacial del esfuerzo de campo, se justifica técnicamente que la extensión del muestreo se restringió de manera estricta a los límites del predio autorizado, toda vez que las áreas colindantes y los alrededores inmediatos se componen de terrenos privados, parcelas de particulares y zonas de uso agrícola intensivo donde el libre tránsito se encontraba restringido legal y físicamente; por consiguiente, bajo un criterio de prevención de riesgos y con el objetivo primordial de garantizar la seguridad e integridad del personal de campo ante las limitantes de acceso en propiedades ajenas, se determinó acotar el alcance de las evaluaciones biológicas exclusivamente al polígono del proyecto (**Tabla 2**).



Ilustración 23.- Ubicación geoespacial de los sitios de muestreo de la fauna silvestre.

Tabla 2.- Ubicación de los Sitios de Muestreo.

SITIOS DE MUESTREO	COORDENADAS UTM		
	Este X (m)	Norte Y (m)	Zona
01	580102.91	1637057.31	15 P
02	580079.79	1637018.85	15 P
03	580117.65	1637023.74	15 P
04	580140.54	1637034.54	15 P
05	580112.80	1637092.85	15 P
06	580140.41	1637072.92	15 P
07	580164.61	1637076.32	15 P
08	580170.93	1637054.66	15 P
09	580166.08	1637022.24	15 P
10	580145.58	1637104.24	15 P
11	580067.33	1637140.93	15 P
12	580057.74	1637194.09	15 P
13	579990.28	1637160.11	15 P
14	580106.99	1637221.03	15 P



Ilustración 24.- Cámara Trampa colocada.



Ilustración 25.- Instalación de Cámara Trampa.

Tabla 3.- Ubicación de las Cámaras de Fototrampeo.

FOTOTRAMPEO	COORDENADAS UTM		
	Este X (m)	Norte Y (m)	Zona
01	580009.06	1637091.96	15 P
02	580096.05	1637211.04	15 P

iii. Composición de la Fauna Silvestre en el Área del Proyecto.

La fauna silvestre registrada en el polígono del proyecto revela una marcada asimetría en la representatividad de las diferentes clases de vertebrados, consolidando un inventario total de 220 individuos distribuidos en 35 especies (**Tabla 4**).

La clase **Aves** constituye el componente ecológicamente dominante y el de mayor riqueza en el sitio, concentrando el 75.9% de la abundancia total con 167 individuos repartidos en 26 especies, un comportamiento típico de zonas con alta movilidad y adaptabilidad a entornos abiertos. En un segundo orden de dominancia se posiciona la clase **Reptiles**, la cual aporta el 18.2% de los registros con 40 individuos pertenecientes a 5 especies, impulsada principalmente por la presencia de lagartijas heliófilas y saurios adaptados a sustratos rocosos expuestos.

En contraste, las clases restantes muestran una representatividad significativamente menor o marginal dentro del área evaluada debido a las limitantes del hábitat actual: la clase **Peces** registra únicamente 8 individuos (3.6%) concentrados en una sola especie dulceacuícola oportunista (*Poecilia sphenops*); la clase **Mamíferos** exhibe una baja densidad poblacional con tan solo 4 individuos (1.8%) repartidos en 2 especies de hábitos elusivos; y finalmente, la clase **Anfibios** se manifiesta de forma sumamente discreta con un único registro individual (0.5%) de la especie *Scinax staufferi*.

Esta estructura comunitaria refleja un ecosistema fuertemente modelado por las condiciones de apertura de dosel de la zona, lo que favorece el establecimiento de ensambles aviares y herpetofauna adaptada al disturbio sobre mamíferos de gran cobertura o anfibios altamente dependientes de humedad perenne.

Tabla 4.- Composición de la Fauna.

VERTEBRADOS	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Anfibios	*Scinax staufferi*	Rana Arborícola Trompuda
Aves	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris
Aves	*Chloroceryle amazona*	Martín Pescador Amazónico
Aves	*Anhinga anhinga*	Anhinga americana
Aves	*Ardea ibis*	Garza Ganadera Occidental
Aves	*Coragyps atratus*	Zopilote común
Aves	*Columbina inca*	Tortolita cola larga
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas

Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy
Aves	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos
Aves	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris
Aves	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor
Aves	*Icterus spurius*	Calandria Castaña
Aves	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mexicano
Aves	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules
Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje
Aves	*Brotogeris jugularis*	Periquito Alas Amarillas
Aves	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita
Aves	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar
Aves	*Thraupis abbas*	Tangara Alas Amarillas
Aves	*Eudocimus albus*	Ibis Blanco
Aves	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito
Aves	*Campylorhynchus chiapensis*	Matraca Chiapaneca
Aves	*Turdus grayi*	Mirlo Café
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito común
Aves	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común
Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris
Mamíferos	*Procyon lotor*	Mapache
Reptiles	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra de Cola Espinosa
Reptiles	*Sceloporus siniferus*	Lagartija Espinosa de Cola Larga
Reptiles	*Aspidoscelis deppii*	Huico Siete Líneas
Reptiles	*Holcosus undulatus*	Lagartija Arcoíris
Peces	*Poecilia sphenops*	Topote mexicano

iv. Análisis Estadístico

La información cuantitativa obtenida a través de los diversos métodos de muestreo constituye la línea base fundamental para el análisis estadístico de la composición faunística, permitiendo evaluar de manera rigurosa la estructura y heterogeneidad de las comunidades animales en el área de estudio. En este sentido, se enfatiza el empleo de índices de biodiversidad tradicionales como el de Shannon-Wiener (***H'***), orientado a medir la equidad y la riqueza a partir de la abundancia relativa de las especies, y el de Simpson (***D***), centrado en determinar la dominancia ecológica y la probabilidad de similitud taxonómica dentro del ecosistema.

a. **Índices de Diversidad:**

A partir de los registros de abundancia obtenidos de la recolección en el trabajo de campo, se realizaron los cálculos estadísticos globales y por grupo taxonómico para obtener los índices de biodiversidad solicitados.

Para el cálculo del índice de **Shannon-Wiener (*H'*)**, se utilizó tradicionalmente el logaritmo natural (***ln***), aunque también se incluye el valor en base 2 (**$\log_2$**) por su frecuencia en la literatura ecológica. Para el índice de **Simpson (*D*)**, se presentan tanto la ecuación probabilística estándar como la fórmula corregida para muestras finitas, además de su complemento, el **Índice de Diversidad de Simpson (*1 - D*)**.

i. Resultados Globales de Biodiversidad

La base de datos consolidada arroja un esfuerzo de muestreo total de 35 especies (***S***) y 220 individuos (***N***).

Índice Ecológico	Variante de Cálculo	Valor Calculado	Interpretación Breve
Shannon-Wiener (*H'*)	Base logaritmo natural (*ln*)	3.2216	Diversidad alta. Valores > 3 reflejan una estructura comunitaria madura y bien distribuida.
	Base logaritmo binario ($\log_2$)	4.6478	Medida en bits/individuo; confirma la alta heterogeneidad del sitio.
Simpson: Dominancia (*D*)	Muestras Finitas (Corregido)	0.0450	Dominancia sumamente baja. Indica que la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar sean de la misma especie es mínima.
	Probabilístico ($\sum p_i^2$)	0.0494	
Simpson: Diversidad (*1 - D*)	Muestras Finitas (Corregido)	0.9550	Diversidad excepcionalmente alta (95.5%). Refleja una equidad notable en la distribución de las abundancias.
	Probabilístico	0.9506	

ii. Desglose por Grupo Taxonómico

Para un análisis detallado en tu informe biológico, se desglosaron las métricas correspondientes a cada clase registrada:

Grupo Taxonómico	Especies (S)	Individuos (N)	Shannon (H′ ln)	Simpson Dominancia (D fin.)	Diversidad Simpson (1−D fin.)
Anfibios	1	1	0.0000	0.0000*	0.0000*
Aves	26	167	2.9875	0.0532	0.9468
Mamíferos	2	4	0.5623	0.5000	0.5000
Peces	1	8	0.0000	1.0000	0.0000
Reptiles	5	40	1.1360	0.4064	0.5936

Nota metodológica: El grupo de anfibios cuenta con un único registro de un solo espécimen (N=1), por lo que las funciones matemáticas de dominancia finita se anulan o asumen homogeneidad absoluta.

iii. Sustento Matemático y Metodológico

Las ecuaciones empleadas para el procesamiento de la matriz comunitaria corresponden a los estándares analíticos exigidos en las evaluaciones de impacto ambiental:

- Índice de Shannon-Wiener (*H'*):

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} pi \log_2 pi$$

Donde *pi* = $\frac{ni}{N}$ representa la abundancia proporcional de la especie *i* respecto al total de la muestra (*N*).

- Índice de Dominancia de Simpson Corregido (*D*):

$$D = \frac{\sum n\ (n-1)}{N\ (N-\ 1)}$$

Esta variante elimina el sesgo de subestimación de la diversidad en inventarios reales de campo con tamaños de muestra limitados.

b. **Especies en Categorías de Riesgo:**

En la comunidad faunística registrada en el área de estudio destaca un grupo selecto de especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo o regulación internacional conforme a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, los apéndices de la **CITES** y la Lista Roja de la **IUCN**.

Entre los reptiles, el garrobo o iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) está catalogado en Protección Especial (**Pr**) dentro de la norma mexicana y regulado en el **Apéndice II de CITES**; asimismo, en el componente aviar, el perico barbinaranja (*Brotogeris jugularis*), el aguililla gris (*Buteo plagiatus*) y el caracara moñudo (*Caracara plancus*) se encuentran protegidos bajo el **Apéndice II de CITES**, mientras que la matraca chiapaneca (*Campylorhynchus chiapensis*) —una especie de gran valor ecológico por su distribución restringida— se ubica también en la categoría de Protección Especial (**Pr**).

Aunque a nivel global la IUCN lista a estos taxones en Preocupación Menor (**LC**), su protección legal a nivel nacional refleja la vulnerabilidad de sus poblaciones ante la presión antropogénica local.

c. **Contexto Ambiental del Sitio Evaluado:**

En el área del proyecto evaluado, el cual corresponde a un frente activo de banco de extracción de materiales, la viabilidad y permanencia de estas especies prioritarias está directamente ligada a la configuración del paisaje modificado.

Para una especie heliófila y rupícola como *Ctenosaura similis*, los taludes de corte expuestos, las grietas en la roca y las acumulaciones de material pétreo propio de la operación minera suelen ser aprovechados de manera resiliente como refugios térmicos y zonas de asoleamiento.

Por el contrario, para especies voladoras de interés como *Brotogeris jugularis*, *Campylorhynchus chiapensis* y las aves rapaces mencionadas, el núcleo del polígono industrial representa una pérdida neta de hábitat de nidificación y alimentación; por lo tanto, la subsistencia de sus poblaciones en el sitio depende de forma crítica de las franjas periféricas de vegetación secundaria arbustiva y de los árboles maduros que persisten en los linderos con las parcelas agrícolas contiguas.

Estos elementos limítrofes actúan como zonas de amortiguamiento y corredores biológicos locales, permitiendo el tránsito seguro y el forrajeo oportunista de la fauna protegida, lo que vuelve imperativo restringir el avance del desmonte hacia dichos ecotonos para mitigar el impacto ambiental del proyecto.

4.2.3 Paisaje

El análisis del paisaje para el Sistema Ambiental delimitado se aborda desde un enfoque holístico, evaluando las características perceptuales, estéticas y ecológicas del entorno visual donde interactuará el proyecto. Se consideran de manera prioritaria las afectaciones derivadas de la transición urbano-rural y la cercanía de la población humana en un radio directo de 500 metros a la redonda, donde l centroide del proyecto se localiza en las coordenadas UTM 580,193.86 m Este y 1,637,114.15 m Norte, correspondientes a la zona 15 P bajo el datum WGS 84 (**Ilustración 26**).

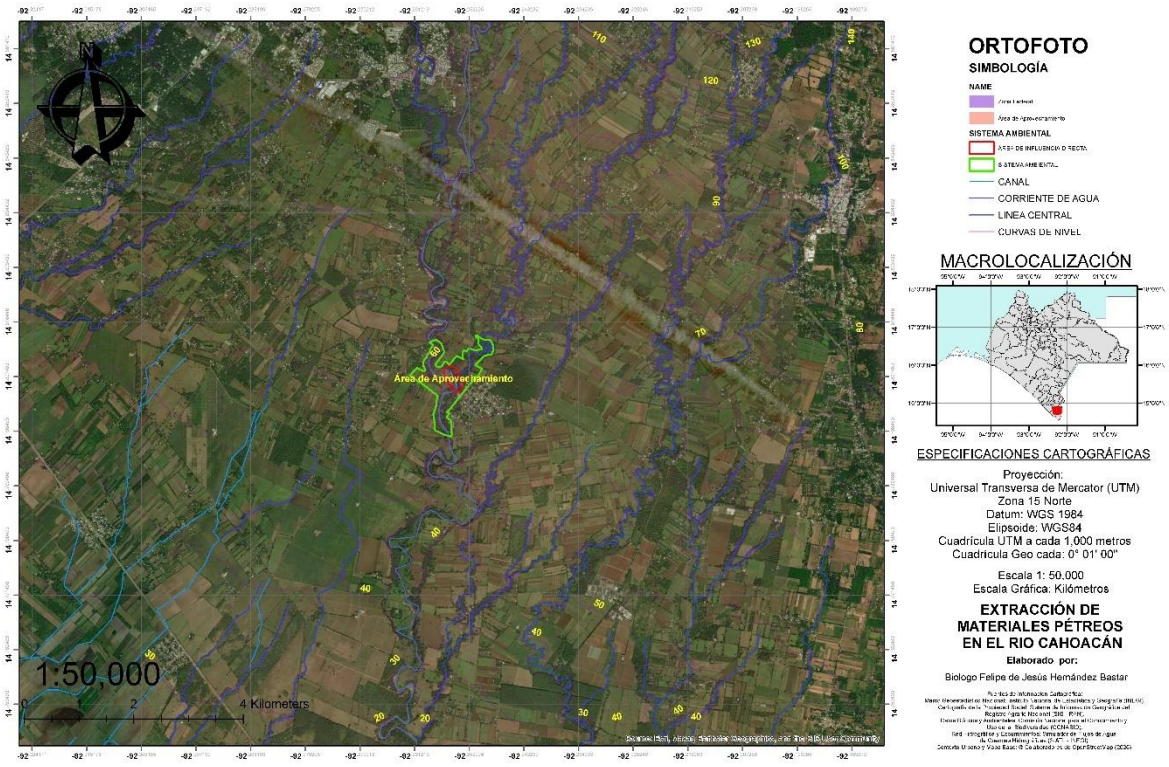


Ilustración 26.- Mapa cartográfico de calidad del paisaje para el proyecto de extracción de materiales pétreos en el Río Cahoacán. Escala 1: 50,000.

4.2.3.1 Visibilidad

La visibilidad define el potencial de un paisaje para ser visto desde distintas cuencas visuales o puntos de observación frecuentados por la población (carreteras, asentamientos, miradores).

- **Cuenca Visual y Topografía:** El sitio se emplaza sobre la transición entre las estribaciones de la Sierra Madre de Chiapas y el inicio del gran abanico aluvial o llanura costera del Pacífico. Presenta un relieve suavemente inclinado a plano-ondulado (pendiente promedio menor al 5%-10% en el sitio específico). Sin embargo, al mirar hacia el Norte-Noreste, el horizonte está dominado por la imponente presencia del edificio volcánico del **Volcán Tacaná** (4,092 msnm).

- **Puntos de Observación y Presencia Humana:** Al encontrarse en un radio de 500 metros de zonas periurbanas e infraestructuras de transporte del municipio de Tapachula, el área posee una **visibilidad media-alta**. Los principales receptores visuales corresponden a:

    - Habitantes de colonias periféricas y asentamientos rurales/urbanos adyacentes.

    - Transeúntes y conductores que circulan por las vías secundarias de acceso y libramientos cercanos.

- **Intrusión Visual Potencial:** Debido al relieve relativamente plano de la zona inmediata, cualquier modificación severa de la cobertura vegetal o la construcción de infraestructura de gran altura generará una discontinuidad en la línea del horizonte, siendo altamente visible desde los sectores habitacionales circundantes dentro del radio de influencia directa.

4.2.3.2 Calidad Paisajística

La calidad paisajística determina el valor estético e intrínseco del entorno a partir de su heterogeneidad, armonía y singularidad visual. El radio de 500 metros alrededor del área del proyecto, se clasifica con una Calidad Paisajística Media-Baja con Hitos Visuales de Tercer Orden, explicada por los siguientes factores:

- **Componentes Naturales:** La vegetación original (selva alta/mediana subperennifolia) se encuentra severamente fragmentada. El paisaje circundante está dominado por parches de agroecosistemas (principalmente cafetales bajo sombra en altitudes inmediatamente superiores, pastizales introducidos y huertos de traspatio con especies como mango y plátano).
- **Componentes Antrópicos (Presencia Humana):** La cercanía urbana inyecta elementos que degradan la homogeneidad natural: cableado aéreo, cercas perimetrales, terracerías, edificaciones residenciales autoconstruidas y áreas de disposición de residuos o talleres. Estos elementos restan valor estético debido al contraste de materiales y texturas artificiales.
- **Recursos y Atributos Singulares (Singularidad del Sitio):**

    - **Científicos y Geológicos:** El sitio forma parte de la zona de influencia y el área de amortiguamiento visual del *Aspiring Geopark Región Volcán Tacaná*. El subsuelo y paisaje inmediato están formados por depósitos cuaternarios de flujos piroclásticos y lahares antiguos provenientes del complejo volcánico. La visual del Tacaná actúa como un hito paisajístico de escala regional que incrementa drásticamente el valor de fondo de la cuenca visual.

    - **Culturales e Históricos:** El Soconusco y la región de Tapachula albergan una profunda herencia de la cultura **Mam** y raíces prehispánicas ligadas a la producción milenaria de cacao y, posteriormente, la irrupción histórica de las grandes fincas cafetaleras del siglo XIX y XX. Si bien en el radio de 500 metros

el paisaje está urbanizado o perturbado, la estructura de la tenencia de la tierra y los relictos de vegetación arborescente evocan el uso agrícola histórico y tradicional de la provincia del Soconusco.

4.2.3.3 Fragilidad Paisajística

La fragilidad mide la capacidad del paisaje para absorber las modificaciones antrópicas sin que se traduzcan en una pérdida irreversible de su carácter original o en un deterioro severo de su estética.

Factor de Análisis	Condición en el Sitio (Radio 500 m)	Grado de Fragilidad	Justificación Técnica
Factores Biofísicos (Pendiente y Suelo)	Relieve de lomerío suave a plano.	**Baja**	La ausencia de pendientes abruptas reduce el riesgo de cicatrices visuales masivas por cortes de taludes o erosión severa visible a gran distancia.
Cubierta Vegetal	Parches agrícolas dispersos, vegetación secundaria (acahuales) y zonas desprovistas de dosel continuo.	**Media**	Aunque la vegetación no es densa ni prístina, la pérdida de árboles de sombra altos (asociados a cafetales tradicionales o patios) elimina pantallas visuales naturales que ayudan a camuflar obras humanas.
Contexto de Presencia Humana	Paisaje modificado (periurbano/rural-intervenido).	**Baja-Media**	El paisaje ya posee un fondo de degradación visual preexistente. La introducción de nuevos elementos antrópicos no rompe de golpe un entorno natural virgen, pero satura la densidad visual de la periferia de Tapachula.

Conclusión de Fragilidad: El Sistema Ambiental en el área de estudio presenta una **Fragilidad Paisajística Global Media-Baja**. Cuenta con una capacidad de absorción visual moderada debido al relieve plano y el carácter semiurbano ya existente; no obstante, su vulnerabilidad crítica radica en la conservación de las ventanas visuales hacia el Volcán Tacaná y el respeto a la escala de construcción para no bloquear la identidad escénica de los habitantes locales.

A partir del análisis integrado de visibilidad, calidad y fragilidad, se concluye que el área de estudio posee una vulnerabilidad paisajística moderada pero condicionada, caracterizada por una Calidad Paisajística Media-Baja debido a la fragmentación ambiental y la antropización periurbana de Tapachula. Si bien el relieve suavemente inclinado otorga una Fragilidad Paisajística Global Media-Baja con una capacidad de absorción visual favorable ante obras a nivel de suelo, el sitio registra una Visibilidad Media-Alta para la población local debido a la cercanía de asentamientos e infraestructuras viales.

Esta exposición permanente exige mitigar la intrusión visual potencial que ocasionaría la pérdida de árboles de sombra o la construcción de estructuras elevadas, las cuales romperían la línea del horizonte. Por lo tanto, la viabilidad estética del proyecto depende estrictamente de preservar el fondo escénico hacia el Volcán Tacaná (hito geológico regional) y respetar el arraigo histórico-cultural del Soconusco, evitando la saturación del paisaje y garantizando la permanencia de las ventanas visuales comunitarias (**Ilustración 27**).

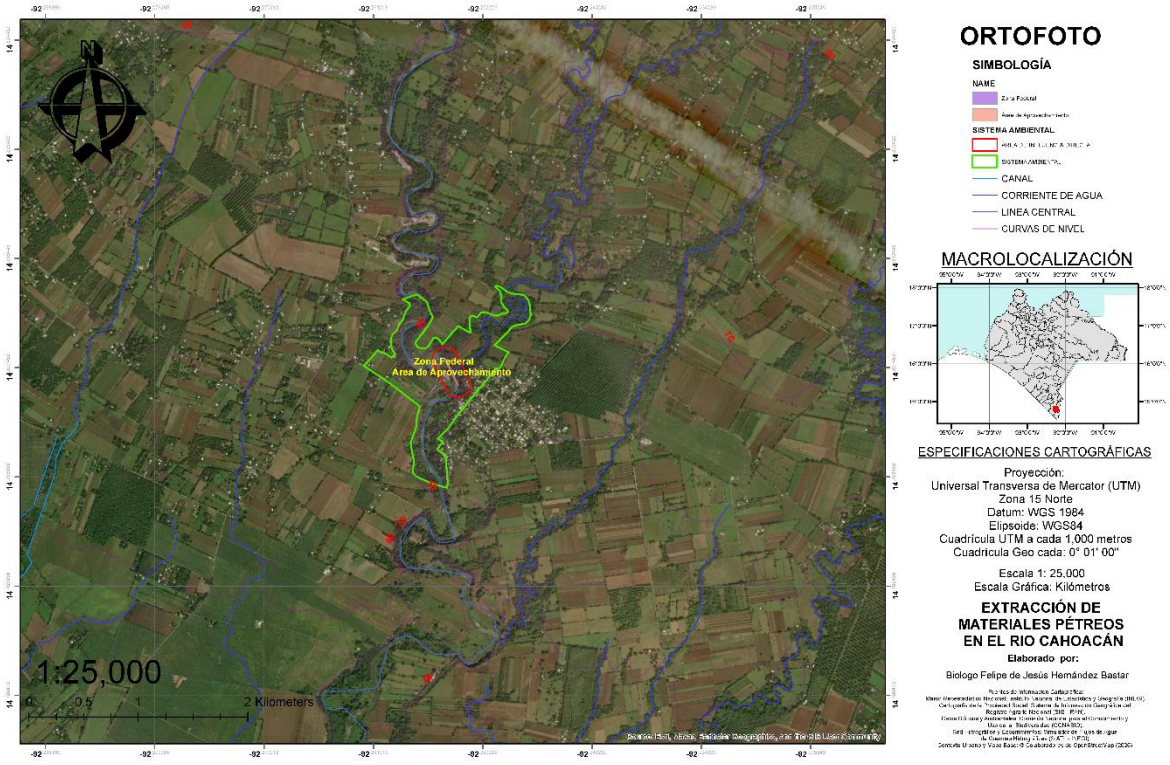


Ilustración 27.- Mapa cartográfico de calidad del paisaje para el proyecto de extracción de materiales pétreos en el Río Cahoacán. Escala 1: 25,000.

4.2.4 Medio socioeconómico

El análisis del medio socioeconómico evalúa las condiciones demográficas, económicas y sociales de la población humana que habita en el área de influencia del proyecto. Dado que las coordenadas del sitio de estudio sitúan el proyecto en una zona de transición periurbana al oriente de la mancha urbana de Tapachula, se evalúa la interacción de las comunidades locales con la instalación y operación de un **Banco de Extracción de Material Pétreo**. Cabe destacar que, de acuerdo con los criterios de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) y el INPI, **el proyecto no incide sobre comunidades ni territorios indígenas**.

4.2.4.1 Demografía y Población

4.2.4.1.1 Tamaño, crecimiento y distribución

El municipio de Tapachula actúa como el principal polo demográfico y económico de la región del Soconusco. La dinámica poblacional reciente muestra una marcada tendencia a la **expansión periurbana**, donde las localidades rurales cercanas a los ejes viales y libramientos se integran rápidamente a la dinámica urbana. Mientras que el núcleo urbano consolidado crece a tasas moderadas, las periferias (donde típicamente se establecen los bancos de material) registran tasas de crecimiento urbano-rural aceleradas debido al cambio de uso de suelo agrícola a habitacional disperso.

4.2.4.1.2 Estructura por edad y sexo

La distribución de los habitantes en el área de influencia refleja una pirámide poblacional en proceso de transición demográfica, con una base que comienza a estrecharse, pero con un alto porcentaje de población en edad de trabajar. La distribución por sexos se mantiene cercana al equilibrio (aproximadamente **95 hombres por cada 100 mujeres**), típico de zonas con flujos comerciales y de servicios continuos.

4.2.4.1.3 Dinámica demográfica

- **Natalidad y Mortalidad:** Siguen las tendencias estatales, mostrando una reducción paulatina de la fecundidad y un aumento en la esperanza de vida.

- **Migración:** Tapachula presenta una dinámica migratoria compleja y única. Por un lado, es un receptor histórico de flujos migratorios transfronterizos (procedentes de Centroamérica). Por otro lado, existe una migración interna constante del medio rural al urbano dentro del mismo municipio, lo que genera asentamientos humanos de rápido crecimiento en las proximidades de las zonas de explotación de recursos.

4.2.4.2 Aspectos Económicos

4.2.4.2.1 Población económicamente activa (PEA) y empleo

La PEA en la zona de influencia inmediata muestra tasas de ocupación superiores al **96%**, aunque con un fuerte componente de **informalidad laboral** y subempleo, especialmente en el sector agropecuario periurbano y el comercio al por menor. Las tasas de desempleo abierto son bajas, pero reflejan empleos de baja remuneración.

4.2.4.2.2 Actividades productivas

El desglose de las actividades económicas en el área circundante evidencia una coexistencia entre el sector agrario tradicional y el avance urbano:

SECTORES PRODUCTIVOS EN EL ÁREA		
PRIMARIO: 25%	**SECUNDARIOS 15%**	**TERCIARIO 60%**
• Cultivos periurbanos • Huertos de mango/ plátano • Café bajo sombra (alturas)	• Ladrilleras locales • Patios de maniobras • Extracción de agregados	• Comercio de abarrotes • Servicios de transporte • Talleres mecánicos

- **Sector Primario:** Aunque en retroceso por la presión urbana, en el radio de influencia aún se desarrollan actividades agrícolas, destacando los huertos frutales y cultivos de temporal.
- **Sector Secundario:** Destaca la industria de la construcción y actividades extractivas previas. La presencia de bancos de material pétreo es un componente histórico en la geología regional de Tapachula para abastecer la demanda de agregados (grava, arena) generada por el desarrollo de infraestructura urbana y el complejo de Puerto Chiapas.
- **Sector Terciario:** Dominante en la zona periférica a través de pequeños comercios, servicios mecánicos, vulcanizadoras y rutas de transporte que conectan las comunidades con el centro de Tapachula.

4.2.4.2.3 Nivel y distribución de ingresos

- **Pobreza y Marginación:** El área de influencia presenta un grado de marginación **Medio**. A pesar de la cercanía a los servicios de la cabecera municipal, coexisten sectores de vulnerabilidad económica con ingresos promedio de entre 1 y 2 salarios mínimos, principalmente ligados al empleo informal o agrícola.
- **Tenencia de la Tierra:** Coexisten propiedades de régimen ejidal con pequeñas propiedades privadas y terrenos nacionales en proceso de regularización urbana.

4.2.4.3 Infraestructura y Servicios Básicos

4.2.4.3.1 Vivienda

Las viviendas en las localidades o colonias en un radio de 500 a 1,000 metros muestran una transición de materiales: predominan los muros de bloque de concreto y techos de losa o lámina galvanizada. Los índices de hacinamiento son de niveles bajos a moderados, disminuyendo conforme las colonias se regularizan e integran a la infraestructura urbana.

4.2.4.3.2 Servicios públicos

- **Agua Potable y Drenaje:** La cobertura de agua entubada es media-alta, aunque la continuidad del servicio suele ser intermitente. El drenaje sanitario presenta deficiencias en las zonas de crecimiento reciente, recurriendo en ocasiones a fosas sépticas.
- **Energía Eléctrica y Recolección:** La cobertura eléctrica es casi total (**>95%**). El servicio de recolección de basura es regular, aunque persisten problemas menores de disposición clandestina en márgenes de caminos o arroyos.

4.2.4.3.3 Vías de comunicación y transporte

La conectividad es un atributo fuerte en la zona. El área se liga a la red carretera formal del municipio (carreteras pavimentadas e importantes ejes de interconexión regional que facilitan el traslado de carga pesada). Existe una alta disponibilidad de rutas de transporte público local (colectivos/combis) que conectan de forma continua a la población con el centro urbano.

4.2.4.4 Equipamiento Social

4.2.4.4.1 Salud

La población local acude principalmente a los centros de salud urbanos de la Secretaría de Salud y clínicas periféricas del IMSS/ISSSTE ubicadas en Tapachula. Las principales causas de morbilidad corresponden a infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas y enfermedades crónico-degenerativas (diabetes e hipertensión).

4.2.4.4.2 Educación

La zona cuenta con escuelas de nivel básico (preescolar y primaria) a corta distancia. El índice de analfabetismo es bajo (**menor al 8%**), concentrado principalmente en adultos mayores. La oferta de educación media superior y superior se absorbe en su totalidad por los planteles e institutos tecnológicos de la cabecera municipal de Tapachula.

4.2.4.4.3 Esparcimiento y deporte

El equipamiento recreativo es limitado en la periferia inmediata, reduciéndose a canchas de usos múltiples ejidales o escolares y pequeños espacios verdes comunitarios.

4.2.4.5 Aspectos Socioculturales y Arqueología

4.2.4.5.1 Organización social y comunitaria

La población se organiza mediante comités de barrio, asambleas ejidales (en áreas de propiedad social) y patronatos comunitarios orientados a la gestión de servicios públicos ante el ayuntamiento. Prevalecen celebraciones de carácter religioso y cívico tradicionales de la región del Soconusco.

4.2.4.5.2 Patrimonio histórico y cultural

No se registra la presencia de monumentos históricos catalogados por el INAH o zonas de alto valor tradicional dentro del polígono directo del proyecto. No obstante, por los antecedentes de la región (vínculos con el sitio arqueológico de Izapa y asentamientos prehispánicos tempranos en la planicie costera), cualquier obra de excavación profunda en el banco pétreo deberá contar con un protocolo de salvamento arqueológico preventivo de acuerdo con la legislación federal aplicable.

4.2.4.6 Efectos Acumulativos: Beneficios y Afectaciones (Conflictos Sociales)

El análisis del impacto acumulativo de la operación de un banco de extracción de material pétreo en un entorno socioeconómico periurbano arroja el siguiente balance de interacciones con la población:

4.2.4.6.1 Principales Beneficios

- **Dinamización Económica Local:** Generación de empleo directo (operadores de maquinaria, choferes, personal de seguridad) e indirecto (reactivación de pequeños comercios y proveedurías locales de alimentos o herramientas).

- **Abastecimiento de Insumos Estratégicos:** Suministro local y accesible de agregados pétreos indispensables para el desarrollo de la infraestructura pública municipal, vivienda y proyectos de conectividad regional, reduciendo costos de transporte.

4.2.4.6.2 Afectaciones y Potenciales Conflictos Sociales

- **Tránsito de Vehículos Pesados y Seguridad Vial:** El acarreo continuo de material pétreo por camiones de volteo sobre las vías de comunicación compartidas con el transporte público y peatones puede generar deterioro en la carpeta asfáltica, vibraciones, ruido y riesgos de accidentes viales, constituyendo la principal fuente de inconformidad comunitaria si no se regula.

- **Emisión de Polvo (Material Particulado) y Ruido:** Las actividades de voladura, trituración o carga pueden dispersar polvo hacia las viviendas localizadas a sotavento

dentro del radio de influencia. Esto impacta la percepción de la calidad de vida y salud respiratoria de la población circundante.

- **Competencia por Recursos Locales:** Tensiones potenciales por el uso de caminos comunitarios si no se establecen convenios de mantenimiento y reparación por parte de la empresa promotora del proyecto.

Criterio de Mitigación Socioeconómica: Para prevenir conflictos sociales, el promotor deberá implementar un **Plan de Gestión Social** que incluya el riego constante de rutas de acceso para mitigar polvos, el establecimiento de horarios diurnos estrictos para la operación de maquinaria y camiones, así como canales abiertos de comunicación con los representantes de las colonias y ejidos vecinos.

4.2.5 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental (SA) y de las Áreas de Influencia Directa (AID) e Indirecta (AII) del proyecto constituye una herramienta analítica fundamental para determinar la resiliencia del entorno frente a la actividad extractiva de materiales pétreos. A través de la interpretación integrada de los componentes biofísicos y socioeconómicos, se evalúa el índice de degradación previo y se identifican las limitantes técnicas y ambientales que condicionan el aprovechamiento sustentable en este tramo del Río Cahoacán.

4.2.5.1 Diagnóstico del Componente Abiótico (Integridad Dinámica y Vulnerabilidad Física)

El subsistema abiótico en el área del proyecto presenta una alta energía dinámica y una marcada susceptibilidad a procesos erosivos e inundaciones laminares, derivados de su ubicación geográfica y configuración geológica:

- **Dinámica Fluvio-Torrencial y Régimen Climático:** El área de estudio se emplaza en la subcuenca del Río Cahoacán (RH23Ad), caracterizada por un gradiente altitudinal abrupto que desciende desde el Complejo Volcánico Tacaná hasta la llanura costera. Bajo el amparo del clima cálido subhúmedo $Aw_1(w)$ dominante en el AID, la precipitación muestra un comportamiento bimodal severo, registrando picos torrenciales en junio y septiembre (este último con medias regionales de hasta 545.4 mm). Esta concentración pluviométrica genera una rápida saturación de los suelos y dota al Río Cahoacán de una elevada energía cinética en su cuenca media-alta, transformándolo en un río perenne de comportamiento torrencial con alta capacidad de transporte de sedimentos y bloques detríticos.
- **Complejidad Tectónica y Riesgo Sísmico:** El proyecto se ubica en la Zona Sísmica D de la República Mexicana, la categoría de mayor peligro sismotectónico del país, debido a la convergencia de las placas de Cocos, Norteamérica y el Caribe, y a la influencia del sistema transcurrente Polochic-Motagua. Localmente, el sustrato rocoso y los depósitos volcánicos se encuentran condicionados por dos sistemas de fracturas principales descritos por el Servicio Geológico Mexicano: el Sistema Septentrional (NE 10° SW) y el Sistema Centro-Periférico (NE 60° SW). Estas discontinuidades debilitan la matriz litológica, aceleran la saprolitización de las granodioritas de la Unidad Tm Gd y actúan como detonantes de procesos de remoción en masa (deslizamientos y caídas de bloques) ante eventos sísmicos u ondas tropicales extraordinarias.
- **Vulnerabilidad Morfoedáfica y Erosión:** Los suelos dominantes en el sitio corresponden a Cambisoles éutricos (CMeu) con propiedades vítricas derivadas de cenizas volcánicas. Aunque poseen una alta fertilidad y un horizonte Bw rico en nutrientes minerales, muestran una alarmante susceptibilidad a la erosión hídrica en su horizonte superficial (A) si se remueve la cobertura vegetal ripariana. Asimismo, la pérdida de cohesión de estos suelos al saturarse de agua incrementa el riesgo de asentamientos y microdeslizamientos en los taludes marginales del cauce.
- **Sensibilidad Hidrogeológica:** El subsuelo forma parte del Acuífero Soconusco (Clave 0710), el cual se comporta como un acuífero libre o no confinado con alta porosidad intergranular y transmisividad en la zona del abanico aluvial. Dado que el nivel freático

en las proximidades de Tapachula y Tuxtla Chico es relativamente moderado a somero (15 a 40 metros, disminuyendo drásticamente hacia la llanura baja), el agua subterránea presenta una vulnerabilidad moderada-alta a la lixiviación de contaminantes superficiales. La extracción de materiales en el lecho del río interactúa directamente con el flujo subálveo, por lo que cualquier manejo inadecuado de hidrocarburos por la maquinaria pesada representa un riesgo de contaminación directa para este acuífero libre.

4.2.5.2 Diagnóstico del Componente Biótico (Integridad Ecológica y Degradación de la Matriz)

El análisis del subsistema biótico revela un ecosistema intensamente modificado por actividades antrópicas, donde la vegetación nativa original ha sido relegada a relictos mínimos:

- **Pérdida de la Cobertura Vegetal Nativa:** Las comunidades clímax originales de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia han desaparecido virtualmente de las áreas planas del Sistema Ambiental. La caracterización de la Serie VII de INEGI clasifica la zona bajo una matriz dominada por la Agricultura de Temporal Anual (TA), cultivos perennes y pastizales inducidos (PI).
- **Fragmentación de Hábitats y Presión Periurbana:** El contraste con los datos de campo e informes técnicos más recientes demuestra que incluso la matriz agrícola de huertos frutales tradicionales (mango, rambután, plátano) sufre una fragmentación crítica debido a la expansión periurbana de la ciudad de Tapachula. Los predios agrícolas están siendo sustituidos por asentamientos dispersos e infraestructura logística, restando conectividad ecológica al entorno.
- **Degradación del Corredor Ripario:** El Río Cahoacán y sus tributarios directos actúan como los últimos corredores biológicos y refugios de fauna local. No obstante, estos corredores riparios muestran un avanzado estado de perturbación secundaria (VSA/VSAr) propiciado por la extracción hormiga de leña, incendios inducidos en época de estiaje para el avance ganadero y la severa proliferación de especies exóticas invasoras que desplazan a la flora nativa relicta. Por lo tanto, el área del proyecto denota una baja resiliencia botánica, donde cualquier obra en las márgenes del río debe minimizar el desmonte para evitar el colapso final de estos micro-corredores riparios.

4.2.5.3 Diagnóstico del Componente Socioeconómico (Presión Antrópica sobre el Recurso)

- **Uso del Suelo e Interacción Comunitaria**: El entorno de la localidad más cercana (Guadalupe Victoria) y la periferia oriente de Tapachula sustentan su economía en actividades agrícolas intensivas y el aprovechamiento de recursos locales. Existe una demanda constante de materiales pétreos para el crecimiento de la infraestructura urbana y las vías de comunicación de la región costera.
- **Conflictos por Disponibilidad y Calidad del Recurso**: El agua del Acuífero Soconusco y el flujo superficial del Río Cahoacán son aprovechados intensamente para el riego de plantaciones comerciales (plátano, mango, cacao) y el consumo doméstico

mediante pozos y norias someras. La problemática detectada radica en la potencial interferencia de las actividades extractivas con la calidad del agua (incremento de turbidez por remoción de sedimentos) y la estabilidad física de los terrenos agrícolas colindantes ante avenidas extraordinarias.

4.2.5.4 Matriz de Síntesis del Diagnóstico Ambiental

Para resumir el estado pre-operacional del Sistema Ambiental del proyecto de extracción de materiales pétreos, se presenta la siguiente matriz diagnóstica, la cual correlaciona los componentes clave, sus problemáticas identificadas, el nivel de sensibilidad y la aptitud del sitio frente al proyecto (**Tabla 5**):

Tabla 5.- Matriz de Síntesis del Diagnóstico Ambiental

Componente Ambiental	Factor Crítico / Indicador	Estado Actual / Problemática Detectada	Nivel de Sensibilidad	Relación Directa con el Proyecto y Recomendaciones Técnicas
Geología y Sismicidad	Estabilidad de laderas y fracturamiento estructural.	Clasificado en Zona Sísmica D. Intenso diaclasamiento local (Sistemas NE 10° SW y NE 60° SW) que segmenta la roca y propicia remoción en masa upstream	**ALTA**	El proyecto no altera las fallas profundas, pero la remoción de material en el lecho puede desestabilizar los taludes de las márgenes si no se respetan las bermas de protección perimetral.
Geomorfología	Dinámica del cauce y arrastre de sedimentos.	Ubicado en el ápex medio-superior del Abanico Aluvial Tapachula-Cahoacán. El río presenta un comportamiento torrencial con capacidad de arrastrar bloques de hasta 2 metros de diámetro.	**MODERADA**	El banco de material se recarga naturalmente durante las avenidas extraordinarias de la temporada húmeda. La extracción debe limitarse a los volúmenes de sobredepósito para no alterar el perfil de equilibrio hidráulico del río.
Clima e Hidrología	Escurrimiento superficial y picos de inundación.	Clima bimodal con precipitaciones masivas de hasta 545.4 mm mensuales en septiembre. Alto	**ALTA**	Prohibir estrictamente la operación de maquinaria y la extracción dentro del cauce activo durante los meses

		riesgo de inundaciones laminares y avenidas extraordinarias en el AID.		de máxima precipitación (junio y agosto-octubre) para mitigar riesgos operativos y arrastre de finos.
Edafología	Pérdida de suelo y susceptibilidad a la erosión.	Suelos tipo Cambisol éutrico (CMeu) porosos y fértiles, pero altamente susceptibles a la formación de cárcavas y deslavado al perder la cobertura vegetal.	**MODERADA**	Restringir el movimiento de tierras en las zonas adyacentes a caminos de acceso. El suelo orgánico removido para los patios de maniobra provisionales debe ser rescatado y almacenado adecuadamente.
Geohidrología	Vulnerabilidad del Acuífero Soconusco (0710).	Acuífero libre no confinado con niveles estáticos someros (15-40 m) y alta transmisividad granular. Riesgo preexistente de lixiviación de agroquímicos.	**MODERADA-ALTA**	Queda estrictamente prohibido el mantenimiento, abastecimiento de combustible o abandono de residuos peligrosos (aceites, grasas) de la maquinaria en el lecho del río o zonas de amortiguamiento del AID (100-300 m).
Vegetación y Flora	Integridad del corredor ripario y fragmentación de hábitat.	Selva original extinta. Matriz transformada en zonas periurbanas y agrícolas fragmentadas. Corredor ripario degradado por incendios, tala hormiga e introducción de especies exóticas.	**CRÍTICA**	Se debe respetar de forma irrestricta la franja de amortiguamiento biótico de las márgenes del río (AID). No se debe remover vegetación arbórea perenne ni fragmentar más los relictos riparianos sobrevivientes.
Medio Socioeconómico	Interferencia con usos del agua y suelo agrícola.	Presión urbana dispersa sobre predios agrícolas. Dependencia comunitaria de pozos someros	**MODERADA**	El proyecto representa un beneficio económico por la dotación de materiales pétreos, pero requiere de un

			para consumo y riego de huertos comerciales.	control estricto de la turbidez aguas abajo para evitar conflictos sociales con los usuarios agrícolas y ejidales del recurso hídrico.

4.2.5.5 Conclusión del Diagnóstico Ambiental

El Sistema Ambiental evaluado exhibe una condición de estabilidad crítica y frágil. Si bien los componentes bióticos reflejan una degradación histórica severa producto de la frontera agropecuaria y la presión periurbana de Tapachula, los componentes abióticos (hidrología, sismicidad y geomorfología) mantienen una dinámica activa de alta energía destructiva ante eventos meteorológicos.

Por consiguiente, el área presenta aptitud condicionada para la extracción de materiales pétreos. El proyecto es técnicamente viable siempre y cuando la tasa de extracción no supere la capacidad de recarga de sedimentos del Río Cahoacán, no se alteren las directrices de ordenamiento ecológico local, y se implementen medidas estrictas de mitigación dirigidas a proteger la integridad de los taludes marginales, la calidad del acuífero libre Soconusco y los últimos remanentes del corredor biológico ripario

Contenido

5 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales. 2
5.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 3
5.1.1 Indicadores de impacto. 5
5.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto. 8
5.1.3 Criterios y metodologías de evaluación 13
5.1.3.1 Criterios 13
5.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada 15
5.1.3.3 Análisis de los impactos ambientales identificados 16

5 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.

La (EIA) es un procedimiento técnico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la predicción, corrección y/o valoración de los mismos; todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por las distintas administraciones públicas (Conesa, 1997).

Este capítulo presenta el análisis de la manera en que el Sistema Ambiental (SA) del proyecto, será afectado al realizar las actividades propuestas atendiendo los ordenamientos aplicables a la zona. Con base en el estado ambiental actual del sistema, se desarrolla la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales que el Proyecto podría generar; para finalmente determinar y proyectar la modificación que los impactos ambientales ocasionarán al sistema ambiental con las actividades de construcción, operación y mantenimiento.

Se explica la metodología utilizada para la evaluación de impactos ambientales y al final del capítulo se presenta el escenario ambiental previsto como resultado de la interacción de los componentes ambientales que integran los ecosistemas actuales en el sitio del proyecto, y las tendencias naturales de deterioro ecológico existentes, así como la influencia de las actividades del proyecto en todas sus etapas.

Para establecer el marco normativo de este capítulo es importante destacar que la LGEEPA define en la fracción XX de su Artículo 3° a la Manifestación del Impacto Ambiental en los siguientes términos:

La LGEEPA define a la MIA conforme a lo siguiente:

> **Artículo 3°:** Para los efectos de esta Ley se entiende por:
>
> I a IXX […]
>
> ***XX. Manifestación de Impacto Ambiental:*** *El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo".*

Para contextualizar el artículo es importante conocer el significado de los siguientes términos establecidos en el artículo 3 de la LGEEPA:

> ***XX.- Impacto ambiental****: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;*

Respecto a la categoría de impacto ambiental significativo, la fracción IX del Artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental define que:

> **Artículo 3.** Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:

IX. *Impacto ambiental <u>significativo</u> o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.*

De acuerdo con lo anterior, en la integración de ésta MIA, y particularmente en la estructuración del presente capítulo, resultó importante considerar integral, armónica y gramaticalmente la definición anterior, misma que se asumió en el contexto de la LGEEPA y de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

5.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

El primer paso para la identificación de los impactos ambientales, es tener previo conocimiento del proyecto y sus alternativas, conocer el medio en el que va a desarrollarse, es decir, su "entorno" y determinar las interacciones (relaciones recíprocas) entre ambos. Esto debido a que la intensidad del impacto dependerá de cada etapa de operaciones.

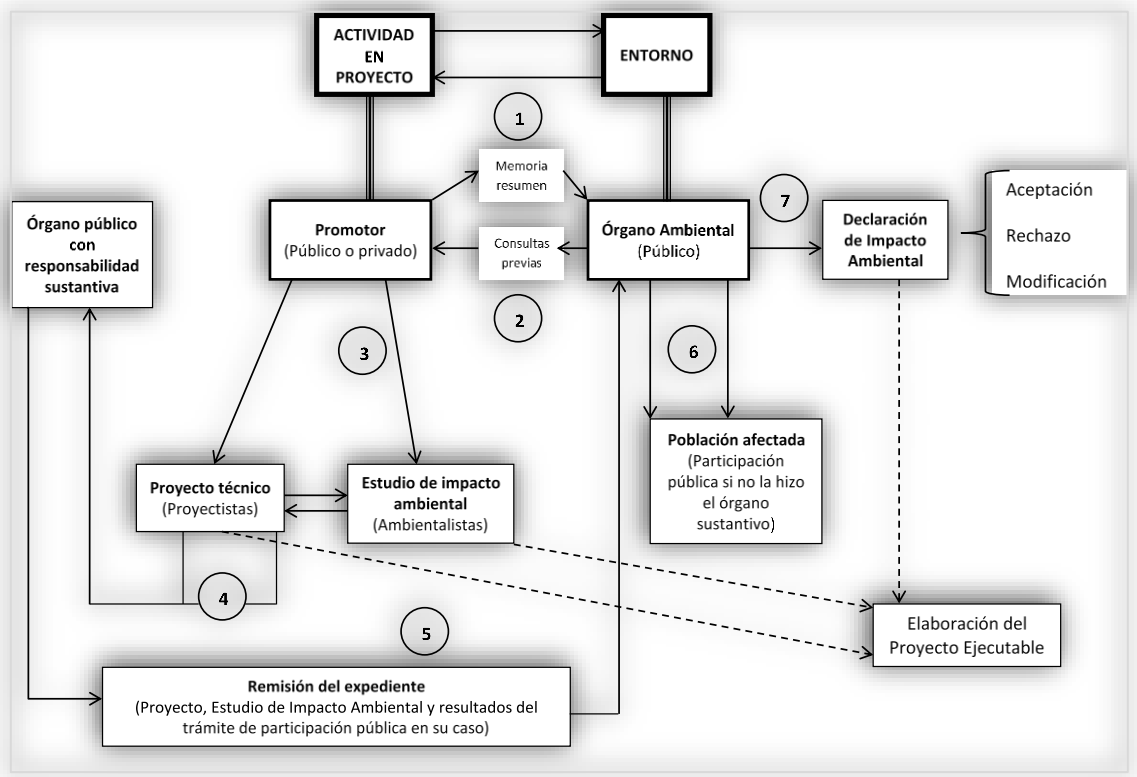


Ilustración 5.1 Elementos y agentes que intervienen en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

De acuerdo con esto, la identificación de impactos se desarrolla en la metodología según dos líneas paralelas, una que analiza el proyecto y que desemboca en la identificación de las acciones de éste susceptibles de producir impactos negativos y otra que analiza el entorno afectado para identificar los factores del medio que presumiblemente según alterados por

aquellas acciones; ambas líneas confluyen con una tarea destinada específicamente a la identificación de efectos potenciales mediante la búsqueda de relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores.

Dado que la interacción proyecto – entorno, es quien determina los impactos ambientales; éstos se inscriben en el más amplio concepto de integración ambiental, de tal manera que el impacto ambiental puede identificarse por la desviación de su integración ambiental y el valor de impacto como una medida.

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la extracción de material pétreo al interior del cauce del Rio Cahoacán en una superficie denominada polígono de extracción, el polígono de extracción tiene una superficie de 5,600.00 m^2 con una longitud de 280 m; con el objeto de aprovechar los volúmenes de azolve existentes sobre el perfil natural del río y ofertar material pétreo para la industria de la construcción.

El volumen de material proyectado a extraerse durante 5 años es de 34,941.7 m^3, lo que significa un volumen anual de 6,988.34 m^3, es importante mencionar que la extracción se realizará de manera escalonada por tramos de 20 metros, con la finalidad de permitir la recuperación natural del material pétreo en el cauce del río.

El proyecto plantea la extracción partiendo del centro del cauce, dejando un espacio de más de 20.0 metros medidos horizontalmente a partir del barrote natural del río, para no alterar la vegetación y morfología fluvial del cauce; así mismo, la actividad de extracción se realizará en sentido contrario a la corriente del cauce del Río Cahoacán, con la finalidad de que la corriente misma restaure el material aprovechado.

Diagnóstico del Sistema Ambiental (SA)

El resultado del diagnóstico ofrece una descripción del estado que guarda el ecosistema del área donde se establecerá el proyecto. Por lo que el trabajo realizando en campo nos ofrece una visión más detallada del estado real de las áreas aledañas al proyecto y su sistema ambiental, en el cual se logra observar los impactos antropogénicos presentes, los cuales han fragmentado el ecosistema mediante el aclareo de zonas originales de Selva Baja Caducifolia y Selva Mediana Subcaducifolia para propiciar las condiciones adecuadas para la agricultura; la caracterización de la Serie VII de INEGI clasifica la zona bajo una matriz dominada por la Agricultura de Temporal Anual (TA), cultivos perennes y pastizales inducidos (PI).

El Río Cahoacán y sus tributarios directos actúan como los últimos corredores biológicos y refugios de fauna local, aunque muestran un avanzado estado de perturbación secundaria (VSA/VSAr) propiciado por la extracción hormiga de leña, incendios inducidos en época de estiaje para el avance ganadero y la severa proliferación de especies exóticas invasoras que desplazan a la flora nativa relicta. Por lo tanto, el área del proyecto denota una baja resiliencia botánica, donde cualquier obra en las márgenes del río debe minimizar el desmonte para proteger la integridad de los taludes marginales y evitar el colapso final de estos micro-corredores riparios.

Identificación de Acciones del Proyecto susceptibles de producir Impactos

Esta identificación fue a través de la delimitación de las interacciones ambientales potenciales que podrían generarse entre cada una de las actividades del proyecto, en sus diferentes etapas: preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, y abandono del sitio, y los diferentes componentes ambientales del área del proyecto.

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental. Tales causas pueden residir en todas las fases del desarrollo del proyecto y en todas las partes y elementos que lo forman.

- **Etapas. -** Se refiere a las que forman la estructura vertical del proyecto: estudios previos, construcción, explotación/funcionamiento y desmantelamiento.
- **Componentes. -** Se refiere a la segregación del proyecto
- **Acciones. -** Se refiere a una causa simple, concreta, directa, bien definida y localizada del impacto: desmonte, despalme, movimientos de tierras, emisión de un determinado contaminante, etc.

Etapas del proyecto	Actividades
Preparación del sitio	*Limpieza y acondicionamiento del predio*
	Demarcación de los polígonos de extracción y áreas del proyecto
Operación y Mantenimiento	*Extracción de material pétreo*
	Transporte de material pétreo al área de almacenamiento
	Trituración de material pétreo
	Venta o Comercialización
	Mantenimiento de maquinaria y equipo
	Medidas de prevención, mitigación y compensación
Abandono del sitio	*Retiro de maquinaria y equipo*
	Limpieza del Sitio
	Retiro de material del área de almacenamiento.

5.1.1 Indicadores de impacto.

Un **"Indicador de Impacto Ambiental"** se define como la propiedad de algún elemento ambiental que puede ser medida cualitativamente y/o cuantitativamente respecto de su nivel de cambio de su estado natural derivado de la influencia directa o indirecta de un agente de cambio; y el término *"Agente de Cambio"* lo definimos como cualquier actividad que se desarrolle y cause un cambio del estado natural de algún o algunos de los elementos que conforman los componentes bióticos y abióticos del sistema ambiental en el que incide.

Para poder definir los Indicadores de Impacto de Ambiental que se utilizarán en el proceso de evaluación, primero es necesario establecer si se generará una interacción de las actividades del proyecto con los elementos del Sistema Ambiental identificado, para lo cual utilizaremos una Matriz de Impactos de Interacción (Causa-Efecto).

En esta etapa, para la selección de los factores se aplicaron los siguientes criterios:

Factor	Criterios
Relevancia	En el marco de las características del ambiente en el cual pretende insertarse el proyecto, el criterio se orientó a seleccionar aquellos factores que potencialmente pudieran recibir efectos tangibles y notables.
Exclusión:	Criterio orientado a evitar las sobreposiciones que pudieran propiciar la duplicidad de impactos.
Identificación:	Este criterio se aplicó bajo la premisa de que los factores del ambiente fueran fácilmente identificables, sobre todo para lograr su seguimiento durante las diferentes etapas del proyecto.
Localización:	El criterio fue aplicado para identificar la posibilidad de que cada factor pudiera ser acotado a un espacio físico.
Mensurable	Los factores deben ser cuantificables en la medida de lo posible, aunque no deja de reconocerse el carácter intangible de muchos de ellos.

Por factores del medio susceptibles de recibir impactos se entienden los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto de forma significativa.

La complejidad del entorno y su carácter de sistema, dispone los factores relevantes en forma de árbol con cuatro niveles:

- **Sistema:** físico-natural, población y actividades, poblamiento, socioeconómico.
- **Subsistema:** medio inerte, medio biótico, medio perceptual, uso del suelo, población, economía, infraestructura y servicios, estructura horizontal de núcleos, estructura urbana.
- **Factores:** corresponden a los conceptos más importantes de la evaluación (aire, suelo, agua, etc.).
- **Componente ambiental o sub factor:** derivan de una desagregación de los factores (agua: calidad, cantidad; suelo: calidad, relieve, etc.).

SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL		SISTEMA CONSTITUIDO POR LOS ELEMENTOS Y PROCESOS DEL MEDIO NATURAL TAL Y COMO SE ENCUENTRAN EN LA ACTUALIDAD.	
MEDIO	**FACTOR**	**SUBFACTOR**	**INDICADORES**
MEDIO INERTE SUSTRATO INERTE DEL SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL: AIRE, CLIMA, TIERRA Y AGUA.	AIRE Calidad del aire expresada en términos de ausencia o presencia de contaminantes.	*CONFORT SONORO*	Grado de bienestar en función del nivel de ruido existente.
		POLVOS, HUMOS, PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	Concentración medida en los términos legalmente establecidos.
		NIVELES DE CONTAMINANTES AL AIRE (NOX, SOX, COX)	Concentración de estos contaminantes medidos en las formas legalmente establecidas.
	TIERRA-SUELO Materiales, formas y procesos del sustrato geológico que actúa como recursos y como	*CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SUBSUELO*	Niveles de elementos extraños o no procesables en el suelo y subsuelo.

	condicionantes de la localización de las actividades.		
	AGUAS CONTINENTALES Cantidad, calidad, distribución y régimen del recurso.	*CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA*	Características relacionadas con la potencialidad de uso.
		REGIMEN HÍDRICO	Variación en el tiempo del agua en los cauces
	PROCESOS Relaciones entre los elementos del medio inerte.	*DINÁMICA DE CAUCES*	Cambios en la localización del agua en el espacio.
		TRANSPORTE DE SÓLIDOS	Desplazamiento de materiales sólidos en suspensión o arrastrados por otros procesos
		EROSIÓN FLUVIAL	Desplazamiento de materiales arrastrados por agua.
MEDIO BIÓTICO CONJUNTO DE SERES VIVOS Y SUS RELACIONES EN UN ECOSISTEMA	VEGETACIÓN Conjunto de especies vegetales y su organización en comunidades.	*ESPECIES VEGETALES DE BAJO VALOR*	Comunidades vegetales banales o degradadas.
		VEGETACIÓN NATURAL DE MEDIO VALOR	Comunidades vegetales de menor valor en relación a las sobresalientes.
	FAUNA Conjunto de especies animales y su organización en comunidades.	*FAUNA ACUÁTICA*	Comunidades de animales silvestres acuáticos.
		ESPECIES Y POBLACIONES EN GENERAL	Resto de las comunidades de animales silvestres.
	PROCESOS DEL MEDIO BIÓTICO Relaciones ecológicas, ciclos, modos de comportamiento.	*MOVILIDAD DE LAS ESPECIES*	Hábitos de movimientos de las especies en ciclos cortos (diarios, locales o regionales). Posibilidad de desplazamiento recurrentes periódicos o arbitrarios de los animales entre lugares de alimentación, cría, cobijo, invernadas etc.
MEDIO PERCEPTUAL EXPRESIÓN EXTERNA Y PERCEPTIBLE DEL MEDIO	PAISAJE INTRINSICO Expresión externa del medio poli sensorialmente perceptible	*UNIDADES DE PAISAJE*	Unidad de paisaje definida y su calidad: grado de excelencia o méritos de conservación de la cada unidad y del conjunto.
SUBSISTEMA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES		CONSTITUIDO POR LA POBLACIÓN Y SUS ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN, CONSUMO Y RELACIÓN SOCIAL.	
MEDIO	**FACTOR**	**SUBFACTOR**	**INDICADORES**
POBLACIÓN CONJUNTO DE INDIVIDUOS DEL "ENTORNO", ESTRUCTURA Y RELACIONES	ESTRUCTURA DE OCUPACIÓN	*EMPLEO*	Población que dispone de un puesto de trabajo remunerado.
	CARACTERÍSTICAS CULTURALES Estilo de vida y pautas de comportamiento	*CALIDAD DE VIDA*	Comportamientos y valores sociales, determinantes de las formas de vida.
ECONOMÍA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	ACTIVIDADES Y RELACIONES ECONÓMICAS	*ACTIVIDADES ECONÓMICAS INDUCIDAS*	Actividades que potencialmente pueden ser inducidas por el proyecto.

QUE DETERMINAN LA PROSPERIDAD MATERIAL DEL ENTORNO	Aspectos económicos de incidencia directa sobre la calidad ambiental de la población	*ÁREAS DE MERCADO*	Área de extensión del mercado de los productos derivados de las actividades económicas.

5.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto.

FACTOR	SUBFACTOR	INDICADORES
AIRE **CALIDAD DEL AIRE EXPRESADA EN TÉRMINOS DE AUSENCIA O PRESENCIA DE CONTAMINANTES**	*Confort sonoro*	Tomando como referencia las normas mexicanas el límite permisible de ruido emitido por una fuente fija no debe rebasar los 65 dB en horario diurno y 68 dB en horario nocturno, y el límite permisible de exposición para un trabajador con una jornada de 8 horas es de 90 dB. El impacto mayor por ruido será producido en la etapa de operación por el uso de la maquinaria para la extracción del material, por la entrada y salida de vehículos cargando material y sobre todo por el uso de la trituradora; se considera un impacto moderado debido que será un impacto que se manifestará continuamente durante los 5 años de operación del proyecto, aunque la persistencia de su efecto es fugaz, ya que solo perdura el tiempo que se mantenga la actividad generadora. Es un impacto mitigable con las medidas adecuadas, por ejemplo, verificar que la maquinaria y equipo a utilizar cuente con dispositivos silenciadores en los motores, además de las medidas de seguridad que debe usar el personal como equipo de protección auditiva.
	Polvos, humos, partículas en suspensión	La concentración de polvo y partículas en suspensión en el aire podría aumentar debido a las diferentes actividades propias del proyecto de extracción como por ejemplo el acarreo de material desde el sitio de extracción hacia el patio de maniobras, el uso de la trituradora, y la posterior comercialización del material pétreo mediante tolvas y/o camiones de carga, además dentro del patio de maniobras por los vehículos automotores que entren y salgan durante el tiempo de duración del proyecto. Sin embargo, considerando las características del SA, la cercanía al cuerpo de agua el tipo de clima cálido húmedo, la precipitación abundante y la

		vegetación que actúa como una barrera natural mitigando el polvo, y que el material entra mojado a la trituradora lo que ayuda a disminuir su generación; se considera un impacto moderado, que puede disminuir con las medidas de mitigación adecuadas.
	Niveles de contaminantes al aire (NOX, SOX, COX)	En la etapa de operación se utilizarán maquinaria (cargador frontal, excavadora, trituradoras) y vehículos (volteos, camionetas pick- up), trituradora. Si estos no cuentan con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, podrían emitir estos contaminantes al ambiente, esto se hace visible ya que el humo emitido del escape es de un color negro.
<u>TIERRA-SUELO</u> MATERIALES, FORMAS Y PROCESOS DEL SUSTRATO GEOLÓGICO QUE ACTÚA COMO RECURSOS Y CONDICIONANTES DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.	*Contaminación del suelo y subsuelo*	Las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo en un lugar inadecuado, la producción de residuos peligrosos junto con un mal manejo y almacenamiento de estos serían la principal fuente de contaminación del suelo y subsuelo; la constante circulación de vehículos automotores también es una fuente potencial si estos presentan alguna fuga de aceites y/o combustible; el mal manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen es un factor potencial de contaminación hacia el suelo, que puede presentarse en cada una de las etapas de proyecto.
<u>AGUAS CONTINENTALES</u> CANTIDAD, CALIDAD, DISTRIBUCIÓN Y RÉGIMEN DEL RECURSO	*Calidad físico química*	El agua del río podría contaminarse por la actividad de extracción, ya que la maquinaria estará en contacto directo con el agua, además de que el predio se dará mantenimiento a la maquinaria; los residuos peligrosos como los aceites usados y alguna posible fuga en la maquinaria podrían ser los causantes de esta contaminación comprometiendo su calidad y su uso potencial para baño, agricultura y ganadería.
	Régimen hídrico	La actividad de extracción consiste en retirar el material azolvado en el cauce del río, lo que podría resultar en el ensanchamiento del cauce; el rio ganará profundidad y aumentara el volumen de agua, provocando un aumento en la superficie inundable. Lo que sería un bien para esta parte del río ya que actualmente presenta azolvamiento con presencia de material, mismo que pretende ser aprovechado por la promovente.

<u>PROCESOS</u> RELACIONES ENTRE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO INERTE.	*Dinámica de cauces*	La superficie que será afectada por el proyecto es decir el polígono de extracción es de 280 m de largo por 20 m de ancho, resultando una superficie de 5,600 m^2. La extracción se pretende realizar de manera escalonada en tramos de 20 metros en su mayoría, al centro del cauce evitando afectar el margen del cauce, propiciando el azolvamiento natural del cauce del río. En los meses con mayor precipitación (agosto, septiembre, octubre), las actividades extractivas se harán de manera intermitente, pues en los días de lluvias no se realizarán actividades de extracción, reanudando actividades en el mes de noviembre, esto para evitar riesgos para los trabajadores y a la maquinaria.
	Transporte de sólidos	Durante la etapa de operación del proyecto donde se llevará a cabo la actividad extractiva aumentará la turbidez en el agua y por ende los materiales suspendidos a causa del movimiento de la masa de agua con las máquinas y el retiro de material, parte del material será arrastrado aguas abajo al aumentarse el flujo de agua en el cauce, si llueve durante el tiempo de operación es otro factor por el cual aumenta el arrastre de sedimentos.
	Erosión fluvial	En la zona del Proyecto se estima que anualmente se van a extraer 34,941.7 m^3 de material. La propia actividad extractiva causara un aumento de los materiales desplazados pues el movimiento de la masa de agua con las máquinas supone que en los sitios donde se avance con la extracción serán nuevamente azolvados por el material arrastrado, por tal motivo la extracción se realizará de manera escalonada por tramos de 20 metros, con la finalidad de permitir la recuperación natural del material pétreo en el cauce del río.
<u>VEGETACIÓN</u> CONJUNTO DE ESPECIES VEGETALES Y SU ORGANIZACIÓN EN COMUNIDADES.	*Especies vegetales de bajo valor*	De acuerdo con la información obtenida de la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2018), el Área del Proyecto y Sistema Ambiental se establecen en una zona comprendida principalmente por Agricultura de Temporal Anual y Permanente, Agricultura de Temporal Anual y Permanente y Asentamientos Humanos. Específicamente en el área del proyecto no hay crecimiento alguno de ningún

	Vegetación natural de medio valor (Vegetación riparía o de galería)	tipo de vegetación acuática como tal, ya que por las condiciones de asolvamiento que presenta, las crecientes por parte del río y el arrastre de basura no lo permiten, pero no se descarta que en el curso del Río pueda existir este tipo de vegetación.
<u>FAUNA</u> **CONJUNTO DE ESPECIES ANIMALES Y SU ORGANIZACIÓN EN COMUNIDADES**	*Fauna acuática*	La única especie acuática que se registró fue el Topote mexicano (*Poecilia sphenops*).
	Especies y poblaciones en general	Dentro del SA y AP del proyecto se puede encontrar una variada diversidad de fauna silvestre de manera natural, donde podemos observar la presencia de especies de aves como la de mayor riqueza con especies como (*Chloroceryle amazona*) Martín Pescador Amazónico, (*Anhinga anhinga*) Anhinga americana (*Ardea ibis*) Garza Ganadera Occidental, (*Coragyps atratus*) Zopilote común *Sporophila,* son alguna de las 26 especies registradas; seguidas de los reptiles, mamíferos, peces y anfibios. De las especies registradas en el área de estudio destaca un grupo que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo o regulación internacional conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, los apéndices de la CITES y la Lista Roja de la IUCN. Entre los reptiles, el garrobo o iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) está catalogado en Protección Especial (Pr) dentro de la norma mexicana y regulado en el Apéndice II de CITES; asimismo, en el componente aviar, el perico barbinaranja (*Brotogeris jugularis*), el aguililla gris (*Buteo plagiatus*) y el caracara moñudo (*Caracara plancus*) se encuentran protegidos bajo el Apéndice II de CITES, mientras que la matraca chiapaneca (*Campylorhynchus chiapensis*) —una especie de gran valor ecológico por su distribución restringida— se ubica también en la categoría de Protección Especial (Pr).
<u>PROCESOS DEL MEDIO BIÓTICO</u> **RELACIONES ECOLÓGICAS, CICLOS, MODOS DE COMPORTAMIENTO.**	*Movilidad de las especies*	El ruido y la presencia de humanos presente en el sitio del proyecto hará que la fauna presente se desplace a sitios aledaños, o en algunos casos que cambien sus hábitos de horarios de movilidad El tipo de fauna que tiene una mayor presencia en el sitio del proyecto son las aves, por la misma razón de que se pueden mover de un sitio a otro con facilidad.

PAISAJE INTRINSICO **EXPRESION EXTERNA DEL MEDIO POLISENSORIALMENTE PERCEPTIBLE**	*Unidades de paisaje*	La visibilidad en el área del proyecto no será impactada, en la zona establecida como sistema ambiental, se percibe paisajes conformados principalmente por Vegetación Secundaria, pastizales y plantaciones de mango. La calidad visual del área del proyecto y del Sistema ambiental, se encuentra muy influenciada y bajo la presión constante por la presencia del hombre. Donde se encuentran modificaciones suaves o integradas al paisaje; como los asentamientos humanos e infraestructura en general (vías de comunicación, etc.)
ESTRUCTURA DE OCUPACIÓN	*Empleo*	La población económicamente activa para el caso particular del municipio de Sunuapa, asciende a 843 habitantes económicamente activos, y 5 que **NO** realizan alguna actividad económica (INEGI, 2010). Con el proyecto se generan oportunidades de empleos directos e indirectos, permanentes y temporales para los habitantes de los municipios del AP y SA. El impacto hacia este factor ambiental será moderado durante la etapa de preparación del sitio ya que la mayoría son empleos temporales, para la etapa de operación y mantenimiento son de carácter permanente y se requiere de personal local como especializado para la operación de la maquinaria y para el diseño y ejecución del proyecto de extracción; es un impacto relevante porque es uno de los aspectos de mayor interés por parte de las comunidades cercanas y autoridades locales; y acumulativo porque generará un efecto sinérgico para el desarrollo económico en la región.
CARACTERÍSTICAS CULTURALES **ESTILO DE VIDA Y PAUTAS DE COMPORTAMIENTO**	*Calidad de vida*	De acuerdo con el *CONEVAL. Medición de la pobreza, 2020. Indicadores de pobreza por municipio,* el 17.10% de la población del municipio de Tapachula vive en situación de pobreza extrema; esta situación podrá mejorar para las personas que laboren en el proyecto pues tener un empleo representa un ingreso económico que le permita mejorar las condiciones de vida en sus hogares. La reactivación económica es un efecto en cadena que se va incrementando por todo el tiempo que perdure el proyecto.

ACTIVIDADES Y RELACIONES ECONÓMICAS ASPECTOS ECONÓMICOS DE INCIDENCIA DIRECTA SOBRE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA POBLACIÓN	*Actividades económicas inducidas*	La extracción y venta de material pétreo es una actividad económica primaria de mucha importancia con gran capacidad de desarrollo, la industria de la construcción ha tenido un crecimiento acelerado en los últimos años, sobre todo derivado de la demanda de vías de comunicación y vivienda. La creciente demanda de servicios de urbanización es directamente proporcional a la necesidad de materiales para la construcción.
	Áreas de mercado	La ejecución del proyecto garantiza el abastecimiento de material pétreo para la construcción en la región, disminuye el costo del flete al estar más cerca de los sitios donde será utilizados, y promueve la oferta y la demanda de mejores productos y servicios dentro del área de materiales para construcción.

5.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

Una vez seleccionados los indicadores ambientales, la valoración de los impactos ambientales del proyecto se basó en el Procedimiento para la Evaluación del Impacto Ambiental elaborado por **Conesa Fernández-Vitora Vicente**[1].

5.1.3.1 Criterios

La importancia de impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en la tabla siguiente, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Tabla 5.1.- Importancia del Impacto

Naturaleza		Intensidad (Grado de Destrucción)	
Impacto Beneficio	+	Baja	1
Impacto Perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
Extensión (Área de Influencia)		Momento (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2

[1] Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, edición Mundi-Prensa, 1995, España.

Extensa	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto Plazo	1
Temporal	2	Medio Plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI) (potenciación de la manifestación)		Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF) (Relación causa-efecto)		Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medio humano)		Importancia (I)	
Recuperable inmediato	1	I= ±(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)	
Recuperable medio plazo	2		
Mitigable y/o compensable	4		
Irrecuperable	8		

- La importancia de los impactos puede tomar valores entre 13 y 100.

Presenta valores intermedios (entre 40 y 60) cuando se da algunas de las siguientes circunstancias.

- Intensidad total, y afección mínima y los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta y afección alta y muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de algunos de los restantes símbolos.
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Los criterios de calificación son los siguientes:

- Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 se consideran ***irrelevantes***, o sea, compatibles o ***no significativos***.
- Los ***impactos moderados*** presentan una importancia entre 25 y 50.
- Los impactos se consideran ***severos o significativos*** cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75.
- Los impactos se consideran ***críticos*** cuando su valor supere a 75.

5.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

La metodología propuesta consiste básicamente en el uso de matrices causa-efecto derivado de la matriz de Leopold con resultados cualitativos propuesto por **Conesa Fernández-Vitora Vicente**[2], la cual considera la interacción entre las actividades más relevantes del proyecto en sus diferentes etapas que pueden presentar impactos ambientales y de aquellos factores ambientales del entorno (área de influencia del proyecto) susceptibles de verse afectados.

Matriz de impacto

A partir de esta fase del proceso, comienza la valoración cualitativa propiamente dicha. La matriz de impactos, que es de tipo causa – efecto, consistirá en un cuadro de doble entrada en el que las columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores medio ambientales susceptibles de recibir impactos.

Para la ejecución de la matriz de impactos es necesario identificar las acciones que puedan causar impactos sobre los factores del medio, es decir determinar la ***Matriz de identificación de Impactos*** **(Matriz 1);** mediante esta matriz quedarán identificados los impactos del Proyecto en el ambiente, para posteriormente ser valorados.

Matriz de importancia

Una vez identificados estos dos elementos (actividades del proyecto y factores ambientales) que, probablemente, serán impactados, se analizan y valoran los impactos ambientales en la matriz de importancia la cual nos permitirá obtener una valoración cualitativa de los impactos identificados en este Proyecto.

La valoración cualitativa se efectúa partiendo de la matriz de Identificación de Impactos. Cada casilla de cruce en la matriz, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor impactado. Al ir determinando la Importancia del Impacto, de cada impacto identificado, en base al algoritmo descrito en el punto 5.1.3.1, estamos construyendo la **Matriz 2. Valoración de los impactos** y la **Matriz 3. Importancia.** Los elementos de la Matriz de Importancia identifican el Impacto Ambiental generado por una acción simple de una Actividad sobre un Factor Ambiental considerado.

Matriz cribada

Una vez obtenida la **Matriz 3. Importancia**, pueden aparecer efectos de diversas índoles en cuanto a su relevancia, casillas de cruce que presentan efectos con valores poco relevantes o no significativos. Estos efectos se excluyen del proceso de evaluación; de acuerdo con el método utilizado los impactos con valores de importancia **inferiores a 25** se consideran ***irrelevantes, o no significativos.***

[2] Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, edición Mundi-Prensa, 1995, España.

Matriz de Importancia Final

El conjunto de casillas de cruce que presentan valores superiores a 25, componen la **Matriz 4. De Importancia Final.**

Asimismo, en la Matriz 4 se presentan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales.

La suma algebraica de la importancia de cada elemento tipo por columnas Ii, constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones.

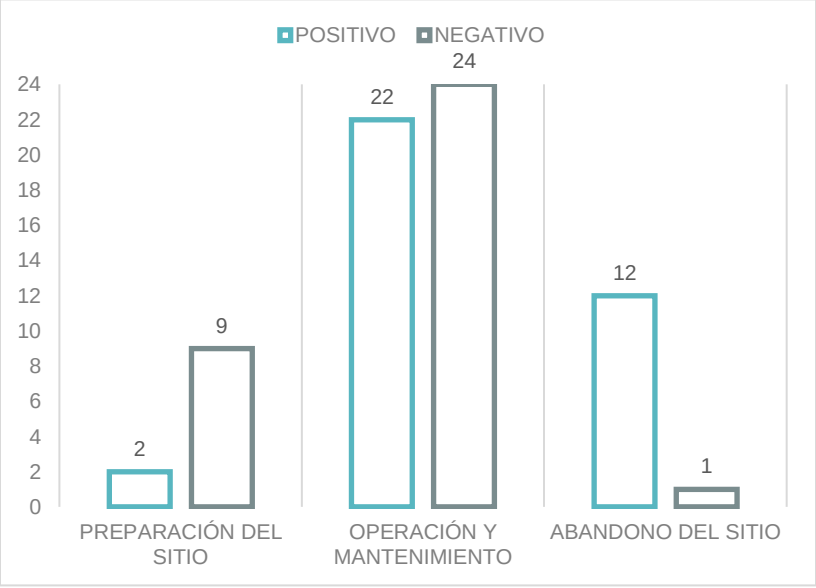
De la misma manera que la establecida en el apartado anterior, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por filas, Ij, nos indicará los factores ambientales que sufren en mayor o menor medidas las consecuencias de la actividad.

La suma de las importancias por columna en la matriz 4, representa el grado de agresividad de las actividades del proyecto y la suma de las importancias por fila indica el grado de afectación a los factores ambientales.

5.1.3.3 Análisis de los impactos ambientales identificados

Una vez aplicada la metodología seleccionada, a continuación, se discuten los resultados finales del ejercicio de identificación y evaluación practicado.

En la **Matriz de Identificación de Impactos (Matriz 1)** se reportan 70 interacciones ambientales potenciales, 11 en la etapa de preparación del sitio, 46 de ellas en la etapa de operación y mantenimiento y 13 en la etapa de abandono del sitio; en el siguiente grafico se pueden observar los impactos ambientales en cada una de las etapas del proyecto, se distinguen los positivos y los negativos.



De acuerdo con el ejercicio realizado en la matriz 1, de los 70 impactos identificados 34 son negativos y 36 positivos; la mayoría de los impactos negativos identificados se presentarán en la etapa de operación y mantenimiento, estos impactos en su mayoría son hacia el factor aire, el agua y los procesos que se llevan a cabo entre factores del medio inerte; entre estos impactos están el incremento del ruido derivado de las actividades de extracción y de la operación de la trituradora, el impacto en la calidad del aire derivado del aumento de polvo y partículas suspendidas por el transporte del material y por el triturado, además de las emisiones de gases contaminantes por el uso del combustible en la maquinaría y los vehículos; también están los impactos hacia el cuerpo de agua a casusa de la actividad de extracción que provocara un aumento de los sólidos presentes en el agua aumentando la turbidez de la misma y el arrastre por procesos de erosión fluvial; otro impacto posible son hacia las riberas marinas y el ensanchamiento del cauce y consecuentemente de la cantidad de agua contenida; sin embargo es importante mencionar a esta autoridad que el rio actualmente presenta un ensanchamiento a raíz de los efectos de las lluvias extraordinarias presentadas en esta región, además de una presencia importante de material pétreo arrastrado hacia el sitio, razón por la cual se observa una reducción del curso de agua en el lecho del río.

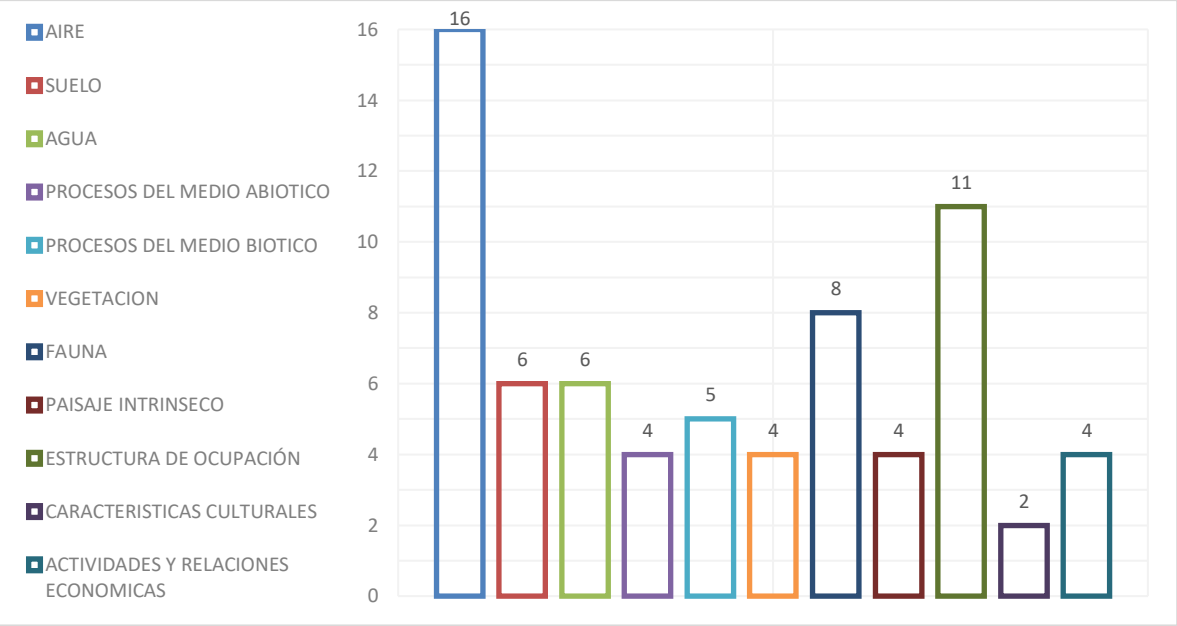


Imagen 5.1 Se observa la acumulación de material pétreo en centro del rio y el caudal disminuido por el azolvamiento.

La actividad que se pretende realizar representa entonces, un beneficio para el cuerpo de agua, con el retiro del material la dinámica del río podría ser restaurada, lo que propicia también la estabilidad del régimen hídrico del cuerpo de agua, con lo que se evitarían nuevas inundaciones a raíz de las lluvias que se presentan en la región.

En la etapa de preparación del sitio se presentan 11 posibles impactos de los cuales 9 son negativos, derivados del impacto hacia las especies de fauna presentes que tendrían que desplazarse a sitios aledaños, y a la vegetación por las actividades de limpieza de los sitios que serán utilizados para el desarrollo del proyecto (zona federal y patio de maniobras).

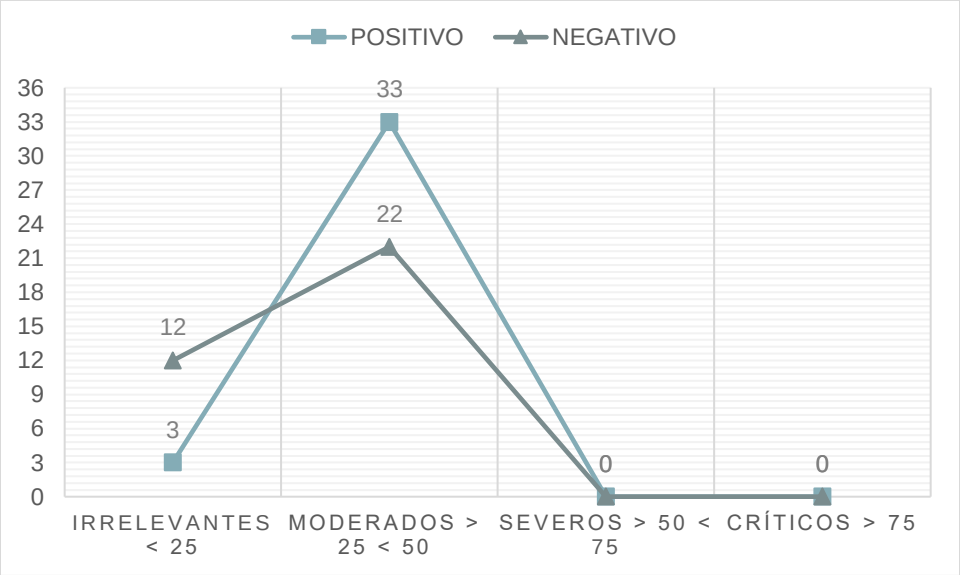
Los impactos identificados inciden sobre los diferentes factores del medio elegidos para ser evaluados mediante la matriz de impactos, a continuación, se presenta una gráfica que representa el número de impactos identificados por cado factor ambiental evaluado.



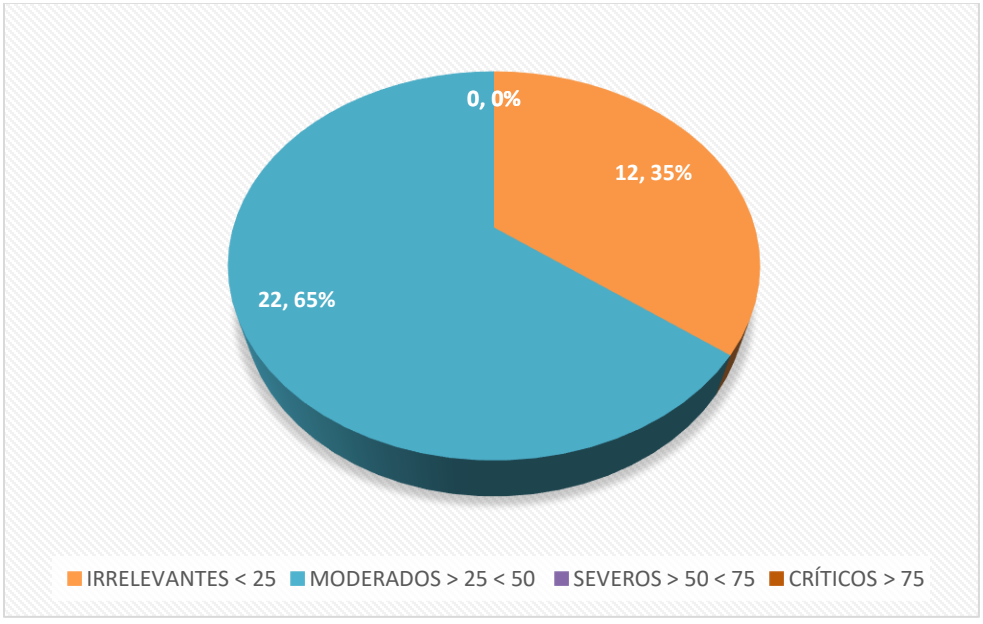
Son los factores aire y estructura de ocupación en los que se identificó un número mayor de impactos, siguiendo los impactos hacia la fauna, la vegetación, el suelo, agua y los procesos que derivan de las relaciones existentes entre los factores del medio inerte.

Es indiscutible la existencia de impactos negativos derivado de las obras y actividades del proyecto, sin embargo, el número de interacción identificadas no indica la magnitud que el impacto tendrá sobre los factores afectados; ya que esta situación está determinada al calcular la importancia del factor ambiental afectado, es decir los factores con importancia menores a 25 son irrelevantes y serán excluidos del proceso de evaluación en la **Matriz 3. Cribada o de Importancia**.

De los 70 impactos ambientales identificados, 15 son considerados Irrelevantes o Compatibles y 55 son considerados Moderados y representan el 79% del total de impactos ambientales identificados; de estos 55 impactos moderados 22 son Negativos y 33 son Positivos, esto se puede observar en la **Matriz 4. De Importancia Final** en donde únicamente se presentan los impactos con un valor de Importancia igual o mayor a 25.



El 35 % de los impactos negativos (12) son de magnitud compatible o irrelevante, es decir que, no obstante, su naturaleza negativa su valor de importancia es muy poco, y son impactos que tienen un efecto o permanencia fugaz, es decir, que sus efectos cesan en el momento en el cual la actividad que los genera deja de llevarse a cabo, como es el caso del ruido.



Los impactos negativos a tomar en consideración son los moderados (22), ya que estos generan alteraciones en el ambiente, pero con las medidas de prevención y mitigación adecuadas es posible minimizar los efectos negativos de estos impactos, buscando siempre equilibrar o recuperar las condiciones ambientales del sitio del proyecto.

Los impactos Positivos de Magnitud Moderada (33) se dan principalmente en la etapa de operación y mantenimiento, que es cuando se cumple con el objetivo del proyecto que es llevar a cabo una Actividad Económica Primaria como es la Minería, en este caso en particular de materiales pétreos en el cauce del rio Cahoacán, la Promovente obtendrá un beneficio económico que le permita ir recuperando su inversión y volverlo un Proyecto Rentable, al mismo tiempo que representa la creación de empleos temporales y permanentes para los habitantes del municipio de Tapachula, su cabecera municipal y las comunidades cercanas al sitio del proyecto.

Actualmente todos los sectores económicos dedicados a la construcción están recuperándose y reactivándose, la minería es una de las actividades del sector consideradas como esenciales ya que mediante esta actividad se obtienen diversos materiales necesarios para la industria de la construcción es por eso que el desarrollo del proyecto representara un gran beneficio para diferentes sectores económicos, sobre todo en el área de influencia del Proyecto.

Cabe mencionar que, si bien no se evaluaron impactos positivos severos, si hay un mayor número de impactos con valores de importancia mayores a los negativos. En términos generales a partir del análisis de los resultados del método de evaluación utilizado, se concluye que el proyecto se equilibra respecto de los impactos negativos y positivos a generar, considerando a los impactos compatibles y mitigables.

5.1.3.3.1 Impactos ambientales identificados por cada etapa del proyecto

Etapa de preparación del sitio



En esta etapa las actividades de delimitación de la zona de extracción, zona federal y área del proyecto presentan niveles de importancia negativos, pero de bajo valor, el impacto es por la posible contaminación al suelo y al agua por las mojoneras, es un impacto temporal puesto que en cuanto se termine el tiempo de extracción se retira la maquinaria y equipo.



Imagen 5.2.- Vegetación presente en la Zona Federal del sitio del proyecto.

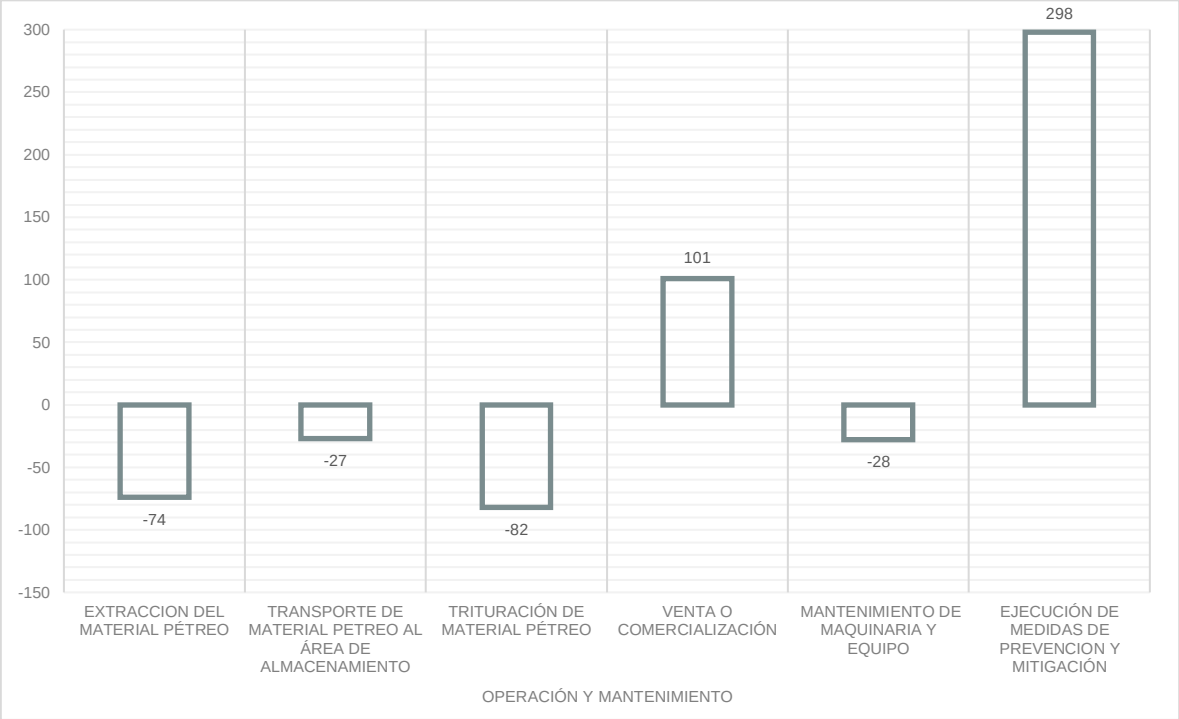
Por lo contrario, las actividades de limpieza se equilibran, ya que en el predio y zona federal aún se pueden encontrar vegetación ruderal o de poca importancia; no se requiere el uso de maquinaria pesada, pero sí de la entrada de personal, lo que influye de manera negativa en la fauna del sitio pues esta se desplaza hacia otros lugares a causa del ruido; se deberá dar un correcto manejo a estos residuos para que no terminen en el cuerpo de agua, y para no afectar la calidad del paisaje con el amontonamiento de basura; cabe mencionar que este es un problema existente ya que en la visita de campo se pudo observar la presencia de residuos en el cauce del río Cahoacán, por lo que la limpieza del cauce sería un impacto positivo.



Imagen 5.3.- Montículo de basura en el cauce del río.

Etapa de operación y mantenimiento

En esta etapa del proyecto la extracción del material, transporte del material al sitio de almacenamiento y la trituración, son las actividades de mayor impacto negativo, la extracción por los efectos sobre la calidad del agua, ya que se pueden afectar las características físico químicas y perceptibles del agua como es el aumento de la turbiedad del agua lo que condiciona su uso para actividades de baño y pecuarias (abrevadero de ganado); además de los cambios morfológicos que pueden producirse en el cauce del río derivados de la extracción del material como en ensanchamiento del cauce, cambios en el perfil y el aumento del transporte de sólidos que este fenómenos podría verse como algo positivo dado la naturaleza del proyecto; el almacenamiento de material impacta el suelo puesto que el tiempo que dure el proyecto esta área del suelo perderá propiedades agrícolas y será compactado además de que es un impacto sobre la calidad visual del paisaje del sitio, también están la trituración del material pétreo que genera polvos y partículas y aumento del nivel ruido y el mantenimiento que genera residuos peligrosos y como consecuencia de un mal manejo contaminación del suelo y como algo extraordinario del agua.



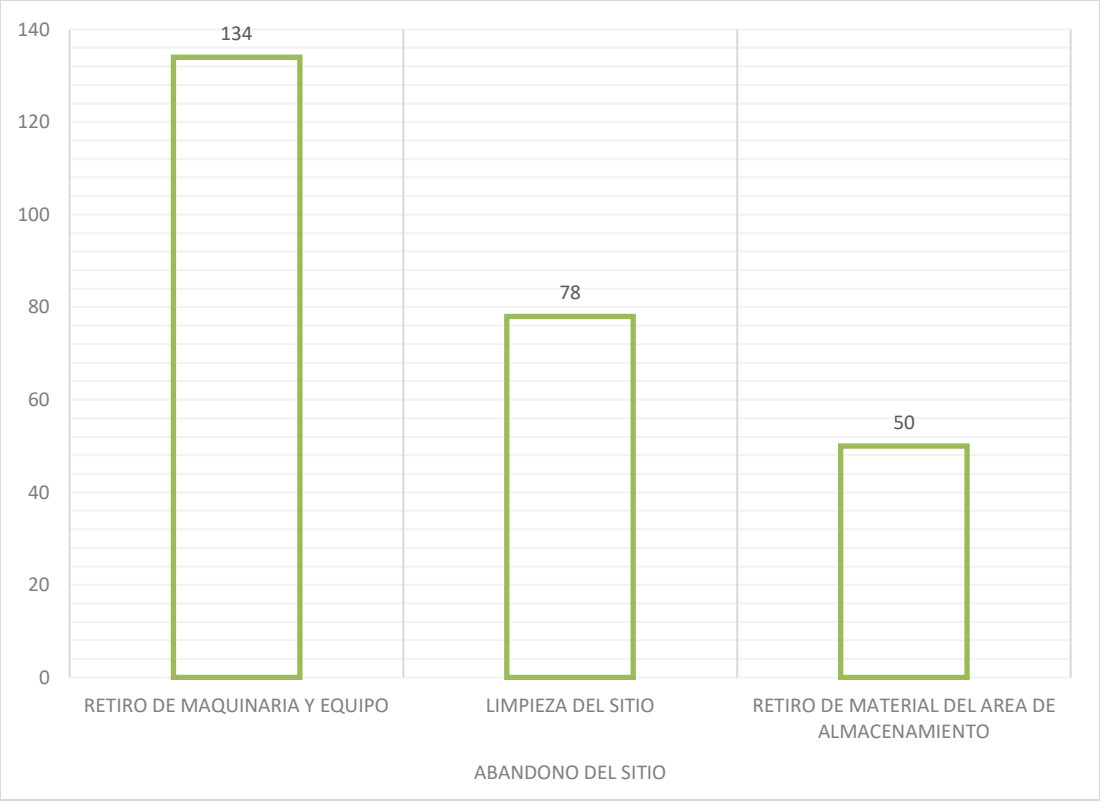
La venta y comercialización del material es de las actividades con mayor importancia positiva en esta etapa del proyecto pues representa fuentes de empleo e ingresos económicos a los involucrados en el proyecto; se contribuye al desarrollo económico de la región y representa una opción más para los involucrados en la actividad de la construcción al mismo tiempo que se fomenta la oferta con mejores precios competitivos en el mercado del material para la construcción.

La ejecución de las medidas de prevención y mitigación es la actividad de mayor impacto positivo, la Promovente pretende aplicarlas durante todas las etapas del proyecto y aún más en la etapa de operación, con el objetivo de disminuir y prevenir los impactos negativos que se pudieran presentar, esta es la razón de que las actividades a llevar a cabo sean las de mayor importancia positiva.

Etapa de abandono del sitio.

En la etapa de abandono del sitio todas las actividades que se llevan a cabo son de importancia positiva; las actividades de extracción cesan y se retira la maquinaria del sitio de extracción, también se retiran las boyas o mojoneras utilizadas para la delimitación de la zona de extracción, se limpia las zonas federales de cualquier resto de material que pudiera quedar remanente; una vez que se haya comercializado todo el volumen extraído, las zonas que se utilizaban como almacenamiento deben quedar libres de todo material pétreo.

Se hace una limpieza general tratando de retirar todos los residuos sólidos urbanos (RSU), de manejo especial (RME) y peligrosos (RP) que pudieran encontrarse en el sitio, y se disponen con el servicio de limpia municipal para el caso de los RSU, con empresas recicladoras para los RME y con empresas autorizadas por la SEMARNAT para los RP.



Estas actividades generan impactos positivos sobre todo en la calidad del paisaje al ya no existir montículos de material fragmentando la calidad escénica; con el paro de la trituradora disminuirá el ruido en el sitio al igual que la concentración de polvos y partículas.

Las maquinaria será retirada (retroexcavadoras, cargadores frontales, trituradora) por lo tanto ya no se hará ningún tipo de mantenimiento en donde se generen residuos peligrosos, y se afecte la calidad del aire por emisión de gases contaminantes.

En esta etapa se aplicarán también las medidas de mitigación y compensación que serán planteadas en el capítulo VI, las cuales tiene el objetivo de compensar los impactos ambientales negativos causados al sitio del proyecto.

Contenido

6 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales..... 2

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 3

6.2 Impactos residuales 9

6 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental define en su artículo 3, fracciones:

> ***XIII. Medidas de prevención:*** *Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;*
>
> ***XIV. Medidas de mitigación:*** *Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas;*

Las medidas de prevención y mitigación serán aplicadas en las diferentes etapas del proyecto tomando en cuenta el componente ambiental afectado. Para definir las medidas de prevención y mitigación de los impactos a los componentes ambientales, fue necesario primero identificar los atributos relevantes del sitio y del proyecto para poder identificar los posibles impactos que las actividades generarían, ejercicio realizado en el capítulo V de esta MIA-P.

FACTOR	SUBFACTOR	INDICADORES
AIRE	*CONFORT SONORO*	Amento del nivel de ruido
	POLVOS, HUMOS, PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	Aumento de los niveles de polvo y partículas suspendidas.
	NIVELES DE CONTAMINANTES AL AIRE (NOX, SOX, COX)	Oscurecimiento de los gases de combustión de motor.
TIERRA-SUELO	*CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SUBSUELO*	Porcentaje de la superficie afectada, nivel de elementos extraños y ajenos en las capas del suelo.
AGUAS CONTINENTALES	*CALIDAD DEL AGUA*	Presencia de elementos ajenos que pudieran condicionar su uso.
PROCESOS	*DINAMICA DE CAUCES*	Superficie o longitud, afectados por fenómenos de erosión-sedimentación, cambios en las riberas.
VEGETACIÓN	*ESPECIES VEGETALES DE BAJO VALOR*	Cambios en la densidad de la vegetación. Existencia de ejemplares dentro de la nom-059-semarnat 2011.
	VEGETACIÓN NATURAL DE MEDIO VALOR	
FAUNA	*FAUNA ACUÁTICA*	Alteración del hábitat por el impacto directo hacia el cuerpo de agua, y por el aumento de los niveles de ruido que alejan a la fauna local existente. Existencia de ejemplares dentro de la nom-059-semarnat 2011.
	ESPECIES Y POBLACIONES EN GENERAL	
PROCESOS DEL MEDIO BIOTICO	*MOVILIDAD DE LAS ESPECIES*	

PAISAJE INTRINSICO	*UNIDADES DE PAISAJE*	Calidad del paisaje.
ESTRUCTURA DE OCUPACIÓN	*EMPLEO*	Empleos generados.
CARACTERÍSTICAS CULTURALES	*CALIDAD DE VIDA*	Población afectada.
ACTIVIDADES Y RELACIONES ECONÓMICAS	*ACTIVIDADES ECONÓMICAS INDUCIDAS* *AREAS DE MERCADO*	Sinergismo del proyecto, posibilidad de replicarse.

En este sentido, en la presente Manifestación de Impacto Ambiental se describen las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos; que serán implementadas durante las distintas etapas del proyecto.

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

De acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales, se sugieren a continuación las medidas preventivas, correctivas y de mitigación más significativas en forma de actividades por etapa del proyecto. Estas medidas son enunciativas más no limitativas.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
AIRE	Aumento de niveles sonoros, niveles de polvos y partículas.	- Se deberán utilizar equipos silenciadores para disminuir el ruido y evitar de este modo molestias tanto al personal que labora el proyecto, como a las personas de las áreas vecinas. -Las actividades del proyecto se limitarán al horario diurno, evitando afectar a la población con sonidos desagradables en horarios de descanso. -Los equipos y maquinaria empleados deberán estar en condiciones óptimas con la finalidad de evitar contaminación del aire por emisión excesiva de humos, partículas y gases producto de la combustión interna de sus motores. - Se deberá humedecer el suelo de las áreas del proyecto para disminuir las emisiones de polvo a la atmosfera.
TIERRA -SUELO	Contaminación del suelo	-Se delimitará el acceso al área de extracción y las zonas Federales, de acuerdo a los límites que establezca la

		Comisión Nacional del Agua. -Será responsabilidad del Promovente, el evitar la acumulación de desechos en el área del proyecto, originados por las actividades humanas -Se deberá respetar el área establecida en los planos topográficos del proyecto, evitando afectar superficies no autorizadas.
VEGETACIÓN	Cambios en la densidad de la vegetación.	-No se realizará el derribo de vegetación existente en los bordos del río, aunque esta se pueda considerar insignificante, desde el punto de vista arbóreo o arbustivo, salvo el acceso al área de extracción. -En los caminos de acceso no se cortará ninguna especie que se localice fuera del eje del proyecto asignado para la construcción del mismo -Como una medida de compensación se propone revegetar los bordes del río utilizando especies existentes en el sitio. -Se prohíbe la extracción o comercialización de cualquier especie presente en el área.
FAUNA	Reducción del número de especies.	- Se propone que personal calificado en la materia realice un recorrido previo en todo el trazo del camino, con la finalidad de determinar la ubicación de posibles nidos de aves, mamíferos y reptiles, principalmente para que puedan ahuyentarlos o reubicarlos, la limpieza de la vegetación ruderal, será gradual, con el fin de dar tiempo a que la escasa fauna presente abandone el lugar. -Se prohíbe la caza, captura o comercialización de cualquiera de las especies de fauna presente en el área

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO	MEDIDA PROPUESTA
AIRE	Amento del nivel de ruido Aumento de Niveles de polvo y partículas suspendidas. Aumento de emisiones de gases contaminantes.	-Las actividades del proyecto se limitarán al horario diurno, evitando afectar a la población cercana con ruido en horarios de descanso. - Se deberán utilizar equipos silenciadores en la maquinaria para disminuir el ruido, el personal que labora el proyecto deberá usar equipo de protección auditiva. -Humedecer los caminos internos y de acceso durante las jornadas de trabajo, para evitar la dispersión de polvo. -Para el traslado del material pétreo a los puntos de venta, el material pétreo transportado deberá ser cubierto con lona para evitar la dispersión de partículas a causa del viento. -Se mantendrá la maquinaria en las condiciones óptimas, que cuenten con la verificación necesaria por medio del programa de mantenimiento preventivo con el fin de mantener las emisiones de gases contaminantes y humos bajo los límites normativos.
TIERRA-SUELO	Porcentaje de la superficie afectada, nivel de elementos extraños y ajenos en las capas del suelo.	-Los residuos sólidos no peligrosos, se colocarán en tambos metálicos o plásticos, plenamente identificados para dichos fines, los cuales habrán de contar con tapa para evitar efectos nocivos. - Los residuos posteriormente se retirarán y serán recolectados por el servicio de limpia del municipio de Tapachula; con ello se evitará la contaminación y afectación del paisaje por basura acumulada a causa del proyecto. -Ejecutar un programa de inspección y mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo para mantener en buenas condiciones los vehículos empleados en la actividad extractiva para evitar fugas de combustible y/o lubricantes. -El mantenimiento que se realice a la maquinaria y equipo deberá llevarse a cabo en las áreas que se tienen establecidas para esa actividad, con el objeto de prevenir la

		contaminación de los elementos ambientales (suelo y agua). -De ninguna manera se permitirá almacenar sustancias peligrosas fuera del almacén acondicionado para dicho fin, con ello se estaría evitando el derrame y contaminación del suelo, evitando la afectación de la vegetación aledaña por contaminación del suelo o la posibilidad de incendio.
AGUAS	Calidad	-Se delimitará el acceso, el área de extracción y las zonas Federales, de acuerdo a los límites que establezca la CONAGUA. -Se colocarán mojoneras para indicar los límites de la superficie permitida a extraer el material pétreo - La maquinaria a utilizar en la extracción deberá cumplir con los mantenimientos preventivos con el fin de evitar derrames accidentales. -Se llevará un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para evitar que estos vayan a dar al cuerpo de agua.
PROCESOS	Superficie o longitud, afectados por fenómenos de erosión-sedimentación, cambios en las riberas. Cantidad relativa de materiales en suspensión. Turbidez del agua. Cantidad de material desplazado.	-La extracción se hará en contra del sentido del agua (empezando aguas abajo), de manera escalonada de acuerdo al programa de extracción. -El avance en la extracción de material pétreo estará en función del recurso, se espera que los volúmenes extraídos anualmente sean repuestos por los procesos naturales de transporte del río. -Ejecutar las obras en los tiempos programados y en áreas destinadas para ello, apegarse a los procedimientos técnicos establecidos por la CONAGUA -Se tendrá como cuidado en respetar la línea base del perfil del río para evitar su socavación, por lo que al principio de cada anualidad se evaluaran los volúmenes extraíbles totales -Se colocarán mojoneras para indicar los límites de la superficie permitida a extraer el material pétreo. -Como una medida de compensación se propone revegetar los bordes del río

		utilizando especies existentes en el sitio, esto con el fin de proteger el borde natural existente y evitar en ensanchamiento del cuerpo del agua. -El perímetro de las zonas de almacenamiento deberá ser forestado con especies nativas fijadoras de suelo, vigilando su desarrollo y propiciando el mantenimiento necesario para que cumplan su función. Lo anterior con el objeto de favorecer la compactación del suelo y evitar erosión.
VEGETACIÓN	Cambios en la densidad de la vegetación.	-Para evitar el daño a áreas circunvecinas por parte de la maquinaría es importante solicitar a los operadores, maniobrar la maquinaria exclusivamente dentro del área de la línea del proyecto, para evitar ampliar los radios de afectación -Delimitar una zona en la ribera o bordes del río para llevar a cabo actividades de revegetación con especies nativas del sitio.
FAUNA	Alteración del hábitat.	-Con lo que respecta a la fauna se propone que personal realice un recorrido previo en todo el trazo del camino, con la finalidad de determinar la ubicación de posibles nidos de aves, mamíferos y reptiles principalmente; de ser posible reubicarlos en áreas aledañas; los recorridos serán también con el fin de ahuyentar la fauna. -Estará prohibido la caza y/o la extracción de especies de fauna silvestre presente en el área del proyecto.
PAISAJE INTRINSICO	Calidad del paisaje.	-Se evitará dejar los equipos y maquinarias dentro sitio de extracción y la zona federal. -El material producto de las obras de extracción y que no se reutilice deberá acamellonarse fuera de la zona federal evitando formar montículos aislados. -Colocar contenedores de residuos sólidos urbanos, con ello se evitará la contaminación y afectación del paisaje por basura acumulada a causa de la obra.

ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO	MEDIDA PROPUESTA
AIRE	Disminución del nivel de ruido Disminución de Niveles de polvo y partículas suspendidas.	-Una vez terminadas las actividades de extracción, se movilizará la maquinaria fuera de las zonas del proyecto. -Cesarán las actividades de extracción y trituración por tal motivo las emisiones contaminantes al aire disminuirán dramáticamente, de igual manera el nivel de ruido disminuirá.
VEGETACIÓN **FAUNA**	Reforestación Recuperación del hábitat	-Los impactos negativos pueden minimizarse estableciendo vegetación, al concluir las obras sobre la zona federal y en los bordes del río, lo cual también sirve como medida contra el ruido y es paisajísticamente recomendable, además que sirven como retenedores de suelos controlando el proceso de erosión. Así mismo se contempla realizar la reforestación en áreas aledañas.
PAISAJE INTRINSICO	Aumento en la calidad del paisaje.	Una vez terminadas las actividades de extracción, se movilizará la maquinaria fuera de las zonas del proyecto y limpiaran todas las áreas de material remanente, para que estas queden libres para su recuperación.

MEDIDAS GENERALES DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

- Se delimitarán las diversas zonas del proyecto por medio de letreros alusivos que señalen las actividades que se realizan en el área.
- Se colocarán rótulos a la entrada del predio en donde se indique el número de título de concesión y oficio de resolución ambiental.
- Se deberá impartir pláticas de concientización ambiental para informarles las medidas de mitigación a implementar, así como incentivar su participación en ellas.
- Quedan prohibidas las actividades de mantenimiento de maquinaria sobre el cauce del rio, así como el lavado de los equipos y de la maquinaria que resulte en la contaminación del agua
- Los trabajadores, para desarrollar sus actividades correspondientes, deberán contar con la vestimenta y equipo de trabajo adecuado, como lo son: botas, cascos, guantes, equipo de protección auditiva de ser necesario, y ropa de algodón de manga larga

- Los salarios de los trabajadores deberán estar de acuerdo a su grado de estudio y nivel de experiencia en el desarrollo de las diversas actividades. Así mismo deberán contar con un seguro médico para hacer atendidos en caso de cualquier emergencia.
- Se deberá hacer el reporte hacia la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), con copia de conocimiento a la SEMARNAT y PROFEPA, de la cantidad de material extraído de forma diaria mensual y anual. Así también, se deberá cubrir las cuotas vigentes que marque la Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas Nacionales por el volumen de material extraído.
- En sí las actividades de dragado constituyen una medida de prevención de daños a cultivos y sociedad circundante al cauce del rio, los cuales han sufrido de antaño los embates de las altas crecidas de este cuerpo de agua cobrando vidas y con altas pérdidas materiales. Por ello las medidas que se pueden plantear para este tipo de proyectos más bien corresponden a los impactos indirectos que se pudieran presentar por la demanda de insumos. Es decir, garantizar la aplicación de medidas en otras áreas afectadas principalmente por la extracción de materiales pétreos.
- De acuerdo a los resultados de la metodología los componentes ambientales que requieren de mayor atención son el suelo, el agua, el aire, y los procesos del medio inerte. En ese sentido se proponen medidas preventivas, de mitigación y compensación según se considere aplicable.
- Una vez iniciado el proyecto hasta su culminación, constantemente deberán realizarse monitoreos de vigilancia con la finalidad de que se cumpla con las medidas de compensación a las afectaciones que en su momento se generen.

Una actividad que complementará y reforzará las medidas de mitigación, es la de la supervisión y vigilancia ambiental que se propone se implemente, durante todas las etapas del proyecto, ya que mediante esta se verificará el cumplimiento e implementación de las medidas ambientales, así como el seguimiento de los procesos que generen algún impacto al ambiente.

6.2 Impactos residuales

En cuanto a la identificación de los impactos residuales; asumiendo la definición que establece el Reglamento de la LGEEPA en su Artículo 3° Fracción X:

» **X.- Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.,

Considerando las definiciones anteriores, se presentan los impactos residuales, derivados de las actividades del proyecto:

» RÉGIMEN HÍDRICO, TRANSPORTE DE SÓLIDO, EROSIÓN FLUVIAL, DINÁMICA DE CAUCES.

Respecto al cauce se crearía un impacto residual “temporal”, por el proceso de extracción de material pétreo, ya que el Río presenta una corriente de tipo perenne, por lo que, mediante el arrastre de sedimentos, el área afectada volvería a regenerar su aspecto original. Además, se dará cumplimiento a los procedimientos técnicos establecidos por la Comisión Nacional del Agua, para este tipo de actividad y afectar en lo mínimo el cauce

El carácter de residual de los impactos anteriores es consecuencia de la existencia de más sitios de extracción sobre el cauce del río; como actividad única la extracción del material no tendría este carácter ya que al ser una actividad discontinua (no se realiza todo el año)no causaría impactos acumulativos o residuales, además de que existen un tiempo para que el sistema pueda recuperarse, sin embargo al encontrarse a lo largo del cauce del río otros sitios donde se realiza la misma actividad de manera clandestina u autorizada crea una sinergia aumentado el impacto sobre el sistema.

» CONTAMINACIÓN DEL SUELO, ESTABLIDLIAD.

Las áreas de almacenamiento y de maniobra, aunque en la actualidad ya se encuentran desprovista de vegetación y por lo tanto ya están impactadas, “podría considerarse” un impacto residual, debido a que la vegetación natural existente años atrás, difícilmente se recuperaría; sin embargo, se tiene la alternativa de llevar a cabo una reforestación en las áreas del proyecto donde sea factibles y/o en los bordes del río. Aunque también pueden llevarse actividades de reforestación en otras áreas de los alrededores como una medida de compensación.

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1

7.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO 1
7.1.1 ESCENARIO TENDENCIAL (SIN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO) 1
7.1.2 ESCENARIO MODIFICADO (CON PROYECTO Y SIN LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN) 1
7.1.3 ESCENARIO PRONOSTICADO O REMANENTE (CON PROYECTO Y CON LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN) 2
7.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 3
7.2.1 ALTERNATIVAS DE SITIO / UBICACIÓN 3
7.2.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS (MÉTODO DE EXTRACCIÓN) 3
7.2.3 ALTERNATIVA CERO (NO DESARROLLO DEL PROYECTO) 3
7.3 CONCLUSIÓN SOBRE LA VIABILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO 4

7 Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas

7.1 Pronóstico del escenario

El pronóstico ambiental se realiza mediante un análisis comparativo de modelos predictivos que contrastan la evolución natural y antrópica del sitio frente a la introducción de las obras de extracción de materiales pétreos.

7.1.1 Escenario Tendencial (Sin la ejecución del proyecto)

En caso de no ejecutarse el proyecto, el Sistema Ambiental (SA) continuará bajo la influencia de los procesos de degradación histórica documentados en el diagnóstico. La cercanía con la mancha urbana de Tapachula y la localidad de Guadalupe Victoria acelerará la fragmentación de la matriz agrícola actual (cultivos perennes y pastizales inducidos) debido a la expansión periurbana no planificada.

- **Componente Abiótico:** El Río Cahoacán mantendrá su dinámica fluviotorrencial de alta energía. Durante las temporadas húmedas bimodales (con máximos en septiembre de hasta 545.4 mm), se seguirán presentando avenidas extraordinarias que erosionarán de forma natural los taludes de Cambisoles éutricos. No obstante, la falta de un manejo y desazolve controlado de los sobredepósitos de material pétreo generará cambios locales en el perfil de equilibrio del cauce, incrementando potencialmente el riesgo de desbordamientos e inundaciones laminares aguas abajo al reducirse la sección hidráulica útil del río.
- **Componente Biótico**: El corredor ripario periférico continuará sufriendo una degradación progresiva y silenciosa. La extracción ilegal de madera para combustible, los incendios inducidos en época de estiaje para el avance agropecuario y la severa proliferación de especies exóticas invasoras seguirán desplazando a la flora nativa relicta. La comunidad faunística local, predominantemente aviar (75.9% de abundancia) y adaptada a entornos con disturbio, experimentará una reducción en la calidad de sus microhábitats de forrajeo y refugio debido a la pérdida irreversible de conectividad ecológica en las márgenes del río.

7.1.2 Escenario Modificado (Con proyecto y sin la aplicación de medidas de mitigación)

Este escenario modela un aprovechamiento extractivo desmedido e irresponsable dentro del cauce del Río Cahoacán, lo que detonaría una sinergia de impactos negativos severos de carácter irreversible:

- **Impactos Abióticos Críticos**: La operación sin control de maquinaria pesada directamente sobre el flujo activo provocaría un incremento crítico en la turbidez del agua por la resuspensión constante de sedimentos finos, inutilizando el recurso para los usuarios agrícolas aguas abajo. Adicionalmente, la remoción desmesurada de material

pétreo alteraría el gradiente longitudinal del río, provocando erosión regresiva (degradación del lecho) aguas arriba y desestabilizando los taludes marginales debido al fracturamiento preexistente (Sistemas NE 10° SW y NE 60° SW). Al ser el Soconusco (0710) un acuífero libre con niveles freáticos someros de alta transmisividad, el desecho o fugas accidentales de hidrocarburos, aceites y grasas por la maquinaria lixiviarían directamente hacia el subsuelo, comprometiendo la calidad de las aguas subterráneas aprovechadas por norias comunitarias.

- **Impactos Bióticos Críticos**: La ausencia de delimitación perimetral resultaría en la destrucción mecánica de los relictos de vegetación ripariana sobrevivientes. La emisión de niveles de ruido superiores a los límites permisibles por la operación simultánea de excavadoras y camiones de volteo provocaría el desplazamiento masivo y ahuyentamiento permanente de las poblaciones de vertebrados, interrumpiendo las rutas de tránsito y anidación de las 26 especies de aves registradas en el sitio, e impactando directamente a especies de herpetofauna de nula movilidad.

7.1.3 Escenario Pronosticado o Remanente (Con proyecto y con la aplicación de medidas de mitigación)

El escenario pronosticado real integra la ejecución del proyecto supeditada formalmente al Plan de Manejo Ambiental (PMA). Representa un modelo de aprovechamiento sustentable y controlado:

- **Estabilización del Medio Físico**: Al restringirse la extracción exclusivamente a los volúmenes de sobredepósito anual (recargados de manera natural por el río durante la temporada de lluvias) y respetando estrictamente las bermas de protección en las márgenes, el Río Cahoacán mantendrá su estabilidad morfológica y su perfil de equilibrio hidráulico. La prohibición absoluta de operar maquinaria en el lecho activo durante los meses de máxima precipitación (junio, septiembre y octubre) evitará el incremento de turbidez y eliminará el riesgo de afectación por avenidas extraordinarias. La vulnerabilidad del acuífero libre se neutraliza mediante la construcción de un patio de maniobras e infraestructura de mantenimiento provisional ubicada fuera del AID, dotada de lozas impermeables y trampas de grasas.
- **Conservación del Medio Biológico**: El respeto irrestricto a la franja de amortiguamiento biótico del corredor ripario garantizará que no se remueva vegetación arbórea perenne. Las actividades de ahuyentamiento previo, el control de la velocidad de los vehículos y la restricción de los horarios operativos a turnos exclusivamente diurnos mitigarán el impacto acústico sobre la fauna silvestre. El escenario remanente prevé que el ensamble de aves y reptiles continúe utilizando el corredor ripario como zona de refugio y tránsito, manteniendo la integridad funcional de los microhábitats evaluados.

7.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la selección de la configuración final del proyecto, se analizaron diversas variables bajo criterios de viabilidad técnica, económica y de minimización del impacto ambiental.

7.2.1 Alternativas de Sitio / Ubicación

- **Alternativa A (Bancos de material en laderas/canteras terrestres):** Implicaba la apertura de frentes de explotación en zonas de ladera estables o lomeríos agrícolas en la periferia de Tapachula. Esta opción fue descartada debido a que requería el desmonte total de vegetación secundaria y suelo orgánico (Cambisoles), incrementando radicalmente la tasa de erosión hídrica superficial, modificando el paisaje visual de la región del Tacaná y generando un alto riesgo de remoción en masa (deslizamientos) en una zona de alta sismicidad (Zona D).
- **Alternativa B (Sitio Seleccionado - Lecho del Río Cahoacán):** La extracción se restringe al cauce de un cuerpo federal dinámico. Presenta la ventaja ambiental de que el recurso pétreo se renueva de forma cíclica mediante el transporte de sedimentos de la cuenca alta, evitando la pérdida irreversible de suelos y vegetación clímax que ocurriría en un banco terrestre. Por ende, representa la alternativa de menor impacto ecológico residual.

7.2.2 Alternativas Tecnológicas (Método de Extracción)

- **Alternativa 1 (Extracción Manual/Artesanal):** El aprovechamiento mediante herramientas manuales reduce a cero las emisiones de ruido y el riesgo de contaminación por hidrocarburos. Sin embargo, fue descartada debido al alto riesgo operativo para los trabajadores ante el comportamiento fluviotorrencial del río (capaz de arrastrar bloques detríticos de gran magnitud) y su incapacidad técnica para realizar un desazolve homogéneo que optimice la sección hidráulica del cauce.
- **Alternativa 2 (Tecnología Seleccionada - Mecanizada Controlada):** Empleo de excavadoras hidráulicas acotadas a zonas de depósito seco (playones). Esta tecnología permite un avance ordenado, un control preciso de las profundidades de extracción para no superar el nivel de base del río, y garantiza la seguridad del personal, haciéndola viable ambientalmente bajo los lineamientos del PMA.

7.2.3 Alternativa Cero (No desarrollo del proyecto)

La "Alternativa Cero" implicaría la no realización de la obra. Si bien anularía los impactos locales transitorios del proyecto (ruido y tráfico de camiones), provocaría un impacto socioeconómico negativo indirecto a nivel regional. El crecimiento urbano e industrial de Tapachula demanda de forma sostenida materiales pétreos para infraestructura vial y vivienda.

Al cancelarse un banco legal y controlado, se incentivaría indirectamente la proliferación de sitios de extracción clandestina ("extracción hormiga") en la subcuenca, los cuales operan sin estudios de impacto ambiental, destruyendo por completo los corredores riparios y desestabilizando los cauces sin ningún tipo de medida de mitigación. Asimismo, se

incrementaría la huella de carbono regional al tener que transportar los materiales desde canteras mucho más distantes.

7.3 CONCLUSIÓN SOBRE LA VIABILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO

El análisis de los pronósticos ambientales demuestra que el proyecto **"Extracción de Materiales Pétreos en el Río Cahoacán"** es técnicamente factible y ambientalmente viable.

Los impactos ambientales potencialmente severos identificados en el escenario modificado se concentran de forma exclusiva en las etapas de preparación del sitio y explotación, poseyendo un carácter local y reversible. Al aplicar de forma estricta e institucional las medidas de mitigación orientadas a la conservación del corredor ripario, la protección del agua del Acuífero Soconusco y el respeto a la dinámica hidráulica del río, el escenario remanente predice la conservación del equilibrio ecológico del sistema ambiental, justificando plenamente la autorización del proyecto desde la perspectiva del desarrollo sustentable.

Contenido

8 Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores 2
8.1 Formatos de presentación 2
8.1.1 Planos definitivos 2
8.1.2 Fotografías 2
8.1.3 Listas de flora y fauna 2
8.2 Otros anexos 2
8.2.1 Documentos legales 2
8.2.2 Cartografía consultada 2
8.2.3 Matrices de identificación y evaluación de impactos. 3
8.2.4 Otros formatos 3
8.2.5 Bibliografía 3

8 Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

8.1 Formatos de presentación

Se entrega un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental, y dos memorias USB, una que contiene 2 ejemplares uno en formato Word, otro en formato PDF, y ella segunda USB que contiene el archivo para consulta pública en formato PDF.

8.1.1 Planos definitivos

- Plano del sitio de extracción y de la zona federal en formato DWG. y PDF
- Plano de secciones en formato DWG y PFD

8.1.2 Fotografías

Se incluye Anexo Fotográfico donde podemos apreciar la zona de estudio y las condiciones actuales del sitio del Proyecto.

8.1.3 Listas de flora y fauna

Se incluyen en el capítulo 4 de esta MIA-P.

8.2 Otros anexos

8.2.1 Documentos legales

1. Registro Federal de Contribuyentes
2. Identificación oficial del promovente.
3. Certificado parcelario del predio colindante.
4. Identificación oficial del responsable técnico.

8.2.2 Cartografía consultada

Los mapas que se presentan son:

- Áreas naturales protegidas
- Tipo de Clima
- Deslizamientos
- Sismicidad
- Geología
- Erosión
- Hidrología Superficial
- Orto foto general

- Precipitación
- Temperaturas
- Topoformas
- Sistema Ambiental
- Tipo de suelo
- Ubicación Específica
- Ubicación Regional
- Tipo de Vegetación Serie VII (2018)

8.2.3 Matrices de identificación y evaluación de impactos.

Se incluyen 4 matrices

1. Matriz de identificación de impactos ambientales
2. Matriz de evaluación de impactos ambientales
3. Matriz cribada de impactos ambientales
4. Matriz de importancia de los impactos ambientales

8.2.4 Otros formatos

- Ubicación del proyecto, sitio de extracción y predio en formato .kmz y .kml
- Sistema ambiental del proyecto en formato .kmz y .kml
- Coordenadas del proyecto en formato Excel

8.2.5 Bibliografía

Ayala, C. F. J. (2002). Introducción al análisis y gestión de riesgos. Riesgos naturales. Editorial Ariel.

Ayuntamiento de Tapachula / CENAPRED / Universidad Autónoma de Chiapas: Atlas de Peligros de la Ciudad de Tapachula, Chiapas (Ediciones de 2004 y 2011, con aportaciones técnicas de Córdova y Ordóñez).

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2003). Zonificación de Peligro Sísmico de la República Mexicana. Secretaría de Gobernación.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2004). Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2003.

Comisión Federal de Electricidad (CFE). (1993). Manual de Obras Civiles: Diseño por Sismo.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP): Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Soconusco (0710), Estado de Chiapas. Diario Oficial de la Federación (DOF) / Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México.

Comité Promotor del Geoparque Volcán Tacaná: Documentación técnica de la propuesta Aspiring Geopark Región Volcán Tacaná, Chiapas, México (UNAM / UNESCO).

Conesa Fernández. - Vitora Vicente, 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. - Tercera Edición, Madrid.

García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (5ª ed.). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

García, P. A., Macías, J. L., Arce, J. L., Mora, J. C., Hughes, S., Saucedo, R., Espíndola, J. M., Escobar, R., & Layer, R. (2006). Geological evolution of the Tacaná Volcanic Complex, México-Guatemala. In W. I. Rose, G. J. S. Bluth, M. J. Carr, J. W. Ewert, L. C. Patino, & J. W. Vallance (Eds.), Volcanic hazards in Central America: Geological Society of America Special Paper 412, pp. 39-57.

Gómez Orea, Domingo, 1999. Evaluación del Impacto Ambiental, Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental. - Ediciones Mundi-prensa. - Ed. Agrícola Española, S.A. de C.V.

Guzmán, S. M., & Meneses R., J. J. (2000). The North America Caribbean plate boundary west of the Motagua Polochic fault system: a fault jog in Southeastern Mexico. Journal of South American Earth Sciences, 13, 459-468.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2014). Guía para la interpretación de la cartografía: Edafológica. México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía): Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII (Escala 1:250,000).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1998). Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, Hoja Huixtla (D15-2), Escala 1:250,000. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2001). Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas, Hoja Huixtla (D15-2), Escala 1:250,000. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2004). Ortofotos digitales escala 1:20,000: Vuelo 1996, Blanco y Negro.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Tapachula, Chiapas. Aguascalientes, México.

IUSS Working Group WRB. (2022). World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna.

Macías, J. L., Espíndola, J. M., García, P. A., Scott, K. M., Hughes, S., & Mora, J. C. (2000). Late Holocene Peléan-style eruption at Tacaná Volcano, Mexico and Guatemala: Past, present, and future hazards. Geological Society of America Bulletin, 112(8), 1234-1249.

Secretaría de Desarrollo Social & Consejo de Recursos Minerales (SEDESOL - COREMI). (2004). Guía metodológica para la identificación y zonificación de peligros a nivel de zona urbana. 101 p.

Servicio Geológico Mexicano (SGM) & Secretaría de Seguridad Pública (SSP). (2005). Atlas de Riesgos del Estado de Chiapas: Informe técnico. 137 p.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2004). Atlas de peligros de la ciudad de Tapachula Córdova y Ordoñez, Chiapas 2004. Convenio SGM - Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Chiapas.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2011). Atlas de peligros de la ciudad de Tapachula Córdova y Ordoñez, Chiapas 2011. Convenio SGM - Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Chiapas.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2011). Atlas de peligros de la ciudad de Tapachula, Chiapas. Memoria técnica del análisis edafológico y geológico de la llanura costera del Soconusco.

Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2011). Atlas de peligros de la ciudad de Tapachula Córdova y Ordoñez, Chiapas 2011. Convenio SGM - Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Chiapas (Capítulos correspondientes a Hidrología, Climatología y Geohidrología del Soconusco).

Sotelo-Ruiz, E. D., Luz-Leyva, de la, S., & Palma-López, D. J. (2011). Geografía de suelos de Chiapas: una aproximación edafológica regional. Universidad Autónoma de Chiapas.

Thorne, L., & Terry, C. W. (1995). Modern global seismology. Academic Press sustentable.