

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas



Facultad de Ingeniería

Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Informe técnico

Diagnóstico del aprovechamiento de materiales pétreos en el predio particular Montecristo, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Para obtener el título de:

Ingeniero ambiental

Presenta:

Rosa Itzel Montejo Hernández

Director:

Dr. en C. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Asesores:

M. en C. Ulises Gonzáles Vázquez

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Octubre de 2024
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA GENERAL

DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES

DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR

ДИРЕКЦИОНАЛНИ СЕРВИСИ

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Fecha: 24 de octubre de 2024

C. Rosa Itzel Montejo Hernández

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Ambiental

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Diagnóstico del aprovechamiento de materiales pétreos en el predio particular Montecristo, Tuxtla

Gutiérrez, Chiapas.

En la modalidad de: Informe Técnico

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Mtro. Ulises González Vázquez

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Firmas:

Ccp. Expediente



AGRADECIMIENTOS

A Dios

No tengo las palabras correctas para expresar y agradecer el infinito amor que me ha dado, por darme salud en todo este tiempo, por todas las bendiciones y por su protección.

A mis padres

Por brindarme todo su apoyo incondicional, su confianza y amor, que sin ellos no hubiera logrado culminar la carrera, que día a día me motivan para seguir adelante y ser mejor persona, por enseñarme que con esfuerzo, dedicación y pasión se logra todo.

A mis hermanos, agradezco a cada uno de ellos por su gran apoyo, por su amor y comprensión, que sin ellos no hubiera logrado llegar hasta aquí.

A mis abuelos

Mis abuelitos que me motivaron a luchar por las cosas que quiero, por darme tanto amor, les dedicó este gran logro, a pesar de estar distanciados a lo largo de mi carrera, siempre fueron mi fuente de inspiración y motivación.

A mi director

Gracias por creer en mí, por brindarme sus conocimientos y guiarme en este proyecto tan importante, por todas sus correcciones y llamadas de atención que me hacían crecer.

A mis asesores

Por brindarme siempre su tiempo, paciencia y conocimiento en cada revisión.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. NORMATIVIDAD APLICABLE	9
2.1 Normatividad legal.....	10
2.1.1 En Materia de Aire	10
2.1.2 En Materia de Ruido.....	10
2.1.3 En Materia de Residuos.....	10
2.1.4 En Materia de Recursos Naturales	10
2.1.5 Norma Técnica Estatal.....	11
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. OBJETIVOS	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
5. MARCO TEÓRICO	14
5.1 Los materiales pétreos en México	14
5.2 Uso del suelo en Chiapas	15
6. METODOLOGÍA	17
6.1 Objetivo específico 1.....	17
6.2 Objetivo específico 2.....	17
6.3 Objetivo específico 3.....	19
6.4 Objetivo específico 4.....	19
6.5 Objetivo específico 5.....	26
6.6 Objetivo específico 6.....	26
7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	28
7.1 Ubicación de la zona de estudio, área de extracción previamente autorizada y área a solicitar.....	28
7.2 Descripción del sistema ambiental.....	30
7.3 Desarrollo del proyecto y proceso extractivo (programa de trabajo).....	37
7.4 Impactos ambientales encontrados en el proyecto.....	46
7.5 Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales identificados.....	52
7.6 Vinculación con las normas y regulaciones sobre el uso de suelo.....	55
8. CONCLUSIONES	63
9. ANEXO 1	65

9.1 Colindancias del predio.....	65
9.2 Vías de acceso	65
9.3 Ejecución de las actividades de desmonte.....	66
10. ANEXO 2	67
10.1 Residuos generados dentro del proyecto	67
10.2 Listado de flora identificada en el área de extracción.....	67
11. REFERENCIAS	69

FIGURAS

Figura 1. Ubicación geopolítica del predio	28
Figura 2. Situación proyectada del banco.	29
Figura 3. Ubicación de los polígonos de extracción.....	29
Figura 4. Topoformas presentes en el predio.	30
Figura 5. Sistema fisiográfico del área de estudio.....	30
Figura 6. Era geológica.	31
Figura 7. Rocas que predominan en el área de estudio.	31
Figura 8. Presencia de acuíferos.	32
Figura 9. Geohidrología del sitio.....	33
Figura 10. Presencia de pozos cerca del área del proyecto.....	33
Figura 11. Tipo de suelos en el área del proyecto.	35
Figura 12. Proceso de extracción de material pétreo.	39
Figura 13. Especies susceptibles para reforestar.	44
Figura 14. Ubicación del predio y de área del proyecto respecto al POETCH.....	57
Figura 15. ANP Federales y Estatales cercanas al proyecto.	59
Figura 16. Colindancias del predio.	65
Figura 17. Vías de acceso al área del proyecto	65
Figura 18. Ejecución de las actividades de desmonte.....	66
Figura 19. Residuos generados dentro del proyecto.....	67

TABLAS

Tabla 1. Normatividad aplicable.....	9
Tabla 2. Actividades del proyecto.....	20
Tabla 3. Componentes del sistema ambiental que podrían ser impactados.	21
Tabla 4. Criterios de calificación para matriz de identificación de impactos.	22
Tabla 5. Criterios de evaluación para la matriz de importancia.	25
Tabla 6. Coordenadas del polígono autorizado que se continuará extrayendo.....	28
Tabla 7. Coordenadas del nuevo polígono de extracción.....	28

Tabla 8. Características del Acuífero 0703 "Tuxtla"	34
Tabla 9. Listado de fauna	35
Tabla 10. Cronograma de actividades	37
Tabla 11. Diseño y explotación de las áreas solicitadas.	39
Tabla 12. Equipo y maquinaria dentro del predio.	41
Tabla 13. Especies de la familia Cactaceae encontradas dentro del predio.	43
Tabla 14. Coordenadas UTM del sitio para el rescate de flora.	45
Tabla 15. Matriz de identificación de impactos.....	46
Tabla 16. Matriz cribada de impactos ambientales.....	47
Tabla 17. Valoración del impacto ambiental.....	48
Tabla 18. Matriz de valoración de impacto ambiental.....	48
Tabla 19. Matriz de Importancia final.	49
Tabla 20. Vinculación con la Ley Orgánica Estatal.....	60
Tabla 21. Normas Oficiales Mexicanas y Normas Estatales que se vinculan al proyecto.....	62

1. INTRODUCCIÓN

Los materiales pétreos son aquellas sustancias de origen mineral utilizadas en la construcción y la industria. Su composición química y estructura física los hace fundamentales en diversas aplicaciones, desde la elaboración de cemento hasta la decoración arquitectónica.

Se obtienen de la naturaleza y están compuestos principalmente por minerales. Algunos ejemplos de materiales pétreos incluyen el mármol, el granito, la pizarra, la arenisca y la caliza.

Los objetos que nos rodean están fabricados para satisfacer las necesidades del ser humano y mejorar su calidad de vida: ropa, electrodomésticos, transportes, casas, teléfonos, ordenadores. Estos objetos se fabrican con una gran variedad de materiales cuya elección es fundamental si queremos que nuestro producto final cumpla su cometido.

Se han desarrollado innumerables materiales diferentes con características muy especiales para satisfacer necesidades muy concretas de nuestra compleja sociedad, metales, plásticos, vidrios y fibras. Actualmente los adelantos electrónicos más sofisticados se basan en el uso de semiconductores. Por eso, es importante conocer los tipos de materiales que podemos encontrar; sus características; saber elegir los que mejor se adapten a nuestro objeto y al sistema de fabricación que vamos a emplear; así como valorar las ventajas e inconvenientes de cada uno

Los materiales pétreos utilizados como material son las rocas. Éstos son agregados de partículas minerales muy grandes y sin forma determinada que se encuentran en la naturaleza. Son ejemplos, los granitos, mármoles y pizarras. Estos son materiales muy apreciados en la construcción, por ser muy resistentes a las condiciones medioambientales, pero presentan el inconveniente de tener un coste alto.

El objetivo del diagnóstico en materia de impacto ambiental es la continuación de extracción y procesamiento de material pétreo (Roca caliza) en el predio particular denominado Montecristo, ubicado en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, el cual que abarca una superficie total de 41-80-00 Ha.

Consiste en la extracción de material pétreo (piedra caliza) en el Predio Particular Montecristo. La causa principal que motiva la realización de continuación del proyecto es la existencia del banco en la zona de estudio, con posibilidades de aprovechamiento y la infraestructura necesaria para dicha actividad.

De acuerdo con las características geológicas del sitio, existe la posibilidad de seguir aprovechando el material pétreo que en él se encuentra, ya que las actividades de extracción se vienen realizando por más de ocho años, con las autorizaciones correspondientes para poder realizar la extracción por parte de la Autoridad competente, por lo que el área cuenta con las condiciones e instalaciones para poder continuar con la actividad de extracción.

Cabe señalar, que a pesar de ser un área que gradualmente se ha ido afectando e impactado por la extracción de materiales, al mismo tiempo se han ido cumpliendo los términos y condicionantes de las autorizaciones que han sido otorgadas por la Autoridad, promoviendo la recuperación paulatina del sitio. De esta manera, se puede considerar como una excepción para poder otorgar la autorización, siendo que en caso contrario se tendría que buscar una nueva zona para extraer, por lo que se impactaría zonas y áreas mejor conservadas, aunado al gasto económico que se derivaría de la realización de esta actividad.

Por las características del sitio y la factibilidad de este para su aprovechamiento, trae consigo los siguientes beneficios:

- El proyecto representa una alternativa viable desde el punto de vista económico para los propietarios del predio.
- La generación de una fuente importante de empleos y de ingresos en las zonas aledañas.
- Con la extracción del mineral se satisface la demanda de este tipo de material para las necesidades de las importantes obras que se realizan dentro del municipio y del Estado.

Asimismo, el área propuesta se encuentra en los límites de la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez, la zona de estudio es de tipo rural, enclavada en una zona montañosa donde la vegetación ha sido reemplazada en las zonas planas por usos urbanos (viviendas, comercios, servicios municipales, etc.).

En el caso particular del proyecto, su ubicación depende totalmente de la presencia del mineral sobre el que se encuentra el área del proyecto, como lo es la roca caliza (limolita-arenisca), ya que el objetivo de este es la obtención de agregados del petróleo para la industria de la construcción.

2. NORMATIVIDAD APLICABLE

NORMATIVIDAD APLICABLE PARA LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS	
LEY AMBIENTAL PARA EL ESTADO DE CHIAPAS	<p>Artículo 87. Corresponde a la Secretaría, la evaluación de la manifestación o estudios de impacto y/o riesgo ambiental con el objetivo de establecer los términos y condicionantes a que se sujetará la realización de obras y actividades de competencia estatal. Descrito en el siguiente apartado</p> <p>V. Exploración, extracción y procesamiento de materiales pétreos no reservados a la Federación, que constituyan depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como materiales aluviales (arena y grava), piedra caliza, arcilla, tezontle, pomacita y grava roja, del que pueda obtenerse cualquier beneficio.</p>
REGLAMENTO DE LA LEY AMBIENTAL PARA EL ESTADO DE CHIAPAS EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO Y/O RIESGO AMBIENTAL	<p>Artículo 7. Los interesados que pretendan llevar a cabo alguno de las obras o actividades comprendidas en la Ley, requerirán previamente la autorización de la Secretaría, y llevar a cabo el procedimiento de evaluación de la manifestación o estudios del impacto y/o riesgo ambiental, en el apartado V se describe V. Exploración, extracción y procesamiento de materiales pétreos no reservados a la Federación, que constituyan depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como materiales aluviales (arena y grava), piedra caliza, arcilla, tezontle, pomacita y grava roja, del que pueda obtenerse cualquier beneficio.</p>

Tabla 1. Normatividad aplicable

2.1 Normatividad legal

2.1.1 En Materia de Aire

NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Las normas se vinculan particularmente en la etapa de operación, con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario reemplazarlos por otros que si se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-045-SEMARNAT-2006. 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. 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.

2.1.2 En Materia de Ruido

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. Es de observancia obligatoria para vehículos automotores los cuales deberán garantizar sus condiciones óptimas. Los vehículos siempre deberán circular con el escape cerrado. Esta norma está vinculada con el proyecto en la etapa de operación y mantenimiento debido a la utilización de vehículos y/o maquinaria.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. La maquinaria y equipo que se utilice en el desarrollo del proyecto cumplirá con esta norma, y contará con un mantenimiento preventivo con la finalidad de que no sobrepasen los límites de emisión de ruido permitidos.

2.1.3 En Materia de Residuos

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Durante el desarrollo de algunas etapas del proyecto habrá generación de residuos peligrosos, por lo que se deberá ajustar a lo establecido en esta norma, en la que se señala el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, asimismo se incluyen los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales. Es de observancia obligatoria. Aplica en todas las etapas del proyecto para identificar si se está generando residuos peligrosos y en su caso dar la gestión integral correspondiente conforme a la legislación vigente.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos. En cualquier etapa del proyecto, se debe determinar la incompatibilidad de materiales a utilizar, por lo que se debe aplicar el procedimiento de acuerdo con la norma. Aunado a ello, se dará cumplimiento a lo establecido en el manejo de residuos peligroso en el envase, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los mismos.

2.1.4 En Materia de Recursos Naturales

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio lista de especies

en riesgo. La norma se vincula con el proyecto particularmente en la etapa de preparación del sitio, a fin de proteger las especies con algún estatus de conservación.

2.1.5 Norma Técnica Estatal

Norma Técnica Estatal NTAE-001-SEMAHN-2015. Que establece las condiciones y especificaciones para la explotación de bancos de materiales pétreos de competencia estatal, así como sus parámetros de diseño, explotación, restauración y abandono. Se seguirán los lineamientos de esta norma bajo los límites que establece, ya que es la norma regulatoria de los proyectos de extracción de materiales pétreos.

3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este diagnóstico es la continuación de extracción y procesamiento de material pétreo (Roca caliza) en el predio particular denominado Montecristo, ubicado en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, el cual que abarca una superficie total de 41-80-00 Ha.

De acuerdo con las características geológicas del sitio, existe la posibilidad de seguir aprovechando el material pétreo que en él se encuentra, ya que las actividades de extracción se vienen realizando por varios años, con las autorizaciones correspondientes para poder realizar la extracción por parte de la Autoridad competente, por lo que el área cuenta con las condiciones e instalaciones para poder continuar con la actividad de extracción.

Cabe señalar, que a pesar de ser un área que gradualmente se ha ido afectando e impactado por la extracción de materiales, al mismo tiempo se han ido cumpliendo los términos y condicionantes de las autorizaciones que han sido otorgadas por la Autoridad, promoviendo la recuperación paulatina del sitio.

Por las características del sitio y la factibilidad de este para su aprovechamiento, trae consigo los siguientes beneficios:

- El proyecto representa una alternativa viable desde el punto de vista económico para los propietarios del predio.
- La generación de una fuente importante de empleos y de ingresos en las zonas aledañas.
- Con la extracción del mineral se satisface la demanda de este tipo de material para las necesidades de las importantes obras que se realizan dentro del municipio y del Estado.

Asimismo, el área propuesta se encuentra en los límites de la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez, la zona de estudio es de tipo rural, enclavada en una zona montañosa donde la vegetación ha sido reemplazada en las zonas planas por usos urbanos (viviendas, comercios, servicios municipales, etc.).

4. OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar un diagnóstico para el aprovechamiento de materiales pétreos en el predio particular Montecristo, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Objetivos específicos

- Delimitar la ubicación de la zona de estudio, área de extracción previamente autorizada y área a solicitar.
- Describir el sistema ambiental
- Describir el desarrollo del proyecto y proceso extractivo (programa de trabajo).
- Identificar impactos ambientales presentes en el proyecto.
- Establecer medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.
- Vincular el proyecto con las normas y regulaciones sobre el uso de suelo.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Los materiales pétreos en México

Pétreo (del latín *Petreus*;) es aquel material proveniente de la roca y se utilizan sin apenas sufrir transformaciones, regularmente se encuentran en forma de bloques, losetas (teyolote, pizarra) o fragmentos de distintos tamaños (canteras y gravas). Suelen ser naturales, aunque a veces procesados por el hombre, derivan de la roca o poseen una calidad similar a la de ésta, siendo usados casi exclusivamente en el sector de la construcción. Los pétreos corresponden a una de las formas de clasificación de los materiales en general. Éstos pueden ser pétreos naturales extraídos directamente de la naturaleza o pétreos artificiales procesados e industrializados por el hombre. (DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO MINERO, 2015).

La entidad ocupa a nivel nacional el décimo primer lugar en la producción de agregados pétreos, sexto lugar en roca caliza y cal hidratada; así mismo se registra una producción de azufre en el primer lugar derivado de la refinación de hidrocarburos. No existen registros de producción de minerales metálicos, aunque la exploración ha tenido mucho auge en los últimos años. (SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO, 2018)

Resulta complicado encontrar una referencia formal sobre el inicio de la extracción de agregados pétreos en el territorio nacional. Sin embargo, por diversos escritos y por los restos de construcciones de época prehispánica, resulta evidente que estos minerales han sido ampliamente utilizados para la edificación de casas, ciudades, monumentos y plazuelas. Durante la época de la Colonia y hasta nuestros días, hay información de diferentes centros de extracción de agregados pétreos, sin que se tenga un registro o reporte confiable de los volúmenes o tonelaje producidos, principalmente porque su consumo es local e inmediato además de que los productores no están obligados a presentar información al respecto, por lo que es difícil hacer un seguimiento histórico de sus volúmenes de producción a nivel general. (DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO MINERO, 2015)

La producción de agregados pétreos se encuentra distribuida ampliamente en el país, resaltando que se encuentran cercanas a los centros de desarrollo urbano y de ampliación de la red carretera, lo que resulta lógico por ser un producto destinado principalmente para construcción, aun cuando también existe mercado especializado para las rocas calcáreas en la industria del cemento, y las sílicas para pulido y limpieza mediante inyección a chorro (sandblast), recubrimientos y acabados, etc.

Teniendo en cuenta la demanda de material pétreo en todo el territorio regional; utilizado para proyectos de vías y concretos, dichos agregados constituyen la materia prima indispensable en la construcción de obras de ingeniería, que deben cumplir con normas que garanticen la calidad de uso.

Según Gutiérrez de López, quien con sus aportes indica la conceptualización de los agregados estableciendo: “Los agregados constituyen un factor determinante en la economía, durabilidad y estabilidad en las obras civiles, pues ocupan allí un volumen muy importante. Por ejemplo, el volumen de los agregados en el concreto hidráulico es de un 65% a 85%, en el concreto asfáltico es del 92% al 96%, en los pavimentos del 75% al 90%. Por lo anterior el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas cobra especial importancia para su adecuada y eficiente utilización”.

El autor Gutiérrez de López, también destaca la obtención y clasificación de los agregados naturales, estableciendo que los agregados empleados en la construcción pueden obtenerse por la explotación de bancos de material, depósitos de rocas que afloran en la superficie terrestre, o por extracción y clasificación del material que arrastran los ríos. Se hace referencia en primera instancia a los bancos de

material, sin olvidar que las características y condiciones de calidad se aplican por igual a ambos materiales.

Para Mamlouk y Zaniewski, los áridos tiene dos usos principales dentro del campo de la ingeniería civil: como material base para cimientos y pavimentos y como ingredientes de hormigón de cemento portland y del hormigón asfáltico. Generalmente en Ingeniería Civil los materiales pétreos hacen referencia a una masa de piedra molida, grava, arena etc., predominantemente compuesta de partículas individuales, pero incluyendo en algunos casos arcillas y sedimentos. El tamaño de la partícula más grande en los áridos puede tener un diámetro de 150 mm (6 pulgadas), mientras que las partículas más pequeñas pueden ser de 5 y 10 micras. Entre las fuentes naturales de áridos se incluyen las canteras de grava y de piedra, los depósitos fluviales. Generalmente la grava proviene de canteras y depósitos fluviales, mientras que la piedra triturada se obtiene procesando la roca extraída de las plantas trituradoras. Normalmente los depósitos de grava también tienen que triturarse para obtener la forma, la textura y la distribución de tamaños necesarios.

5.2 Uso del suelo en Chiapas

El cambio de uso de suelo es definido por diferentes autores, FAVA considera al suelo como un recurso renovable, mientras que HEIJUNGS, explican que el cambio de uso de suelo se realiza en función de la disponibilidad de éste y la competición que puede existir entre diferentes actividades o viene enfocados al impacto en relación con el agotamiento de los recursos. Pero para HEIJUNGS, el agotamiento de los recursos se valora en relación con el tamaño de la reserva existente de cada recurso. Finalmente, COWER, sugiere que la pérdida del suelo debe ir ligada al agotamiento de los recursos abióticos, utilizando como indicadores el contenido de materia orgánica y de compactación del suelo. (SALVAT, 2002).

De los diferentes procesos que determinan el cambio en del uso de suelo se ha puesto especial atención a los siguientes, la deforestación, que es el cambio de cubierta dominada por árboles hacia una que carece de ellos. La alteración (también llamada degradación) implica una modificación inducida por el hombre en la vegetación natural, pero no un reemplazo total de la misma, como en el caso de la deforestación. La fragmentación es la transformación del paisaje dejando pequeños parches de vegetación original rodeados de superficie alterada. (SEMARNAT, 2008).

En los últimos años y como resultado de la política de impulso a la vivienda social, en varias ciudades de México se ha presentado un crecimiento extensivo de las manchas urbanas, que no se justifica en términos de las necesidades de crecimiento de la ciudad. Se ha apoyado en cambios indiscriminados al uso del suelo, incluso de zonas de protección ambiental. Tal es el caso de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, la cual se ubica en la Depresión Central de Chiapas, entre los 16° 38' y 16° 51' latitud norte y, 93° 02' y 93° 15' longitud oeste, a una altitud entre 200 y 1, 500 msnm (INEGI, 2005).

Tipos de Agregados Pétreos:

Existen diferentes tipos de agregados pétreos, cada uno con características específicas que los hacen adecuados para distintas aplicaciones en la construcción:

Grava: La grava consiste en fragmentos de rocas con forma angular o redondeada, con tamaños que van desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros. Se utiliza en una variedad de aplicaciones civiles, como:

- Construcción de capas base y sub-base en carreteras, pistas y plataformas.
- Como material de drenaje en sistemas de drenaje superficial y subsuperficial.

- En la fabricación de prefabricados de hormigón para la construcción de elementos estructurales.

Arena: La arena es un material granular fino compuesto principalmente por partículas de cuarzo. Sus aplicaciones en ingeniería incluyen:

- Elaboración de morteros para la unión de bloques y ladrillos en albañilería.
- Mezclas de concreto para la construcción de elementos estructurales y superficies de pavimentos.
- En la fabricación de morteros asfálticos para la pavimentación de calles, aceras y áreas de estacionamiento.
- Como material de relleno en la construcción de terraplenes y en la compactación de suelos para mejorar su capacidad portante.

Piedra triturada: Es un agregado obtenido mediante la trituración mecánica de rocas de gran dureza como el granito, el basalto o la caliza. Sus usos en ingeniería civil son diversos:

- Construcción de bases y sub-bases de carreteras, aeropuertos y plataformas industriales.
- En la fabricación de concretos asfálticos para pavimentos flexibles y rígidos.
- Como material de relleno y estabilización en proyectos de geotecnia y obras de contención.
- En la elaboración de concretos hidráulicos para obras hidráulicas como presas, canales y estructuras de protección contra inundaciones.

Los agregados pétreos son componentes esenciales en una amplia gama de proyectos, proporcionando resistencia, durabilidad y de las obras a lo largo del tiempo. La selección del tipo adecuado de agregado pétreo depende de varios factores, como las especificaciones del proyecto, las condiciones del sitio, los requisitos de rendimiento del material, la disponibilidad local y especificaciones técnicas.

6. METODOLOGÍA

6.1 Objetivo específico 1

Delimitar la ubicación de la zona de estudio, área de extracción previamente autorizada y área a solicitar.

Se realizó la búsqueda del plano de microlocalización del predio, como también un levantamiento topográfico con ayuda de GPS (global Positioning System) para encontrar las coordenadas de las dos áreas (área de extracción y área a solicitar) finalmente con ayuda del programa Google Earth se ubicaron las dos áreas.

6.2 Objetivo específico 2

Descripción del sistema ambiental

Para recopilar esta información previamente se realizó el levantamiento topográfico con ayuda del GPS para las coordenadas de las dos áreas (área de extracción y área a solicitar) finalmente con ayuda del programa Google Earth se ubicaron las dos áreas.

Con la plataforma del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se recopiló la información geográfica por medio de las coberturas digitales (topoformas, sistema fisiográfico, era geológica, aguas subterráneas, presencia de pozos, edafología).

La investigación respecto a la presencia de acuíferos se realizó con información proporcionada de coberturas digitales de la Comisión Nacional del Agua (Conagua).

Para el muestreo de fauna se utilizaron diferentes métodos de acuerdo con cada grupo de especies

Anfibios y Reptiles

Para los muestreos se utilizó la técnica de transecto lineal (Heyer, et al., 1994), realizando recorridos terrestres diurnos, con una longitud variable registrando anfibios y reptiles a lo largo del transecto y a 10 metros a cada lado de este; en horarios de 8:00 a 13:00 horas. Buscando de manera intensiva con ayuda de un gancho herpetológico y una lámpara en los sitios potenciales o micro-hábitat donde se encuentran (arroyos, agujeros, riachuelos, hojarasca, troncos caídos, bajo piedras y corteza de árboles, pozos, zanjas y cuerpos de agua artificiales).

El registro se efectuó por medio de observación directa e indirecta (registro visual, auditivo, rastros y mudas). Los datos recabados se anotaron en una libreta de campo, donde se solicita nombre del predio, localidad, nombre del transecto, coordenadas, altitud, nombre del observador, número de registro, nombre científico, tipo de vegetación y observaciones (medidas morfométricas en algunas especies para identificación).

La identificación se realizó con ayuda de las guías Campbell, 1998; Duellman, 2001; Lee, 2000 y Köhler, (2008, 2010), el arreglo taxonómico fue con base en CONABIO, 2013. Los resultados obtenidos fueron capturados en una base de datos con campos específicos para el grupo en el programa Microsoft Excel ver. 2007.

Aves

Para el registro de aves se empleó la técnica de transecto lineal, esta técnica consistió en hacer recorridos a una velocidad constante a través de los diferentes tipos de vegetación (Bibby et al, 1998). La velocidad

promedio fue de un kilómetro por hora, con una longitud variable para recorridos terrestres. Los recorridos se iniciaron a partir de las 06:00 y se finalizaron alrededor de las 11 horas, ya que es el periodo del día en el que las aves presentan su mayor actividad, por lo cual su detección es más probable. Las especies se identificaron de forma visual, con el uso de binoculares (10x40), así como de forma auditiva a través de las vocalizaciones distintivas de cada especie (Ralph et al., 1996). Además, se utilizaron guías especializadas de identificación de aves: *Guide to the birds of Mexico and Northern Central America* (Howell y Webb, 1995), *Aves de México* (Peterson y Chalif, 1989), *The Sibley guide to birds* (Sibley, 2000) y *Shorebirds of North America: the photographic guide* (Paulson, 2005).

El nombre científico de las especies se asignó con base en la lista anotada del Check-list American Ornithologists' Union (1998) y suplementos actualizados al año 2015. La estacionalidad se determinó con base en Howell y Webb (1995). Los datos fueron anotados en una libreta de campo. Posteriormente fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos solicitados por la base correspondiente al grupo taxonómico.

Redeo de Aves

Se colocaron cinco redes de niebla dos de 4 m y tres de 12 m de largo por dos metros de ancho cada uno, con permanencia de tres a cuatro días y tardes; éstas se abrieron por la mañana a partir de las 07:00 a las 13:00 horas y por las tardes de 16:00 a 18:30 horas y permanecían abiertas cinco horas en el día y 02:30 horas en la tarde, se realizaron revisiones intermedias cada 30 minutos. Las redes fueron colocadas entre la vegetación.

Cada una de las aves capturadas fue identificada mediante la utilización de guías de campo (Howell y Webb, 1995) y (Peterson y Chalif, 1989), las especies capturadas fueron liberadas en el mismo sitio de captura.

Los datos fueron anotados en una libreta de campo para posteriormente, capturarlos en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

Mamíferos

Para la búsqueda de mamíferos se empleó la técnica de transecto lineal (Buckland et al., 1993) de longitud variable y un ancho de 10 x 10 (modificado por Miller B. W. y Miller M. C. 1999), en un horario de 6:00 a 11:00 horas. En el recorrido se abarcaron varios tipos de vegetación, en los cuales se realizaron observaciones directas (conteos de los animales observados en un determinado recorrido) e indirecta (basado en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente, tales como huellas, excretas, restos óseos, entre otros).

Para el registro de los datos se anotó en una libreta de campo. La determinación taxonómica se realizó con el apoyo de guías de campo especializadas (Aranda, 2000 y Reid, 1997) y la clasificación taxonómica de las especies se basó en lo propuesto por Wilson y Reeders (2005). En caso de no identificar a simple vista la especie, se procedió a la impresión de huellas mediante una mezcla de yeso odontológico, que fue transportada envuelta en papel periódico. Los datos fueron capturados en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

Redeo de Murciélagos

Se colocaron cinco redes de niebla dos de 4 m y tres de 12 metros de largo por dos metros de ancho cada uno, con permanencia de tres a cuatro noches; éstas se abrieron a partir de las 18:30 horas y permanecían abiertas cuatro horas, se realizaron revisiones intermedias cada 40 minutos. Las redes fueron colocadas entre la vegetación y cerca de cuerpos de agua, a 50 cm. del suelo.

Cada uno de los murciélagos capturados fue identificado mediante la utilización de claves de campo de Medellín et al. (1997) y Reid (1997) y se le tomaron las medidas somáticas correspondientes para su identificación y fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Los datos fueron anotados en una libreta de campo para posteriormente, capturarlos en una base de datos en el programa Microsoft Excel ver. 2007, donde se llenaron los campos correspondientes al grupo taxonómico.

Estaciones olfativas

Se colocaron de 10 a 20 estaciones a una distancia de 100 metros de una estación a otra, esto dependiendo de la longitud del área de estudio. Como primer paso se limpió un área de aproximadamente 1 metro de diámetro, después se tamizó o coló la arena, se cubrió y regó con arena blanca tamizada el perímetro, posteriormente se colocó el cebo que consistió en trozos de sardina. Estas fueron colocadas por la tarde noche y revisadas en la mañana siguiente. Los datos obtenidos fueron anotados en una libreta de campo y después capturado en una base de datos de Excel.

Trampas Sherman

Se colocaron dos trampas tipo Sherman, estas fueron colocadas sobre troncos, contrafuertes, rocas y sobre ramas, la distancia de una trampa a otra fue de 50 metros aproximadamente. El cebo que se utilizó fue avena, nutela y esencia de vainilla. Estas fueron activadas durante la tarde y revisadas en la mañana siguiente. Para la identificación de las especies se utilizó la guía de Fiona Reid, Ceballos y Oliva 2005. Después de su identificación las especies fueron liberadas en el mismo sitio de captura, los datos obtenidos fueron anotados en una libreta de campo y posteriormente capturado en una base de datos Excel.

6.3 Objetivo específico 3

Describir el desarrollo del proyecto y proceso extractivo (programa trabajo).

Para dar cumplimiento a este rubro se realizó un cronograma de actividades en este caso el proyecto consta de una duración de un año, la anualidad se dividió en tres apartados (etapa de preparación de sitio, etapa de operación y etapa de abandono de sitio) en el cual se identificaron las actividades correspondientes en cada etapa.

6.4 Objetivo específico 4

Identificar impactos ambientales presentes en el proyecto.

El análisis implementado para la evaluación se aprecia a manera de consideraciones que se obtienen de forma determinativa a partir de la realización de las matrices de impactos, de su ponderación, comparación y de su síntesis.

La identificación, medición, calificación y clasificación de los impactos ambientales ocasionados por la obra se realizaron mediante el análisis de la información integral de todo el proyecto, recopilando y

analizando información documental basada en datos del proyecto, para identificar las actividades causantes del impacto ambiental en cada una de las etapas de desarrollo de la obra, además de la verificación de la misma en campo, así como la determinación de las condiciones del medio y de los rangos específicos del terreno.

También, se realizaron muestreos para la localización e identificación de recursos susceptibles de alteración como podría ser el caso de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Con la información recopilada y según las características del proyecto a evaluar, se dio paso al análisis de las actividades del proyecto en sus diferentes etapas, así como la descripción del proceso de extracción, como del entorno.

Dichas actividades del proyecto que se consideran como generadoras de impactos se desglosan a continuación:

Etapas	Actividad
Preparación del sitio	Los impactos ambientales para las actividades de esta etapa ya fueron identificados y evaluados, a su vez se establecieron medidas de prevención, mitigación y compensación. Por lo tanto, esta etapa No aplica.
Operación	Explotación y extracción de material
	Carga, transporte y almacenamiento
	Trituración de materiales pétreos
Mantenimiento	Reparación y mantenimiento de maquinaria.
Abandono del sitio	Reforestación
	Desmantelamiento y retiro de instalaciones
	Monitoreo ambiental

Tabla 2. Actividades del proyecto.

Sistema	Subsistema	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	
Medio físico	Medios Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	
			Nivel de ruido	
		Suelo	Estructura	
			Erodabilidad	
		Agua	Superficial	
			Dinámica de aguas Subterráneas	
Total, Medio Inerte				
Medio Físico	Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	
			Estrato arbustivo y herbáceo	
		Fauna	Mamíferos, insectos, anfibios y reptiles	
			Aves	
	Total, Medio Biótico			
	Medio Perceptual	Paisajes	Calidad paisajística	
Total, Medio Físico				
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Infraestructura	Vías de comunicación	
			Oferta y demanda de servicios	
		Sociedad	Calidad de vida	
	Total, Medio Sociocultural			
	Medio Económico	Económico	Inversión económica y generación de empleo	
			Total, Medio Económico	
Total, Medio Socioeconómico				
Total, Medio Ambiental				

Tabla 3. Componentes del sistema ambiental que podrían ser impactados.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se utilizó el método de matriz causa-efecto (CONESA-VITORA), derivada de la matriz de Leopold con resultados cualitativos, valorando las alteraciones que el proyecto lleva a cabo por medio del signo, grado de manifestación y magnitud. Para la identificación de las actividades y factores ambientales más importantes del proyecto en sus diferentes etapas, se utilizó una lista de control de Leopold seleccionando los elementos aplicables al proyecto.

Una vez seleccionados estos dos elementos (actividades del proyecto y factores ambientales) se procede a elaboración de las matrices de:

- Matriz de identificación impactos.
- Matriz cribada de impactos
- Matriz de valoración.
- Matriz de importancia final.

Matriz de identificación de impactos

La matriz de impactos, que es de tipo causa-efecto, consistirá en un cuadro de doble entrada cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores ambientales susceptibles de recibir impactos. Para su ejecución será necesario identificar las acciones que puedan causar impactos sobre una serie de factores del medio, es decir, determinar la matriz de identificación de efectos. La Matriz 1 nos permitirá identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto en el medio, para

posteriormente, obtener una valoración de estos para cada período de interés considerando en este caso (construcción, operación y abandono).

Impacto Ambiental	Signo	Positivo Negativo Indeterminado	+ - X
			Grado de incidencia
	Valor	Importancia (Grado de manifestación cualitativa)	Caracterización
			Intensidad
			Extensión Plazo de manifestación Persistencia Reversibilidad Sinergia Acumulación Efecto Periodicidad Recuperabilidad
	Magnitud		Cantidad
			Calidad

Tabla 4. Criterios de calificación para matriz de identificación de impactos.

Matriz cribada de impactos

Durante la realización de la Matriz 1, podemos encontrar que existen interacciones que no tienen efectos significativos, por lo que lo mejor es que sean descartadas para evitar matrices de gran tamaño con información innecesaria, dejando solamente aquellas interacciones que necesiten de un análisis a detalle que presenten una probabilidad de impacto mayor.

Matriz de Importancia

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que presumiblemente serán impactados por aquéllas, la matriz de importancia nos permite obtener una valoración cualitativa a nivel requerido.

Una vez identificada las posibles alteraciones, se hace preciso una previsión y la valoración de las mismas. La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz cribada de impacto (Matriz 2) donde cada casilla de cruce en la matriz nos dará idea del efecto de cada acción impactante sobre factor ambiental impactado. Al ir determinando la importancia del impacto, de cada elemento tipo, con base al algoritmo, se construye la matriz de valoración (Matriz 3) para después, finalmente, estructurar la Matriz 4 de Importancia Final con impactos que tienen un valor igual o superior a 25.

La importancia del impacto es pues, el parámetro mediante el cual se puede llegar a medir cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

A continuación, se describe el significado de los mencionados símbolos que conforman el elemento tipo de una matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia:

SIGNO

El signo de impacto alude al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van actuar sobre los distintos factores considerados.

INTENSIDAD (I)

Se refiere al grado de incidencia o destrucción sobre el factor ambiental, en el ámbito específico en que se actúa. El rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

EXTENSIÓN (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el efecto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo las situaciones intermedias, según su matiz, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

En caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería.

MOMENTO (MO)

El momento o plazo de manifestación del impacto, alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerando.

Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo o a corto plazo se le asignará en ambos casos un valor (4), si es un periodo de tiempo a Medio Plazo (2), y si el efecto es a Largo Plazo, el valor asignado es (1).

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas.

PERSISTENCIA (PE)

Se refiere al tiempo que, supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previa a la acción, por medio naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si se produce en efecto Fugaz, se asigna como valor (1). Si es Temporal (2); y si el efecto es permanente, el valor asignado será (4).

La persistencia es independiente de la reversibilidad. Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables. Los efectos permanentes pueden ser reversibles, recuperables o irreversibles.

REVERSIBILIDAD (RV)

Se refiere a la posibilidad de la reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que estas dejan de actuar sobre el medio.

Si es Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es Medio Plazo (2), y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4).

RECUPERABILIDAD (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a mediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4) cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos un valor (8). En el caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Se hace notar que también es posible, mediante la aplicación de medidas correctoras, disminuir el tiempo de retorno a las condiciones iniciales previas a la implantación de la actividad por medio naturales, o sea, acelerar la reversibilidad, y lo que es lo mismo disminuir la persistencia.

SINERGIA (SI)

Este atributo contempla la interacción de dos o más efectos simples.

La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que la provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinérgismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

ACUMULACIÓN (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo, el valor se incrementa a (4).

EFEECTO (EF)

Se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

Este término toma el valor de (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

PERIODICIDAD (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Naturaleza - Impacto benéfico - Impacto perjudicial	+ -	Baja Media Alta Muy alta Total	1 2 4 8 12
Extensión (EX) (Área de influencia) Puntual Parcial Extenso Total Crítica*	1 2 4 8 (4)	Momento (MO) (Plazo de manifestación) Largo plazo Medio plazo Inmediato (o corto plazo) Crítico **	1 2 4 1-4
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto) Fugaz Temporal Permanente	1 2 4	Reversibilidad (RV) Corto plazo Medio plazo Irreversible	1 2 4
Sinergia (SI) (Regularidad de la manifestación) Sin sinergismo (simple). Sinérgico Muy sinérgico	1 2 4	Acumulación (AC) (Incremento progresivo) Simple Acumulativo	1 4
Efecto (EF) (Relación causa – efecto) Indirecto (secundario) Directo	1 4	Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación) Irregular o periódico y discontinuo Periódico Continuo	1 2 4
Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios humanos) Recuperable de Manera Inmediata Recuperable a Mediano plazo Mitigable Irrecuperable	1 2 4 8	Importancia (I) $I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	

Tabla 5. Criterios de evaluación para la matriz de importancia.

* Se adicionará de cuatro unidades por encima del que le correspondería si la acción se produce en un lugar crítico.

** Se adicionará un valor de uno a cuatro unidades por encima del valor correspondiente si ocurre una circunstancia que hiciera crítico el momento del impacto.

Importancia del impacto (I)

Se refiere a la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

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

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Presente valores intermedios (entre 40 y 60) cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

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

Para la matriz de importancia final se tiene en cuenta los siguientes criterios

- A. Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles.
- B. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50.
- C. Serán severos cuando la importancia entre 50 y 75.
- D. Serán críticos cuando el valor supere a 75.

6.5 Objetivo específico 5

Vincular el proyecto con las normas y regulaciones sobre el uso de suelo.

Para este objetivo se consultaron diferentes leyes, reglamentos y normas reguladoras en materia de uso de suelo para vincular cada una de las etapas del proyecto, se consultó el Programa de desarrollo urbano municipal y plan estatal y plan estatal de desarrollo Chiapas, Programas de Ordenamiento Ecológico, Decreto y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas y por ultimo las Normas Oficiales Mexicanas.

Fue importante leer cada apartado de las leyes, reglamentos para identificar en cuales repercutía de manera negativa o positiva para aminorar los impactos.

6.6 Objetivo específico 6

Establecer medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.

Esto con el fin de lograr la conservación del entorno ambiental antes, durante y después de las actividades del proyecto. Las medidas tienen como objetivos prevenir, corregir, mitigar y/o compensar los posibles efectos adversos que podrían ser causados sobre los elementos del medio biótico, abiótico y socioeconómico.

Medidas preventivas.

También conocidas como medidas protectoras, son el conjunto de acciones anticipadas, que tienen como función evitar o reducir los daños e impactos negativos que podrían ocurrir como resultado de las actividades de un proyecto antes de que se lleguen a producir tales impactos sobre el entorno.

La medida preventiva más importante consiste en determinar el estado actual del medio ambiente, para así tener un punto de referencia para medir los posteriores efectos ambientales. Por lo que se realizó la caracterización del sistema ambiental y del área del proyecto.

Asimismo, se llevó a cabo la planificación exacta de las operaciones y actividades que se desarrollaran en el proyecto, lo que permitió delimitar considerablemente el impacto ambiental, por ejemplo, mediante la

separación cuidadosa y el almacenamiento por separado del humus y de los horizontes superiores del suelo, es posible asegurar el material necesario para la recuperación posterior del área de explotación.

Medidas de mitigación.

Se consideran como medidas de mitigación a todas aquellas políticas, estrategias, obras o acciones dirigidas a minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto y mejorar la calidad ambiental aprovechando el potencial existente.

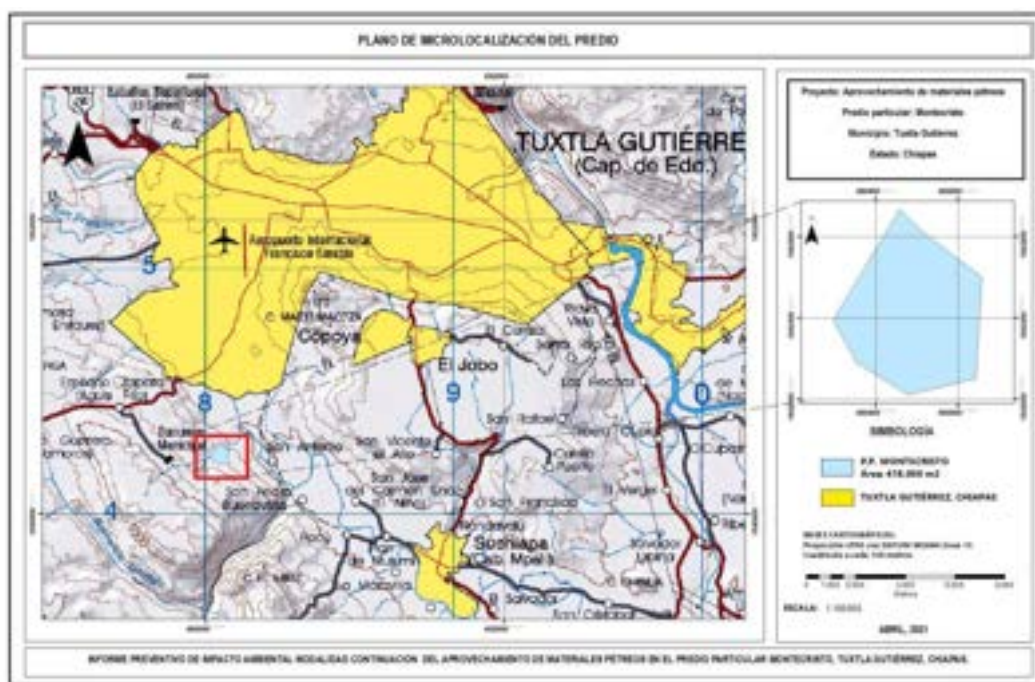
Medidas de compensación. Conjunto de acciones que buscan la bonificación por los daños provocados por los impactos ambientales negativos que no pudieron ser atenuados o prevenidos.

7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

7.1 Ubicación de la zona de estudio, área de extracción previamente autorizada y área a solicitar.

El sitio del proyecto se localiza en el Predio Particular Montecristo, que cuenta con una superficie total de 41.80 .00 hectáreas, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, específicamente en la Prolongación del Aeropuerto de Terán- Escuela de Veterinaria, en tramo carretero hacia la colonia Pacú.

Figura 1. Ubicación geopolítica del predio



Fuente propia

Coordenadas obtenidas del levantamiento topográfico realizado.

Coordenadas UTM WGS84 Zona 15			Coordenadas geográficas	
Vértice	X	Y	Latitud	Longitud
1	480457.9859	1842424.7163	16°39'51.37975" N	93°10'59.76304" W
2	480405.3157	1842459.8416	16°39'52.52127" N	93°11'01.54233" W
3	480361.8407	1842383.0750	16°39'50.02173" N	93°11'03.00771" W
4	480408.4511	1842346.2386	16°39'48.82435" N	93°11'01.43295" W

Tabla 6. Coordenadas del polígono autorizado que se continuará extrayendo.

Coordenadas UTM WGS84 Zona 15			Coordenadas geográficas	
Vértice	X	Y	Latitud	Longitud
1	480414.1487	1842346.2386	16°39'48.82452" N	93°11'01.24060" W
2	480361.8407	1842383.0750	16°39'50.02173" N	93°11'03.00771" W
3	480308.5187	1842292.4386	16°39'47.07052" N	93°11'04.80509" W
4	480350.2887	1842248.2986	16°39'45.63531" N	93°11'03.39352" W

Tabla 7. Coordenadas del nuevo polígono de extracción.

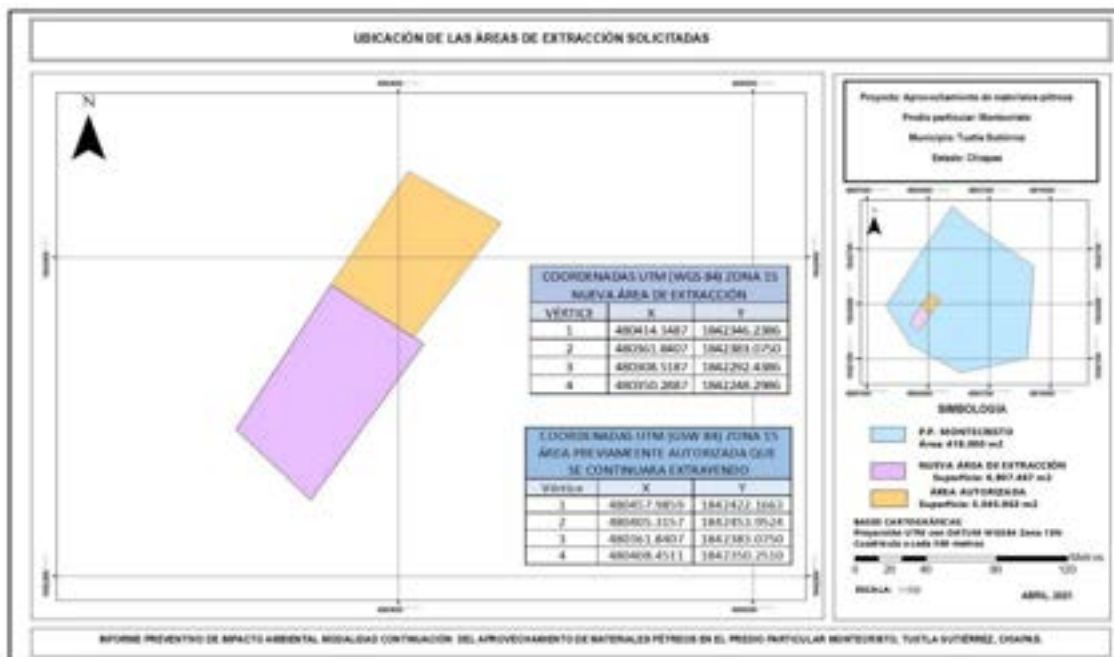
En el caso particular del presente proyecto se cuenta con una nueva área de extracción de 6,807.467 m², así como la continuación de la explotación en un área de 5,045.963 m² de un área previamente autorizada.

Figura 2. Situación proyectada del banco.



Fuente: Google Earth

Figura 3. Ubicación de los polígonos de extracción.

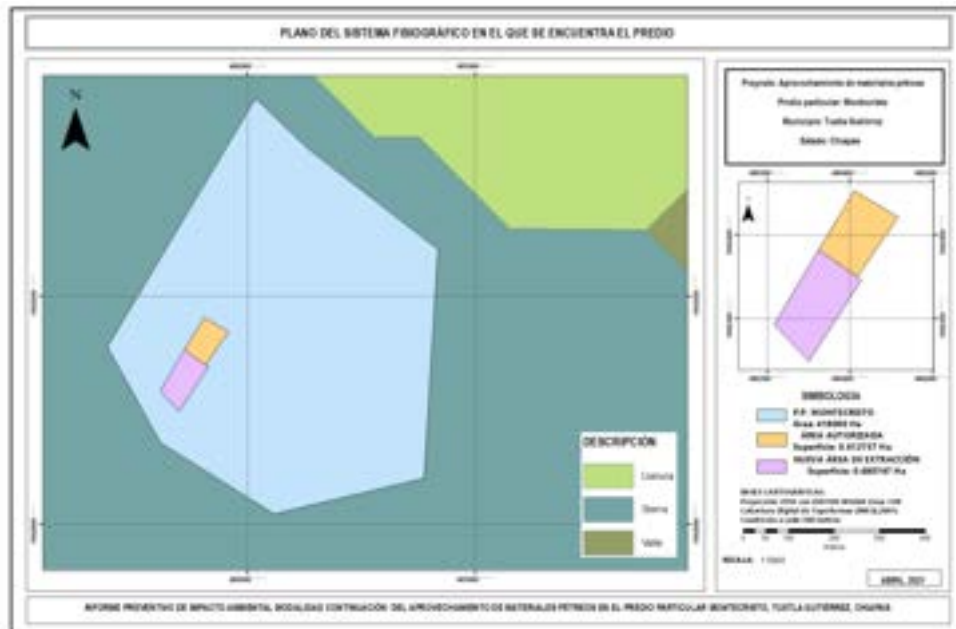


Fuente propia

7.2 Descripción del sistema ambiental

El Predio se ubica en un terreno con topografía de Sierra Alta de Laderas Tendidas (Figura No. 4), el cual describe a las áreas con líneas de montañas con altitudes mayores al entorno geográfico extendidas en forma horizontal. La pendiente del terreno del predio va desde 0 al 8%.

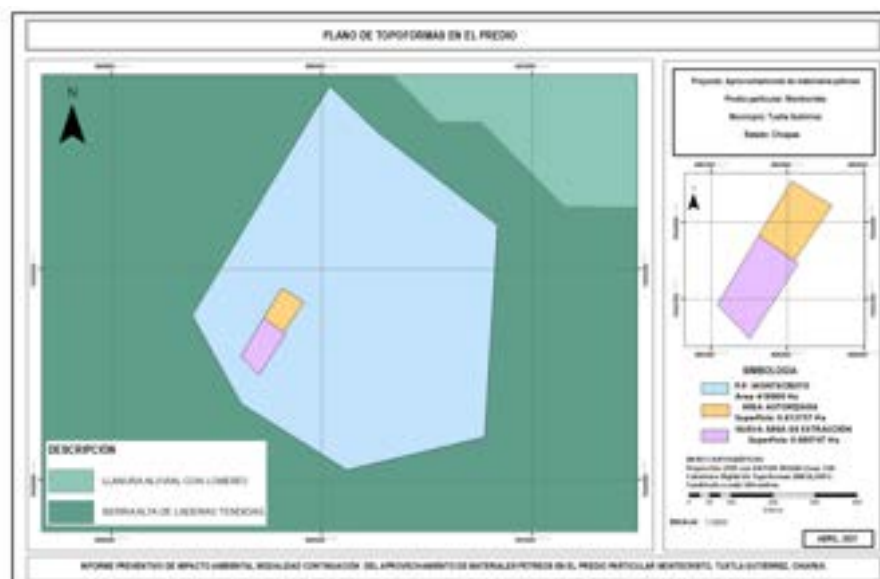
Figura 4. Topoformas presentes en el predio.



Fuente propia

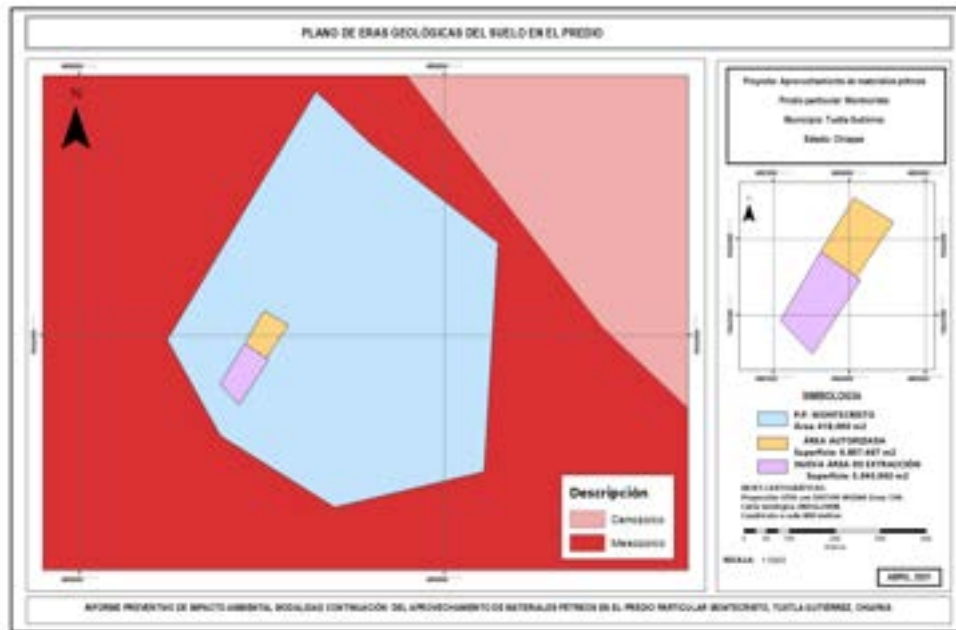
El área del proyecto se encuentra en el área denominada como Anticlinal Suchiapa, en el área denominada como “Sierras”, tal como se indica en la Figura No .5.

Figura 5. Sistema fisiográfico del área de estudio.



También, de acuerdo con la Carta Geológica del INEGI, el Predio Particular Montecristo y por lo tanto el área del proyecto, se encuentran sobre el sistema geológico perteneciente a la Era Mesozoica del cretácico superior, con rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias.

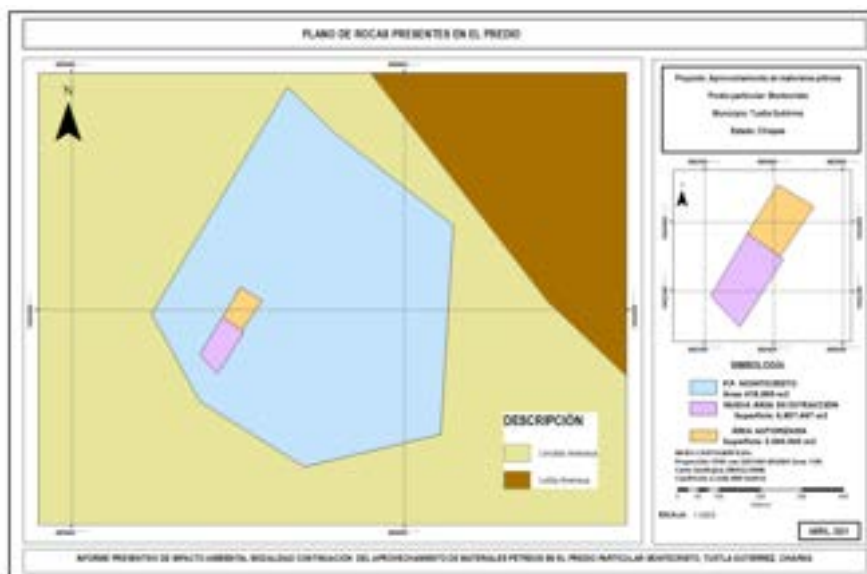
Figura 6. Era geológica.



Fuente propia

Las características geológicas son las siguientes: Las rocas limolita están constituidas por material terrígeno muy fino entre 1/256 y 1/16 de mm, como el cuarzo y algunas micas. Las areniscas están constituidas por minerales, fragmentos de la arena 1/16 mm a 2 mm; se pueden clasificar en forma general por el porcentaje de matriz en arenitas (0-15%) y wacas (15-75%), por su contenido de minerales en arcosas, ortocuarcitas y litarenitas.

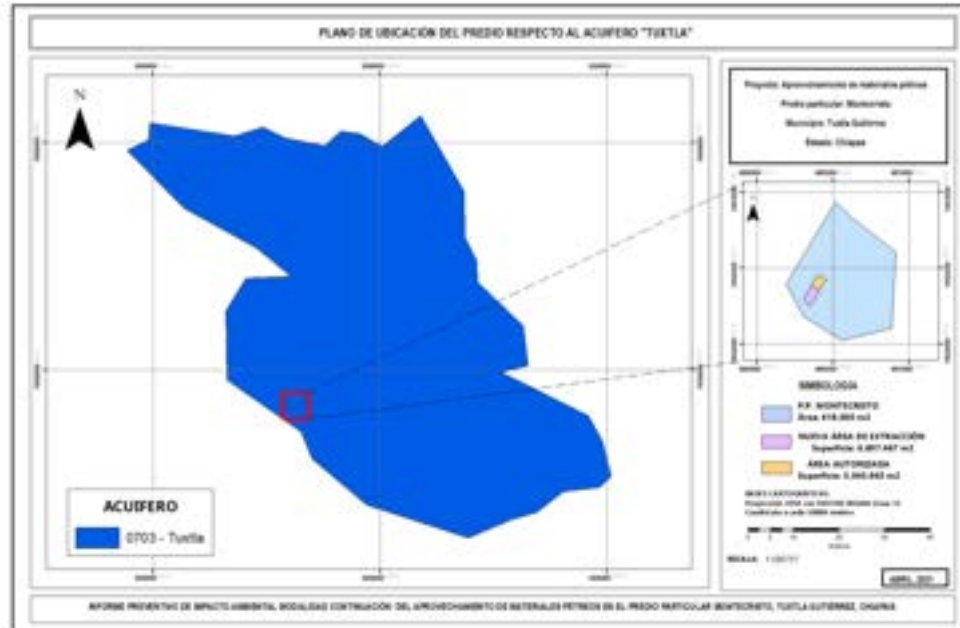
Figura 7. Rocas que predominan en el área de estudio.



Tipo de acuíferos en la zona

El proyecto se encuentra sobre el Acuífero 0703 “Tuxtla”, de la Región Hidrológico-Administrativa XI Frontera Sur, de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2010) y al Conjunto de Datos del Consejo de Cuenca del Río Grijalva y Usumacinta.

Figura 8. Presencia de acuíferos.



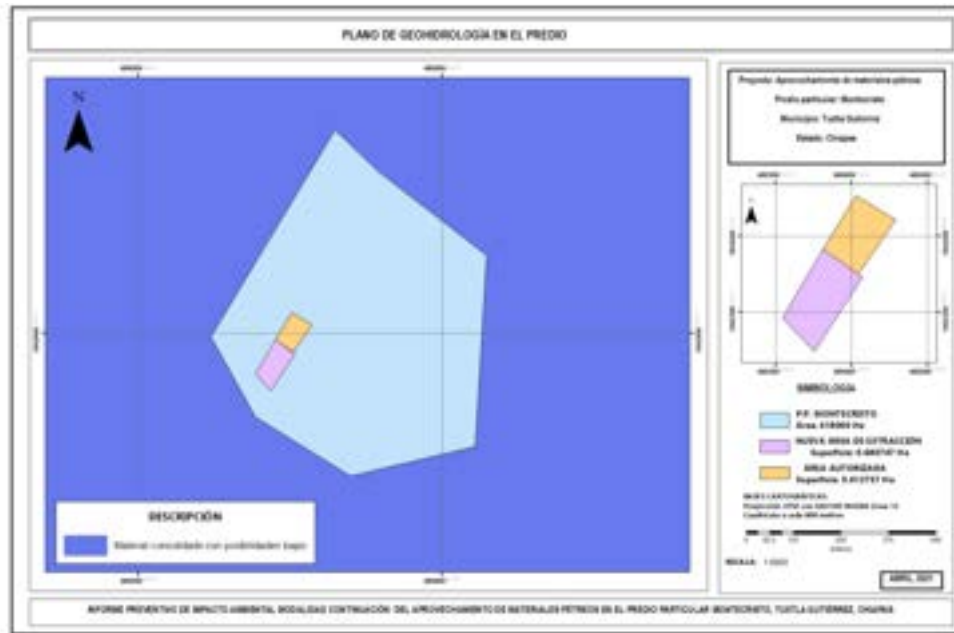
Fuente propia

De acuerdo con la información existente de la piezometría del Acuífero Tuxtla, los niveles piezométricos se encuentran entre 1 y 15 metros de profundidad, explotándose el acuífero principalmente por medio de aprovechamientos tipo noria, donde su extracción se realiza principalmente por medios mecánicos.

La CONAGUA no ha realizado la cuantificación del total de aprovechamientos existentes dentro de la zona, por lo que su extracción total se desconoce. De igual manera, la Comisión destaca que en esta unidad geohidrológica no existe información piezométrica que permita elaborar los planos de configuración del nivel estático; sin embargo, la escasa información regional recabada señala que los niveles del agua subterránea se han mantenido estables. Por otra parte, la abundancia de agua superficial hace que las fuentes de agua subterránea sean de poco interés en cuanto al monitoreo piezométrico (CONAGUA, 2015).

Dirección y velocidad del flujo subterráneo y permeabilidad de la roca. El área del proyecto se ubica sobre la unidad geohidrológica de material consolidado con posibilidades bajas, en concordancia con la Carta Temática de Aguas Subterráneas, Escala 1:250,000 del INEGI.

Figura 9. Geohidrología del sitio.

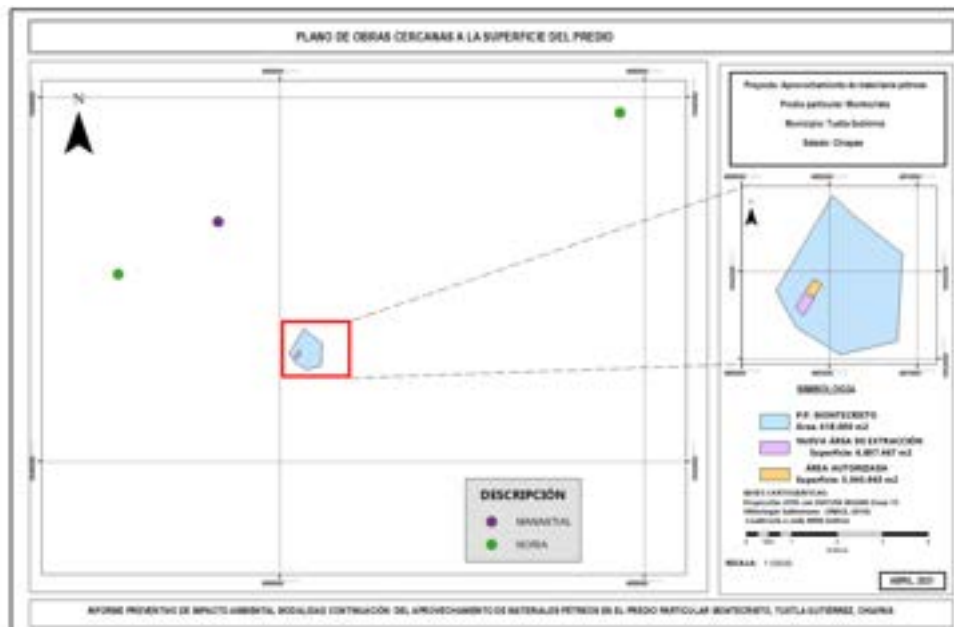


Fuente propia

La Unidad de Material Consolidado con Posibilidades Bajas se constituye por roca masiva compacta o material granular duro, coherente y continua. Destacan rocas sedimentarias marinas predominantemente arcillosas (limolitas, lutitas, areniscas, calizas arcillosas y conglomerados). Presentan características no favorables para conformar acuíferos. De acuerdo con el INEGI, el coeficiente de escurrimiento es de 10% a 15 %.

No se reporta la presencia de pozos cerca de la superficie del Predio, como puede observarse en la Figura No. 10. Únicamente se reportan dos norias con uso doméstico y pecuario, y un manantial con uso de riego y doméstico.

Figura 10. Presencia de pozos cerca del área del proyecto.



El Acuífero 0703 “Tuxtla” cuenta con una superficie de 508,727.4 hectáreas, presentando las características descritas en la Tabla.

Características del acuífero									
Clave	Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA	
				VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	Positiva	Déficit
Cifras en millones de metros cúbicos anuales									
0703	Tuxtla	240.6	0.0	43.563228	0.0	0.501546	0.0	196.535226	0.0

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; VCAS: volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; VEALA: volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscrito en el Registro Nacional Permanente; VAPTYR: volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registrado en el REPDA; VAPRH: volumen correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25) y “4” (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Tabla 8. Características del Acuífero 0703 “Tuxtla”. Fuente Conagua

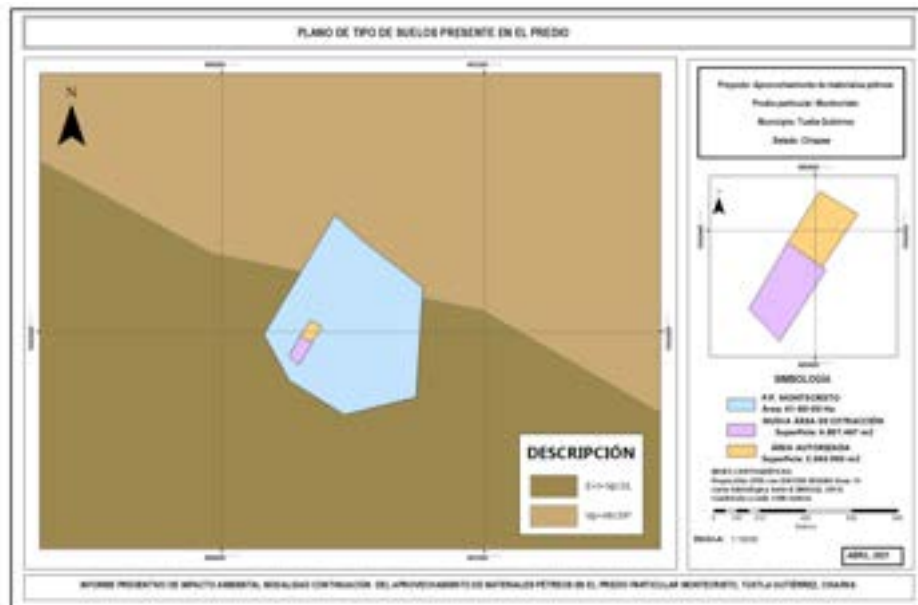
El suelo se define como el material no consolidado que está en constante cambio, de origen variable, que sirve de nexo entre lo inorgánico (minerales provenientes de la descomposición de la roca) y lo orgánico (material vegetal y animal) que forman un ecosistema semirenovable.

Edafología

El suelo provee calor, aire, humedad, minerales y da soporte a las plantas; es un transformador que recibe la energía solar, la transforma, la transmite, por lo que se produce meteorización, evapotranspiración, enfriamiento y calentamiento, reacciones orgánicas tipo ectotérmicas (liberan energía) y endotérmicas (consumen energía) y esas acciones da lugar a la existencia de los micro y macro-organismos (Arias Jiménez, 2007).

Conforme a la Carta Edafológica, Serie II del INEGI, se identifican dos tipos de suelo en el área del predio: la combinación Rendzina, Litosol y Vertisol Pélico de textura fina y fase física lítica (E+I+Vp/3/L) y el Vertisol Pélico y Feozem Háptico de textura fina y fase física pedregosa (Vp+Hh/3/P); siendo el primero el predominante y en donde se encuentra el área del proyecto, como se observa en la Figura No. 11.

Figura 11. Tipo de suelos en el área del proyecto.



Fuente propia

De acuerdo con el trabajo realizado para el muestreo de fauna se enlistan las siguientes especies:

Familia	Nombre científico	Nombre común
Aves		
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado
Parulidae	<i>Basileuterus lachrymosus</i>	Pavito de rocas
Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita grisilla
Psittacidae	<i>Psittacara holochlorus</i>	Perico mexicano
Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Buho café
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño

Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Saltapared pecho blanco
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Chivirín barrado
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared moteado
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito comun
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri
Mamíferos		
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache común
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago siricotero de Pallas
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris
Reptiles		
Dactyloidae	<i>Anolis onilobatus</i>	Abaniquillo
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppei</i>	Campechito
Tejidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija metálica

Tabla 9. Listado de fauna

7.3 Desarrollo del proyecto y proceso extractivo (programa de trabajo).

Actividad	Meses											
	Enero – Abril 2022				Junio - Diciembre 2021							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Etapas de Preparación del Sitio												
Desmante y Despalme*					x							
Limpieza y Acarreo*					x							
Etapas de Operación												
Explotación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extracción y Triturado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Almacenamiento y Venta	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantenimiento de equipo y maquinaria			x					x				x
Etapas de abandono del sitio												
Programa de recuperación ambiental				x								
Monitoreo ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 10. Cronograma de actividades

*Es importante mencionar que las actividades de desmante y despalme, así como la limpieza y acarreo, ya se realizaron como parte de las actividades correspondientes a al proyecto de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El despalme se ejecutó sobre una superficie de 6,807.467 m², correspondiente a la nueva área de extracción. Se realizó de manera manual, con coas, picos, palas y carretillas, con la finalidad de quitar el suelo que cubre la roca. Se eliminaron las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas presente en cada área de extracción, de manera gradual.

Con ello, se obtuvo un volumen de 680.7467 m³ de suelo vegetal, el cual fue dispuesto en las áreas de extracción previamente autorizadas, las cuales se encuentran bajo actividades de restauración. Dicha tierra se utiliza para la restitución de la tierra fértil, así como en las actividades de reforestación

Previo al despalme, la primera etapa de trabajo a realizar es el desmante, es decir, la remoción de vegetación existente en el área de estudio sujeta a cambio de uso de suelo, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal. Las actividades que comprende el desmante serán: desmontar la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC), la roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras y el desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.

Se abarca también el derribo del arbolado presente en el área de estudio. El derribo de las especies forestales maderables se hará de manera direccional, es decir, con la finalidad de no dañar la vegetación que no estará sujeta al cambio de uso de suelo, por lo que se recomienda que el árbol caiga al interior del

área a explotar; se realizará con herramientas manuales (machetes y hachas) o mecánicas (motosierras), según sea el caso.

Dentro de lo que concierne al desrame, estas actividades se realizarán con machete y hacha, limpiando el fuste del árbol de las ramas que este posee; para después llevar a cabo el troceo del mismo, dimensionando el fuste con base en las características de la troza y del producto que se desee obtener, con apoyo de motosierras. Para mitigar los efectos negativos sobre la vegetación, el suelo y el agua, el desrame y troceo de los árboles derribados, se realizará en el lugar de su caída.

Proceso extractivo

Se seguirá el siguiente proceso de extracción:

I. Explotación:

El proceso de explotación inicia después de delimitar el área en donde se pretende realizar la extracción. Posteriormente, se trazará la plantilla de perforaciones en donde se colocarán los explosivos. Las perforaciones se realizarán con un compresor de aire y una máquina perforadora neumática que deberá tener un diámetro de 2' a 3' y profundidad de 3 a 12 metros.

Dentro de cada barreno se colocarán los explosivos cuya cantidad se estima de acuerdo con las características del material a extraer.

La carga de explosivos se llevará a cabo colocando en el fondo del barreno un iniciador (tubo de plástico laminado de diámetro pequeño revestido con una capa muy delgada de material reactivo) sobre el cual se colocará la carga de fondo representada por el alto explosivo y encima de ésta la carga de columna representada por el agente explosivo, ambos se colocarán a una altura tal que garanticen la extracción del material deseado, el barreno será taponado con material producto de la excavación hasta llegar a la superficie libre del terreno.

Los iniciadores se unirán a un fulminante a través de cordones detonantes y éstos a su vez con los otros barrenos. La función del cordón detonante es que, cuando detona, tiene en toda su extensión la energía iniciadora de un fulminante. Cualquier número de barrenos puede conectarse de manera que detonen en un orden determinado y se obtenga el mayor rendimiento en la voladura. Cuando todas las conexiones están listas, se dispara la línea troncal y a partir de esto, se realiza la voladura. El avance de explotación de los frentes de ataque será en dirección Noreste-Suroeste, desde la parte baja de las parcelas ejidales en forma escalonada.

II. Extracción y triturado:

Una vez obtenido el material pétreo suelto, se trasladará con un cargador frontal de neumáticos y volteos a la máquina de trituración, para luego ser transferido al equipo primario que contendrá un sistema de quijadas de 32" x 42", que es el máximo tamaño de partícula que puede ser fracturado, hasta reducirlo a 3" - 5".

Después, pasará por medio de transportadores a una criba vibratoria de 8' x 20', la cual separará los materiales como la arena y grava. Las partículas de mayor tamaño se mandarán por medio de un

transportador a un equipo de trituración secundario (cono), el cual reducirá estas partículas al tamaño deseado para ser enviado de nuevo a la criba para su selección.

III. Almacenamiento y venta:

Los productos que se obtiene de las cribas son enviados a través de bandas transportadoras al patio de almacenamiento por tipo de producto (finos de diversos tamaños y grava), en donde permanecen apilados a cielo abierto hasta su comercialización.

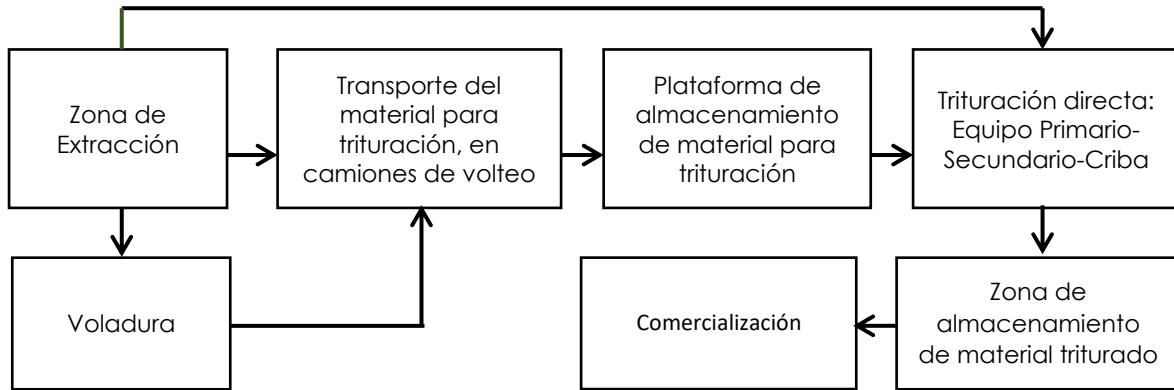


Figura 12. Proceso de extracción de material pétreo.

- Diseño de explotación del banco de material pétreo

Parámetros de diseño y explotación	Área previamente autorizada	Nueva área de extracción
Tipo de material a explotar	Piedra caliza	Piedra caliza
Altura máxima del corte del banco (altura de los taludes actuales)	15 metros	12 metros
Ancho de terraza y bermas	7 metros	8 metros
Angulo de inclinación del banco (ángulo de los taludes)	101 grados	101 grados
Ancho de rampas de servicio	10 m	10 m
Contrapendiente en terrazas	2%	2%

Tabla 11. Diseño y explotación de las áreas solicitadas.

Equipo y maquinaria requerida en las distintas etapas del proyecto

Nombre y tipo	Imagen
<p>Trituradora de quijas Marca: Gator Modelo: 32"x 42"</p>	
<p>Alimentador vibratorio grizzly Marca: Gator Modelo: RM4616 para trabajo pesado</p>	
<p>Track Drill Marca: Ingersoll Rand Modelo: ECM350 con perforadora VL140</p>	
<p>Trituradora de impacto horizontal Marca: Gator Modelo: GIP1013</p>	
<p>Criba vibratoria inclinada de 3 camas Marca: Gator Modelo: RMS620</p>	
<p>Compresor de aire en su remolque con sus accesorios. Marca: Atlas Copco Modelo: XAS756</p>	
<p>Excavadora sobre orugas Marca: Caterpillar Modelo: 320D</p>	

<p>Cargador frontal sobre neumáticos y cucharón de 3.5 yd³ Marca: Caterpillar Modelo: 950G</p>	
<p>Camión volteo con capacidad de 14 m³ Marca: International</p>	
<p>Camión volteo de 14 m³ de capacidad Marca: Kenworth,</p>	

Tabla 12. Equipo y maquinaria dentro del predio.

Requerimientos de insumos: agua, energía eléctrica, combustibles, indicando las fuentes de suministro, consumo por unidad de tiempo de cada uno y formas de almacenamiento.

Agua

El agua que se utiliza en las actividades del proyecto, actualmente se compra en pipas particulares, debido a que se utiliza tres veces por semana solo en el periodo de estiaje. El agua se usa única y exclusivamente con el objetivo de mitigar la emisión y dispersión de polvos y partículas a la atmósfera. Se riega periódicamente las áreas de accesos y vialidades por donde se transportan los materiales y desperdicios del banco.

Combustible

No se realiza el almacenamiento de combustibles, como el diésel, dentro del área del predio, ya que se cuenta con el cálculo del volumen de combustible que utiliza la maquinaria y el equipo por día, por lo que el personal de la empresa se dirige diariamente a la gasolinera ubicada en la localidad Terán, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, a comprar y cargar combustible.

Posteriormente, el combustible es llevado al área del proyecto para suministrarlo a la maquinaria y equipo, por lo tanto, no se tiene un área destinada para dicho almacenamiento

Programa de recuperación y monitoreo ambiental

Se llevarán a cabo acciones de restauración y conservación, con el fin regresar al sitio, en la medida de lo posible, a sus condiciones originales, que provea al medio natural sus diversos servicios ambientales.

Limpieza del sitio y desmantelamiento de la maquinaria, equipo y servicios de apoyo

Una vez terminadas las actividades de extracción y procesamiento de material pétreo, la infraestructura temporal dentro del sitio será desmantelada y retirada del sitio para iniciar las actividades de restauración. De igual forma, toda la maquinaria y equipo que termine sus actividades serán desplazadas fuera de la superficie del proyecto hacia nuevas áreas de extracción o a sus lugares de resguardo.

Programa de estabilización de taludes y superficies afectadas

El programa de recuperación ambiental del sitio del proyecto tiene como objetivo principal propiciar la recuperación paulatina de las condiciones naturales en las que se encontraba el sitio previo al aprovechamiento de materiales, así como reparar el papel de la vegetación en el medio. En este caso, el tipo de vegetación que presentaba en el área del proyecto era Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia. Mediante la ejecución de acciones y técnicas que proveen condiciones propicias paulatinamente, asemejando la invasión natural de la vegetación y fauna silvestre, se buscará regresar el área impacta a las condiciones originales.

La restauración del sitio comprende las siguientes acciones:

a) Construcción de terrazas

Con el propósito de minimizar los efectos de la explotación y mejorar las condiciones del sitio que permitan una mejor rehabilitación se ha considerado la construcción de terrazas cuyas especificaciones irán acorde a las características del frente de trabajo. Las terrazas serán realizadas aun cuando se generen explosiones para el aprovechamiento del material pétreo.

b) Restitución de la capa del suelo

Previo a un programa de revegetación, primero debemos cerciorarnos que el suelo a poblar posea las características necesarias para sostener la vida vegetal. Considerando las actividades del proyecto, se infiere que el suelo no contará con estas propiedades, ni por su estructura, ni por su textura, ni por la ausencia de los microorganismos y detritus que definen la llamada tierra vegetal. Por esto, será necesario un recubrimiento de este material vegetal en donde no lo haya y su conservación sistemática donde exista.

De esta manera, se propone utilizar en su totalidad el producto del despalle de la actual área de extracción para ejecutar los trabajos de restitución de la capa de suelo en las áreas que se han aprovechado en años anteriores. Es decir, si el proyecto de extracción y procesamiento de materiales pétreos es continuar creciendo, ese mismo material puede ser utilizado para el área del año anterior, y así sucesivamente.

Aunado a esto, se propone el desarrollo de obras de conservación de suelo a curva de nivel, con el material vegetal muerto producto del derribo de la vegetación, con la finalidad de no perder suelo depositado.

c) Revegetación de bermas

Recuperar ecosistemas degradados es no es tarea fácil, especialmente si se ha perdido una parte importante de suelo y de plantas propias de la zona, incapaces de recolonizar el área sin ayuda de la intervención humana. En estas condiciones, es de gran utilidad el empleo de especies pioneras, aquellas con gran rusticidad que preparan el terreno para que las plantas de zonas adyacentes puedan recolonizar, evitando el fracaso de los esfuerzos de reforestación.

Con la revegetación se estabiliza la zona, fomenta la recuperación de suelos, aumentando su humedad y fertilidad. Una vez concluido el aprovechamiento del material y establecidas las bermas, se iniciará el proceso de vegetación.

Fase 1: Pastización

Se inicia con esta fase en cuanto se encuentre restablecida la capa de suelo y una vez que empiece el temporal de lluvias o, en su caso, después de un riego pesado a la zona de intervenir.

Se tiene previsto utilizar un pasto de características rústicas, resistente a la sequía y que no se propague más allá del sitio. Con base a lo anterior, se ha seleccionado la especie conocido como “zacate de estrella” (*Cynodon dactylon*). Con esta especie de pasto se pretende que la tierra no se deslave y que en su momento, en el periodo de lluvias no se pierda suelo, alentando el escurrimiento del agua.

En esta etapa, se recomienda realizar obras de conservación de suelos con material vegetativo muerto a curva de nivel, con la finalidad que cuando se haga la reforestación de arbustos y árboles, se haga en principio en estas obras para después reforestar los espacios entre curvas de nivel.

Fase 2: Reforestación

1. Siembra de cactáceas

Después de concluir con el proceso de sucesión de la recuperación de la vegetación, es recomendable plantar especies de la familia Cactaceae, ya que estas especies son resistentes a la poca humedad de los suelos, lo que permite que se puedan reincorporar al suelo después de ser removidas de su lugar de origen.

De acuerdo con el inventario forestal realizado en las áreas aledañas al proyecto, se identificaron a las siguientes especies adaptadas a terrenos someros y que ayudaran a mejor el suelo y a la revegetación natural.

Nombre Común	Nombre científico
Pitahaya	<i>Epiphyllum sp.</i>
Tuna	<i>Nopalea sp.</i>
Agave arrochetado	<i>Agave sp.</i>
Cactus rastrero	<i>Selenicereus grandiflorus</i>

Tabla 13. Especies de la familia Cactaceae encontradas dentro del predio.



Figura 13. Especies susceptibles para reforestar.

2. Plantación de especies indicadoras arbustivas.

El objeto de realizar la plantación de especies indicadoras, tales como el cornezuelo y la chaya, es contar con hitos para poder evaluar la perturbación a la que es sometida un área determinada. Sin embargo, en el caso puntual de este proyecto, no se realizará esta actividad, ya que no serán de utilidad por la adaptación rápida que tendrían en el área donde se destinarán.

3. Plantación con especies arbóreas.

La plantación con especies arbóreas refleja que parte de la capa del suelo ha sido recuperada y que el área de explotación se encuentra en condiciones óptimas para nutrir a especies de mayor envergadura, como es el caso del guaje o del mulato, que son las especies principales para utilizar en esta actividad.

La reforestación con especies arbóreas no solo refuerza las acciones dirigidas a reestablecer las condiciones naturales originales del suelo impactado, sino que establece el inicio del desarrollo de un ecosistema para las especies florísticas y faunísticas de la región, así como la recuperación del paisaje natural.

Programa de recuperación y monitoreo ambiental

Para la conservación del suelo fértil, considerando que las actividades de desmonte y despilme ya se han realizado, se utilizó para la recuperación del suelo del área autorizada.

Para el área y actividades de reforestación se contempla la reforestación con las especies rescatadas durante las acciones de rescate de flora silvestre en el área del proyecto. Estas se realizarán en la superficie delimitada para tales acciones, que cuenta con las siguientes coordenadas:

Vértice	X	Y
1	480267	1842395
2	480255	1842408
3	480294	1842474
4	480288	1842484

Tabla 14. Coordenadas UTM del sitio para el rescate de flora.

Otras actividades (estabilización de taludes)

Tomando en cuenta que el tipo de material que conforma al banco de extracción es de B y C, es decir, un material completamente duro, con el fin de asegurar la estabilidad de los taludes, se realiza la extracción en forma de escalones por cada frente.

De igual forma, se realizarán obras de conservación de suelos y aguas, con el material producto del derribo de arbolado.

Como se mencionó anteriormente, se procederá al abandono del sitio en donde se tomarán medidas de desmantelamiento, así como medidas de restitución de suelo fértil, entre otras de tal manera que la recuperación del sitio sea poco a poco.

Además, con el fin de supervisar el desempeño y eficacia de las medidas de prevención y mitigación, así como las actividades propuestas en el abandono del sitio para la recuperación ambiental, se deben implementar procedimientos para vigilar el desarrollo de las medidas en cuestión, ejerciendo una constante vigilancia en el área, una vez finalizadas las actividades productivas del proyecto.

Para ello, se realizarán visitas mensuales a las áreas en recuperación, con el fin de recopilar datos sobre los avances que se han presentado en bitácoras de campo, registrando la situación del sitio, si se han presentado incidencias y las acciones de respuesta a las mismas, para así realizar el análisis de dichos datos y elaborar reportes de resultados.

7.4 Impactos ambientales encontrados en el proyecto

Matriz No. 1: Identificación de Impactos Ambientales										
Simbología X: Impactos potenciales o significativos				Acciones						
				Operación			Mantenimiento	Abandono del sitio		
				Explotación y extracción de material	Carga, transporte y almacenamiento	Trituración de materiales pétreos	Reparación y mantenimiento de maquinaria.	Programa de recuperación	Desmantelamiento y retiro de instalaciones	Monitoreo ambiental
Factores ambientales impactados				1	2	3	4	5	6	7
Medio	Componente	Elemento								
Medio Inerte	Atmosfera	Calidad del aire	1	X	X					
		Nivel de ruido	2	X	X	X	X			
	Suelo	Estructura	3	X				X		X
		Erodabilidad	4	X				X		X
	Agua	Superficial	5	X					X	X
Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	6					X		X
		Estrato arbustivo y herbáceo	7					X		X
	Fauna	Terrestre	8	X				X		X
		Aves	9	X				X		X
Medio perceptual	Paisaje	Calidad paisajista	10	X				X	X	X
Medio socio-cultural	Infraestructura	Oferta y demanda de servicios	11	X	X	X				
Medio económico	Economía	Inversión económica y generación de empleos	12	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 15. Matriz de identificación de impactos.

Simbología: Los impactos presentados en esta matriz son los seleccionados para su valoración I_{ij} = Impactos identificados I = Numero de columna (actividad) J = Numero de fila (factor ambiental implicado)				Acciones						
				Operación			Mantenimiento	Abandono del sitio		
				Explotación y extracción de material	Carga, transporte y almacenamiento	Trituración de		Reparación y mantenimiento de maquinaria.	Programa de recuperación	Desmantelamiento y retiro de instalaciones
Factores ambientales impactados				1	2	3	4	5	6	7
Medio	Componente	Elemento								
Medio Inerte	Atmosfera	Calidad del aire	1	$I_{1,1}$	$I_{2,1}$					
		Nivel de ruido	2	$I_{1,2}$	$I_{2,2}$	$I_{3,2}$	$I_{4,2}$			
	Suelo	Estructura	3	$I_{1,3}$				$I_{5,3}$		$I_{7,3}$
		Erodabilidad	4	$I_{1,4}$				$I_{5,4}$		$I_{7,4}$
	Agua	Superficial	5	$I_{1,5}$					$I_{6,5}$	$I_{7,5}$
Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	6					$I_{5,6}$		$I_{7,6}$
		Estrato arbustivo y herbáceo	7					$I_{5,7}$		$I_{7,7}$
	Fauna	Terrestre	8	$I_{1,8}$				$I_{5,8}$		$I_{7,8}$
		Aves	9	$I_{1,9}$				$I_{5,9}$		$I_{7,9}$
Medio perceptual	Paisaje	Calidad paisajista	10	$I_{1,10}$				$I_{5,10}$	$I_{6,10}$	$I_{7,10}$
Medio sociocultural	Infraestructura	Oferta y demanda de servicios	11	$I_{1,11}$	$I_{2,11}$	$I_{3,11}$				
Medio económico	Economía	Inversión económica y generación de empleos	12	$I_{1,12}$	$I_{2,12}$	$I_{3,12}$	$I_{4,12}$	$I_{5,12}$	$I_{6,12}$	$I_{7,12}$

Tabla 16. Matriz cribada de impactos ambientales.

Matriz No. 3 Valoración del Impacto Ambiental															
Impacto Atributos	I _{1,1}	I _{1,2}	I _{1,3}	I _{1,4}	I _{1,5}	I _{1,8}	I _{1,9}	I _{1,10}	I _{1,11}	I _{1,12}	I _{2,1}	I _{2,2}	I _{2,11}	I _{2,12}	I _{3,2}
Naturaleza	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-
Intensidad	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	4	2
Extensión	2	1	4	2	1	1	1	4	4	4	1	2	2	4	1
Momento	4	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2
Persistencia	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	4	1
Reversibilidad	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	4	2
Sinergia	4	2	4	4	2	2	2	4	4	4	2	2	4	4	2
Acumulación	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	1
Efecto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Periodicidad	2	4	2	2	4	4	4	2	2	2	4	4	2	2	2
Recuperabilidad	4	2	4	4	2	2	2	4	4	4	2	1	4	4	1
Importancia	-36	-30	-48	-36	-30	-30	-30	-48	+48	+48	-30	-30	+36	+48	-23

Tabla 17. Valoración del impacto ambiental.

Matriz No. 3 Valoración del Impacto Ambiental															
Impacto Atributos	I _{3,11}	I _{3,12}	I _{4,2}	I _{4,12}	I _{5,3}	I _{5,4}	I _{5,6}	I _{5,7}	I _{5,8}	I _{5,9}	I _{5,10}	I _{5,12}	I _{6,5}	I _{6,10}	I _{6,12}
Naturaleza	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Intensidad	4	2	2	4	4	4	2	2	2	4	4	4	2	4	4
Extensión	2	2	2	4	4	4	2	2	2	4	4	4	2	4	4
Momento	2	4	1	2	2	2	4	4	4	2	2	2	4	2	2
Persistencia	2	2	2	4	4	4	2	2	2	4	4	4	2	4	4
Reversibilidad	4	4	2	4	4	4	2	2	2	4	4	4	2	4	4
Sinergia	1	1	2	4	4	4	4	2	2	4	4	4	2	4	4
Acumulación	1	1	1	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	4	4
Efecto	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Periodicidad	2	4	1	2	2	2	2	4	4	2	2	2	4	2	2
Recuperabilidad	2	2	2	4	4	4	4	1	1	4	4	4	1	4	4
Importancia	+31	+29	-23	+48	+48	+48	+36	+30	+30	+48	+48	+48	+30	+48	+48

Tabla 18. Matriz de valoración de impacto ambiental.

Matriz No. 3 Valoración del Impacto Ambiental										
Impacto Atributos	I _{7,3}	I _{7,4}	I _{7,5}	I _{7,6}	I _{7,7}	I _{7,8}	I _{7,9}	I _{7,10}	I _{7,12}	
Naturaleza	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Intensidad	2	2	4	4	2	2	4	2	4	
Extensión	2	2	4	4	2	2	4	2	4	
Momento	4	4	2	2	4	4	2	4	2	
Persistencia	2	2	4	4	2	2	4	2	4	
Reversibilidad	2	2	4	4	2	2	4	2	4	
Sinergia	2	4	4	4	2	2	4	2	4	
Acumulación	1	4	4	4	1	1	4	1	4	
Efecto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Periodicidad	4	2	2	2	2	2	2	2	2	
Recuperabilidad	1	4	4	4	1	1	4	1	4	
Importancia	+30	+36	+48	+48	+30	+30	+48	+30	+48	

Simbología

 Irrelevantes

 Moderados

 Severos

 Críticos

Con los valores anteriores, se determina el tipo de impacto de cada interacción:

- Impactos ambientales menores de 25 se consideran irrelevantes, o sea compatibles.
- Impactos ambientales entre 25 y 50 se consideran moderados.
- Impactos ambientales entre 50 y 75 se consideran severos.
- Impactos ambientales mayores de 75 se consideran críticos.

Simbología				Acciones						
				Operación			Mantenimiento	Abandono del sitio		
a)	Irrelevantes o compatibles			Explotación y extracción de material	Carga, transporte y almacenamiento	Trituración de materiales pétreos	Reparación y mantenimiento de maquinaria.	Programa de recuperación	Desmantelamiento y retiro de instalaciones	Monitoreo ambiental
b)	Moderados									
c)	Severos									
d)	Críticos									
Factores ambientales impactados				1	2	3	4	5	6	7
Medio	Componente	Elemento								
Medio Inerte	Atmosfera	Calidad del aire	1	b)	b)					
		Nivel de ruido	2	b)	b)					
	Suelo	Estructura	3	b)				b)		b)
		Erodabilidad	4	b)				b)		b)
Agua	Superficial	5	b)					b)	b)	
Medio Biótico	Flora	Estrato arbóreo	6					b)		b)
		Estrato arbustivo y herbáceo	7					b)		b)
	Fauna	Terrestre	8	b)				b)		b)
		Aves	9	b)				b)		b)
Medio perceptual	Paisaje	Calidad paisajista	10	b)				b)	b)	b)
Medio sociocultural	Infraestructura	Oferta y demanda de servicios	11	b)	b)	b)		b)		
Medio económico	Economía	Inversión económica y generación de empleos	12	b)	b)	b)	b)	b)	b)	b)

Tabla 19. Matriz de Importancia final.

Identificación de impactos

Se identificaron las acciones y factores del medio que posiblemente impactarán al medio al desarrollar el proyecto. Subsecuentemente, se integró la matriz de identificación de impacto con 7 acciones susceptibles de causar impactos sobre 12 elementos ambientales y socioeconómicos. Derivado de ello, se detectaron 39 interacciones, por lo que se considera que cada una de ellas representa un posible impacto potencial, posteriormente se realizó un análisis cualitativo y se depuró la matriz de identificación de impacto, generando la matriz No. 2: Cribada de impacto.

Una vez que se determinaron los impactos a valorar, se realizó un análisis cuantitativo con base al algoritmo presentado, obteniendo la Matriz No. 3: Valoración. Finalmente, se construyó la Matriz No. 4 de Importancia final, la cual únicamente contiene los valores de impacto que sobrepasan el umbral mínimo de importancia determinado (25), ya que las interacciones que presentan impactos con valores de importancia inferiores son considerados irrelevantes, o sea compatibles.

De esta manera, se identificaron 39 interacciones, de los cuales 37 de ellos fueron considerados impactos moderados y 2 fueron impactos considerados irrelevantes o compatibles.

De los 37 impactos moderados, 10 impactos fueron negativos y 27 fueron impactos positivos, lo que refleja que, tomando en consideración los beneficios socioeconómicos, así como las acciones dirigidas a la recuperación del medio impactado, el proyecto de continuación del aprovechamiento de materiales pétreos en el predio particular Montecristo, con pretendida ubicación en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, en el estado de Chiapas, considera los elementos necesarios para su implementación.

A continuación, se presenta la descripción de los impactos ambientales conforme a la actividad realizada y las características del elemento evaluado.

Operación

Los impactos en esta etapa son considerados de la siguiente manera: 1 impacto negativo irrelevante, 10 impactos negativos moderados y 6 impactos positivos moderados. Las principales afectaciones se darán en el medio inerte y los impactos positivos se dirigen al medio socioeconómico.

En cuanto a los elementos atmósfera y suelo, serán de los más afectados debido a la explotación, extracción, trituración, carga, almacenamiento y transporte del material pétreo, actividades que causarán la compactación del suelo y la dispersión de polvo por el tránsito de los camiones de volteo y la maquinaria. Sin embargo, una vez finalizada la vida útil del proyecto se establecerá un número importante de medidas para mejorar las condiciones del sitio a las actuales como acciones de reforestación y monitoreo de cada componente ambiental.

Con respecto al ruido, se apreciará un incremento derivado de la operación de la maquinaria, no obstante, el impacto es considerando moderado, debido a que el área del proyecto colinda únicamente con terrenos dedicados a la agricultura, por lo que no se rebasaran los límites de ruido de la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece que los límites máximos permisibles que son 68 decibeles de las 6 de la mañana a 22 horas, y de 65 decibeles, de 22 horas a las 6 horas de la mañana.

Asimismo, para mitigar el levantamiento de polvos y partículas, se hará uso de pipas para el riego del área de trabajo, manteniendo húmeda la superficie.

Con relación al paisaje, las actividades de esta etapa se consideran moderadas. Debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la explotación y extracción de material pétreo, la dinámica del paisaje cambiará, pero se establecen medidas como la reforestación con el fin de restaurarlo al finalizar el proyecto.

Cabe mencionar que los impactos positivos se consideran, de igual manera, moderados, debido a que se planea la contratación de mano de obras para esta etapa, dándole prioridad a personal que vive cerca de la zona del proyecto, por lo que se generarán empleos y se aportará al aumento de ingresos económicos, aunado a que se les brindarán todas las herramientas y equipos de seguridad al personal laboral, así como de asistencia médica.

Con relación a la Fauna, a continuación, se menciona los posibles impactos que se podrían generar hacia este componente ambiental:

- Considerando que el proyecto es una continuación de la explotación y extracción de material, la fauna terrestre se encuentra en los alrededores del predio, debido a que la flora en esas áreas se encuentra en mejor estado de conservación, aunado que el ruido que genera la maquinaria y los trabajadores ahuyenta a la posible fauna que podría encontrarse en los alrededores.
- En el caso de la avifauna, se ha observado que este grupo se encuentra principalmente en las áreas de cultivos y con mayor arbolado, en algunas ocasiones sobrevuelan el área de trabajo; por ello, dentro de unas de las medidas de prevención y mitigación, se establece que queda absolutamente prohibido la caza de cualquier tipo de especie de cualquier grupo faunístico.

Al identificar las acciones y elementos técnicos envueltos en el proyecto, se pudieron identificar los posibles impactos a realizar respecto a la atmósfera, suelo, fauna y paisaje, los impactos que se prevén son impactos ambientales moderados, los cuales pueden ser minimizados con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, atenúan las posibles afectaciones de tipo ambiental que pudiera ocasionar hacia el medio, por lo que las actividades de esta etapa pretenden preservar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Mantenimiento

El mantenimiento se realizará principalmente al equipo y maquinaria del proyecto, para el cual se tiene un área destinada al mismo, en el cual se encuentra una plataforma de concreto para evitar que aceites o lubricantes que puedan caer a dicha plataforma no se infiltren al suelo, subsuelo o al manto freático.

Aunado a lo anterior, todos los residuos que se generan en esta etapa son depositados al área de almacenamiento de residuos peligrosos, en los cuales son almacenados en contenedores de capacidad de 200 litros rotulados, para posteriormente ser trasladados por la empresa que encargada y autorizada para su disposición final. Es importante aclarar que se llevan bitácoras donde se registran cuando se brindan mantenimientos al equipo y maquinaria, así como de los volúmenes de los residuos peligrosos generados.

Abandono del sitio

Desmantelamiento y retiro de instalaciones, y monitoreo ambiental

Las actividades en esta etapa serán impactos positivos benéficos moderados (+48), debido a que estas actividades buscan mejorar las condiciones naturales del predio del proyecto, debido a que se realizarán acciones para restaurarlo, por lo que los factores ambientales tanto bióticos como abióticos se verán impactados positivamente, ya que al finalizar la vida útil del proyecto el predio será de conservación.

De igual forma, la generación de empleos constituye un impacto positivo, debido a que se contratará personal para la reforestación del predio, así como para el monitoreo de este.

7.5 Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales identificados

A continuación, se mencionan una serie de medidas de prevención y/o mitigación por etapa del proyecto, para que, en la medida de lo posible, se prevea o atenué el efecto de los impactos y no afecten en mayor proporción el equilibrio ecológico del ecosistema. Es importante recalcar que la mayoría de las medidas propuestas tendrán influencia en varios factores, sin embargo, se menciona el principal elemento al que va dirigido, por lo tanto, con esto las medidas que se proponen en las diferentes etapas integrarán un conjunto de acciones, que servirán para la recuperación de los componentes bióticos y abióticos.

Etapa de operación

A continuación, se describen las medidas de prevención y/o mitigación que se llevaran a cabo durante esta etapa de manera general:

- El equipo, vehículos y maquinaria a utilizar durante esta etapa deberán de estar en óptimas condiciones de operación, para evitar derrames de combustibles, altos niveles de ruido, además niveles de emisiones significativos, para ello se propone que estén en constante mantenimiento general, de tal manera que cumplan con lo establecido en las NOM-041-SEMARNAT-2006 “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible”, NOM-045-SEMARNAT-2006 “Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan Diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición” y NOM-080-SEMARNAT-1994 “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 prevenir el daño por ruido, se proporcionará equipo y vestimenta de protección personal adecuados a los operadores de la maquinaria pesada o que este en contacto cercano a dicha maquinaria, para su protección.
- Durante todas las etapas del proyecto, la maquinaria tendrá que estar en buenas condiciones, a fin de evitar excesos de emisión de partículas, ruidos excesivos y/o derrames de combustibles. Para ello, la

empresa contratista deberá asegurar que su maquinaria este en excelentes condiciones y constantemente darle mantenimiento.

- Deberá evitarse la dispersión de residuos sólidos, como envases de comida, refrescos, envolturas, etc., debiendo ubicar contenedores para la confinación final de éstos.
- Será responsabilidad de la empresa encargada de la ejecución de las obras, el evitar la acumulación de desechos sobre el área de influencia directa, tanto de materiales como de los originados por las actividades humanas.
- Los desechos sólidos no peligrosos, se colocarán en tambos metálicos debidamente etiquetados para dichos fines, los cuales habrán de contar con tapa para evitar efectos nocivos, posteriormente se retirarán y serán depositados en los sitios de disposición final oficiales. Con ello se evitará la contaminación y afectación del paisaje por basura acumulada a causa de la obra.
- Para mitigar la producción de polvos por el movimiento de la maquinaria y los vehículos, así como durante el acarreo de los materiales, se cubrirán los vehículos de carga con lonas que cubran totalmente el material geológico, para evitar este tipo de emisiones.

Los productos que se obtienen de las cribas son enviados a través de bandas transportadoras al patio de almacenamiento por tipo de producto (finos de diversos tamaños y grava), en donde permanecen apilados a cielo abierto hasta su comercialización. Para evitar impactos por estas acciones, se proponen las medidas de prevención siguientes:

- En temporada de estiaje y en la medida en que exista disponibilidad de agua, se procurará el riego en las áreas de operación para evitar la dispersión de partículas de polvo.
- Para el traslado de material pétreo al punto de venta, el camión transportador deberá ser cubierto con una lona para evitar la dispersión de partículas.

Mantenimiento

- El equipo, vehículos y maquinaria por utilizar durante esta etapa del proyecto, deberán estar en óptimas condiciones de operación, para evitar derrames de combustibles, altos niveles de ruido, además niveles de emisiones significativos, para ello se propone que estén en constante mantenimiento general, de tal manera que cumplan con lo establecido en las NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-080-SEMARNAT-1994.
- La reparación de la maquinaria y equipo se realizarán en un área debidamente impermeabilizada y equipada para dicho fin. El servicio de engrasado y lubricación se hará en campo desde vehículos especialmente acondicionados para dicho fin. Los residuos que se generen en estas actividades se deberán almacenar en tambos los cuales se entregarán, para su manejo y disposición final, a empresas autorizadas para ello.
- La maquinaria que se vaya a utilizar, tendrá que estar en buenas condiciones, a fin de evitar excesos de emisión de partículas, ruidos excesivos y/o derrames de combustibles. Para ello, la empresa contratista

deberá asegurar que su maquinaria este en excelentes condiciones y de igual manera constantemente deberá darle mantenimiento.

- Será responsabilidad de la empresa encargada de la ejecución de las obras, el evitar la acumulación de desechos sobre el área de influencia directa, tanto de materiales como de los originados por las actividades humanas. Los desechos sólidos no peligrosos, se colocarán en tambos metálicos plenamente identificados para dichos fines, los cuales habrán de contar con tapa para evitar efectos nocivos, posteriormente se retirarán y serán depositados en basureros oficiales. Con ello se evitará la contaminación y afectación del paisaje por basura acumulada a causa de la obra.

Abandono del sitio

- Mejorar las condiciones del suelo a través de un suministro orgánico inicial en los predios particulares, para posteriormente llevar a cabo el programa de conservación de suelos con las consideraciones indicadas para la zona.

7.6 Vinculación con las normas y regulaciones sobre el uso de suelo

Programa de desarrollo urbano municipal y plan estatal y plan estatal de desarrollo Chiapas

Plan Estatal de Desarrollo Chiapas

El Plan Estatal de Desarrollo Chiapas 2019-2024, aprobado por el Congreso del Estado de Chiapas el día 7 de mayo de 2019, es el instrumento rector de políticas públicas mismos que integran entre otros objetivos, estrategias y líneas de acción para encaminar y unir esfuerzos en todos los niveles gubernamentales para la atención de las prioridades de desarrollo estatal.

El Plan Estatal de Desarrollo Chiapas, 2019-2024, está integrado por los siguientes ejes:

- Eje 1. Gobierno eficaz y honesto
- Eje 2. Bienestar social
- Eje 3. Educación, ciencia y cultura
- Eje 4. Desarrollo económico y competitividad
- Eje 5. Biodiversidad y desarrollo sustentable

A los anteriores se le adjuntan los enfoques transversales de derechos humanos y manejo de riesgos y resiliencia, así como las políticas transversales de igualdad de género, medio ambiente, interculturalidad y combate a la corrupción y mejora de la gestión pública.

Las políticas públicas del PED se alinean al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y a los objetivos contenidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Por la naturaleza del proyecto, se considera que sus objetivos se ajustan a lo establecido en las políticas establecidas en el Eje. 4. Desarrollo Económico y competitividad:

Política 4.1.1. Inversión para el desarrollo

Chiapas se ubica en una posición estratégica para los mercados de Asia-Pacífico y los de la región Sursureste del país; no obstante, de acuerdo al Índice de Competitividad Estatal 2018 del Instituto Mexicano para la Competitividad A.C., ocupa el último lugar a nivel nacional.

Esta política tiene por objetivo incrementar la inversión privada, con el fin de aumentar la competitividad e impulsar el sector industrial, para un mejor desarrollo de las actividades del sector secundario y terciario, quienes han mostrado déficit en la productividad.

Estrategias

- 4.1.1.1. Atraer la inversión nacional y extranjera.*
- 4.1.1.2. Impulsar la infraestructura logística, comercial e industrial.*
- 4.1.1.3. Impulsar el desarrollo industrial.*
- 4.1.1.4. Facilitar la instalación y expansión de empresas.*
- 4.1.1.5. Mejorar el clima de negocios*

Política 4.1.2. Desarrollo empresarial y comercio

Esta política pública señala que la deficiente calidad en los productos primarios y la carencia de procesos para su transformación, provocan un bajo valor agregado y reducen la capacidad de las empresas en la generación de empleos. Además, el consumo mínimo de servicios y productos elaborados en la entidad se relaciona directamente con la falta de oportunidades para su comercialización y promoción, que permita a los consumidores valorarlos y se refleje en mejores ingresos de los productores locales.

Además, contempla que la mayoría de los establecimientos económicos no cuenta con un plan de negocios y presenta deficiencias en la tecnificación y control de sus procesos, especialmente entre las micro y pequeñas empresas, que limita su competitividad e incluso impide su permanencia en el mercado.

Por lo anterior, el objetivo de esta política pública es fortalecer las capacidades de las empresas, promoviendo las siguientes estrategias:

Estrategias

4.1.2.1. Vincular los sectores público, privado, académico y social para el desarrollo empresarial.

4.1.2.2. Impulsar el mejoramiento de productos elaborados.

4.1.2.3. Promover la formalidad empresarial.

4.1.2.4. Fomentar el consumo de productos y servicios locales.

4.1.2.5. Desarrollar las capacidades empresariales.

Con lo anterior, se considera que el presente proyecto de extracción de materiales pétreos, se acopla a los objetivos y estrategias establecidos por el Plan Estatal de Desarrollo, al impulsar la actividad industrial y de aprovechamiento en el Estado, sobre todo en la capital del mismo, en donde el flujo económico es más importante, además de ser promovido por un empresa chiapaneca, que busca fomentar el consumo sustentable y consciente de los recursos naturales, así como la oferta y generación de empleos bajo un esquema planeado de negocios, que asegura la prevalencia de la empresa en el mercado.

Plan Municipal de Desarrollo de Tuxtla Gutiérrez 2018-2021

El Plan Municipal de Desarrollo del municipio de Tuxtla Gutiérrez, fue aprobado por el H. Cabildo Municipal el 11 de junio de 2019, y presentando ante el Consejo Consultivo Ciudadano durante su 124ª Sesión Ordinaria, para su conocimiento, el día 24 de junio de 2019.

De igual manera, en apego a la Ley de Planeación para el Estado de Chiapas, dicho documento fue presentado ante el Congreso del Estado para su evaluación, sin embargo, no ha sido aprobado o publicado de manera oficial.

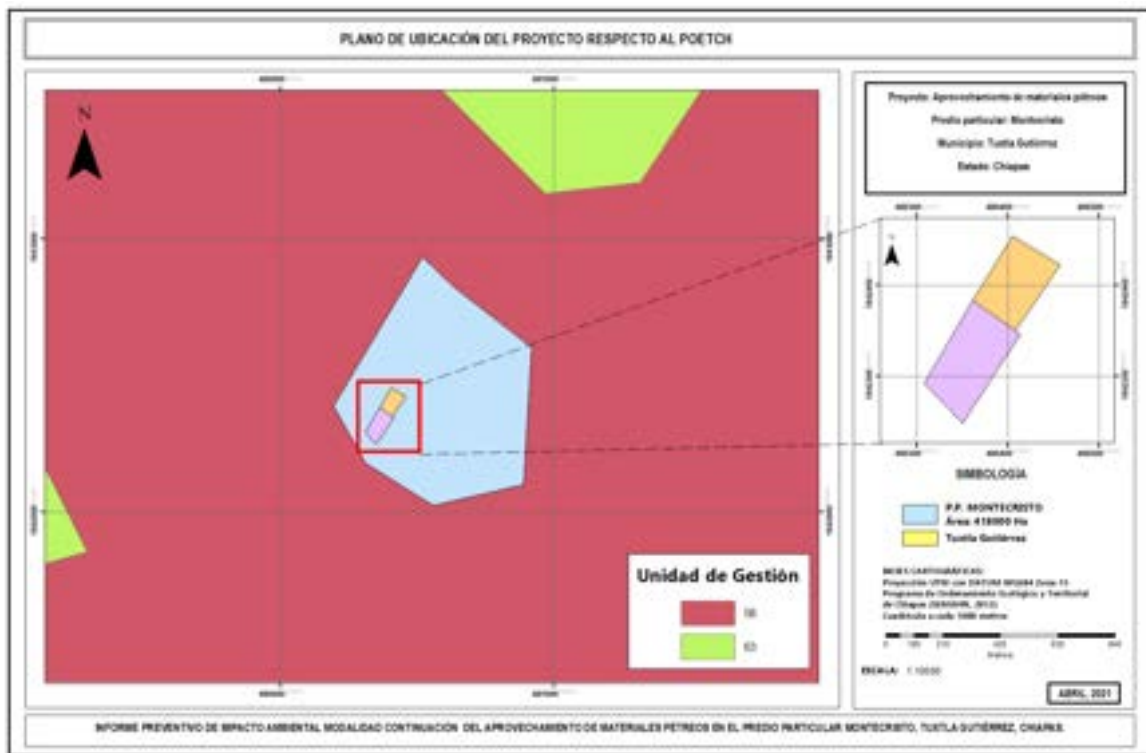
El PMD es el documento rector de la administración pública municipal y está conformado por cinco ejes estratégicos y cuatro enfoques transversales, en los que se establecen los mecanismos para evaluar el desarrollo y cumplimiento de los compromisos plasmados en este programa.

Programas de Ordenamiento Ecológico

El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETCH) fue publicado el 07 de Diciembre de 2012. En dicho instrumento se describen los usos recomendados y permitidos (con condiciones) del suelo de los Municipios del Estado de Chiapas. Se encuentra dividido en 125 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), cada una con políticas ambientales y lineamientos diferentes y específicos para los ecosistemas que las constituyen.

Respecto al POETCH, el predio (área del proyecto), se localiza en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) No. 58.

Figura 14. Ubicación del predio y de área del proyecto respecto al POETCH.



Fuente propia

La UGA No. 58 tiene las Políticas Ambientales asignadas de Conservación (C) y Aprovechamiento (A).

En este caso, el proyecto se encuentra dentro de una UGA con Políticas Mixtas, cuyos lineamientos, estrategias y criterios ecológicos son determinados tomando en cuenta ambas políticas y se aplican a diferentes zonas al interior de la misma unidad.

La Política Ambiental asignada correspondiente a **Aprovechamiento (A)**, se designa a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forme tal que resulten eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente. Incluye las áreas con usos de suelo actual o potencial, siempre que estas no sean contrarias o incompatibles con la aptitud del

territorio. Está orientada a espacios con elevada aptitud productiva actual o potencial ya sea para el desarrollo urbano, sectores agrícolas, pecuario, comercial e industrial.

La Política de **Conservación (C)** consiste en el mantenimiento de los ecosistemas y de sus procesos biológicos. Se propone esta política cuando, un área tiene valores importantes de biodiversidad, bienes y servicios ambientales, tipo de vegetación, etc., pero se encuentra bajo algún tipo de aprovechamiento. Se busca reorientar la actividad productiva a fin de hacer más eficiente y sustentable el aprovechamiento de los recursos naturales, garantizando la continuidad de los ecosistemas y reduciendo o anulando la presión sobre ellos.

Entre los usos recomendados con condiciones de la UGA No. 58 se encuentran los siguientes:

- Ecoturismo (con estudios de factibilidad que garanticen no afectar la vegetación natural conservada o perturbada)
- Agroturismo (con estudios de factibilidad que garanticen no afectar la vegetación natural conservada o perturbada)
- Agricultura (sin ampliación sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y fomentando su reconversión productiva en predios con pendiente mayor de 30°)
- Ganadería (sin ampliación sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y fomentando su reconversión productiva a ganadería semi-intensiva o sistemas agrosilvopastoriles)
- Asentamientos Humanos (fomentando su planificación y sin crecimiento sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y de riesgo)
- Plantaciones (respetando la vegetación arbórea natural, con criterios ecológicos y buscando su certificación ambiental)
- Forestal (limitado a plantaciones forestales comerciales en áreas agropecuarias)
- Acuicultura (preferentemente con especies nativas o con medidas de prevención de escape de ejemplares en caso de especies exóticas)
- Infraestructura (evitando las zonas de vegetación natural conservada o perturbada)
- Industria (agroindustrias e industrias poco contaminantes a no menos de 1 km de cuerpos de agua y humedales, así como de asentamientos humanos. Toda industria deberá contar con medidas para la prevención de contaminación del suelo, agua y aire, sitios definidos para la disposición final de cualquier desperdicio resultante, remediación de cualquier impacto ambiental originado en dicha industria),
- Pesca (artesanal).

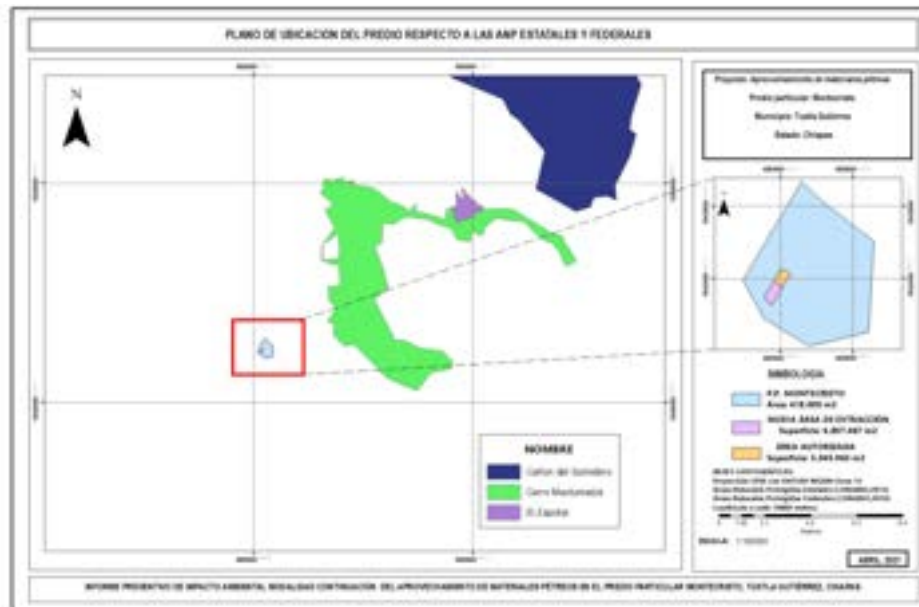
El proyecto es compatible con el Uso recomendado con condiciones de Industria.

Decreto y programas de conservación y manejo de las Áreas Naturales Protegidas

El Proyecto **no** se localiza dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción Federal. La más cercana es el Parque Nacional “Cañón del Sumidero” que se ubica a 15.10 Km al Noreste.

Así también, **no** se localiza dentro de Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción Estatal, siendo las más cercanas Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Cerro Mactumatzá” a 3.2 Km y el Centro Ecológico Recreativo “El Zapotal” a 10.7 Km al Noreste.

Figura 15. ANP Federales y Estatales cercanas al proyecto.



Fuente propia

Ley Orgánica Municipal del Estado de Chiapas

El proyecto se relaciona con la Ley Orgánica de Chiapas de la siguiente manera (Tabla 18):

Ley Orgánica Municipal del Estado de Chiapas	
Título III, Cap. IX, Art. 87	Establece que los municipios, con el concurso del Poder Ejecutivo del Estado, pueden organizar y reglamentar la administración, funcionamiento, mejoramiento, conservación y explotación de los servicios públicos.
Título VI, Cap. I, Art. 97	Dicta que los planes de desarrollo, a la par con la Ley de Desarrollo Urbano del Estado, establecen las disposiciones relativas al uso, destinos y reservas del territorio. De igual forma, menciona que se dividirá el municipio en zonas de acuerdo con sus características, destino de los predios y condiciones ambientales.

Tabla 20. Vinculación con la Ley Orgánica Estatal.

Normas Oficiales Mexicanas

En la siguiente tabla se indica las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Estatales que se vinculan al proyecto:

Criterio	Vinculación con el proyecto
En Materia de Aire	
NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Las normas se vinculan con el proyecto particularmente en la etapa de operación, con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario reemplazarlos por otros que si se encuentren en perfectas condiciones.
NOM-045-SEMARNAT-2006. 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. 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.	
En Materia de Ruido	

<p>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.</p>	<p>Es de observancia obligatoria para vehículos automotores los cuales deberán garantizar sus condiciones óptimas. Los vehículos siempre deberán circular con el escape cerrado. Esta norma está vinculada con el proyecto en la etapa de operación y mantenimiento debido a la utilización de vehículos y/o maquinaria.</p>
<p>NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>	<p>La maquinaria y equipo que se utilice en el desarrollo del proyecto cumplirá con esta norma, y contará con un mantenimiento preventivo con la finalidad de que no sobrepasen los límites de emisión de ruido permitidos.</p>
<p>En Materia de Residuos</p>	
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Durante el desarrollo de algunas etapas del proyecto habrá generación de residuos peligrosos, por lo que se deberá ajustar a lo establecido en esta norma, en la que se señala el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, asimismo se incluyen los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales. Es de observancia obligatoria. Aplica en todas las etapas del proyecto para identificar si se está generando residuos peligrosos y en su caso dar la gestión integral correspondiente conforme a la legislación vigente.</p>
<p>NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.</p>	<p>En cualquier etapa del proyecto, se debe determinar la incompatibilidad de materiales a utilizar, por lo que se debe aplicar el procedimiento de acuerdo a la norma. Aunado a ello, se dará cumplimiento a lo establecido en el manejo de residuos peligroso en el envase, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los mismos.</p>
<p>En Materia de Recursos Naturales</p>	
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio lista de especies en riesgo.</p>	<p>La norma se vincula con el proyecto particularmente en la etapa de preparación del sitio, a fin de proteger las especies con algún estatus de conservación.</p>

Norma Técnica Estatal	
Norma Técnica Estatal NTAE-001-SEMAHN-2015. Que establece las condiciones y especificaciones para la explotación de bancos de materiales pétreos de competencia estatal, así como sus parámetros de diseño, explotación, restauración y abandono.	Se seguirán los lineamientos de esta norma bajo los límites que establece, ya que es la norma regulatoria de los proyectos de extracción de materiales pétreos.

Tabla 21. Normas Oficiales Mexicanas y Normas Estatales que se vinculan al proyecto.

8. CONCLUSIONES

Conforme con la información presentada del desarrollo de dicho diagnóstico de aprovechamiento de materiales pétreos en el predio particular Montecristo, Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas”, muestra casi en su totalidad impactos de nivel moderado, derivados de la pérdida de capas del suelo con la explotación y extracción del material pétreo y las acciones que se derivan de la realización de mencionada actividad.

El impacto de la principal actividad puede y será mitigado aplicando las medidas adecuadas durante su desarrollo, además de que los beneficios socioeconómicos, considerados como impactos positivos, que trae consigo la son comparables a los impactos negativos.

Debe considerarse que el proyecto consiste en una continuación, desarrollándose en un sitio previamente impactado y al cual se le ha dado seguimiento a fin de recuperar su estado natural, todo esto dentro de la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez, con vías de acceso en buenas condiciones y que conecta al sitio con el resto de la ciudad.

Actualmente, el predio se encuentra libre de vegetación y de fauna, puesto que se ha llevado a cabo el cambio de uso de suelo autorizado para tal superficie, por lo cual no ofrece verdaderos servicios ambientales por el momento. El proyecto busca aprovechar la zona desmontada, continuando con las actividades que se le han inferido al predio Montecristo, para así poder desarrollar al finalizar su vida útil las acciones de restauración del medio natural.

Es importante recalcar que todas las afectaciones de carácter negativo serán mitigadas, controladas y/o prevenidas de acuerdo con una serie de medidas que serán aplicadas e implementadas para garantizar el equilibrio ecológico del medio donde se localiza el Proyecto. Entre ellas se encuentra la delimitación de zonas de reforestación, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como la revegetación de bermas y la recuperación del suelo fértil.

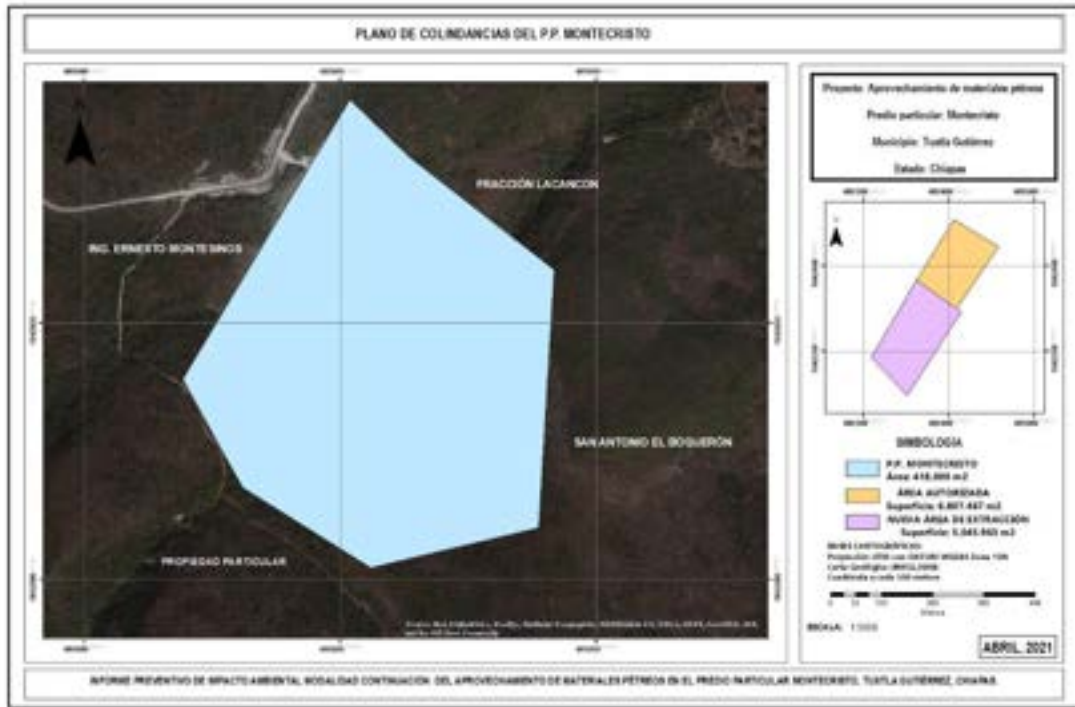
Finalmente, el elemento con el mayor porcentaje de efectos benéficos es el factor socioeconómico, vinculado a la generación de empleos y el desarrollo de la industria en el municipio de Tuxtla Gutiérrez y en la entidad chiapaneca, impulsando el comercio local y regional, generando un flujo monetario importante en la entidad.

ANEXOS

9. ANEXO 1

9.1 Colindancias del predio

Figura 16. Colindancias del predio.



Fuente propia

9.2 Vías de acceso

Figura 17. Vías de acceso al área del proyecto



9.3 Ejecución de las actividades de desmonte.

Figura 18. Ejecución de las actividades de desmonte.



Fuente propia

10. ANEXO 2

10.1 Residuos generados dentro del proyecto

Categoría	Tipo de residuo	Componente
Residuos de manejo especial	Suelo	Material edáfico, producto de la capa superficial del para de extracción.
	Vegetación	Pedazos de madera, ramas, hojarasca, producto del desmonte y despalme.
Residuos sólidos urbanos	Residuos sólidos urbano-domésticos	Envases de plástico y latas de refresco, bolsas de plástico.
Residuos peligrosos	Líquido	Aceite gastado
	Sólidos impregnados	Grasas, estopas, filtros, cartón.

Figura 19. Residuos generados dentro del proyecto

10.2 Listado de flora identificada en el área de extracción

Familia	Nombre común	Nombre científico
Estrato arbóreo		
Fabaceae	Ishcanal	<i>Acacia collinsii</i>
Fabaceae	Huesito	<i>Acacia sp.</i>
Picramniaceae	Camarón	<i>Ahvaradoa amorphoides</i>
Fabaceae	Casquito de venado	<i>Bauhinia divaricata</i>
Combretaceae	Cacho de toro	<i>Bucida macrostachya</i>
Sapotaceae	Rompezapato	<i>Bumelia celastrina</i>
Burseraceae	Copal	<i>Bursera excelsa</i>
Burseraceae	Mulato	<i>Bursera simarouba</i>
Salicaceae	Cafecito	<i>Casearia corymbosa</i>
Fabaceae	Anjuy	<i>Cassia fistula</i>
Malvaceae	Mosmot	<i>Ceiba acuminata</i>
Bixaceae	Tambor	<i>Cochlospermum vitifolium</i>
Rhamnaceae	Cholago	<i>Colubrina guatemalensis</i>
Anacardiaceae	Cinco negrito	<i>Comocladia guatemalensis</i>
Boraginaceae	Molinillo	<i>Cordia alliodora</i>
Fabaceae	Peine	<i>Dalbergia calderonii</i>
Fabaceae	Guachipilín	<i>Diphysa robinoides</i>
Fabaceae	Machetillo	<i>Erythrina americana</i>
Myrtaceae	Chasá	<i>Eugenia acapulcensis</i>
Fabaceae	Amate	<i>Ficus cookii</i>
Malvaceae	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Hernandiaceae	San Felipe	<i>Gyrocarpus americanus</i>
Fabaceae	Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>
Malvaceae	Guaspó	<i>Heliocarpus reticulatus</i>
Rubiaceae	Caniquita	<i>Hintonia latiflora</i>
Fabaceae	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>
Fabaceae	Chaperla	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>
Fabaceae	Matabuey	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
Fabaceae	Amolillo	<i>Lysiloma divaricatum</i>
Fabaceae	Sierrita	<i>Mimosa tenuiflora</i>

Apocynaceae	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>
Familia	Nombre común	Nombre científico
Estrato arbóreo		
Malvaceae	Sospó	<i>Pseudobombax ellipticum</i>
Myrtaceae	Guayabillo	<i>Psidium sartotianum</i>
Rubiaceae	Calabacita	<i>Randia sp.</i>
Fabaceae	Hediodillo	<i>Senna atomaria</i>
Fabaceae	Santa Rosa	<i>Senna skinneri</i>
Anacardiaceae	Jocote de caballo	<i>Spondias purpurea var.</i>
Apocynaceae	Corcochi	<i>Stemmadenia mollis</i>
Meliaceae	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Apocynaceae	Manzanito	<i>Thevetia plumeriifolia</i>
Rutaceae	Cola de lagarto	<i>Zanthoxylum fagara</i>
Estrato herbáceo		
Asparagaceae	Agave	<i>Agave hiemiflora</i>
Araceae	Piñanona	<i>Monstera deliciosa</i>
Orchidaceae	Orquídea terrestre	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>
Cactaceae	Tres costillas	<i>Acanthocereus chiapensis</i>
Cactaceae	Nopal	<i>Opuntia ficus</i>
Piperaceae	Piper	<i>Peperomia angustata</i>
Acanthaceae	Flor Fiusha	<i>Ruellia inundata</i>
Cactaceae	Cactus rastrero	<i>Selenicereus grandiflorus</i>

11. REFERENCIAS

- [1] Servicio geológico mexicano (2018) *Panorama Minero del Estado de Chiapas*. Recuperado desde: <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/CHIAPAS.pdf>
- [2] Dirección general de desarrollo minero (2015) *Estudio de la cadena productiva de los materiales pétreos*. Recuperado desde: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/51927/cp_materiales_petreos.pdf
- [3] MAMLOUK S., Michael. ZANIEWSKI P., John. *Materiales para ingeniería civil. Segunda edición*. Editorial Prentice Hall. Madrid, España 2009. p. 166-210.
- [4] Jorge Á., Olivera, Adriana. *Cobertura vegetal y uso del suelo de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez*. Recuperado desde: Chiapas.<http://tlamati.uagro.mx/t7e2/469.pdf>
- [5] Conesa Fernández-Vitora, V. (2000). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Editorial Mundi-Prensa. 3a. Edición. España.
- [6] KOTLER Philip. (1993) Dirección de la Mercadotecnia. Prentice Hall México.
- [7] Lugo R, Cynthia Vanessa; PERALTA GIL, Yensy Mileny. *Caracterización físico – mecánica de los agregados pétreos procedentes del río Negro del Municipio de Villavicencio – Meta. Trabajo de grado para la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia*. 2015. 132. Recuperado de: <https://recursostecno.isoaces.com/file/view/materiales/petreos>.
- [9] Torres D y Capote T. (2004), *Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental*. *Ecosistemas* 13 (3). Recuperado desde: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/201>
- [10] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2017). *Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Federal: Conjunto de Datos Vectoriales*. México.
- [11] Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2016). *Modelo Digital de Elevación del Estado de Chiapas*, Escala 1:10 000.
- [12] Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). *Carta temática de Aguas Subterráneas*. Escala 1:250 000.
- [13] Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2016). *Modelo Digital de Elevación del Estado de Chiapas*, Escala 1:10 000.
- [14] Secretaría General de Gobierno, (2012). *Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas. Periódico Oficial. Tomo III. No. 405*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- [15] Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2004). *Conjunto de datos Edafológicos alfanuméricos*. Escala 1:250 000. Serie I (Continuo Nacional).
- [16] Agregados Pétreos, Recuperado desde: cc.com/wp-content/uploads/2020/08/FT-0620-AGREGADOS-PÉTREOS.pdf

- [17] Comisión Nacional del Agua. (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero Tuxtla (0703), Estado de Chiapas.
- [18] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2017). Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Federal: Conjunto de Datos Vectoriales. México.
- [19] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2015). Cobertura Digital de Áreas Naturales Protegidas Estatales, Escala 1:50 000.
- [20] Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2007). Carta Topográfica de Tuxtla Gutiérrez (Clave E15-11), Escala 1:250 000.
- [21] Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2016). Modelo Digital de Elevación del Estado de Chiapas, Escala 1:10 000.
- [22] Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2001). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional escala 1:1 000 000 serie I. Sistema topofomas
- [23] Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). (2002). Conjunto de datos vectoriales Geológicos. Escala 1:1 000 000. Continuo Nacional. Rocas.
- [24] Civil Engineering. (s. f.). 12 uses of Rocks. Tomado de <https://civiltoday.com/geotechnical-engineering/geology/318-uses-of-rocks>
- [25] IGI Global. (2022). What is Rock Material. Tomado de <https://www.igi-global.com/dictionary/rock-material/61033>