



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
Unidad Iztapalapa

---

---

**División de Ciencias Sociales y Humanidades**  
**Departamento de Sociología**  
**Licenciatura en Geografía Humana**

**EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA MINERÍA A CIELO ABIERTO  
EN EL CERRO DE CHIMALHUACHE EN EL MUNICIPIO DE  
CHIMALHUACÁN**

Para obtener el título de  
Licenciada en Geografía Humana

Presenta

**MENDOZA BANDA KAREN HAIDE**  
**MATRÍCULA 209349039**

Dr. Raúl Romero Ruiz  
Asesor

Dr. Víctor Hugo Aquino Illescas  
Lector

Trimestre 25-Invierno  
Iztapalapa, Ciudad de México, mayo 2025

Ciudad de México, 17 de mayo de 2025

**Dr. Pere Sunyer Martín**  
**Coordinador de la Licenciatura en Geografía Humana.**  
**Asunto: Evaluación del trabajo terminal de investigación de tesina**

Por medio de la presente, hago constar que he leído y revisado el Trabajo Terminal de Tesina elaborado por la estudiante **Karen Haide Mendoza Banda**, titulado: "El Impacto Ambiental de la Minería a Cielo Abierto en el Cerro de Chimalhuache en el Municipio de Chimalhuacán".

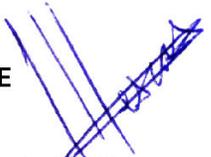
La investigación de la tesista busca poner en relieve la opinión y experiencias de los sujetos habitantes en los alrededores del Cerro del Chimalhuache, en la zona oriente de la ciudad de México. Estas miradas de los sujetos, bajo una crítica lupa investigativa, plantean relacionar las repercusiones, riesgos y vulnerabilidades socio-ambientales que les aquejan cotidianamente al encontrarse próximos en una zona dedicada a la extracción de materiales en una mina a cielo abierto.

Este trabajo se compone de ocho capítulos. En el primero se desarrolla una introducción. En el segundo se sintetizan los enfoques teóricos que explican el impacto ambiental, social, económico e hidrológico y su relación con la minería a cielo abierto. El tercero expone el diseño de la investigación y la metodología aplicada al trabajo de campo y al análisis de los datos; requirió del método de estudio de caso y un posterior análisis empírico-analítico con el fin de detallar el proceso histórico de los impactos ambientales por actividades pétreas en el área bajo estudio. El capítulo cuarto presenta un recuento de antecedentes históricos sobre la minería a cielo abierto en el Chimalhuache. Los capítulos, quinto, sexto y séptimo dan cuenta del trabajo de campo, la recolección de datos e información y su posterior tratamiento y análisis plasmados en productos cartográficos (mapas). El último capítulo, el octavo, exhibe las conclusiones aseverando que desde hace décadas en el Cerro del Chimalhuache una clandestina extracción de materiales pétreos continúa con la connivencia o protección de autoridades locales, causando daños ambientales, riesgos y vulnerabilidades para los habitantes en áreas aledañas.

Después de una puntual lectura, en mi opinión, el documento cumple con los criterios básicos de una *investigación terminal*, por lo que considero que es un trabajo que procura plasmar aspectos teóricos y metodológicos (estudio de caso; observación participante, análisis empírico-analítico, fotografías, cartografía aplicada) aprendidos en su formación con base en el plan de estudios de la Licenciatura en Geografía Humana.

Sin otro particular, quedo a sus órdenes.

**ATENTAMENTE**



**Dr. Víctor Hugo Aquino Illescas**  
Licenciatura en Geografía Humana  
Departamento de Sociología  
División de Ciencias Sociales y Humanidades  
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

UAM Iztapalapa / [vhugoaillescas@xanum.uam.mx](mailto:vhugoaillescas@xanum.uam.mx) / [hughillescas@gmail.com](mailto:hughillescas@gmail.com)

# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	4
1.1	Objetivos .....	5
1.1.1	Objetivo general .....	5
1.1.2	Objetivos específicos .....	6
1.2	Preguntas de investigación.....	6
1.3	Diseño de la investigación .....	9
1.4	Estado del arte.....	11
1.5	Geografía Ambiental .....	11
<b>2</b>	<b><i>El impacto Ambiental de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache, en el municipio de Chimalhuacán.</i></b> .....	13
2.1	Introducción .....	13
2.1.1	Impacto Ambiental .....	14
2.1.2	Impacto Ambiental y la Minería .....	16
2.2	Componentes de Impacto ambiental.....	18
2.2.1	Impacto socio-económico .....	18
2.2.2	Régimen Hidrológico .....	20
2.2.3	Impactos en la biodiversidad.....	21
<b>3</b>	<b>Marco metodológico</b> .....	24
3.1	Introducción .....	24
3.2	Estudio de caso como herramienta de investigación.....	25
3.3	Cerro de Chimalhuache como caso de estudio .....	26
3.3.1	Unidades de análisis .....	28
3.4	Perspectiva cualitativa de la investigación.....	29
3.4.1	Grupos focales.....	32
3.4.2	Entrevista semiestructurada .....	34
3.4.3	Fuentes secundarias.....	36
<b>4</b>	<b><i>Antecedentes de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache</i></b> .....	38
4.1	Introducción .....	38
4.2	Minería a cielo abierto y sus características .....	38

4.2.1	Minería a cielo abierto en México.....	39
4.3	Minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache .....	40
4.3.1	Antecedentes de la “mina La Guadalupana” .....	42
4.4	Antecedentes ambientales del cerro de Chimalhuache .....	43
4.4.1	Antecedentes Socioeconómicos.....	44
4.4.2	Entorno del Régimen Hidrológico .....	45
4.4.3	Condiciones de la biodiversidad.....	46
<b>5</b>	<b><i>Impacto Socioeconómico de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache</i></b> .....	<b>49</b>
5.1	Introducción .....	49
5.2	Distribución general de la población en el Cerro de Chimalhuache .....	49
5.2.1	Infraestructura.....	53
5.3	Impactos sociales de la minería en cerro de Chimalhuache. ....	55
5.4	Impactos económicos de la minería en el cerro de Chimalhuache.....	60
<b>6</b>	<b><i>Impacto en el Régimen Hidrológico provocado por la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache</i></b> .....	<b>66</b>
6.1	Introducción .....	66
6.2	Régimen Hidrológico superficial Regional.....	66
6.2.1	Cuencas .....	67
6.2.2	Subcuencas.....	70
6.2.3	Ríos .....	71
6.3	Régimen Hidrológico local.....	74
6.3.1	Características Históricas del régimen hidrológico local.....	75
6.3.2	Actividades Extractivas.....	76
6.4	Índice Hidrológico Local .....	78
6.4.1	Recarga y Transmisividad .....	79
<b>7</b>	<b><i>Impacto en la biodiversidad provocado por la minería a cielo abierto en el Cerro de Chimalhuache</i></b> .....	<b>83</b>
7.1	Introducción .....	83
7.2	Impacto de la minería a cielo abierto sobre la biodiversidad en el cerro de Chimalhuache .	84
7.3	Antecedentes de la biodiversidad en el cerro de Chimalhuache.....	86
7.3.1	Causas de la pérdida de biodiversidad en el Cerro de Chimalhuache .....	88

7.4	Importancia de la vegetación en el cerro de Chimalhuache.....	90
7.4.1	La vegetación y su influencia en el Régimen Hídrico .....	92
<b>8</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>95</b>
<b>9</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>97</b>

## *1 Introducción.*

La minería es una actividad económica que se ha realizado y desarrollado a lo largo de la historia de la humanidad desde tiempos prehispánicos. La capacidad del ser humano de utilizar materiales para su desarrollo ha dado paso a la creación de herramientas complejas, las cuales son necesarias para adaptarse al medio. Culturas prehispánicas como la cultura Maya, Azteca o Inca utilizaban minerales como el oro, la plata, cobre, obsidiana para fabricar utensilios que les ayudaban en su vida diaria, algunos de estos minerales eran considerados sagrados.

La extracción de recursos del suelo es una parte importante para el desarrollo de una sociedad. Una sociedad que desea desarrollarse necesita utilizar herramientas que le faciliten la realización de actividades para su crecimiento y así poder abastecer las demandas de la población, esto hace que exista una gran demanda de materias primas que se extraen de la tierra.

La actividad minera se caracteriza por tener una influencia sobre la población y el entorno en el cual se desarrolla principalmente. A lo largo de la investigación se abordan diferentes definiciones y explicaciones sobre el tema de impacto ambiental de la minería a cielo abierto, tema principal de esta investigación, utilizando como caso de estudio, el cerro de Chimalhuache, ubicado en el municipio de Chimalhuacán Estado de México basado en un análisis empírico- analítico para entender el proceso de esta investigación.

La importancia de esta investigación radica en ayudar a comprender las problemáticas que aquejan al cerro de Chimalhuache, al mismo tiempo exponer la importancia que tiene y los recursos que brinda a la población. Un tema tan importante como es la conservación de áreas que ayudan al abastecimiento de recursos, las cuales se ven afectadas por el crecimiento poblacional y la constante demanda de recursos.

La metodología implementada es de mucha importancia en la obtención de información sobre los sucesos que se han llevado a cabo en torno a la minería en el cerro de Chimalhuache, agregando descripciones sobre los procesos, son métodos ligados a la teoría y a la descripción de las cualidades de un suceso, debido a la poca información teórica que existe sobre la zona.

Es por ello que se abordan en los objetivos generales y específicos las preguntas de investigación para posteriormente abordar el diseño y la estructura del trabajo planteándolo en diferentes capítulos que ayudan a una mejor comprensión sobre el impacto ambiental de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache.

## **1.1 Objetivos**

Para la realización de este trabajo se planteó un objetivo general y en base a este objetivo surgieron algunos objetivos específicos. Todas las herramientas y actividades para la obtención de información utilizadas se realizaron para poder responder dichos objetivos que a continuación se plantean.

### **1.1.1 Objetivo general**

El objetivo de esta investigación es dar a conocer los procesos que se llevan a cabo en el cerro Chimalhuache debido a la explotación de recursos minerales cercana a diferentes comunidades e indagar en temas que a corto-mediano plazo pueden afectar de manera importante a la población que habita en este municipio todo ello desde una perspectiva geográfica.

## 1.1.2 Objetivos específicos

- Analizar los procesos a los que está siendo sometido el cerro de Chimalhuache por parte de la minería e identificar mejor las problemáticas ambientales a las que se enfrenta.
- Conocer cuál es la importancia del cerro de Chimalhuache en cuanto a los recursos hídricos, la flora y la fauna que brinda a las comunidades del municipio de Chimalhuacán.
- Analizar los problemas y al mismo tiempo los beneficios, sociales y económicos que la minería a cielo abierto tiene sobre la población local.

## 1.2 Preguntas de investigación

La realización y desarrollo de esta investigación derivó preguntas las cuales fueron surgiendo al ir planteando e investigando sobre el tema de minería a cielo abierto y los impactos que tiene en el ambiente, estas preguntas están enfocadas al caso de estudio, cerro de Chimalhuache, donde se lleva a cabo esta actividad.

Existen diversas investigaciones sobre la minería, los tipos de minería que existen y los impactos que tiene sobre el ambiente. Dichos impactos se abordarán en los siguientes capítulos. El diseño de las preguntas de investigación aborda los posibles procesos que se han dado debido a la actividad minera a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache; dichas preguntas serán resueltas mediante una investigación documental.

1). ¿Cuáles son los impactos ambientales más significativos de la actividad minera a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache?

Esta pregunta está referida a saber si se han tenido repercusiones provocadas por la minería en el cerro de Chimalhuache; las características naturales y sociales se han visto afectadas por la minería, tanto de manera positiva como negativa. Existe una protección por medio del municipio que prohíbe la extracción y la práctica de la minería,

dicha protección pasa desapercibida por lo que la extracción de material pétreo sigue en proceso.

La primera pregunta de investigación es la más importante porque de ella se formularon las tres preguntas siguientes que dan forma y alcance a esta investigación, da pie a los conceptos que ayudan a un mejor y más variado entendimiento del proceso de minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache y las problemáticas a las que se puede estar enfrentando la población local y que también podría tener efectos sobre comunidades aledañas.

Esta pregunta da origen a los temas de impacto socio-económico, régimen hidrológico y la biodiversidad y las afectaciones que tiene la minería en ella, cada uno de estos conceptos se abordarán. Para cada concepto se planteó una pregunta que ayudan a su vez a responder la idea central de la investigación.

2). ¿Cuáles son los impactos socio-económicos de la actividad minera en el cerro de Chimalhuache?

La actividad minera tiene consecuencias sociales y económicas en las localidades cercanas a esta actividad, siendo importante en el desarrollo de la sociedad que da paso al desarrollo de infraestructura y fuentes de empleo para las localidades, así como creación de rutas de acceso para el paso de vehículos necesarios para el traslado del material que se va a extraer.

Aunque en ocasiones los efectos son negativos al atraer población para trabajar mientras la extracción es rentable se crea esta infraestructura y por consiguiente hay asentamientos humanos alrededor de las zonas de extracción, sin embargo, al agotarse los recursos estos espacios quedan abandonados y la población dependiente de la minería queda desempleada. Este tipo de preguntas y dudas se irán abordando más adelante con conforme avance la investigación.

3). ¿Cuáles son las alteraciones en el Régimen Hidrológico ocasionado por la minería a cielo abierto?

Se busca indagar si es que existen consecuencias ocasionadas por la minería, en el Régimen Hídrico del cerro de Chimalhuache, un tema de vital importancia debido a la demanda de agua potable, por el aumento poblacional siendo importante el abastecimiento, es por ello que las zonas de recarga y de transmisividad son cada vez más escasas y los procesos de extracción que se llevan a cabo en la minería pueden afectar dichos procesos.

El cerro de Chimalhuache es parte importante para el abastecimiento de agua potable para las comunidades establecidas a los alrededores. Anteriormente eran pocas las viviendas que se establecían en este cerro y era común ver la flora y fauna. Con el paso de los años el paisaje se ha modificado debido al crecimiento poblacional.

4). ¿Cuáles son los efectos de la actividad minera sobre la biodiversidad en el cerro de Chimalhuache?

Un tema que a pocos parece interesarles y el cual está muy ligado al tema de Régimen Hidrológico, la importancia de la vegetación en los procesos del ciclo hidrológico es relevante, ya que permite una mejor filtración al subsuelo de las precipitaciones, permitiendo el abastecimiento de pozos y corrientes subterráneas que como ya se explicó antes abastecen a las comunidades con agua potable.

La pérdida de vegetación y fauna nativas de la zona es algo muy notorio para los habitantes de este municipio, la cual se ha presentado durante varios años, supongo que es evidente que esta pérdida no solo está relacionada con la minería, también tiene que ver con el proceso de urbanización. Para extraer material pétreo las enormes máquinas remueven grandes cantidades de tierra y roca dejando expuestos los nutrientes de la tierra. Debido a la pérdida de esta vegetación la fauna tiende a desplazarse y se va perdiendo la biodiversidad del lugar.

Cada una de estas preguntas será resuelta conforme se avance en los capítulos de esta investigación empírico-analítica. En el siguiente apartado se explica cómo está estructurado este trabajo.

## 1.3 Diseño de la investigación

Esta tesina se divide en 8 capítulos incluyendo esta introducción. El segundo capítulo está dedicado a la sintetización de enfoques teóricos necesarios para el entendimiento de esta investigación como lo son Impacto Ambiental, que a su vez se enfoca en la relación que existe entre la minería y conocer si este es de carácter positivo o negativo.

Una sub sección de este capítulo está dedicado a los conceptos que son necesarios para una mejor comprensión sobre el impacto ambiental, para esto me apoyaré de tres conceptos que ayudan a un mejor entendimiento del tema como son: impacto socio-económico, régimen hidrológico e impactos sobre la biodiversidad.

Cada uno de estos conceptos al igual que el concepto de Impacto Ambiental ha sido definido para una mejor comprensión de la investigación. Este capítulo proporciona la base teórica para el análisis empírico incluido en esta tesina, por lo tanto, este capítulo describe en términos teóricos los componentes que conforman esta tesina.

El diseño de la investigación y la metodología explican los métodos que se aplicaron durante el trabajo de campo y el análisis de datos en los que este estudio se basó. Muestra las herramientas metodológicas utilizadas para la búsqueda de datos y la construcción de la investigación. El capítulo está dividido en secciones para comprender mejor los métodos de investigación que se emplean para la generación y formulación de teoría relacionada a nuestro estudio de caso.

El método de estudio de caso explica las características del proceso a estudiar mediante un análisis empírico-analítico, detallando las cualidades que componen el impacto ambiental de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache. Este método de investigación permite estudiar las diferentes perspectivas y teorías, así como su relevancia en la investigación.

Los antecedentes de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache datan de hace más de 30 años, cuando se comenzó a extraer material piroclástico con el

permiso del municipio y bajo los permisos correspondiente. Sin embargo, el aumento de la población en el cerro de Chimalhuache y la implantación de viviendas en las cercanías de las minas aumentó el peligro de sufrir un desastre, por lo que se suspendieron las actividades relacionadas con la minería. Sin embargo, la minería, hasta la fecha, sigue en funciones y los daños al ecosistema continúan afectando sin alguna regulación de por medio.

El capítulo 5 al igual que el capítulo 6 y 7 son los tres capítulos fundamentales para comprender los procesos de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache. El capítulo 5 aborda cómo es que la actividad minera puede repercutir en la sociedad, así como el aumento poblacional que se ha dado en el municipio de Chimalhuacán, además de analizar los servicios e infraestructura con los que cuentan estas localidades.

El capítulo 6 aborda las características fisiográficas del cerro de Chimalhuache orientadas al régimen hidrológico de la zona. La importancia que tienen las cuencas en los flujos de los ríos, la consistencia del terreno que ha permitido abastecer a la población de este municipio debido a sus características de recarga y transmisividad que permite filtrar las precipitaciones y extraer la acumulación de estas, mediante los pozos y tanques de agua que son administrados por O.D.A.P.A.S.

También se aborda al cerro de Chimalhuache y su influencia como moldeador de las cuencas y las subcuencas en la zona, abasteciendo a las localidades aledañas. Es por ello que este estudio se apoyó en la creación y explicación de mapas donde se permite observar las características con las que cuenta la zona de estudio considerando dos características importantes como son la transmisividad y la recarga, procesos que favorecen la captura y almacenaje de agua de lluvia.

El capítulo 7 trata sobre las afectaciones que ha tenido la minería y otras actividades como la urbanización y el crecimiento poblacional, en la pérdida de flora y fauna en el cerro Chimalhuache debido al desgaste de su hábitat. Y al mismo tiempo resaltar la importancia de la vegetación en los procesos hidrológicos del cerro de Chimalhuache

temas que parecen pasar desapercibidos para la población como para el gobierno municipal y que son cada vez más constantes debido a la minería y a su capacidad de transformación del suelo. Por último, en el capítulo 8 se presentan las conclusiones finales de esta investigación.

## 1.4 Estado del arte

El estado del arte nos permite mediante la investigación de bibliografía explicar un tema a investigar, a partir de otros estudios e indagar más a fondo sobre un tema de interés.

“El estado del arte requiere de un análisis hermenéutico y crítico de su objeto de estudio para la transformación de su significado”. (Guevara Patino, 2016, p.166). Es por ello que esta investigación pretende indagar y recopilar la información necesaria que permita analizar el tema central que es el Impacto ambiental a través de la geografía ambiental, para conocer cómo es que se ha abordado y si es el caso como interpretarla para así aportar información a esta investigación.

Para desarrollar el tema de impacto ambiental que se pretende abordar será mediante fuentes de información hemerográfica tales como artículos de divulgación científica y bibliografía que aporten a la investigación información relevante para comprender el tema a tratar que es impacto ambiental en el cerro del Chimalhuache y cómo es abordado dentro de los estudios de geografía ambiental.

## 1.5 Geografía Ambiental

La importancia de la Geografía Humana dentro de esta investigación es fundamental porque nos recuerda la estrecha relación que existe entre el espacio geográfico y la sociedad. La importancia de conocer cómo es que el ser humano percibe su realidad dentro del espacio y como es que este influye en su vida cotidiana.

Comprender la interrelación que hay entre el espacio geográfico y el ser humano nos ayudará en esta investigación, para abordar el tema de impacto ambiental saber cómo es que el ser humano influye en los problemas ambientales dentro del mismo espacio geográfico y cómo es que afronta tales problemas.

Cabe resaltar la importancia de la geografía ambiental en este tema de investigación porque *“la geografía debe reformular sus objetivos y contenidos de investigación de cara a las problemáticas espaciales contemporáneas, marcadas por las implicaciones del cambio global”* (Bocco y Urquijo, 2013, p. 76).

Es importante conocer como desde la geografía se abordan temas de carácter ambiental y el impacto que la misma sociedad tiene sobre su medio, “considerar que la geografía ambiental, más que un campo disciplinario, es un énfasis, una “mirada” novedosa, pertinente y necesaria de la ciencia geográfica. Es decir, no basta con el estudio detallado de los elementos que configuran el espacio geográfico, hay que comprender también las interrelaciones que surgen entre ellos. Se requieren nuevas posturas críticas que contribuyan a entender la interdisciplinariedad ambiental” (Bocco y Urquijo, 2013, p. 76). La importancia de la geografía ambiental ayudará a comprender mejor el tema de impacto ambiental sobre el cerro del Chimalhuache, analizando el espacio.

## *2 El impacto Ambiental de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache, en el municipio de Chimalhuacán.*

### **2.1 Introducción**

Todas las actividades que desarrolla el ser humano en el espacio afectan considerablemente al ambiente ocasionando daños significativos. Sin embargo, la realización de dichas actividades, como es el caso de la minería, el ser humano no podría haberse desarrollado como hasta ahora lo ha logrado extrayendo recursos del suelo como hierro, bronce, cobre, entre otros minerales dando paso a crear y desarrollar herramientas cada vez más sofisticadas para hacer más placentera su vida, fabricando nuevos productos gracias a los avances tecnológicos. Sin embargo, la gran demanda de materias primas para la elaboración de productos ha ocasionado una sobreexplotación de recursos aunado a la poca o nula preocupación de los gobiernos por el daño que la minería pueda ocasionar.

En años recientes la importancia de proteger y administrar los recursos de una manera responsable es uno de los temas de mayor preocupación en el mundo, sobre todo cuando actividades como la minería están de por medio (Oyarzun and Higuera, 2005). Es en esta necesidad de estar bien informado sobre las posibles consecuencias que actividades económicas como la minería traen consigo sobre el ambiente dado paso al desarrollo de investigaciones relacionadas a los impactos que ocasiona la minería. Además de conocer en qué medida está relacionado la minería a temas como; deforestación, pobreza, problemas sociales, pérdida de biodiversidad y contaminación.

La minería es una actividad en la cual se extraen minerales del suelo y es caracterizada por tener una influencia sobre la población y el entorno en el cual se desarrolla, principalmente. Las prácticas realizadas tras el paso de la minería pueden ser

perjudiciales o favorables, dependiendo de las medidas preventivas que se adopten antes, durante y después de la actividad minera.

Para poder darnos cuenta de las alteraciones que trae consigo la minería, debemos conocer cómo es que se define el Impacto ambiental.

### **2.1.1 Impacto Ambiental**

Para poder entender mejor el concepto de Impacto Ambiental es mejor definir que es o a que consideramos como impacto. El término impacto para Iribarren podría ser definido como *“el resultado de un choque de un cuerpo contra otro, o bien el efecto o impresión que una cosa causa sobre otra”* (Iribarren, 2007, p.2). Al hacer mención de la palabra impacto se refiere a una alteración o modificación de las características en el ambiente. En este caso hablamos sobre el efecto que ciertas acciones tienen sobre el ambiente.

Hay que recordar que existen muchas actividades cotidianas que ocasionan impactos en el ambiente, aunque no siempre la concepción de impacto tiene que ser aludida a algo negativo ya que este puede ser también favorable. Al igual que el término impacto la palabra minería por lo regular es asociada a consecuencias negativas, pero para algunas comunidades que dependen de los empleos que genera, el tener una mina en funcionamiento puede ser algo positivo.

La primera vez que se utilizó el concepto de impacto ambiental se da en la Ley Nacional de Política Ambiental de los Estados Unidos de América, en la cual proponen una mejor armonía entre el hombre y el ambiente, así como también reconoce el daño provocado por las actividades que realiza el hombre sobre el ambiente.

Esta ley establece un consejo de calidad ambiental que junto con los gobiernos estatales y locales promoverán el bienestar general, con lo cual pueda existir un equilibrio entre el hombre y la naturaleza asegurando así mantener las condiciones productivas, sociales y económicas de las generaciones presentes y futuras (*The National Environmental Policy*, 1969).

Desde la primera vez que se empleó el término de impacto ambiental en la Ley Nacional de Política Ambiental, han surgido diferentes definiciones en algunas de ellas se menciona que los Impactos Ambientales pueden ser tanto resultado de acciones antrópicas como naturales, como menciona Cruz, el impacto ambiental es “La alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad o producido por los efectos de la acción o actividad humana.” (Cruz et al., 2008, p.8). En esta definición las modificaciones o cambios pueden ser resultado de la actividad humana o pueden darse de forma natural, por lo cual el hombre como la naturaleza son los factores que directa o indirectamente ocasiona los impactos ambientales.

Otras definiciones de Impacto Ambiental consideran que las alteraciones en el medio son provocadas únicamente por acción del hombre, y es en esta definición de la CONAMA se define al impacto ambiental como “Cualquier alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del medio ambiente, causada por cualquier forma de materia o energía resultante de las actividades humanas que, directamente o indirectamente, afectan la salud, la seguridad y el bienestar de la población; las actividades sociales y económicas; la biota; las condiciones estéticas y sanitarias del medio ambiente y la calidad de los recursos ambientales” (CONAMA, 1986; citado en Ribeiro et al., 2008, p. 32).

En esta segunda definición se enfatiza que el impacto ambiental es producto en su totalidad de las actividades realizadas por el hombre, y que tienen un efecto directo o indirecto sobre el ambiente es decir que para que se considere un impacto ambiental debe afectar de algún modo la dinámica de la sociedad ya que cualquier acción sobre el ambiente tiene repercusiones sobre la misma sociedad.

Las definiciones anteriores muestran como existen diferentes puntos de vista en cuanto a los factores que son los responsables de las alteraciones que sufre el ambiente. La primera definición considera tanto al hombre como a la naturaleza como

los causantes de las alteraciones en el medio, la segunda definición es mucha más completa y específica solo considera a la acción antrópica como la responsable de las alteraciones.

En su mayoría las definiciones sobre impacto ambiental hacen hincapié sobre modificaciones o cambios y que estas son producto de las actividades realizadas por el hombre o por la naturaleza y que tienen un efecto positivo o negativo sobre el ambiente, entendiendo al ambiente como los elementos químicos, físicos, biológicos, socio-económicos y culturales que están presentes en un lugar determinado.

En el siguiente apartado se relacionará el concepto de impacto ambiental con la minería y cómo es que la actividad minera es importante para la humanidad, pero también es causante de problemáticas ambientales y sociales.

### **2.1.2 Impacto Ambiental y la Minería**

En su totalidad las actividades que realiza el ser humano tienen consecuencias en el ambiente como; la pesca, la agricultura, la ganadería, la minería, estas actividades provocan efectos colaterales sobre el medio natural y social. En este caso analizaremos el impacto ambiental y el efecto positivo o negativo que tiene una actividad minera sobre el ambiente.

Es importante saber para esta investigación, cómo se relacionan los impactos ambientales y la minería, para comprender cuáles son las repercusiones que tiene la actividad minera sobre el ambiente, observar mejor de qué forma la actividad minera ha cambiado el entorno cercano donde se realiza, de qué manera afecta a la comunidad local principalmente y si esta afectación a favorecido o de alguna manera ha contribuido a dañar el ambiente.

Una definición respecto al impacto ambiental de la minería la proporcionan Oyarzun e Higuera donde definen el impacto ambiental de una actividad minera como *“la diferencia entre la situación del medio ambiente antes de llevar a cabo la actividad, y durante o tras la actividad minera”* (Oyarzun and Higuera, 2005). Se considera en

esta definición una comparación en el lugar antes y un después de la realización de esta actividad.

El papel de la minería en una sociedad es muy importante. Una sociedad para poder desarrollarse de una mejor manera necesita utilizar herramientas que le faciliten una mejor y más rápida realización de las actividades que son necesarias para su crecimiento y para abastecer las demandas de la población, esto hace que exista una demanda por materias primas que se extraen de la tierra. La demanda de estos recursos ha hecho que en ocasiones la actividad minera se asocie con temas como la explotación laboral, violación de derechos humanos, empobrecimiento, expropiación, tensión social, contaminación, intervenciones extranjeras etc. Tales son los casos que a continuación se abordan, relacionados con factores negativos que se han dado en algunos países del mundo.

En países de África como Sierra Leona, Angola, El Congo, Sudán, entre muchos otros la minería se ha vuelto una práctica rentable para mercenarios y gobernantes, se han dado ya varios casos como en Ghana donde con apoyo del gobierno local las empresas mineras tuvieron una menor restricción para poder explotar los recursos minerales, lo cual ha producido una destrucción acelerada de los bosques y contaminación en las fuentes de agua potable, por si fuera poco las empresas mineras han desplazado a poblados enteros adueñándose de sus tierras sin recibir los pobladores ningún beneficio (Carrere, 2004).

En el continente americano no es la excepción de estos problemas como es el caso de Honduras, la explotación minera que se lleva a cabo en la mina San Martín, en el municipio de San Ignacio, donde se extrae oro de esta mina (Carrere, 2004). La eliminación de los árboles cercanos al lugar, se está transformando en una zona desértica aparte de la liberación de sustancias tóxicas en el ambiente que ponen en peligro a la población local del municipio de San Ignacio.

Sin embargo, no todos los impactos ambientales de la minería son negativos, sin la práctica de la minería no tendríamos los avances tecnológicos que tenemos. Tales impactos negativos pueden verse reducidos hoy en día, *“La minería induce impactos, pero también a estas alturas, deberíamos saber que con un buen hacer y tecnología, podemos minimizar estos problemas ambientales”* (Oyarzun et al., 2011).

Gracias a los avances tecnológicos los impactos negativos que tiene la minería en el medio pueden verse reducidos drásticamente, aunque lamentablemente falta concientizar más a estas industrias para poder realizar el menor daño posible.

## 2.2 Componentes de Impacto ambiental

Para una mejor comprensión del tema de impacto ambiental en esta investigación se consideran 3 conceptos. Estos tres conceptos complementan un mejor entendimiento del impacto ambiental, cada concepto aborda diferentes problemáticas que enriquecen esta investigación, la hacen más comprensible ayudando a un mejor entendimiento del tema, tales conceptos son fundamentales. Los conceptos abordan temáticas relacionadas con características socio-económicas de la población, tema sobre el agua del lugar, donde se realiza la actividad minera y sobre la variedad biológica del mismo. Estos conceptos que considero son: impacto socio-económico, régimen hidrológico e impacto sobre la biodiversidad. Cada concepto será analizado y explicado en los siguientes apartados.

### 2.2.1 Impacto socio-económico

La definición de impacto socio-económico nos ayudará a entender cuál es la dinámica que gira alrededor de la población y si es que de alguna manera los factores sociales y económicos se han visto alterados. El término impacto socio-económico hace alusión a modificaciones o alteraciones en los factores sociales y económicos que existen en

una localidad o población. Este término puede explicarse desde la perspectiva de impacto social e impacto económico para su mejor comprensión.

La actividad minera puede repercutir en la sociedad alterando o cambiando su composición social y económica, Garriga (2012, p. 9) define el impacto social a través del término impacto como *“la influencia o efecto en la sociedad por causa de cualquier acción o actividad”*. Estos cambios que se tiene sobre la sociedad por alguna actividad o acción, afectan la calidad de vida de distintas maneras. Una afectación positiva sería que debido a las poblaciones que se sitúan alrededor de las minas se han instalado clínicas de salud y escuelas para la población, además de mejores vías de transporte. Al igual existen repercusiones negativas como expropiaciones de la tierra, sobre todo para la población originaria del lugar y tensión social etc.

A su vez la minería es una actividad que puede ser importante para el desenvolvimiento económico de una sociedad. Gracias a esta actividad se extraen materias primas, las cuales se transforman en productos que son distribuidos y vendidos para satisfacer las necesidades de la población, lo que nos lleva a observar que la minería puede llegar a transformar la economía del lugar. La concepción de impacto económico para Bernal se entiende a *“aquellas repercusiones en los valores brutos de producción surgidas como producto de la modificación de una unidad monetaria”* (Bernal et al., 2011, p. 35).

La movilidad y demanda de productos genera la necesidad de extraer más materias primas por lo que para esto es necesario que la empresa minera contraté personal para poder realizar ciertas actividades o funciones en los procesos de extracción, transporté y producción, generando fuentes de empleo y atrayendo población al lugar, que se ve favorecida por las fuentes de empleo directas o indirectas. Sin embargo, la población no está exenta de padecer empobrecimiento debido a la demanda y los pocos empleos otorgados o al cierre de las minas, entre otras cuestiones.

La definición que considero para este apartado es la proporcionada por Oyarzun e Higuera, donde definen el impacto social e impacto económico en una sola definición, considerando Impacto Socioeconómico como; una *“alteración sobre los modos de vida*

y la economía de la región en la que se implanta, que pueden ser en unos casos positivos y en otros, negativos” (Oyarzun and Higuera, 2005). En esta definición se hace referencia al término alteración de la economía y los modos de vida de una sociedad. Sin embargo, considero importantes las definiciones anteriores de impacto social e impacto económico para observar cuales son las composiciones de cada concepto por separado.

## 2.2.2 Régimen Hidrológico

Para una mejor lectura del término se definirá por separado, por un lado, el término régimen y por el otro Hidrológico. Una definición político-administrativa de régimen nos la da D. Young, donde hace mención de un régimen como un sistema de derechos, permisos y licencias para poder tomar decisiones conforme a un recurso (Young, 2013). Esta es una definición sobre la manera en la que se administrará y utilizarán los recursos de algún área en especial así como por qué medios se tienen estas facultades para decidir cómo se administran.

Las definiciones sobre el Régimen Hidrológico son pocas y varían mucho entre sí, para este estudio la definición de la cual nos basaremos es la definición proporcionada por la ONU en su manual hidrológico internacional define al Régimen “*como la distribución estacional de uno o más elementos hidrológicos en un lugar determinado*” (ONU, 2012). Esta distribución también se ve afectada por otros factores como lo menciona Tejada donde menciona que el cambio de la cubierta terrestre modifica los procesos tales como la infiltración, la intercepción de agua. La modificación en estos procesos afectaría la captación de agua del suelo (Tejada et al., 2009). Si los procesos como la captación y la infiltración se ven afectados provocaría un serio problema debido a que no se podría contar con las reservas necesarias de agua para poder satisfacer las necesidades de la población.

El agua es importante para la vida cotidiana de las personas, sin ella muchas actividades que realiza el ser humano no serían posibles, por ello a lo largo del tiempo

y por su importancia han surgido diferentes ciencias para su estudio como la hidrología proveniente del griego ὕδωρ o *hidro* y significa agua, y Λογος o *logos* y significa estudio. Una definición más científica del término la proporciona el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología define a la Hidrología como *“la ciencia que trata de las aguas sobre la tierra, su ocurrencia, circulación y distribución, sus propiedades químicas y físicas y su reacción con el medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos”* (COFECYT ;citado en Zucarelli et al., 2014, p. 31). Es una ciencia dedicada al estudio, distribución y manejo del agua.

Los procesos referentes a las distribuciones y usos del agua son temas que pocas veces, sobre todo en actividades como la minería, es necesario se lleve a cabo una administración o un cuidado para no afectar este líquido necesario para la vida, muchas veces las políticas referentes al uso del agua permiten a las empresas mineras hacer uso del recurso de la manera que ellos prefieran.

Los recursos hídricos no son los únicos altercados ambientales en los que se ve inmiscuido el tema de la minería, también a esta actividad se asocian problemas relacionados con la biodiversidad de lo cual se tratará el siguiente apartado.

### **2.2.3 Impactos en la biodiversidad**

La variedad biológica es lo que le da esa singularidad al planeta en donde vivimos, la multitud de especies que habitan este mundo son importantes para el ser humano y su desarrollo, cada especie mantiene un equilibrio y llevan a cabo funciones importantes para otras especies.

La biodiversidad es un concepto con muchas definiciones. Al existir tantas definiciones de biodiversidad es difícil que exista una definición concreta o universal del término. El término biodiversidad es un término conocido o escuchado por todos. Sin embargo, la mayoría de estas definiciones están referenciadas a la variedad de especies y la vida. Esto lo podemos observar en la *Convention on Biological Diversity* donde proporcionan una definición sobre la biodiversidad como *“La variabilidad entre los organismos vivos*

*provenientes de todas las fuentes, incluyendo entre otros, los ecosistemas terrestre, marino y acuático, y las complejidades ecológicas de las cuales son parte”* (CBD, 1992; citado en Johnson 2006). Como en otras definiciones la característica principal de esta definición es la importancia que tienen en ella la variedad biológica y los seres vivos.

La definición que se adapta mejor para este estudio es la proporcionada por Wilson, que considera la biodiversidad *“como toda variación basada hereditariamente en todos los niveles de organización, a partir de los genes dentro de una misma población o especie local, para las especies de la composición de la totalidad o parte de una comunidad local, y finalmente a las comunidades mismas que componen las partes vivas de los ecosistemas múltiples del mundo”* (Wilson, 1986; citado en Reaka-Kudla et al., 1986, p. 2). La biodiversidad en otras palabras es la variedad de vida que existe y habita en este mundo, la cual se ve afectada por las actividades que desenvuelve el hombre en el planeta, provocando Impactos Ambientales en los diferentes ecosistemas que existen alrededor del mundo, afectando la biodiversidad del mismo. Un impacto a la biodiversidad podría hacer alusión a la disminución de la variedad de organismos vivos, ecosistemas y procesos ecológicos, que son importantes para mantener el equilibrio natural de todos los seres que compartimos este planeta.

La intención de estos apartados es definir los conceptos que se abordaron en esta investigación, así como la complejidad de las distintas definiciones que existen, para lo cual se eligieron y desarrollaron las ideas que se adaptan y ayudan a explicar cada tema que se desarrolla en esta investigación, con la intención de que ayude a una mejor comprensión del tema.

El concepto principal de esta investigación es Impacto Ambiental, con el cual se busca explicar cuáles son las alteraciones o cambios que han ocurrido y de qué manera han afectado a la población por acción de la actividad minera. Los conceptos: impacto socio-económico, régimen hidrológico e impacto sobre la biodiversidad ayudarán a una mejor comprensión del tema de Impacto Ambiental, estos conceptos se abordarán más adelante en los siguientes capítulos de forma empírica.

Los conceptos de impacto socio-económico, régimen hidrológico e impacto sobre la biodiversidad hacen referencia a los impactos relacionados con las características sociales y económicas, sobre el agua potable, y sobre la variedad biológica del lugar. Estos conceptos ayudan a describir lo que conlleva cuando nos referimos a Impacto Ambiental. Por un lado, el apartado dedicado a los impactos socio-económicos abordará los cambios que se han producido a consecuencia de la actividad minera en los aspectos sociales y económicos y cuáles son los efectos que han tenido en la sociedad. La sección que aborda las alteraciones en el Régimen Hidrológico está dedicada a las posibles consecuencias que la actividad minera ha tenido sobre la capacidad del cerro de Chimalhuache de filtrar y almacenar agua proveniente de las precipitaciones, así como su distribución a la población. Por último, el tercer apartado aborda los impactos de la minería sobre la biodiversidad, es decir en qué manera las prácticas que se llevan a cabo para extraer los recursos han afectado la fauna, flora y su distribución de los seres vivos que habitan en este lugar. Todos estos apartados ayudarán a conocer los beneficios y las consecuencias sobre la minería en el cerro de Chimalhuache.

## 3 *Marco metodológico*

### 3.1 **Introducción**

En el capítulo anterior se plantearon un conjunto de conceptos clave para el desarrollo y entendimiento de esta investigación, en dicho capítulo se observó la variedad de ideas, definiciones que existen sobre los conceptos claves, además de las problemáticas que se encontraron para definir cada concepto. Así como también se abordó la relación que existe entre el concepto principal de esta investigación que es Impacto Ambiental y los demás conceptos que son; Impacto Socio-Económico, Régimen Hidrológico e Impacto en la Biodiversidad.

Este capítulo muestra los métodos utilizados para la búsqueda de datos y la construcción de la investigación. El capítulo está dividido en tres secciones que permiten comprender mejor los métodos de investigación que se utilizan para la generación y formulación de teoría relacionada a nuestro estudio de caso.

En el primer apartado, se explican las características principales del estudio de caso como método cualitativo para esta investigación social. Se aborda, cómo este método de investigación permite entrar en profundidad con los procesos a estudiar además de las diferentes perspectivas o teorías que desarrolla, así como su relevancia en las investigaciones.

La sección 3.3 justifica al cerro de Chimalhuache como estudio de caso en esta investigación, además aborda características en cuanto a su localización geográfica, así como otros datos en cuanto a su población, división política, las unidades de análisis para la obtención de información etc.

Por último, el diseño metodológico plantea las Metodologías utilizadas para recopilar información empírica que se presenta en los capítulos empíricos de esta investigación, así como los instrumentos de recolección de información como: los grupos focales,

entrevista semiestructurada y fuentes secundarias, tales instrumentos serán desarrollados teóricamente.

### 3.2 Estudio de caso como herramienta de investigación

Esta investigación busca mediante un análisis empírico-analítico, es decir mediante un análisis basado en las experiencias, detallar y conocer las cualidades que componen el proceso de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache y las repercusiones socio-económicas, en el régimen hidrológico o en la biodiversidad, para esto es importante revelar las características fundamentales de un estudio de caso. Un estudio de caso es, según Martínez (2006, p. 168) *“una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares, la cual podría tratarse del estudio de un único caso o de varios casos, combinando distintos métodos para la recogida de evidencia cualitativa y/o cuantitativa con el fin de describir, verificar o generar teoría”*.

El método de estudio de caso durante mucho tiempo ha sido cuestionado sobre su eficacia para la investigación científica, porque es considerado como un método de poca fiabilidad por carecer de carácter cualitativo, acusándolo de carecer de un plan adecuado así como basarse en lo intuitivo por lo cual no puede sustentarse en una investigación, no puede ser confiable ya que solo agrega descripciones sobre los procesos, es un método ligado a la teoría y a la descripción de las cualidades de un suceso. Este vínculo entre el estudio de caso y la teoría es algo fundamental *“una teoría es una respuesta a una pregunta del tipo “por qué” o “cómo”, y encierra generalmente un mecanismo causal”* (Yacuzzi, 2005, p. 10).

Los estudios de caso se utilizan en investigaciones de tipo cualitativas son importantes para poder comprender de los elementos o aspectos sociales actuales, Martínez (2006, p.167), menciona que *“en el método de estudio de caso los datos pueden ser obtenidos desde una variedad de fuentes, tanto cualitativas como cuantitativas”*.

Además, el estudio de caso puede proporcionar nuevas teorías en busca de explicar los fenómenos a los cuales se les quiere dar respuesta. Estas respuestas van más allá de lo explicativo, se abordan los temas desde diferentes panoramas logrando describir de forma más profunda los acontecimientos y se consideran otras perspectivas y puntos que antes han pasado desapercibidas.

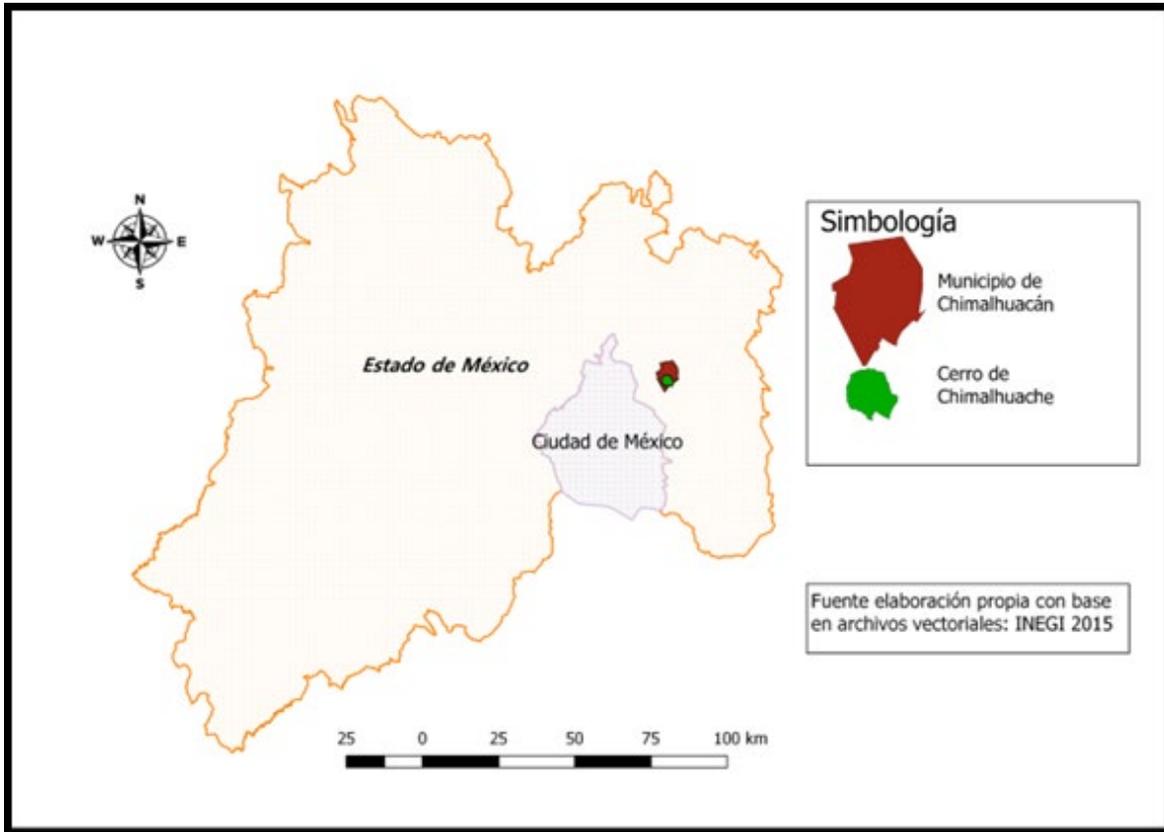
Algunas de las ventajas de la utilización del método de estudio de caso radican en proporcionar información desde la perspectiva directa de personas involucradas en los procesos. Otra ventaja de la implementación de este método es la descripción e identificación de los factores que influyen en nuestro proceso a estudiar.

Dentro de las desventajas de la implementación de este método se puede encontrar el desprestigio al no considerar este método como una buena estrategia para crear investigación científica, además de que los grupos con los que se trabaja suelen ser grandes y el manejo de estos es complicado además de que se suele invertir mucho tiempo en los grupos. La implementación del método de estudio de caso en esta investigación está derivada en la necesidad de profundizar en el problema, permitiendo entender los procesos y describirlos de una manera más amplia y así poder generar teoría relacionada en este estudio a los impactos que la minería a cielo abierto ha tenido en el cerro de Chimalhuache y en sus habitantes.

### **3.3 Cerro de Chimalhuache como caso de estudio**

Para comprender el tema de impacto ambiental se ubicó el cerro de Chimalhuache como estudio de caso debido a las características que lo conforman, los sucesos que tienen lugar en el cerro de Chimalhuache ocasionados por la actividad minera en este lugar y el impacto de esta actividad. En el siguiente mapa se puede observar la ubicación del cerro de Chimalhuache en el municipio de Chimalhuacán Estado de México.

## Mapa 1.1 Localización del cerro de Chimalhuache en Chimalhuacán, Estado de México



El municipio de Chimalhuacán está ubicado en el Estado de México en la zona oriente del mismo y parte de la zona metropolitana del Valle de México, colinda al norte con el municipio de Texcoco, al este con Chicoloapan, al sur con el municipio de La Paz y al oeste con el municipio de Nezahualcóyotl, cuenta con una cabecera municipal, 3 villas, 5 barrios antiguos, 33 barrios nuevos, 43 colonias, 13 fraccionamientos, 9 parajes, 2 ejidos y 2 zonas comunales. (Plan de desarrollo municipal de Chimalhuacán 2022-2024).

El cerro de Chimalhuache tiene una altitud aproximada de 2 mil 540 metros, la población de la comunidad La Pista de los Corredores es de 14 personas de las cuales

7 son hombres y 7 son mujeres y para la localidad de Xochiaca Parte Alta es de 556 (INEGI, Censo de población y vivienda 2020).

El cerro de Chimalhuache además de ser importante por las dinámicas en torno a la minería que se desarrolla en él como la extracción de tezontle, tepetate y arena materiales utilizados para la construcción tiene una influencia en la población sobre todo a nivel municipal, es además la fuente de abastecimiento de agua potable en diferentes localidades del municipio además alberga algunas especies de flora y fauna que son nativas del lugar.

Las actividades en torno a la minería que se desarrollan en el cerro de Chimalhuache como lo es la extracción de materiales piroclastos, se realizan de manera ilegal por parte de la mina La Guadalupana, ya que desde el año 2005 el municipio prohibió cualquier actividad minera como una medida de protección ambiental para el cerro de Chimalhuache.

La minería a cielo abierto realizada en la mina La Guadalupana puede usarse como estudio de caso debido a que se proporciona información desde la perspectiva de las personas que están en contacto directo con la mina localizada en el cerro, para esto es necesario contar con unidades de análisis, es decir actores que estén en contacto con el elemento a estudiar, a continuación, se abordan las unidades de análisis que se contemplaron para esta investigación.

### **3.3.1 Unidades de análisis**

Las unidades de análisis son los actores sujetos de investigación y son importantes ya que de ellos se deriva en gran parte la información que se utilizará para este estudio, estos actores pueden ser; los individuos, los grupos sociales, poblaciones completas (Yacuzzi, 2005). Las unidades de análisis serán diversas, se incluirán a las personas que viven al rededor o cercana a las minas, la gente que trabaja y depende de la minería, trabajadores de O.D.A.P.A.S, corredores, nativos del municipio de Chimalhuacán. Todos estos tipos de actores serán observados como unidad de

análisis desde la perspectiva de los individuos, debido a su importancia ya que son objeto de interés en esta investigación, aportan conocimientos a esta investigación en un contexto natural, basado en intuiciones, emociones etc. Estas categorías de actores nos ofrecen información y perspectivas completamente diferentes, la población que vive en las cercanías de la mina tiene ideas y nociones completamente distintas sobre esta actividad en comparación con gente que depende de la minería y está en contacto directo con esta, ambos actores ven, perciben y viven de diferente manera las actividades que se realizan y tienen lugar debido a la minería en el Cerro de Chimalhuache, además también esta investigación se apoyará en la información recabada por instituciones como INEGI, O.D.A.P.A.S, CONABIO, planes municipales sobre el municipio de Chimalhuacán.

### **3.4 Perspectiva cualitativa de la investigación**

Existen diversas metodologías para realizar investigación científica, la metodología a utilizar en esta investigación está enfocada en el método cualitativo y a sus técnicas o instrumentos, que ayudan a la descripción y profundización de la problemática en la que se indaga. Las metodologías cualitativas buscan describir las cualidades de un proceso lo más amplio posible, buscando abarcar al máximo las cualidades del proceso que se investiga (Mendoza, 2011).

Los métodos cualitativos buscan comprender la realidad mediante la producción de datos descriptivos, *“están reservadas a la construcción o generación de teorías, a partir de una serie de observaciones de la realidad objeto de estudio”* (Martínez, 2006). No buscan explicar teorías si no producirlas, a diferencia de las metodologías cualitativas las metodologías cuantitativas recolectan y analizan datos de manera numérica, los métodos cuantitativos *“utilizan la neutralidad valorativa como criterio de objetividad, por lo que el conocimiento está fundamentado en los hechos, prestando poca atención a la subjetividad de los individuos”*(Mendoza, 2011, p. 3).

Esta es una razón importante por lo que no se considera en esta investigación los métodos cuantitativos, porque la subjetividad será una fuente importante de

información en esta investigación, se busca describir aspectos y creencias sobre algún problema social en particular.

Taylor y Bogdan (1987, p.157) mencionan que *“en la metodología cualitativa el investigador ve al escenario y a las personas en una estructura holística; las personas, los escenarios o los grupos no son reducidos a variables si no considerados como un todo”*. Para la investigación cualitativa es importante comprender al sujeto y comprender su perspectiva del fenómeno a estudiar.

Para poder recolectar esta información que proporciona el sujeto, esta investigación utiliza técnicas cualitativas como la entrevista semiestructurada, grupos focales, fuentes secundarias. Este tipo de técnicas permite al investigador recopilar información de determinado fenómeno.

**Tabla 1.1 Preguntas de investigación y selección de Unidades de análisis**

<i>Preguntas de investigación</i>	<i>Conceptos clave</i>	<i>Variables que comprenden</i>	<i>Unidades de análisis</i>	<i>Métodos Utilizados</i>
¿Cuál es el impacto socioeconómico que tiene la minería para los pobladores y para los trabajadores?	Impacto Socio-económico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto social</li> <li>• Impacto Económico</li> <li>• Distribución de la población</li> <li>• Infraestructura</li> <li>• Cambio de uso de suelo</li> </ul>	Personas que viven en el cerro de Chimalhuache, trabajadores en la minería, INEGI, población originaria del municipio, plan municipal de Chimalhuacán	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista semiestructurada</li> <li>• Grupo focal</li> <li>• Fuentes secundarias</li> </ul>

<p><b>¿Cuáles son las alteraciones en el régimen Hidrológico ocasionados por la minería?</b></p>	<p>Impacto en el Régimen Hidrológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Régimen hidrológico</li> <li>• Índices Hidrológicos</li> <li>• Recarga</li> <li>• Transmisividad</li> </ul>	<p>Personas que viven en el cerro de Chimalhuache, trabajadores de O.D.A.P.A.S, CONABIO, INEGI, plan municipal de Chimalhuacán</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista semiestructurada</li> <li>• Grupo focal</li> <li>• Fuentes secundarias</li> </ul>
<p><b>¿Cuáles son los impactos de la actividad minera sobre la biodiversidad?</b></p>	<p>Impacto en la Biodiversidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de biodiversidad</li> <li>• Especies endógenas</li> </ul>	<p>Personas que viven en el cerro de Chimalhuache, Población originaria de Chimalhuacán, plan municipal de Chimalhuacán, corredores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevista semiestructurada</li> <li>• Fuentes secundarias</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base en técnicas de investigación aplicadas durante la etapa de trabajo de campo

En la tabla 1.1 se muestra la estructura que tiene el marco metodológico para esta investigación parte de preguntas generales sobre los impactos que ha tenido la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache en los diferentes temas que se plantearon al principio de esta investigación. En este mismo cuadro se muestran los conceptos que corresponden a cada pregunta de investigación donde a cada concepto se le relacionó con diferentes variables que ayudaron a una mejor comprensión de los temas, para lo cual se eligieron distintas unidades de análisis, es decir distintas personas, instituciones, fuentes de información, que, aunado a los métodos cualitativos empleados sirvieron para la recolección de datos para desarrollar y comprender mejor

la complejidad del tema y resolver las preguntas de investigación. Más adelante se definen los métodos que ayudarán a la recolección de información.

### 3.4.1 Grupos focales

La técnica de grupos focales ayudará en esta investigación a la recolección de información referente a los impactos ambientales que son más significativos para la actividad minera. Los grupos focales son una técnica cualitativa de recopilación de datos, Mella (2000, p. 3) define a un grupo focal como *“entrevistas de grupo, donde un moderador guía una entrevista colectiva durante la cual un pequeño grupo de personas discute en torno a las características y las dimensiones del tema propuesto para la discusión”*. Estas discusiones son en grupos de entre 6 a 10 personas, las cuales discuten sobre un tema determinado de manera ordenada en el cual al final se elabora un reporte de lo que se dijo en la sesión.

Los grupos focales son una fuente de información que nos sirve para recolectar información de nuestras unidades de análisis, después esta información se analiza para notar si responde a una interrogante de nuestra investigación, los grupos focales, *“permiten considerable flexibilidad en cómo formular las preguntas de grupo a grupo, nos llevan a un proceso más subjetivo de escuchar opiniones y captar los significados de lo que se está diciendo en las discusiones de los participantes”* (Mella, 2000, p. 5). La información recolectada en los grupos focales está referenciada a lo que la gente piensa, opina sobre un tema que es de nuestro interés. A diferencia de cualquier tipo de entrevista los grupos focales son discusiones en grupo que nos permite generar datos e información.

Para la planificación de un grupo focal, existen una serie de pasos para la creación de un grupo focal, Siguiendo el mismo texto de Mella (2000, p. 9) él nos menciona algunos pasos a seguir: *“1) definir el propósito del estudio o proyecto, 2) identificar recursos humanos para el grupo focal de manera que permita realizar una actividad investigativa*

*con propósito social, 3) definir un cronograma inicial del grupo focal, 4) determinar quiénes serán los participantes en el grupo focal, 5) escribir las preguntas para la guía de discusión del grupo focal, 6) desarrollar un plan de reclutamiento de participantes, 7) definir local, fechas y tiempos para las sesiones, 8) diseñar el plan de análisis”* . Tomando en cuenta la población que es de nuestro interés para el estudio, los grupos focales nos ayudan a explorar las experiencias y creencias de los participantes en torno a nuestro tema de estudio.

En esta investigación se implementó esta técnica de grupos focales con la gente que vive cercana a la mina, la cual nos puede brindar su perspectiva de temas relacionados a los impactos ambientales conforme a sus experiencias y creencias. Se realizaron dos grupos focales en ambos se esperaba que participaran de entre 6 a 8 personas, contando con la participación de la población que corresponde a colonias cercanas La Pista de los Corredores, San Lorenzo Parte Alta, cerro Las Palomas, San José Buenavista, Sutaur Oriente, la relevancia de la gente de estas colonias radica en que es la población que más contacto tiene con las minas.

El primer grupo focal se realizó con 8 personas habitantes de las comunidades del cerro de Chimalhuache. Para esto se realizaron algunas llamadas telefónicas a números ya antes obtenidos de la gente, para solicitarles su participación en un grupo donde se discutirían las perspectivas que cada persona tiene sobre los impactos sociales, económicos y ambientales que ha tenido la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache. En este primer grupo focal asistieron todas las personas invitadas y se tocaron temas sobre los impactos socio-económicos positivos y negativos que ha tenido la minería para la población aledaña a las minas, dentro de lo cual todos afirmaron que no hay ninguna ventaja de tener una industria minera en la zona, si no que al contrario han surgido algunas problemáticas en cuanto a esta actividad.

Se organizó un segundo grupo focal donde se tocaron temas referentes a la calidad del agua potable, restricción del servicio, y las problemáticas que existen cuando llegan

las precipitaciones debido al arrastre de piedras. Esta información de los grupos focales se desarrolla más adelante en esta la investigación.

### 3.4.2 Entrevista semiestructurada

La entrevista es una técnica metodológica que busca obtener información preguntando a los sujetos previamente seleccionados los cuales aportarán a la investigación su perspectiva, experiencias y conocimiento en base al tema que le interesa al investigador. La entrevista es una conversación guiada en donde el entrevistador controla el desarrollo del tema, pero tomando en cuenta la perspectiva del sujeto, así como la estructura de su respuesta. Es un instrumento flexible que se adapta al entrevistado, *“las preguntas pueden ser un instrumento de recopilación de datos o un instrumento para comprender la realidad social”* (Corbetta, 2007, p. 368). Su objetivo principal es ayudar a comprender y profundizar la realidad de un tema.

Las entrevistas se clasifican de acuerdo al grado de libertad o restricción. En este tipo de entrevistas se distinguen tres tipos: estructuradas, semiestructurada y no estructuradas.

La entrevista semiestructurada será el tipo de entrevista que se utilizará para esta investigación, en la entrevista semiestructurada el entrevistador dispone de un guion con los temas que debe tratar en la entrevista. Sin embargo, el entrevistador puede decidir libremente sobre el orden de representación de los diversos temas y del modo de formular las preguntas (Corbetta, 2007). Este tipo de entrevista permite realizar la conversación de la manera que el entrevistador lo considere conveniente, además permite la explicación de las preguntas, así como que el entrevistado aclare puntos que al entrevistador no le queden claros.

Este instrumento nos brindará información importante del tema a investigar, ya que proporciona la participación directa de personas involucradas con la actividad minera lo cual nos brindará información desde una perspectiva diferente.

**Tabla 1.2 puntos generales a tratar en la entrevista semiestructurada**

<i>Puntos generales a tratar en la entrevista semiestructurada</i>	<i>Variable relacionada</i>	<i>Selección de entrevistados</i>
<b>¿Representa la actividad minera realizada en el cerro de Chimalhuache un cambio en su forma de vida y en su economía?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto Socio-Económico</li> </ul>	Mineros y población local
<b>¿Ha notado algún cambio en disponibilidad del agua en los últimos años?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto en el Régimen Hidrológico</li> </ul>	Población local, Trabajadores de pozos cercanos a las minas (O.D.A.P.A.S)
<b>¿Existe una relación entre el efecto que causa la minería realizada en el cerro de Chimalhuache y la pérdida de biodiversidad?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto en la Biodiversidad</li> </ul>	Mineros, Población local, habitantes originarios del municipio, corredores.

Fuente: Elaboración propia con base en las técnicas de investigación aplicadas durante la etapa de trabajo de campo

La tabla 1.2 sobre los puntos a tratar en la entrevista semiestructurada muestra las preguntas de investigación generales que se plantearon para cada tema donde se buscó recolectar información sobre el efecto que ha tenido la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache los aspectos socio-económicos, hidrológicos, y en la biodiversidad, para esta recolección de información se seleccionaron diferentes sujetos que pudieran proporcionar información referente a las preguntas de investigación.

Los puntos generales que se trataron en esta entrevista semiestructurada están relacionados a los impactos ambientales y sociales que podrían darse en las zonas donde están localizadas las minas, la práctica de minería en el cerro de Chimalhuache

y sus impactos en el ambiente, junto con las consecuencias que esta actividad trae consigo como: emisiones de polvo, alteraciones en los mantos acuíferos, pérdida de especies, cambios en el régimen hidrológico de la zona. Los impactos socio-económicos están enfocados a cómo la actividad minera ha afectado de alguna manera la calidad de vida de la población, ya sea de forma positiva como: mejoras en la infraestructura de la localidad o de forma negativa como el excesivo ruido que provoca la implementación de maquinaria.

### 3.4.3 Fuentes secundarias

Las fuentes de información *“son todos los recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia. Se dividen en tres tipos: primarias, secundarias y terciarias”* (Silvestrini y Vargas, 2008, p. 1). Las fuentes de información son fundamentales, son la forma en que nos proveemos de datos, para fundamentar una investigación.

En esta investigación las fuentes secundarias de información fueron de gran importancia. Las fuentes secundarias *“Son los que contienen material ya conocido, pero organizado según un esquema determinado. Son, por tanto, el resultado del análisis de las fuentes primarias y de la extracción, condensación u otro tipo de reorganización de la información que aquellas contienen, a fin de hacerla accesible a los usuarios”* (Romero et al., 2008, p. 7).

En esta investigación se utilizaron principalmente libros, los cuales nos proporcionan información sobre el tema en cuestión de una manera eficaz. Otra fuente secundaria importante que se consideró, son los documentos digitales es decir las bases de datos electrónicas son *“el conjunto de datos interrelacionados y las aplicaciones que los gestionan”*(Romero et al., 2008, p.13). Estas bases de datos electrónicas manejan grandes cantidades de información y pueden se puede acceder de una manera rápida proporciona información sobre casi cualquier tema.

Los periódicos son una fuente de información importante sobre todo en investigaciones científicas y sociales. “Los periódicos son espejos de todos los aspectos sociológicos, políticos y culturales de la sociedad, así como del espíritu de una época determinada” (Krtalic and Hasenay, 2012, p. 2). Los periódicos son un medio de comunicación social que por lo general se adquieren con publicaciones impresas, que se publican cada cierto periodo, puede ser diario o semanalmente. Por lo general los periódicos eran adquiridos impresos en papel, con el avanzar de la tecnología ahora es posible encontrar periódicos electrónicos. Los periódicos pueden ser de carácter general es decir cuentan con información de diferentes temas y algunos que se basan en temas específicos como culturales, políticas, ecológicas etc.

En esta investigación la perspectiva que puede abordar el sujeto que es parte de la problemática a investigar es de gran importancia y no puede pasar desapercibido. Para poder aprovechar esta información empírica de la cual se beneficia este estudio se implementan una serie de técnicas o instrumentos para la recolección de información.

Estas técnicas permiten recolectar datos descriptivos para poder comprender la realidad desde la perspectiva de las personas, lo que a su vez permite profundizar más en el tema de estudio e indagar en aspectos que en otro tipo de metodologías pasan desapercibidas.

## 4 *Antecedentes de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache*

### 4.1 **Introducción**

La minería a cielo abierto es una de las actividades industriales que más impactos sobre el ambiente tiene y es una actividad que se realiza mayormente esto se debe a que los costos de excavación y transporte son mucho menores que los costos de la minería subterránea.

La cercanía de las canteras con la mancha urbana trae consigo problemas ambientales y de salud esto se debe a que se emplean explosivos, maquinaria pesada y recursos naturales como es el agua y madera provocando que la minería a cielo abierto sea una actividad que no puede pasar desapercibida.

### 4.2 **Minería a cielo abierto y sus características**

La minería a cielo abierto o minería a tajo abierto es una de las prácticas industriales más devastadoras sobre el ambiente natural debido a la remoción de capas de la superficie, se puede definir a la minería a cielo abierto como *“la excavación que se realiza al aire libre, para sacar o extraer los minerales que se encuentran a poca profundidad o en la superficie”* (Abc minero, 2012, p.7). Este tipo de excavaciones se realizan en zonas donde el material a extraer se encuentra a muy poca profundidad en comparación con la minería subterránea permitiendo bajos costos debido a su cercanía con la superficie, por lo que no es necesario perforar profundidad para obtener los materiales a extraer. Otra ventaja de la minería a cielo abierto para las empresas extractoras es que por su diseño le permite extraer la mayor cantidad de recursos posibles hacia cualquier ruta.

La minería a cielo abierto además de ser una industria rentable para las empresas suele ser la forma más rápida de extracción representando menos peligros para los trabajadores debido a que los mineros están menos expuestos a los derrumbes o a sustancias peligrosas que se pueden encontrar en el subsuelo como gases tóxicos.

Dentro de las desventajas que presenta la minería a cielo abierto es la devastación de la capa superficial, y la posible afectación de los mantos acuíferos, así como problemas a la población cercana debido al ruido, levantamiento de polvo o explosiones que pueden llegar a darse en el lugar que son realizadas para la eliminación de algunas capas de rocas o materiales que dificultan la obtención de los minerales que se quieren extraer.

#### **4.2.1 Minería a cielo abierto en México**

En México la minería es una de las actividades que están ligadas a la formación de empleos y sustento de muchas familias, muchos de los trabajadores que laboran en la minería se encuentran en condiciones precarias para trabajar y con sueldos bajos. Otro punto a considerar está relacionado con las empresas mineras es que no se detienen con nada, ni siquiera los gobiernos locales, los riesgos ambientales o las protestas sociales son capaces de detenerlas en donde las empresas apelan a operar defendiéndose en la legislación federal vigente (García, 2012).

El vigente marco jurídico de la legislación minera impuesto en 1992<sup>1</sup> en el sexenio de Carlos Salinas de Gortari permite una inversión extranjera del 100%, donde las riquezas obtenidas de la extracción no benefician a la población, estas empresas además pagan solamente contribuciones por las hectáreas que les han sido concedidas no por los materiales que son extraídos (Cárdenas, 2013).

---

<sup>1</sup> <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMin.pdf>

Para Cárdenas (2013, p. 37), esta ley minera pasa por alto el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, donde se menciona que *“el estado debe regular en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública”*. La ley minera no está orientada al beneficio de la nación, sino que beneficia a las empresas extranjeras además pasa por alto los derechos de las poblaciones provocando conflictos sociales y dañando al medio ambiente con la explotación de la minería a cielo abierto.

Las problemáticas sociales en torno a la minería sobre todo a cielo abierto se han ido incrementando a lo largo del país, estados como Chiapas, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí, Veracruz, Zacatecas entre otros estados de la República Mexicana, han presentado disputas entre la población y las empresas debido a la manera en que dichos proyectos fueron obtenidos y los problemas ambientales que se derivan de la extracción de recursos, estos estados de la República Mexicana están en la mira de empresas extranjeras debido a su riqueza en minerales. En el estado de Chiapas se extrae principalmente oro, en Oaxaca se extrae oro y plata, en Guerrero se extrae oro, San Luis Potosí corresponde a minerales como oro, plata, hierro, Veracruz oro, plata, cobré, fierro, arena sílica y sales, Zacatecas con plata, oro, mercurio, hierro, zinc, bismuto, antimonio, sal, cobre, cuarzo, caolín, ónix, cantera y cadmio (García, 2012).

### **4.3 Minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache**

En el cerro de Chimalhuache *“el material volcánico se presenta como derrames de lava, piroclastos y bloques, en una secuencia de capas formando las laderas del cerro que debido a la erosión se han formado relieves pronunciados”* (Ochoa, 2012, p. 3). En las partes más altas del cerro de Chimalhuache se localiza la mina llamada “la Guadalupeana” una mina a cielo abierto que surgió después de que se prohibiera por parte del municipio la extracción y cualquier actividad relacionada con la minería en

donde se extraen materiales volcánicos como el tezontle, tepetate y arena, estos materiales son empleados en la construcción.

Anónimo 1: Del cerro de Chimalhuache se han extraído tezontle rojo y negro, arena, tepetate, desde que comenzó la minería, ya que antes no estaba tan poblado el cerro, a nadie le afectaba, pero te estoy hablando de hace ya más de 30 años.

Parte de la extracción de estos materiales se comercializa a personas originarias de la zona que se dedican a la elaboración de artesanías con piedra, el sustento de algunas familias depende de que esta actividad continúe en la zona, tal actividad se ha realizado durante varias décadas y aunque con el paso de los años los labradores de cantera en Chimalhuacán se han ido reduciendo, aún existen familias que viven de estas actividades siendo el principal sustento económico de los labradores de cantera originarios del municipio, además de la influencia económica que tiene en los mineros y sus familias, la otra parte del material extraído que no es vendida a los labradores de cantera se comercializa fuera del municipio. La minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache representa una fuente de empleo para distintas familias.

### **Fotografía 1.1 Minería a cielo abierto.**



En la fotografía 1.1 se observa un tajo grande a cielo abierto que ha quedado tras la explotación de los materiales pétreos en el cerro de Chimalhuache, se observan los distintos colores que muestran las rocas debido a sus componentes minerales y la destrucción que ha ocasionado esta actividad en la vegetación y el suelo.

La vegetación y fauna en las cercanías con las minas ubicado el cerro de Chimalhuache es más escaso cada año es más difícil observar vegetación en el cerro y cada vez es más común ver matorrales como la vegetación más predominante de la zona. Los árboles como el olivo, higo y pirúl, son cada vez más escasos, como se expresa en el siguiente testimonio expresado en entrevista a uno de los habitantes del municipio de Chimalhuacán.

Anónimo 1: Cuando era pequeño el cerro estaba lleno de árboles, no había casi ninguna casa, algunas parcelas eran ocupadas para sembrar, pero como no había casas había mucho terreno para sembrar, después se empezó poco a poco a construir y se empezó a sacarle minerales al cerro y se empezó a secar todo.

Otro problema que afecta a la población es el peligro latente que existe al haber minas abandonadas y laderas de las cuales mucha gente ajena a la zona desconoce, por lo que corre el peligro de sufrir un accidente. En las secciones siguientes se aborda más detalladamente sobre la minería a cielo abierto y su influencia en aspectos ambientales.

#### **4.3.1 Antecedentes de la “mina La Guadalupana”**

Durante la década 1980 comenzó la extracción de materiales pétreos en el cerro de Chimalhuache. Una de las primeras minas en funcionar fue la mina de San Agustín misma que al poco tiempo detuvo sus operaciones, pero para el año de 1985 empezó a funcionar la mina denominada la Guadalupana. *“La extracción promedio por día es de 11.2 viajes de 6 m<sup>3</sup> cada uno, debido a que dicha extracción se hace por medio de empresas privadas que compran el terreno y realizan la explotación con maquinaria, almacenando los diferentes tipos de material para distribuirlo conforme lo solicitan”*(Ochoa, 2012, p.46).

El municipio de Chimalhuacán en el año 2005 decide clausurar actividades en la mina debido a la preocupación por los efectos que la minería puede causar al ambiente del cerro de Chimalhuache, y por el crecimiento de la población la cual se desplazó hasta orillas de las minas representando un peligro. Actualmente y aun cuando se ha clausurado cualquier actividad minera en la zona, la minería sigue operando, pero ahora de forma clandestina y en plena luz del día, algo que para los locatarios se ha vuelto común, como se expresa en la entrevista a uno de los habitantes de la colonia Sutura Oriente.

Anónimo 2: Para uno que vive aquí, es normal ver pasar los camiones de volteo en el día, llenos de arena y piedras que vienen de las minas.

Anónimo 3: Cerca de aquí hay un camino que te lleva a la mina, pero está restringido por una reja con candado de donde salen los camiones, pero se puede acceder si subes más el cerro porque está el camino abierto.

#### **4.4 Antecedentes ambientales del cerro de Chimalhuache**

Uno de los graves problemas a los que se enfrenta el cerro de Chimalhuache, se debe a los tajos que se dejan donde se extraen los materiales piroclásticos estos se transforman en tiraderos clandestinos de basura, lo cual puede provocar enfermedades en la población local además de que hay una reproducción de fauna nociva transmisoras de enfermedades. Al estar estos tiraderos a la intemperie la cual genera una contaminación para el suelo y para el agua que es captada a través de las precipitaciones.

La extracción de materiales como la arena es un problema por su alto contenido de materiales silíceos, si bien no son materiales tóxicos pueden provocar enfermedades respiratorias debido al polvo y son muy volátiles afectando a la población que se encuentra cerca de la zona minera.

Esta actividad minera provoca en el ambiente grandes consecuencias que son irreversibles debido a la remoción de grandes cantidades de terreno lo que daña la

capa vegetal que protege al subsuelo y los nutrientes que contiene dejando el terreno vulnerable a la erosión además de quedar expuesto a sustancias que pueden ser dañinas al filtrarse y contaminando las reservas de agua o la maquinaria pesada que se emplea esta puede impedir la filtración y al mismo tiempo alterar el ciclo hidrológico del lugar.

#### **4.4.1 Antecedentes Socioeconómicos**

Las minas y la excavación cercana a la población han sido un tema de discusión y reclamo por parte de las comunidades cercanas a las minas. En el año 2007 por parte del municipio de Chimalhuacán envió diversos oficios a Protección Civil del Estado de México, para solicitar una valoración de riesgo a las viviendas ubicadas en los límites de las minas.

Para el año 2010 se argumentó que debido al uso de explosivos en las minas la gente local estaba preocupada al corren peligro de que ocurra un deslave y quedando sepultados además de que la maquinaria empleada provoca movimientos en el suelo lo cual ha causado daños en losas, grietas en paredes y rotura de vidrios, además de los daños ocasionados a las viviendas, afectando económicamente a los población cercana a las minas, lo que ocasiono una protesta y se presentó una denuncia ante la Fiscalía Especializada para la Atención de los Delitos Contra el Ambiente y dieron parte a la Procuraduría de Protección al Medio Ambiente del Estado de México para pedir la suspensión definitiva.

La actividad minera en el cerro de Chimalhuache no solo tiene afectaciones negativas, como se hizo mencionó anteriormente, la extracción de recursos como tepetate, tezontle y arena beneficia a los canteranos y sus familias que viven del labrado de cantera que se ha vuelto una tradición que ha abarcado varias generaciones en el municipio de Chimalhuacán, por lo que ha pasado a ser parte de la cultura de los residentes del municipio. El beneficio para los escultores de adquirir los materiales

procedentes de las minas del mismo cerro de Chimalhuache está en los costos, por lo que resulta más económico el comprar los materiales del mismo cerro de Chimalhuache.

Las condiciones socio-económicas que se presentan en las localidades del cerro de Chimalhuache son en algunos lugares precarias, pero con el paso del tiempo han ido mejorando, se ha dotado a nuevas colonias con servicios como luz eléctrica, drenaje, agua potable, sin embargo, algunas otras colonias todavía carecen de estos servicios, aun se observan casas de lámina y la población vive en pobreza.

#### **4.4.2 Entorno del Régimen Hidrológico**

Las montañas proporcionan al ser humano una cantidad importante de recursos para su supervivencia y desarrollo, uno de estos recursos es el agua, un importante elemento para la vida y la elaboración de diferentes procesos en las diferentes industrias. Las necesidades de agua potable para el consumo humano hacen necesario un uso racional y prioritario del agua. Si bien el agua puede ser no potable, esta es indispensable para los procesos de la minería actual donde se llegan a ocupar y a contaminar millones de litros. El cerro de Chimalhuache es el encargado de abastecer de agua al municipio de Chimalhuacán, *“el material volcánico ha servido para filtrar el agua de lluvia que recarga los acuíferos de la cuenca de México; en el municipio de Chimalhuacán, se extrae el agua potable, para dotar a la población del municipio, por medio de pozos profundos, con 150.00 m a 300.00 m de profundidad”*(Ochoa, 2012, p.6).

A las cercanías de la mina se puede observar un paisaje cada vez más desértico donde abundan los matorrales y un suelo arenoso. Cada vez es más común que en el municipio de Chimalhuacán se dé el hecho de recortes en el suministro de agua e inclusive pasando hasta semanas en las que algunas comunidades tengan falta de agua, sobre todo en colonias cercanas a las minas del cerro de Chimalhuache.

La falta del suministro de agua puede deberse también a otros factores como el incremento de la población, la construcción de obras públicas, pavimentación de calles, todo esto también repercute debido a que existen menos lugares donde el agua pueda filtrarse y la demanda de agua es cada vez mayor.

Sin embargo, no se puede separar a la minería de los problemas con la falta de agua, la minería en parte tiene acción sobre los recursos hídricos, la extracción de materiales pétreos con maquinaria pesada afecta y perjudica gravemente la conducción de las corrientes de agua en los cauces. La minería a cielo abierto genera un problema debido a que las excavaciones a realizarse serán sobre rocas secas lo que implica la necesidad de deprimir los acuíferos, secando pozos que pueden encontrarse en funcionamiento (Oyarzun et al., 2011). La extracción de materiales, la acumulación de materiales de desecho y derrames de sustancias químicas y combustibles pueden causar la reducción en la calidad del agua de consumo además de un incremento en el costo de tratamiento del agua.

#### **4.4.3 Condiciones de la biodiversidad**

Las actividades de extracción de materiales implican la remoción y modificación del entorno. La apariencia de las minas a cielo abierto es de grandes fosas, profundas en medio de un paisaje desolado y carente de recursos vivos. Suele comenzar con la remoción de vegetación y suelo, removiendo toneladas de roca y los materiales que se encuentran por encima de esta hasta llegar al yacimiento.

Esto ha provocado un desplazamiento y extinción de la flora (arbustos, vegetales, árboles) favoreciendo la erosión y afectando la fertilidad del suelo. Con la pérdida de la flora se ha ido perdiendo también parte de la fauna la cual se ve desplazada. El municipio preocupado por la conservación del ambiente natural adoptar medidas preventivas para conservar las zonas verdes y la fauna del lugar por lo que se ejecutó una suspensión de las obras en las minas la Guadalupana y otras minas antes existentes. Sin embargo, la minería clandestina hasta la fecha sigue operando, por lo cual el daño en la zona sigue vigente, los mismos pobladores mencionan que la mina

sigue funcionando con regularidad un testimonio señalado en entrevista de uno de los habitantes del San Lorenzo de parte alta.

Anónimo 4: Se supone que la minería está prohibida desde hace ya algunos años, pero las minas siguen funcionando con regularidad desde hace tiempo.

### **Fotografía 1.2 La huella de la minería.**



En la fotografía 1.2 se observa el tajo que ha generado la extracción de material piroclástico, este tajo se había dejado de explotar y la vegetación volvía a surgir desafortunadamente han comenzado a retirar las capas de tierra y a extraer nuevamente los materiales piroclásticos.

La extracción que lleva a la remoción del material de substrato, la eliminación de vegetación, y el almacenamiento de materiales en el cauce, tendrá impactos

ecológicos. Estos impactos podrán tener efecto en la pérdida directa de hábitat, el suelo es más árido y la vegetación escasea cada vez más, afectando la poca fauna que aún existe, así como un terreno cada vez más inapropiado para la flora del lugar.

La minería a cielo abierto es considerada una de las actividades más devastadoras dentro de las actividades industriales. La extracción de materiales piroclásticos causa un impacto sobre la capa vegetal que cubre el subsuelo, dejándolo vulnerable a la erosión debido a las miles de toneladas que son removidas, así como explosivos y otros aditamentos no solo son peligrosos para el entorno natural, sino que son un peligro constante para la población.

La extracción de materiales piroclásticos en el cerro de Chimalhuache data ya de algunas décadas, si bien las minas fueron clausuradas por parte del municipio desde el año 2005 algunas siguen funcionando de forma clandestina por lo que vuelven a ser una forma de peligro para la comunidad que vive en los alrededores, por otro lado hay que tener en cuenta a la población que considera la actividad minera como una fuente importante de ingresos porque es la manera en cómo solventan sus gastos no solo para la gente que trabaja en las minas, es decir los mineros, sino que también abarca gente que depende de los materiales que se extraen, ya que en Chimalhuacán existen familias dedicadas al labrado de piedra y dependen del material extraído para trabajar.

Sin embargo, no se puede pasar por alto los daños que son ocasionados al suelo y subsuelo, la capa vegetal se ve expuesta debido a la extracción de estos materiales y al operar clandestinamente no existe una regulación o control de las prácticas realizadas en las minas del cerro de Chimalhuache.

## *5 Impacto Socioeconómico de la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache*

### **5.1 Introducción**

La actividad minera puede repercutir en las comunidades del cerro de Chimalhuache alterando o cambiando su composición social y económica, por ello es importante conocer algunas características e información sobre la población que habita en las localidades como lo son; Xochiaca Parte Alta, La Pista de los Corredores, San Lorenzo Parte Alta, Cerro de las Palomas, San José Buenavista y Sutura Oriente.

Se aborda cómo está distribuida la población en el cerro de Chimalhuache además del incremento poblacional dentro del municipio de Chimalhuacán tomando en cuenta dos localidades la de Xochiaca Parte Alta y La Pista de los Corredores respecto al censo del año 2000 al del 2020. Analizando los servicios e infraestructura con los que cuentan las 6 colonias.

En el punto 5.3 se habla de las alteraciones que son más significativas para la población de las localidades cercanas a las minas de acuerdo a la información recabada en el grupo focal, en el cual se plantearon las alteraciones sociales que ha ocasionado la minería a cielo abierto y ha repercutido en las comunidades aledañas a las minas y a la población que transita por estos lugares, en su mayoría estas repercusiones han sido negativas y en pocos casos son positivas de acuerdo a las personas que participaron en el grupo focal.

### **5.2 Distribución general de la población en el Cerro de Chimalhuache**

El municipio de Chimalhuacán pertenece a la región III de la Zona Metropolitana del Valle de México junto con los municipios de Chicoloapan, Ixtapaluca y La Paz. Dentro de esta región con relación a la distribución de la población, la mayor concentración

de habitantes se ubica en el municipio de Chimalhuacán con 705 mil 193 habitantes (Censo de Población y Vivienda 2020: Principales resultados por localidad (ITER), 2020), la segunda mayor concentración se ubica en el municipio de Ixtapaluca con 542 mil 221 habitantes, de acuerdo al Censo de Población realizado en el año 2020. Es una realidad que la población total de Chimalhuacán registró un crecimiento demográfico entre los periodos 2010 a 2020. En el año 2000 la población total del municipio de Chimalhuacán era de 490 mil 772 habitantes (*XII Censo General de Población y Vivienda 2000: Principales resultados por localidad (ITER)*, 2001) donde no llegaba al medio millón de habitantes y de los cuales 66 pertenecían a La Pista de los Corredores y 355 a Xochiaca Parte Alta que son parte de las zonas de interés para este estudio. En comparación con Ixtapaluca que ocupa el segundo lugar en el 2010 respecto a la Región III de la ZMVM en cuanto a población se refiere, no ha alcanzado el número de habitantes que el municipio de Chimalhuacán tenía en el año 2000.

Mientras que para el año 2020 se registró un aumento en la población en el municipio de Chimalhuacán y pasó a un total de 705 mil 193 habitantes de los cuales 14 pertenecen a La Pista de los Corredores y 556 a Xochiaca Parte Alta (*Censo de Población y Vivienda 2020: Principales resultados por localidad (ITER)*, 2020).

En la siguiente tabla 1.3 se puede observar una disminución poblacional en las dos localidades más cercanas al cerro de Chimalhuache y a las minas, entre estas localidades se realizó una comparación durante los últimos 20 años.

**Tabla 1.3**

Año del censo	Localidad	Población Total	Población Masculina	Población Femenina
Censo 2000	La Pista de los Corredores	66	32	34
	Xochiaca Parte Alta	355	184	171
Censo 2010	La Pista de los Corredores	35	19	16
	Xochiaca Parte Alta	1375	701	674
Censo 2020	La Pista de los Corredores	14	7	7
	Xochiaca Parte Alta	556	262	294

Fuente: Elaboración propia con base en los censos de Población y vivienda 2000, 2010 y 2020

En la tabla podemos observar que en la localidad de Xochiaca Parte Alta hubo un aumento en la población de 1020 habitantes en comparación al censo del año 2000 pero para el año de 2020 se dio una considerable disminución del 59.56% de población. En el caso de la localidad de La Pista de los Corredores ocurrió una disminución de la población de 40%, disminuyendo de 35 habitantes a 14 habitantes, mientras que en todas las localidades del municipio de Chimalhuacán experimentaba un aumento demográfico, en la localidad de La Pista de los Corredores ocurrió lo contrario, esto debió a las políticas que implementó el gobierno del municipio de poner un límite para poder fincar y habitar, por lo que esta población que se ubicaba en la localidad Pista de los Corredores fue reubicada y los asentamientos irregulares que se encontraban en esta zona fueron desalojados como expresa en el testimonio en entrevista por uno de los habitantes de Xochiaca Parte Alta.

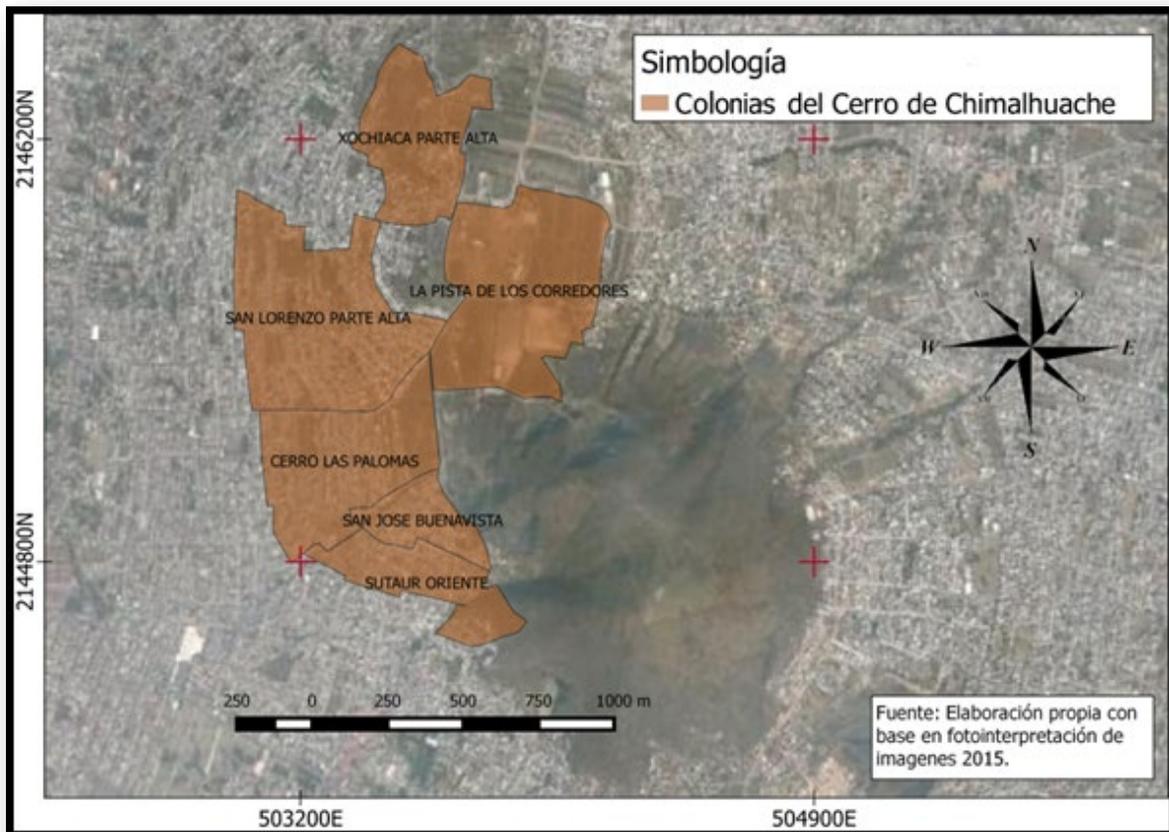
Anónimo 4: Hace unos 10 o 12 años se reubicaron a todas las personas que se habían asentado en las cercanías de las minas, fue por parte de las nuevas políticas del municipio de establecer un límite para construir.

Estas políticas por parte del gobierno de Chimalhuacán se dieron para proteger de alguna manera una parte del cerro de Chimalhuache de la expansión urbana que sufre

el municipio y por otro lado para reducir riesgos debido al saqueo de materiales piroclásticos que ha sufrido el cerro de Chimalhuache y que puede afectar a la población en caso de un derrumbe o deslave.

En el mapa 1.2 se observan las 6 colonias que fueron consideradas importantes para esta investigación, por la cercanía y la relación que tienen sus habitantes con las minas.

**Mapa 1.2 Colonias del municipio de Chimalhuacán en contacto con las minas del cerro de Chimalhuache.**



Las colonias que se muestran en el mapa 1.2 están en contacto directo con la minería del cerro de Chimalhuache, sobre todo las colonias de Sutaur Oriente, San José

Buenavista y cerro de las Palomas, en estas colonias existen caminos que llevan a las minas, algunos de estos caminos están delimitados por rejas, sin embargo, las 6 colonias tienen contacto con las minas por la cercanía. La localidad de La Pista de los Corredores no tiene tantos habitantes como las demás colonias, pero transita mucha gente durante toda la semana por esta colonia debido a las personas que vienen a correr y por lo cual lleva este nombre, por lo que mucha gente pasa cerca de las minas, cuando vienen a realizar alguna actividad física.

Se puede identificar claramente distintos niveles urbano-rurales en la ZMVM, así como en las distintas regiones que lo conforman. La Región III de la ZMVM cuenta con más 1.5 millones de habitantes en tres ciudades medias distribuidas en: (I) Una localidad de 500,000 a 1,000,000 en el municipio de Chimalhuacán; (II) una localidad de 250,000 a 500,000 en el municipio de Ixtapaluca; (III) una localidad con población de 100,000 a 250,000 en el municipio de Chicoloapan” (Plan de desarrollo 2011-2017, 2012, p. 13)

De tal forma que la población urbana se consideró a partir de 15,000 habitantes, lo cual indica que tres municipios de la Región III (Chimalhuacán, Ixtapaluca y Chicoloapan) son considerados como urbanos, al estar localizados en los centros poblados y tener una infraestructura desarrollada para llevar a cabo una intensa actividad económica, política, social y cultural además de contar con numerosos sistemas de infraestructura es decir sistemas de servicios públicos, medios de comunicación y transporte, etc. Dentro de los cuales el municipio de Chimalhuacán es el municipio con mayor población de la Región III de la ZMVM y por lo cual es considerado como un municipio urbano que cuenta con diferentes sistemas de infraestructura.

### **5.2.1 Infraestructura**

La infraestructura y los servicios con los que cuentan los pobladores del cerro de Chimalhuache son precarios, pero se ha observado un cambio significativo con el paso del tiempo, sin embargo, falta mucho por mejorar.

### **5.2.1.1 Vías de transporte**

Las localidades de Xochiaca Parte Alta, La Pista de los Corredores, San Lorenzo Parte Alta, Cerro de las Palomas, San José Buenavista y Sutaur Oriente cuentan con vías de transporte terrestre como calles casi en su totalidad pavimentadas, aunque siguen existiendo calles sin pavimentar y el trazado de algunas calles es irregular y confuso, no cuenta con carreteras.

### **5.2.1.2 Infraestructura hidráulica**

Estas localidades cuentan con servicios de agua potable que es extraída de pozos y son administrados por el Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (O.D.A.P.A.S.), además cuentan como sistemas de drenaje, sin embargo, el servicio de alcantarillado es deficiente por lo que en algunas viviendas es normal encontrarse con letrinas.

### **5.2.1.3 Infraestructura energética**

La cobertura del servicio eléctrico por parte de la Comisión nacional de electricidad (CFE) ofreciendo a las localidades electricidad y con alumbrado público, aunque en algunos lugares el servicio es de mala calidad o deficiente.

### **5.2.1.4 Infraestructura del sector vivienda y salud**

En su mayoría las viviendas están construidas de concreto, cuentan con loza, pero siguen existiendo algunas casas a base de láminas y madera. Existen diferentes comercios en la zona en su mayoría los servicios son de venta de productos para el consumo, aunque hay un incremento de comercios destinados a otros servicios como lavanderías, tlapalerías, café internet, que en unos años atrás eran escasos o nulos en algunas partes cerca del cerro de Chimalhuache. Se cuenta con un centro de salud que atiende la demanda de la población que exigían servicios médicos gratuitos y que

no contaban con una institución de servicios médicos ubicado en la localidad de cerro las Palomas.

Desde hace años se cuenta con un parque deportivo creado por Antorcha Campesina la cual ha sido una fuente de atracción recreativa para mucha gente de las localidades cercanas y colindantes, lo cual también ha servido para una mejora y ampliación de comercios que se ven beneficiados por tener el parque, además de la infraestructura que trajo consigo el parque al mejorar las zonas de acceso, con pavimentado y alumbrado público.

### **5.3 Impactos sociales de la minería en cerro de Chimalhuache.**

Como se mencionó anteriormente un impacto social está compuesto por alteraciones que tienen efecto en la sociedad y son causados por alguna actividad y afectan la calidad de vida de la población así como las repercusiones que ha tenido (Garriga, 2012). Por lo general estos cambios o alteraciones son de carácter negativo, aunque no es todos los casos.

En el grupo focal realizado se reunieron 8 personas habitantes de la colonia las Palomas, la cual es la colonia más cercana a las minas que operan de forma clandestina en el cerro de Chimalhuache. Dentro de este grupo focal se discutieron los impactos sociales y económicos que los habitantes de la colonia ya antes mencionada, consideraban como más inminentes y notorios que la actividad minera ha tenido en el cerro de Chimalhuache.

Dentro de los puntos a tratar en el grupo focal, un punto fue la transformación que ha tenido el cerro de Chimalhuache ya que en el pasado este cerro de presentar una apariencia rural ahora se presenta en casi su totalidad como una zona urbana presentando aspectos también como pobreza, inmigración y el crecimiento poblacional que han sido elementos determinantes en la conformación social.

Una de las problemáticas a las cuales se llegó es que se ha destruido el paisaje característico que se tenía del cerro de Chimalhuache, debido a la extracción de materiales piroclásticos que se ha tenido sin limitantes desde la apertura de las minas, es cada vez más notorio ver diferentes tipos de rocas expuestas en el suelo, debido a la pérdida de cobertura vegetal. De acuerdo al grupo focal se expresaron distintas problemáticas por los participantes del grupo.

Anónimo 5: Se acostumbraba ver un cerro verde lleno de árboles de eucalipto, pirul, olivo, sábila y distintos tipos de flores.

Las afectaciones más significativas es la transformación que ha tenido el cerro de Chimalhuache, ya que en el pasado este cerro era un lugar completamente inhabitable y pocos accedían a él por ende el paisaje estaba lleno de vegetación y flora nativa de la región, ahora hay una gran mancha urbana, donde se observan problemas sociales como la pobreza, inmigración y asentamientos humanos irregulares. Así como el cambio del paisaje característico del cerro de Chimalhuache, debido a la extracción de materiales piroclásticos que se ha realizado sin un control desde la apertura de las minas, es cada vez más notorio ver diferentes tipos de rocas expuestas en el suelo, debido a la pérdida de cobertura vegetal.

La cobertura vegetal es cada vez más escasa, abundan las barrancas y los tajos que ha dejado el paso de la minería a lo largo ya de varias décadas. No ha existido una preocupación por parte de los responsables de las minas a lo largo del tiempo al igual que por los gobiernos municipales por restaurar el terreno afectado por la actividad minera, el paisaje es cada vez más seco y sobresalen más los tajos que va dejando la minería. Tal es el caso expresado en el grupo focal.

Anónimo 6: La vista que brinda el cerro, atrae a gente de otros municipios que vienen a entrenar y que se ven atraídos por este tipo de paisajes, sin embargo, estos paisajes van desapareciendo cada vez se ven más las rocas.

La fotografía 1.3 muestra la importancia que tiene el lugar para los corredores que vienen a este lugar, al fondo de la foto se encuentra un grupo de corredores que vienen por parte del municipio de Chimalhuacán a entrenar a este sitio, ellos entrenan

subiendo el terreno arenoso e inclinado y se preparan aquí para las competencias que después tendrán.

### **Fotografía 1.3 El cerro de Chimalhuache, una atracción para los corredores.**



En la fotografía 1.3 también se observan los efectos de la minería en la zona dejando una gran sección estratigráfica de diferentes colores que están a la vista propensa a la erosión mediante las precipitaciones colina abajo, además la erosión eólica es otro factor que repercute en la zona al estar descubierta.

Los tajos a cielo abierto se están convirtiendo en tiraderos de basura al aire libre, la basura no solo es una problemática visual, sino que puede provocar daños a la salud de la población, así como problemas de plagas como roedores o moscas que son nocivas para la salud, también puede contaminar o influir en la filtración de agua. Como se expresa en el testimonio del grupo focal.

Anónimo 7: Estos hoyos se han convertido en tiraderos al aire libre, estos tiraderos de basura pueden afectar la salud y dan mala apariencia, el olor desagradable y una mala impresión.

La salud de los habitantes colindantes con las minas se ve amenazada debido a la contaminación ya antes mencionada factores como la exposición de polvo resultado de las excavaciones y explosiones que se realizan en la minería para tener acceso a los recursos pétreos. Los recursos hídricos son afectados por el uso de diferentes sustancias en la minería, contaminando el agua y afectando el ciclo de recarga de los pozos de donde se extrae.

La Inseguridad es otro problema que inquieta a los pobladores de la zona, porque se han incrementado los robos a mano armada a corredores que visitan la zona, para realizar alguna actividad física y a visitantes que recorren el cerro de Chimalhuache, además de robos a mano armada han ocurrido homicidios y violaciones cerca de minas abandonadas. Debido a los tajos y barrancas que hay en el área convirtiendo el lugar en una zona de riesgo y comprometiendo su integridad física. De acuerdo al Periódico Reporteros en movimiento (2013) se dio un caso donde un hombre de 23 años de edad cayó a una mina con su camioneta en el cerro de Chimalhuache provocando su muerte. Si bien las minas están clausuradas desde hace varios años no cuentan con ninguna protección, para evitar este tipo de accidentes convirtiendo a las minas clausuradas en una zona de riesgo.

Otro problema relacionado con la inseguridad y las minas el cual ha tenido lugar en años recientes es el problema con asaltos a los corredores, como se enuncia en el testimonio de un corredor.

Anónimo 8: Los ladrones suelen esconderse en algunos huecos de las minas y sorprenden a la gente, quitándote tus pertenencias, en un principio los asaltos se daban a tempranas horas del día, pero ya en cualquier hora del día te asaltan.

Esta inseguridad ha provocado que la gente que sube a correr deje de hacerlo en el cerro de Chimalhuache. Además de los asaltos han ocurrido homicidios y violaciones que han tenido lugar en las minas abandonadas en el cerro, de acuerdo con testimonios de la propia población cercana a las minas, se han presentado varios casos donde se han encontrado cuerpos en las minas.

Los procesos para extraer los materiales es otro problema que preocupa a la población debido al uso de explosivos para romper las rocas, no solo por el ruido que ocasiona sino por las vibraciones que provocan las detonaciones de los explosivos empleados para esta actividad.

El gobierno municipal no ha tomado medidas preventivas para la construcción de muros de retención de materiales en caso de un deslave debido a la excavación y remoción de toneladas de tierra que ha sufrido el cerro durante varios años de explotación. Tal es el caso del testimonio expresado en entrevista de uno de los habitantes de la localidad de San Lorenzo Parte Alta:

Anónimo 6: Hace algunos años se escucho una fuerte explosión causada por los trabajadores de las minas que utilizaron al parecer dinamita, el ruido fue muy fuerte y algunas ventanas resultaron dañadas, además del miedo.

Anónimo 8: el municipio no ha tomado medidas para realizar la construcción de muros de retención de materiales en caso de un deslave además del peligro que corremos los habitantes debido a la remoción de tierra dejado grandes huecos.

En la primera sesión del grupo focal, uno de los puntos a favor de la minería fue que los recursos pétreos extraídos del cerro de Chimalhuache son empleados por canteros de Chimalhuacán, favoreciendo a una parte de la población, ya que emplean materiales pétreos que adquieren a precios bastante económicos.

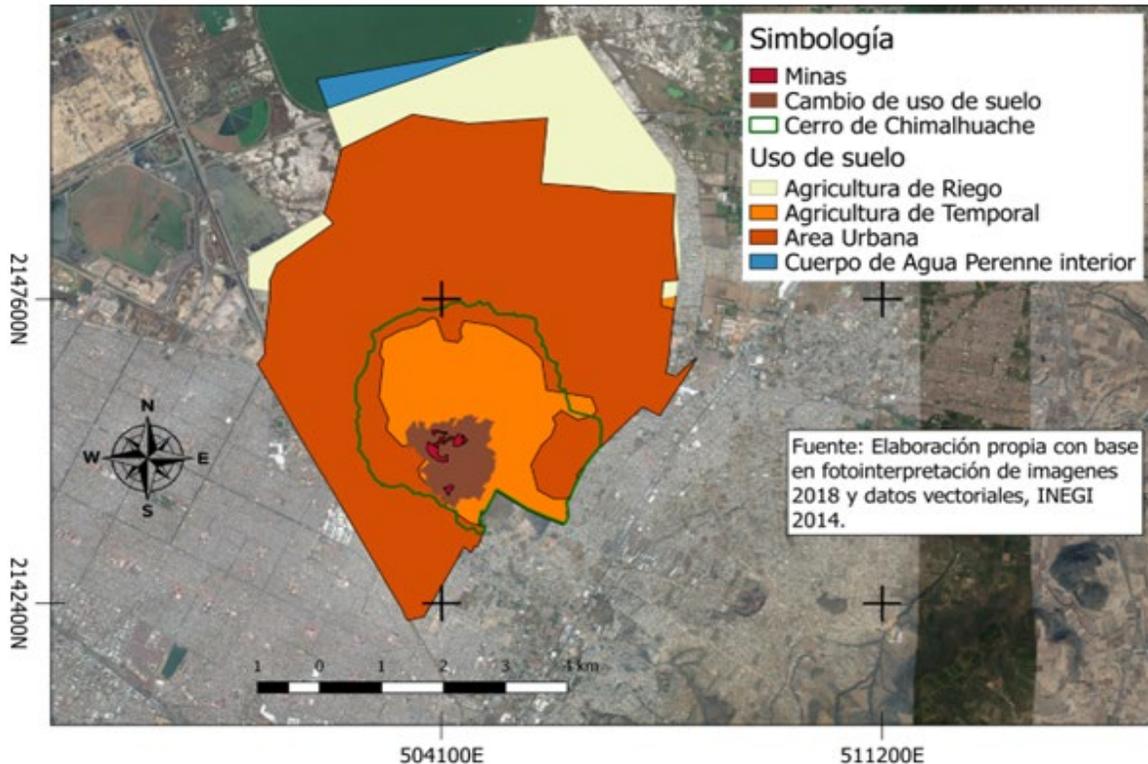
## 5.4 Impactos económicos de la minería en el cerro de Chimalhuache

En el marco analítico además de los componentes de un impacto social también se abordaron los componentes de un impacto económico que son cambios en los valores de producción, distribución, consumo de bienes, servicios, para satisfacer las necesidades de la sociedad (Bernal et al., 2011). La movilidad de la sociedad y la demanda de productos genera la necesidad de extraer más y más materias primas por lo que para esto es necesario que las empresas mineras se vean en la necesidad de contratar personal para poder realizar ciertas actividades o funciones en los procesos de extracción, así como en la transportación y producción, generando fuentes de empleo y atrayendo población al lugar, que se ve favorecida por las fuentes de empleo directas o indirectas que se generan por la minería. Sin embargo, esta industria en nuestra zona de estudio no tuvo esta atracción, como se expresa en el testimonio de un habitante originario dado en entrevista

Anónimo 1: Cuando se comenzó con la extracción de materiales, la gente que atrajo la minería fue muy poca y no se interesó mucho, sobre todo porque se dedicaban más a la agricultura.

En el cerro de Chimalhuache era común el encontrar zonas de cultivo donde se practica la agricultura de temporal, sin embargo, debido al crecimiento urbano, la construcción de obras públicas como el deportivo Chimalhuache, así como la actividad minería que aqueja la zona desde hace ya varios años, ha afectado y cambiado el uso del suelo de la zona, como se presenta en el mapa 1.3.

### Mapa 1.3 Cambio de uso de suelo a causa de la actividad minera en zonas de cultivo en el cerro de Chimalhuache.



En el mapa 1.3 se muestra en color rojo las minas que es donde se lleva a cabo la extracción de material petreo en la zona. Tambien se observa que en el cerro de Chimalhuache, la agricultura que se practica es la temporal que depende de la lluvia que se den en la zona. Esta agricultura de temporal se lleva a cabo en el cerro de Chimalhuache, pero tanto el crecimiento urbano como la práctica de la mineria han cambiado el uso del suelo, la agricultura de temporal se ha dejado de practicar casi en su totalidad, la minería asi como el crecimiento urbano han desplazado a los agricultores desde hace ya varios años, debido a la demanda que exigió la extracción de materiales piroclásticos cuando el gobierno municipal otorgó los permisos para que la minería operara en esta zona y dando paso a una demanda de lugares para habitar. Estos procesos amenazaron la integridad la biodiversidad que alberga el cerro de Chimalhuache.

Una industria minera al instalarse en una zona puede traer consigo la generación de riquezas, además la actividad minera le puede trasferir a una región distintos tipos de

empleos: el empleo directo que se refiere a la fuerza laboral contratada por la empresa directamente, los empleos indirectos son los empleos creados por la empresa a partir de contratos con otras empresas o proveedores de servicios y los empleos inducidos se originan a partir de las necesidades y gastos que generan a partir de sus empleados directos e indirectos. (Molina et al., 2006)

Para poder saber el número de trabajadores así como información sobre los ingresos que reciben, se realizaron entrevistas a algunos mineros en el caso de la minería en el cerro de Chimalhuache, donde se producen hasta el momento 15 empleos directos de los cuales, solo 5 mineros pertenecen a las colonias colindantes con la mina, otras 6 personas viven en otras colonias del municipio de Chimalhuacán y 4 residen en municipios cercanos, trabajan de lunes a viernes en un horario de 9:00 a.m. a 6:00 p.m. y los sábados de 9:00 a.m. a 3:00 p.m. Dentro de estas personas se cuenta con un velador que cuida las instalaciones a partir de las 6:00 p.m. así como los 4 camiones de volteo y 2 excavadoras. En comparación con otras empresas mineras el número de empleados es muy pequeño, así como la maquinaria que se usa, pero esto también se puede deber a que trabajan sin los permisos correspondientes por lo que sus extracciones se ven limitadas para no llamar demasiado la atención de las autoridades, así como de la población.

## Fotografía 1.4 Instalaciones de la minería en el cerro de Chimalhuache.



En la fotografía 1.4 se muestran algunos equipamientos con los que cuentan estos mineros y sus instalaciones, se pueden observar algunos camiones de volteo y máquinas excavadoras, así como algunos cuartos fincados con loza que funcionan como la zona de administración de la actividad minera.

En el caso de los empleos indirectos no se puede saber exactamente debido a que se opera desde la clandestinidad pero como se mencionó antes una parte de los materiales extraídos es vendida fuera del municipio y la otra es vendida a los canteranos del municipio de Chimalhuacán, en cuanto a los empleos inducidos sobre todo refiriéndose a locatarios de las localidades de La Pista de los Corredores o Xochiaca Parte Alta donde se encuentra la mina, no se producen ganancias o se ve beneficiada la gente locataria por el hecho de tener una industria minera trabajando en

sus cercanías. La gente que habita cerca del lugar argumenta que cuando se comenzó a poblar estas colonias las minas ya funcionaban y nunca fue del interés de las personas en tratar de beneficiarse brindando algún servicio que fuera de interés para los mineros, mejor se han establecido algunos negocios para brindar servicios a las rutas de transporte que se han establecido en estas colonias. Para algunos pobladores la minería en el cerro de Chimalhuache pasa desapercibida en su vida diaria, salvo algunos acontecimientos que hacen darse cuenta sobre la cercanía que tienen con las minas. A continuación, se presenta un extracto de las entrevistas realizadas a pobladores de San Lorenzo Parte Alta:

Anónimo 1: Desde antes de que empezáramos a vivir aquí, las minas ya funcionaban. Las personas de la colonia nunca se han interesado en trabajar en las minas brindando algún servicio para los mineros.

Anónimo 1: Para la gente que vivimos cerca de las minas, el ver pasar los camiones cargados con material se te hace algo cotidiano, solo cuando ocurre algo, es cuando te acuerdas de lo peligroso que puede ser vivir cerca de las minas.

La información que se obtuvo de acuerdo a los servicios con los que cuentan los mineros en cuanto a seguridad y servicios, arrojó que debido a la clandestinidad que maneja la minería en la zona, repercute en los empleados al no contar con seguro social, prestaciones o vacaciones, además el sueldo de los mineros varía entre unos y otros, pero oscila entre los \$1000 y \$1800 semanales. De acuerdo a una entrevista realizada a un minero se obtuvo el siguiente testimonio.

Anónimo: No contamos con seguro y ese tipo de cosas, en cualquier momento pueden venir a clausurar por lo que no es un empleo tan seguro y no es constante.

Además, es un empleo inestable debido a que se trabaja con el riesgo de que en cualquier momento el municipio llegue a ejercer su autoridad, no cuentan con un seguro y los problemas físicos a los que están expuestos los mineros por los materiales y herramientas con las que se trabaja repercuten en su salud.

La minería de materiales piroclásticos económicamente no ha tenido un gran impacto económico en las colonias cercanas a las minas ni ha sido una fuente de empleo para los pobladores de esta zona, cabe señalar que solo una muy pequeña parte de la población se ve beneficiada, muestra de ello es el caso de los canteros de piedra que residen en Chimalhuacán, ya que dependen de los materiales pétreos extraídos del cerro de Chimalhuache adquiriendo materiales a un bajo costo siendo beneficiados por esta actividad y al mismo tiempo ayuda a la conservación de una tradición y fuentes de empleo en el labrado de piedra.

Los resultados obtenidos del grupo focal y en la entrevista semiestructurada realizada a los mineros nos plantean que los impactos que la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache ha tenido en la sociedad en su mayoría han sido negativos ya que los pobladores y la gente que transita se siente insegura, en algunos casos debido a que no se ha dado un seguimiento por parte de las autoridades a las problemáticas que se han ido suscitando con el paso del tiempo, además de que se argumentó que se clausuraron las excavaciones y extracciones de materiales para proteger a la población así como al cerro de Chimalhuache por su importancia ambiental que tiene sobre la población pero hasta la fecha se siguen extrayendo de manera clandestina y no se ha hecho nada por reducir el impacto que ha sufrido el cerro.

A su vez también se arrojaron resultados positivos que ha tenido la extracción de estos materiales pétreos para los canteros que se dedican al labrado de piedra, y se marcó la importancia que ha tenido en el fortalecimiento de una tradición que lleva ya varias generaciones y la importancia que tiene esta actividad al ser el sustento de varias familias que dependen de esta actividad y que no solo abarca a los canteros también a un reducido grupo de mineros mismos que dependen de este trabajo y el cual es el sustento de sus familias.

## *6 Impacto en el Régimen Hidrológico provocado por la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache*

### **6.1 Introducción**

En este capítulo se abordan las características fisiográficas del cerro de Chimalhuache orientadas al régimen hidrológico de la zona y la importancia que tiene para el abastecimiento de agua hacia la población. Y algunas características del régimen hidrológico regional por la influencia que tuvo y ha tenido en la zona de estudio, así como las características con las que contaba el cerro de Chimalhuache al estar incorporado al lago de Texcoco y la influencia que tenía la zona al ser alimentada por distintos ríos.

Las cuencas tienen una gran importancia sobre los flujos de los ríos, el cerro de Chimalhuache influye considerablemente en la delimitación de las cuencas y subcuencas que lo rodean al fungir como parteaguas delimitando la cuenca a la que pertenece y moldeándola debido a los flujos de agua, su importancia no solo en la obtención de agua, si no la conservación de especies animales y vegetales.

Asimismo, se abordan la distribución de los elementos hidrológicos característicos del municipio, sobre todo en el cerro de Chimalhuache, por el tipo de terreno que permite la filtración y recarga de los mantos acuíferos. Para esto, este estudio se apoya en mapas elaborados exclusivamente para esta investigación donde se permite observar las características con las que cuenta la zona de estudio considerando dos características importantes como es el índice de recarga y el índice de transmisividad, las cuales permiten abastecer la demanda de la población de agua potable.

### **6.2 Régimen Hidrológico superficial Regional**

El Régimen Hidrológico aborda la distribución de los elementos hidrológicos en un lugar determinado. Son procesos frágiles que se ven afectados por otros factores

como; la infiltración, la intercepción de agua. La modificación en estos procesos afecta la captación de agua, posteriormente afecta la distribución hacia la población, lo que supondría un serio problema debido a que no se podría contar con las reservas necesarias de agua para poder satisfacer las necesidades de la población.

*“El municipio de Chimalhuacán pertenece a la Región hidrológica 26 Alto Pánuco, más precisamente pertenece a la región de Lagos de Texcoco y Zumpango. El lago de Texcoco y Zumpango formaban parte del sistema de lagos que cubrían en gran forma el Valle de México, estos lagos eran de agua salada”*(Cantú, 2011, p. 25 ), estos lagos eran abastecidos por ríos como: San Ángel, Magdalena, Barranca del Muerto, Becerra, y Mixcoac. Algunos de estos ríos aún están en funcionamiento, sin embargo, no tienen el mismo cauce ni el mismo abastecimiento que tenían antes debido a que el terreno ha sido modificado a través de los años.

Existen cada vez más comunidades que demandan el abastecimiento de recursos hídricos, por lo que el cauce de los ríos ya no abastece de igual manera los pocos lagos que quedan, además la contaminación afecta la potabilidad del agua y el crecimiento poblacional ha reducido considerablemente los ríos y ha disminuido la filtración en el suelo es cada vez más escasa debido a las construcciones de obras pública y viviendas las cuales impiden el proceso de filtración.

Actualmente los lagos en existencia están en proceso de desaparición debido al crecimiento de la población que busca espacios para habitar por lo que algunos son desecados para aprovechar sus nutrientes utilizándolos para cultivar, así como para la construcción de viviendas.

## **6.2.1 Cuencas**

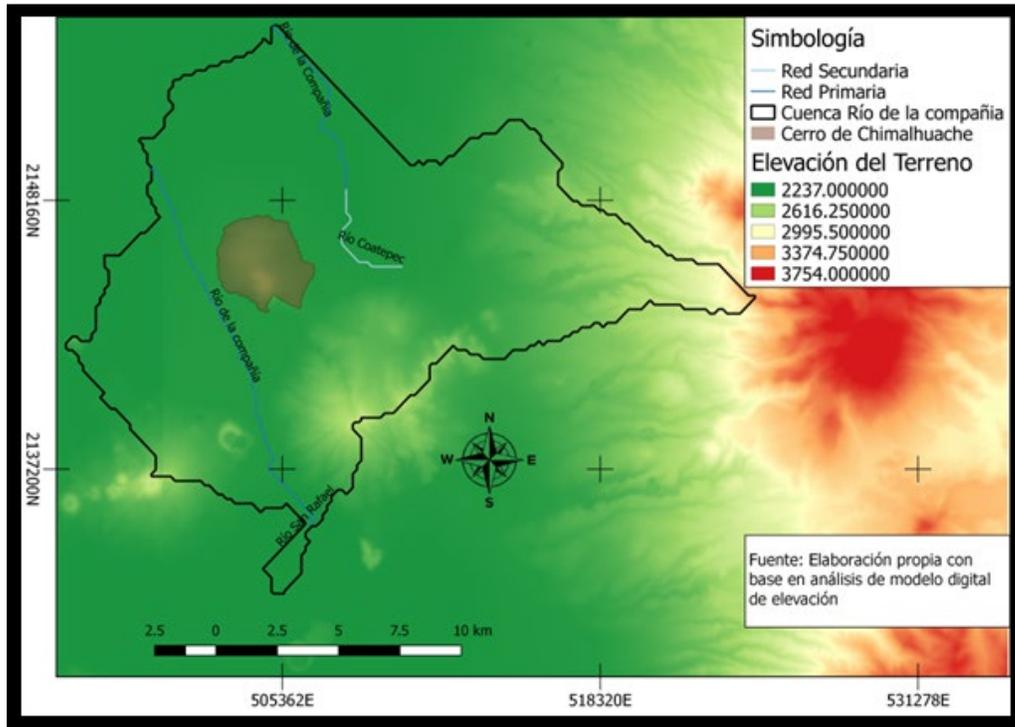
Una cuenca Hidrográfica es una zona de la superficie terrestre en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un

mismo punto de salida (Bahamondes and Gaete, 2011). Por cuenca podemos entonces entender al espacio formado por el escurrimiento de un conjunto de ríos, que se encuentra determinado por elevaciones que funcionan como parteaguas.

El cerro de Chimalhuache no cuenta con ríos o depósitos superficiales de agua potable donde desemboquen los flujos de agua por lo que el agua desemboca en los depósitos naturales subterráneos debido a las propiedades del suelo que permiten la filtración del agua proveniente de las precipitaciones y que no es captada por el suelo llega hasta el río de la compañía, un conducto de aguas negras que transporta los desechos de distintos municipios del Valle de México.

El municipio de Chimalhuacán pertenece a la Región Hidrológica Alto Pánuco, así como la cuenca del Río Moctezuma y la subcuenca del Lago de Texcoco y Zumpango, actualmente el único río es el de la Compañía, un río de agua negras que se localiza al oriente del Estado de México el cual atraviesa los municipios de Chimalhuacán, Nezahualcóyotl, Los Reyes, Ixtapaluca y Chalco.

## Mapa 1.4 Cuenca Hidrológica del Río de la Compañía en el municipio de Chimalhuacán.



La Cuenca del río de la Compañía está formada por dos redes de flujo de agua, estas redes son de aguas negras que son utilizadas como punto de trasportación de los desechos de las comunidades del Estado de México y algunos provenientes de la ciudad de México. Antes esta zona presentaba fuentes de agua de manera natural, los ríos y lagos con los que contaba esta cuenca de agua dulce y salada como el caso del lago de Texcoco, que eran posibles ver hace algunas décadas han ido desapareciendo y han sido sustituidos por redes de aguas negras.

En el mapa 1.4 se observan las redes de flujo de agua que se dividen en dos; en redes primarias y secundarias debido a su importancia y a la cantidad de agua que transportan. La red primaria pertenece al Río de la Compañía, nombre que también lleva la cuenca por ser el río principal, la red secundaria es la del Río Coatepec proveniente de Chicoloapan y el cual es menor en comparación con la red primaria.

Estos dos ríos forman a su vez una subdivisión de la Cuenca del Río de la Compañía en dos subcuencas que son: la subcuenca del Río de la Compañía y la subcuenca del Río de Coatepec y en medio de estas dos redes (primaria y secundaria) se encuentra el cerro de Chimalhuache que funge como parte aguas de la cuenca y divide la cuenca en dos subcuencas.

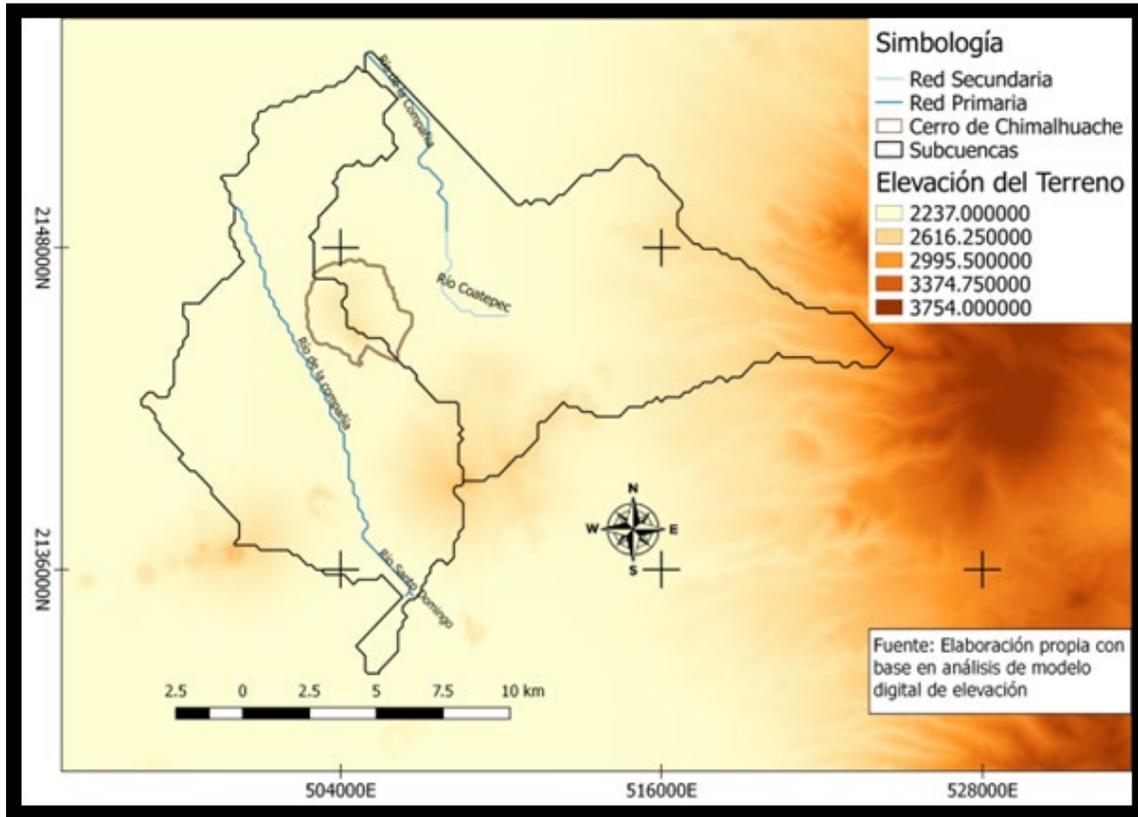
## 6.2.2 Subcuencas

El cerro de Chimalhuache se encuentra en medio de dos subcuencas formando un parteaguas, en este caso el punto de mayor elevación está representado por el cerro de Chimalhuache que delimita la subcuenca y moldea su cauce, hasta su filtración.

La importancia que tiene el cerro de Chimalhuache en el abastecimiento de agua para el municipio de Chimalhuacán y municipios aledaños que parece pasar desapercibida para los residentes de esta zona así como para los dirigentes gubernamentales, pues no hay una propuesta formal para proteger la zona, se han realizado algunas propuestas e iniciativas pero todas quedan inconclusas, un ejemplo de esto es el hecho de que no se puede extraer material por medio de la minería en el cerro de Chimalhuache desde hace varios años de acuerdo a una propuesta por parte del municipio de Chimalhuacán, sin embargo la gente del municipio sabe que se sigue extrayendo material pétreo de manera clandestina.

Las subcuencas así como en general la cuenca del Río de la Compañía es un elemento importante para la obtención y abastecimiento de agua de la población, ayudan a la conservación de micro ecosistemas que pueden albergar los sistemas montañosos, además ayudan a la evapotranspiración, debido a que parte de las precipitaciones vuelve a la atmosfera en forma de evaporación o transpiración y vuelve a caer en la zona en las siguientes precipitaciones, (Ordoñez, 2011).

## Mapa 1.5 Subcuencas Hidrológicas del municipio de Chimalhuacán



Al sur de las subcuencas del Río de la Compañía y la subcuenca de Coatepec se localizan los ríos de San Rafael, San Francisco y Santo Domingo ríos de aguas negras que dan origen al Canal de la Compañía o río de la Compañía, el cual sigue su curso a cielo abierto por distintos municipios del Estado de México, en donde se puede ver a simple vista el flujo de las aguas residuales, estas aguas son descargadas en este río y en el cual también es utilizado como tiradero de basura por los pobladores que viven en las cercanías.

### 6.2.3 Ríos

De acuerdo con las entrevistas realizadas a nativos del municipio de Chimalhuacán, la información otorgada corroboró que el municipio de Chimalhuacán no ha contado con

ríos naturales, por lo menos desde hace 80 años atrás, como lo expresa el testimonio en entrevista a uno de los habitantes originarios de Chimalhuacán:

Anónimo: 1 En Chimalhuacán que yo me acuerde nunca ha habido ríos de agua dulce, pero si había algunas pequeñas lagunas en algunos lugares que eran pedazos que quedaban del lago de Texcoco, donde podías ir a pescar.

El río de la Compañía es el único río con el que cuenta y este es un canal de aguas negras que fue creado en sus inicios para desaguar las aguas del lago de Texcoco para ocupar ciertos lugares para el asentamiento debido al aumento de la población, con el paso de tiempo se ha utilizado para deshacerse de los residuos y desechos de la población.

### **Fotografía 1.5 Vista noroeste del Río de la Compañía**



En la fotografía 1.5 se puede observar el tamaño del Río de la Compañía, así como es la gran cantidad de aguas residuales que desembocan en este río que en temporada de lluvia rebaza su capacidad, provocando inundaciones, los municipios más afectados son Chimalhuacán, Los Reyes y Chalco en donde se presenta un mayor desbordamiento, lamentablemente en esta zona a cielo abierto se tiran basuras de los municipios, desechos industriales y aguas residuales aumentando la contaminación al río de la Compañía, además en el caso del municipio de Chimalhuacán el río de la

Compañía el nivel es más elevado que el de las viviendas que se localizan a las orillas de este río de aguas negras provocando inundaciones que afecta a las viviendas. El testimonio expresado en la entrevista a uno de los habitantes de Chimalhuacán

Anónimo 3: En épocas de lluvias las aguas del canal salen por el drenaje de nuestras casas y llegan a alcanzar en ocasiones hasta 1 metro de alto dentro de nuestra casa.

En el grupo focal se abordó una de las problemáticas a las que se enfrentan los pobladores y es la calidad que tiene el agua potable en ocasiones es mala debido a que llega sucia o con un olor desagradable además de que el servicio está restringido por un horario y en ocasiones no cuentan con el servicio por algunos días. Como se expresa en el siguiente testimonio.

Anónimo 1: A veces el agua de la llave huele a podrido, y viene con basura, además el servicio lo cortan en ocasiones por varios días.

Este problema se deriva por el incremento poblacional que ha sufrido el cerro de Chimalhuache, además de que no hay suficientes zonas libres para la filtración de las precipitaciones y la escasa vegetación, la cual se ha reducido por la urbanización y por la minería a cielo abierto que ha removido tierra y ha eliminado la vegetación que quedaba en los alrededores de las minas.

Otro problema al que se enfrentan y no solo los pobladores del cerro de Chimalhuache si no también los habitantes de las colonias que colindan con el cerro es que en temporada de lluvias la cantidad de agua que baja con lodo y piedras representa un gran peligro, porque obstruyen las coladeras provocando que el agua fluya colina abajo y al no drenarse no llega al Río de la Compañía e inunda las calles una situación muy lamentable, ya que toda esa agua no es captada y la que llega al canal se convierte en aguas negras, es claro que no existe una gestión adecuada del agua por parte del gobierno municipal.

Anónimo 7: En épocas de lluvias el agua arrastra piedras y tierra por todo el cerro, además de la basura de las calles, tapan las alcantarillas y dejan un desastre en las calles por la suciedad que provoca.

### 6.3 Régimen Hidrológico local

La distribución de los elementos hidrológicos que eran característicos del municipio de Chimalhuacán hace algunas décadas como parte del lago de Texcoco, que cubría gran parte de la cabecera municipal se han desecado por el acelerado crecimiento poblacional y el proceso de urbanización ha impactado gravemente en sus recursos naturales, presentando problemas de degradación del suelo que se manifiestan a través de la erosión y la desertificación, lo que trae como consecuencia una afectación en la recarga de los mantos acuíferos que se encuentran bajo el subsuelo del cerro de Chimalhuache, afectando las reservas de agua y el abastecimiento de la población local.

Las reservas de agua con las que cuenta el cerro de Chimalhuache se abastecen gracias al tipo de suelo con el que cuenta es decir que *“la recarga de los acuíferos se debe a la infiltración directa del agua pluvial sobre las unidades geológicas permeables”* (Cantú, 2011, p. 24). El tipo de suelo con el que cuenta el cerro de Chimalhuache como se mencionó en el capítulo de antecedentes de la minería a cielo abierto donde se habló sobre la consistencia volcánica del suelo *“formado por derrames de lava y piroclastos distribuidos en capas de espesores variados.”*(Ochoa, 2012, p.3). Este tipo de consistencia en el suelo permite la filtración de las precipitaciones, abasteciendo los mantos acuíferos además permite la extracción del mismo.

De acuerdo a la información anterior, resalta la importancia que las lluvias tienen en el régimen hidrológico de la zona, *“la precipitación anual promedio en los últimos 10 años en el municipio es de 700 mm. El período de mayores lluvias es en el verano, entre los meses de junio a septiembre y distribuyéndose mensualmente”* (Cantú, 2011, p. 28).

Las recargas de los depósitos de agua del cerro de Chimalhuache también se ven amenazados por la actividad minería que remueve y extrae parte de las propiedades del suelo amenazan la filtración de agua debido al uso de maquinaria pesada, explosivos y la basura localiza en las minas comprometiendo la calidad del agua.

### **6.3.1 Características Históricas del régimen hidrológico local**

En las últimas décadas el aumento demográfico y urbano de manera irregular y desordenada ha afectado al cerro de Chimalhuache, esto es observable en el trazado de las calles, la falta de algunos servicios o servicios ineficientes, así como asentamientos irregulares.

En la década de los años 50 existían algunas partes del lago de Texcoco que colindaban con el municipio de Chimalhuacán, sobre todo en la cabecera municipal se podían observar algunas fracciones del lago de Texcoco que alcanzaban las orillas del cerro de Chimalhuache, donde se llevaban a cabo actividades como la pesca. A continuación, se presenta un extracto del grupo focal.

Anónimo 3: cuando era niño solíamos ir mi hermano y yo a juntar peces en algunos estanques que quedaban del lago de Texcoco, a faldas del cerro

Con el paso de los años y el incremento de la población la parte del lago de Texcoco colindante con el cerro de Chimalhuache se desecó con la intención de aprovechar los lugares para la agricultura, pero con el paso del tiempo empezó a poblarse. De igual manera, según entrevistas realizadas a personas originarias del municipio de Chimalhuacán se contaba con algunos yacimientos donde brotaba agua potable en el cerro de Chimalhuache, los cuales también fueron alterados para que la población tuviera donde asentarse.

El lago Nabor Carrillo recibe agua de una planta de tratamiento, este lago se encuentra una parte dentro del territorio del municipio de Chimalhuacán y forma parte del ex Lago de Texcoco, sin embargo, el agua del lago Nabor Carrillo no es del todo potable, no se cuenta con otro lago o río del cual se tenga registro, todas las aguas superficiales fueron desecadas para la ocupación de los espacios.

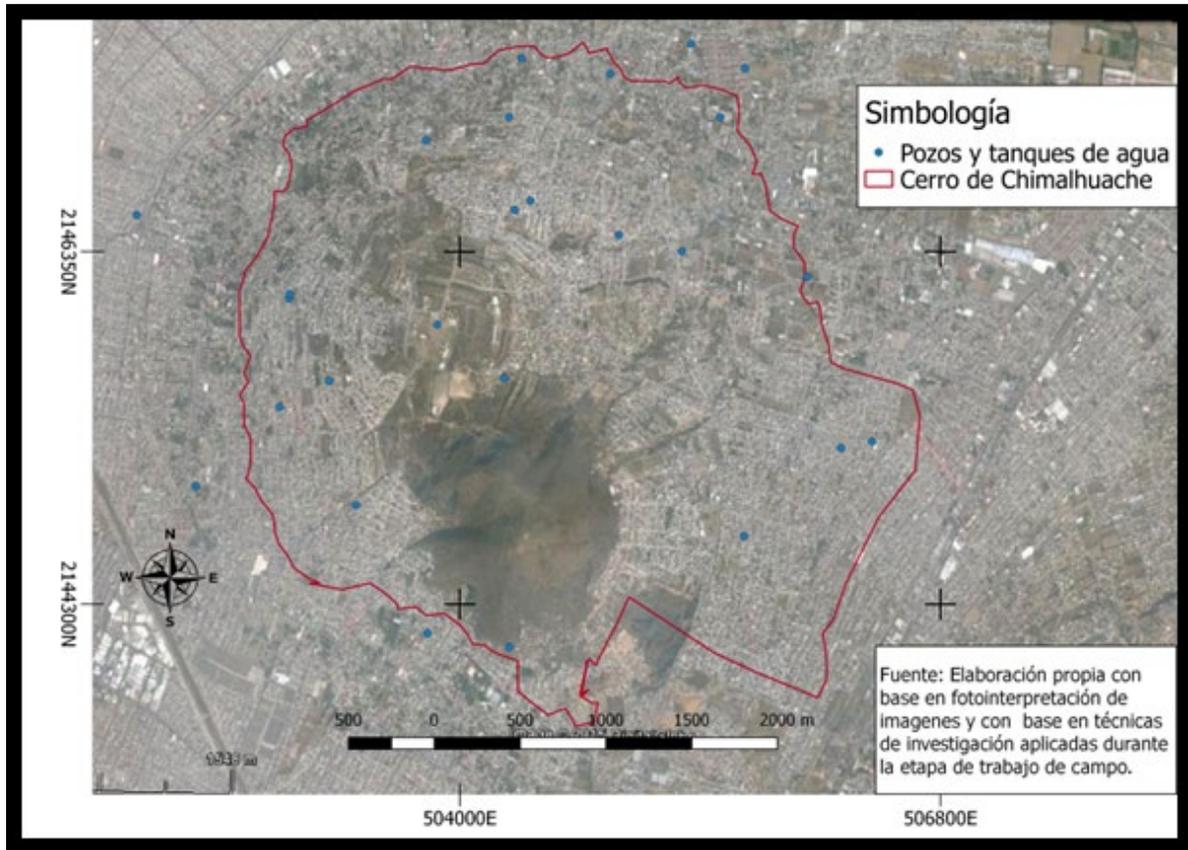
### **6.3.2 Actividades Extractivas**

La importancia que tiene el cerro de Chimalhuache en el abastecimiento de agua potable es significativa e importante para la población que habita la zona. Debido al material volcánico del cual está formado el cerro de Chimalhuache, permite filtrar el agua de lluvia que recarga los acuíferos de la cuenca del río de la Compañía; en el municipio de Chimalhuacán, de donde se extrae el agua potable para abastecer al municipio, por medio de pozos. Estos pozos son administrados por la empresa mexicana O.D.A.P.A.S. (Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento) que brinda servicios de alcantarillado y saneamiento en distintos municipios del Estado de México, dentro de estos municipios se encuentra Chimalhuacán, se encarga de asegurar la prestación de agua potable, por ello realizan excavaciones para localizar las reservas de agua, mediante pozos. De acuerdo a entrevistas realizadas a trabajadores de O.D.A.P.A.S.

Anónimo: Los pozos localizados en el cerro de Chimalhuache son hechos a una profundidad de entre 150m a 300m, de los cuales se extraen entre 50 y 110 litros por segundo, cada pozo cuenta con tanques de regulación.

Para una mejor distribución existen diferentes pozos localizados en distintas partes del cerro de Chimalhuache, con el objetivo de abastecer a toda la población ubicada cerca del cerro de Chimalhuache y colonias pertenecientes al municipio de Chimalhuacán. Se cuenta con 32 pozos de agua potable, además de 28 tanques que albergan alrededor de 45,430 m<sup>3</sup> de agua, localizada en las partes altas del cerro de Chimalhuache, aunque aumentará el número de tanques y la capacidad debido a las obras y a la construcción de nuevos tanques de agua.

## Mapa 1.6 Localización de Pozos y tanques de agua con influencia del Cerro de Chimalhuache.



En el mapa 1.6 se puede observar la localización de tanques y pozos de agua que abastecen a las distintas localidades del cerro de Chimalhuache en el municipio de Chimalhuacán, algunos de estos pozos están a orillas del cerro, pero son recargados con las precipitaciones que fluyen por debajo del suelo y abastecen estos pozos y tanques, como se expresa en el testimonio otorgado por uno de los participantes del grupo focal.

Anónimo 5: El abastecimiento y servicio de agua lo da O.D.A.P.A.S. alrededor del cerro uno puede encontrar tanques de agua, cada tanque se encarga de abastecer ciertos lugares.

Además, en el mapa 1.6 se observa el crecimiento demográfico que ha alcanzado al cerro de Chimalhuache, dejando solo algunas porciones del suelo descubiertas, lo que implica una reducción en el área que puede permitir la filtración y la recarga de agua por parte del suelo, en este mapa se observa la importancia que tiene el cerro en la recarga y además en la transmisividad, términos que se explicarán en los capítulos siguientes.

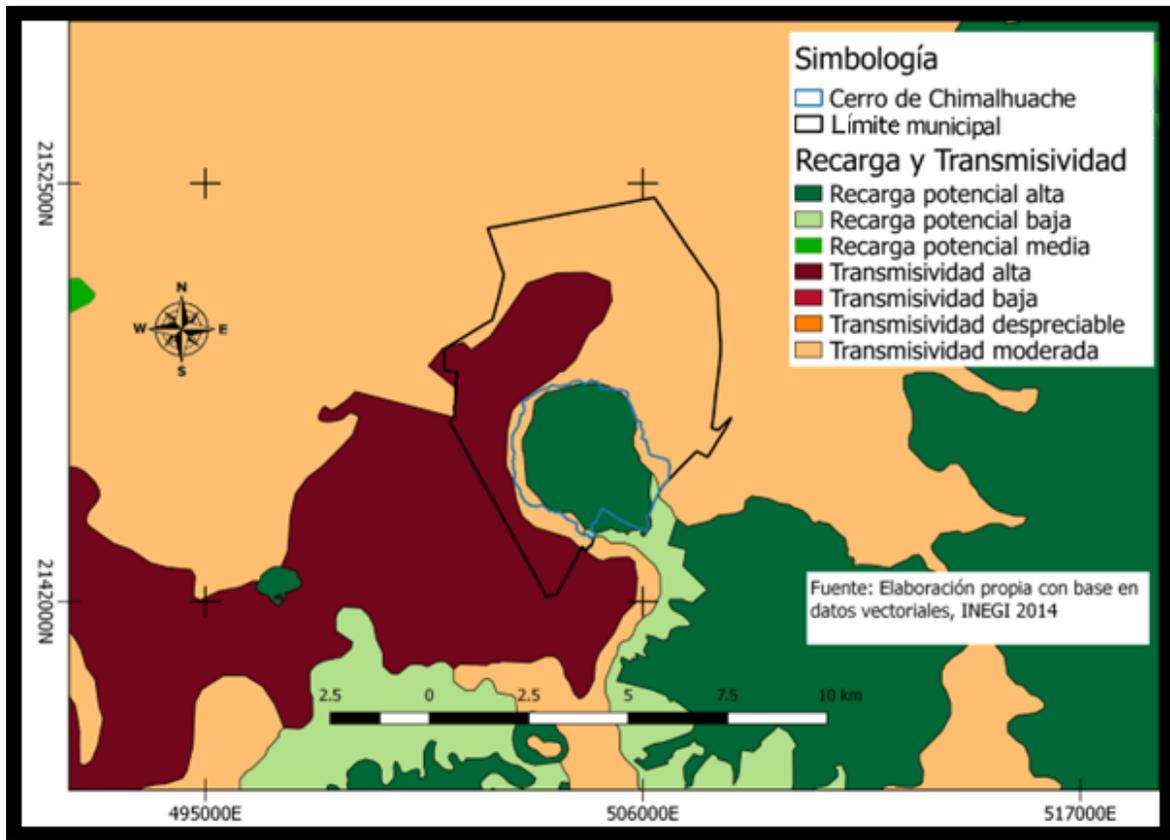
## 6.4 Índice Hidrológico Local

Los índices de los cuales se abordarán en este capítulo están referenciados a las señales, indicios o estructura de datos que nos permite determinar información sobre las características fisiográficas que presenta el cerro de Chimalhuache. Para esto se toman en cuenta el índice de recarga y el índice de transmisividad. Importantes en el ciclo hidrológico que se lleva a cabo en esta zona.

Estos ciclos son muy importantes para la obtención de agua potable, sin embargo, distintos factores a lo largo del tiempo como el crecimiento acelerado de la población, la actividad minera, han reducido la capacidad de obtención de agua además de alterar la calidad de la misma.

El cerro de Chimalhuache se encuentra situado en una de las zonas del Valle de México, con mayor capacidad de recarga y de transmisividad, lo cual beneficia a su población.

## Mapa 1.7 Recarga y Transmisividad del cerro de Chimalhuache



En el mapa 1.7 se comprueba que el cerro de Chimalhuache es un gran abastecedor de agua potable para el municipio de Chimalhuacán, al contar con una recarga potencial alta como se observa en el mapa además de una transmisividad alta y moderada permitiendo la filtración y extracción de las precipitaciones permitiendo una mejor distribución y consumo de este recurso de los habitantes del municipio de Chimalhuacán. A continuación, se explican detalladamente los índices cartografiados en el mapa.

### 6.4.1 Recarga y Transmisividad

El cerro de Chimalhuache cuenta con un potencial de recarga alta esto se debe al parteaguas que permite el flujo del agua, debido a que en la zona “*el material volcánico se presenta como derrames de lava, piroclastos*” (Ochoa, 2012, p. 3), este

material volcánico que en consistencia es poroso permite la filtración de agua hacia los depósitos naturales subterráneos con los que cuenta el cerro de Chimalhuache.

La minería afecta de una manera u otra a los ciclos hidrológicos de diferentes formas como es la contaminación de cuerpos de agua o de los mantos acuíferos además de comprometer la calidad del agua de la zona *“la minería tanto subterránea como a cielo abierto, a menudo genera un problema con el aprovechamiento del agua de su entorno. Las excavaciones han de realizarse sobre roca seca, lo que implica la necesidad de reprimir los acuíferos locales, secando pozos productivos hasta el momento”* (Oyarzun et al., 2011, p. 22) .Si bien la minería en el cerro de Chimalhuache es de baja escala esto no implica que no esté provocando un impacto en el área de hecho, esta zona actualmente se caracteriza por ser cada vez más arenosa y desértica, donde no crece la vegetación a causa de la actividad minera. Además de que las minas a cielo abierto que han clausurado ahora las personas que viven cerca de la zona las utilizan como tiraderos de basura al estar al aire libre recibe los rayos del sol que combinados con el agua de las precipitaciones liberan sustancias que alteran la calidad del agua y por ende contaminan los mantos. Y al no contar con ríos o lagos la población depende de las precipitaciones las cuales permiten recargar y abastecer de agua potable a su población, siendo ahora un problema la contaminación generada por los mismos pobladores.

La transmisividad *“es el caudal de agua subterránea que circula por una sección del Acuífero”* (Villarroya, 2009, p. 6). En el mapa 1.7 se observa la transmisividad con la que cuenta el cerro de Chimalhuache presentando en algunas zonas una transmisividad moderada y alta sobre todo a las orillas del cerro permitiendo que se abastezca a la población de las colonias y barrios que se localizan cerca del cerro de Chimalhuache, por lo que es común encontrar pozos de agua que son administrados por O.D.A.P.A.S para distribuir agua potable a la población de Chimalhuacán.

El cerro de Chimalhuache se encuentra en una zona donde no se presentan problemas de recarga de agua y tampoco de transmisividad por la consistencia del terreno, sin embargo, si existe una disminución en cuanto a la cantidad de agua que se extrae

actualmente y la que se extraía años atrás y ahora es más difícil abastecer a la creciente población que demanda la distribución de agua.

**Fotografía 1.6 Vista parcial de la Zona Metropolitana del Valle de México desde el cerro de Chimalhuache.**



La fotografía 1.6 fue tomada desde uno de los puntos más altos del cerro de Chimalhuache, desde este punto se observan parte de las localidades localizadas a las faldas del cerro. Además del crecimiento acelerado de la mancha urbana reduciendo la captación de agua al subsuelo.

La zona de estudio tiene una influencia en toda la población que vive en el cerro de Chimalhuache, siendo una zona que permite la recarga y transmisividad del agua de las precipitaciones. Distintos procesos y actividades del ser humano pueden dañar y alterar el proceso de obtención de agua en la zona.

El cerro de Chimalhuache es de suma importancia para la captación y distribución de agua, dependiendo mucho de la filtración del agua que cae con la lluvia. En los mapas

mostrados anteriormente en este capítulo se puede observar que la zona de estudio tiene una influencia en toda la población que vive en el cerro de Chimalhuache, siendo una zona que permite la recarga y transmisividad del agua de las precipitaciones. Distintos procesos y actividades del hombre pueden dañar y alterar la consistencia del agua, así como el proceso de obtención o uso a futuro.

Dentro de los problemas que más aquejan y dañan este ciclo, es la actividad minera debido a la remoción de grandes cantidades de terreno lo que altera el proceso de recarga, además otros problemas como el crecimiento poblacional y la urbanización que delimitan demasiado el espacio que sirve para filtrar las precipitaciones de las cuales depende la recarga de los mantos acuíferos en el terreno, debido a que no se cuenta en la zona con ríos y lagos. Por lo anterior resulta importante cuidar los pocos lugares que están disponibles para que las precipitaciones sigan filtrándose en el terreno permitiendo hacer uso en el presente y en el futuro del agua que todas las comunidades necesitan para las labores diarias.

## *7 Impacto en la biodiversidad provocado por la minería a cielo abierto en el Cerro de Chimalhuache*

### **7.1 Introducción**

Se aborda los posibles resultados que tienen ciertas actividades sobre el medio ambiente, y como estas actividades repercuten sobre la biodiversidad, así como la importancia que tiene la biodiversidad en el cerro de Chimalhuache en procesos naturales que benefician a la población.

Así como los efectos que tiene la actividad minería en la biodiversidad, debido al tipo de ejercicios que se realizan para poder explotar los yacimientos de material piroclástico, desde los comienzos de su funcionamiento la minería remueve la zona alrededor que va a explotar, dando comienzo a la eliminación de la biodiversidad de la zona, algunas otras problemáticas surgen cuando los tajos a cielo abierto son abandonados sin remediar las excavaciones que se dejan.

En el punto 7.3 se explican cuáles son las especies animales y vegetales endógenas con las que contaba el cerro de Chimalhuache, así como algunas especies que han sido introducidas en el municipio hace algunos años y que forman parte de la vegetación y fauna del lugar. También se mencionan las especies que han dejado de verse y ya no son características de la zona debido al crecimiento poblacional y diferentes actividades del hombre que han reducido y acabado con los ecosistemas, como las obras públicas y actividades como la minería.

En el punto 7.4 se aborda la importancia que tiene la vegetación en la vida cotidiana de las personas y las contribuciones que realiza la biodiversidad a la población, así como la importancia de la vegetación en procesos naturales como el ciclo hidrológico que ayudan a mantener un orden natural de las precipitaciones e influyen en el régimen hidrológico en cuanto a los procesos de abastecimiento y distribución de los elementos

hídricos para la población, que muchas veces pasan desapercibidos tanto para la población como para los gobiernos en general.

## **7.2 Impacto de la minería a cielo abierto sobre la biodiversidad en el cerro de Chimalhuache**

La biodiversidad es parte importante no solo para los pobladores del cerro de Chimalhuache, si no para todas las personas en general, nos brinda muchos recursos que pueden ser tratados por nosotros y nos sirven para nuestro desarrollo, pero cada vez, las diferentes especies se ven amenazadas por las actividades del ser humano que destruyen ecosistemas completos, dañando la composición de los ecosistemas. Algunas de estas actividades pueden tener impactos irreversibles debido al gran daño que ocasionan como en el caso de la actividad minera.

Desde hace ya varios años el espacio disponible que queda en el cerro de Chimalhuache fuera de los límites poblacionales para habitar está muy reducido, además las obras públicas realizadas como el deportivo Chimalhuache, y la pavimentación de calles y avenidas ha ido reduciendo y acabando con el hábitat de las pocas especies que alberga el cerro de Chimalhuache, además el poco espacio que queda desde hace varias décadas se ha visto afectado por la actividad minera a cielo abierto que operan desde la clandestinidad. Como muestra el testimonio de uno de los habitantes de la colonia La Pista de los Corredores:

Anónimo 6: Cada vez hay menos áreas verdes en el cerro, todo está pavimentado y ocupado por casas, y lo poco que queda de vegetación es donde están las minas.

Estos tajos a cielo abierto que se realizan en la minería traen consigo diferentes problemáticas a las especies animales y vegetales, los procesos de la minería a cielo abierto dependen del movimiento de grandes cantidades de roca y tierra para poder extraer los materiales piroclásticos que se encuentran en el cerro de Chimalhuache, lo

que expone a estos componentes a la erosión eólica y fluvial dañando la fertilidad del terreno.

Además, se requiere de la construcción de vías de acceso hacia las minas, lo que también requiere de remover tierra y adecuar el terreno para el paso de la maquinaria y los trabajadores, todo esto provoca la pérdida de la vegetación y el desplazamiento de la fauna que ven alterado su hábitat debido a la actividad minera.

Al comienzo de la minería en el cerro de Chimalhuache, se deforestó y eliminó gran parte de la vegetación que se encontraba en las zonas, para extraer los materiales piroclásticos, siendo este un proceso característico de la minería que consiste en limpiar y preparar la zona para las extracciones del material. Aunque varias minas ya han sido abandonadas, los tajos observados en la zona son una muestra que ha dejado consigo el paso de la minería a cielo abierto.

### **Fotografía 1.7 Devastación de la minería a cielo abierto**



En la fotografía 1.7 se observa de manera clara las consecuencias de la minería en el cerro de Chimalhuache, donde se encuentra este tajo a cielo abierto que expone las rocas de color negro y la escasa vegetación que se encuentra alrededor del tajo y el camino que se ha creado para llegar, también presenta las mismas características como la carencia de vegetación en esta zona, como se expresa en los comentarios obtenidos en entrevista de un habitante originario del municipio.

Anónimo 7: Cada vez hay menos plantas y árboles en el cerro, cada vez se ve más árido.

La detonación de explosivos y el ruido provocado por la maquinaria, genera el desplazamiento de las especies, además la desecación de la zona también dificulta el crecimiento de la vegetación. Al presentarse una alteración a su ecosistema es normal que los diferentes tipos de fauna se desplacen en busca de alimento, provocando un problema ambiental en la zona.

La basura que se encuentra en estas zonas también representa un problema para la diversidad biológica pues atrae y ayuda a la reproducción de especies como ratas y moscas, la basura también contamina el suelo y el aire afectando a la fauna y flora de lugar que cada vez ve más reducido su espacio.

### **7.3 Antecedentes de la biodiversidad en el cerro de Chimalhuache.**

El crecimiento acelerado de la urbanización junto con algunas actividades realizadas por la población han reducido muchas especies endémicas de la zona la información presentada sobre las especies que anteriormente existían y las que actualmente es posible encontrar fue obtenida mediante entrevistas con personas originarias del municipio de Chimalhuacán y algunas fuentes secundarias, en donde se menciona que en el cerro de Chimalhuache existían diferentes especies endémicas como; el

nopal, pirúl, capulín, verdolagas, quelites, pápalo, cola de caballo, epazote, alfilerillo, árnica, chicalote, huizache, maguey, diversas flores silvestres.

También se podían encontrar otros tipos de vegetación exógena como eucalipto, chirimoya y el árbol de olivo que a pesar de no ser un árbol de origen mexicano fue introducido por los españoles después del descubrimiento de América, los pobladores lo consideran como nativo del municipio pues se tiene memoria de estos árboles en la zona desde hace varias décadas. A continuación, se presenta un extracto de las entrevistas realizadas.

Anónimo1: Cuando no teníamos que comer mis hermanos y yo, mi mamá solía subir al cerro de donde traía quelites y otras plantas que encontraba y era lo que comíamos.

Anteriormente se encontraban en el cerro de Chimalhuache especies animales como conejos silvestres, liebres, cencuates, víboras de cascabel, murciélagos, tuzas, ratas, zorrillos, lagartijas, sapos, chapulines, grillos, escarabajos, catarinas, cochinillas, garrapatas, hormigas (roja y negra), azotador, ciempiés, avispa, libélula, zancudo, tórtola, calandria, gorrión, colibrí, canario y zopilote (H. Ayuntamiento de Chimalhuacán, 2013). A continuación, se presenta un extracto de las entrevistas realizadas.

Anónimo1: Antes existían en el cerro muchas variedades de plantas comestibles y medicinales además de pequeños animales, insectos y víboras, pero ahora ya solo encuentras uno que otro en lo más alto del cerro donde casi no pasa nadie.

Actualmente los árboles que se pueden encontrar son; el pirúl, eucalipto y sauce, el higo, durazno, limón, ciruela y capulín, así como el cempasúchil, el epazote y el cilantro, romero, mirto, alfilerillo, árnica, chicalote, huizache, maguey, nopal y flores silvestres. Sin duda la variedad de plantas y árboles ha disminuido con el paso del tiempo, lo que también ha afectado a las especies animales.

La pérdida de biodiversidad en esta zona, ha provocado la desertificación del cerro, se han perdido recursos que antes eran valiosos para la gente que ha vivido toda su vida en el municipio, por otro lado, se han perdido un gran paisaje que solían observarse

cuando florecían las flores silvestres que aquí se encontraban, la flora y fauna dotaban de una singularidad al cerro de Chimalhuache.

### **7.3.1 Causas de la pérdida de biodiversidad en el Cerro de Chimalhuache**

Las elevaciones de tierra como el cerro de Chimalhuache son sistemas muy vulnerables a los impactos ambientales, por lo que sufren serias amenazas a la calidad, cantidad y dinámica de los recursos que brindan debido a la intervención y prácticas que se llevan a cabo por la actividad humana, estas prácticas pueden afectar de forma directa o indirecta, lo cual puede condicionar la durabilidad, calidad y degradación de los recursos. Uno de los problemas más graves que afectan la biodiversidad es el aumento poblacional que ha recurrido a transformar los ecosistemas naturales. Esto se ha hecho por medio del llamado cambio de uso del suelo, que se define como el proceso por el cual se cambia el uso que se da a una superficie determinada y su cubierta vegetal a otro distinto (Semarnat, 2007).

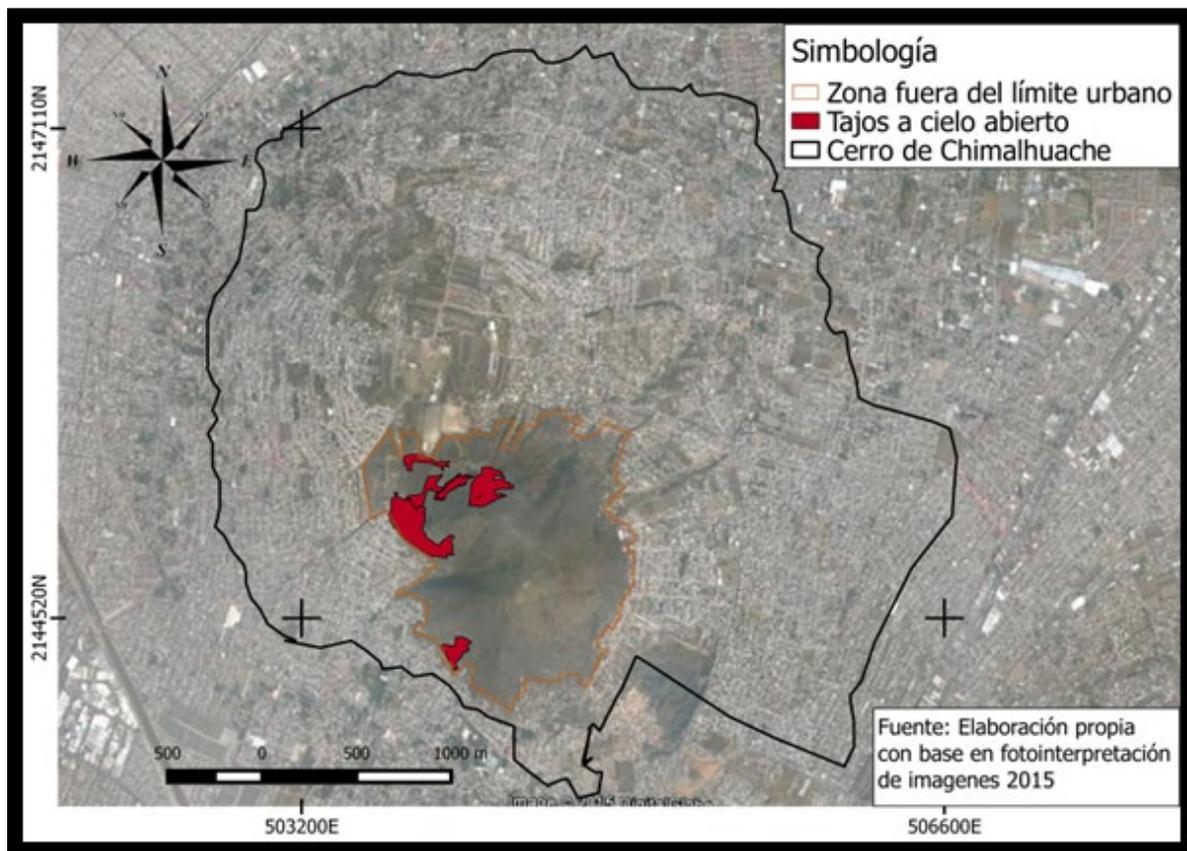
Las zonas con las que contaba el cerro de Chimalhuache han quedado atrás, cada vez el espacio es más limitado donde se pueden observar algunas especies de plantas y animales, la demanda de la población en un principio por terrenos para sembrar quedo atrás hace algunos años, ahora se demanda por espacios para habitar, lo que ha acabado con el hábitat de muchas especies; el paso de camiones, maquinaria y la contaminación van deteriorando la calidad y la fertilidad del suelo, además de la demanda de agua que reduce la humedad del terreno. A continuación, se presenta un extracto de la entrevista realizada.

Anónimo 3: El terreno es cada vez más seco, y la vegetación es cada vez más escasa, el paso de camiones de carga y transporte público sueltan mucho el polvo.

Otro factor que ha repercutido en el cerro de Chimalhuache es la demanda de la población por zonas de recreación, lo que ha delimitado aún más las zonas que han sido afectadas por el aumento poblacional, pues se han realizado obras públicas como

el deportivo Chimalhuache, además de la creación de albercas comunitarias y la creación de una alberca olímpica, un estadio de beisbol y un teatro.

### Mapa 1.8 Zona fuera del límite urbano y tajos a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache.



En el mapa 1.8 Se puede observar el límite poblacional que tiene hasta ahora el cerro de Chimalhuache y la zona que ha quedado después del crecimiento poblacional de los últimos años, de color rojo se observan algunos de los tajos más significativos que aquejan la zona, algunos no son tan grandes, pero llegan a tener varios metros de profundidad, por lo que el riesgo de un deslave aumenta.

## Fotografía 1.8 Los procesos de la minería.



En esta fotografía 1.8 se observa este tipo de chancadoras que se utilizan para procesar los materiales de forma que reduce el material extraído en trozos de un tamaño menor al tamaño original. Estas chancadoras se localizan en el cerro de Chimalhuache desde hace ya muchos años, son máquinas empleadas en la actividad minera que además deslizan los materiales de un lado a otro para que la transportación sea más rápida.

## 7.4 Importancia de la vegetación en el cerro de Chimalhuache

La vegetación es de gran importancia en nuestra vida, ayudando a la purificación del aire, además forman parte de la cadena alimenticia de innumerables especies que dependen de la vegetación para poder sobrevivir. Las problemáticas antes

mencionadas en capítulos anteriores dificultan el crecimiento de la vegetación en el cerro de Chimalhuache, lo que implica también un problema en la seguridad de la población aledaña a las minas debido a que las explosiones así como la explotación de materiales piroclásticos ha debilitado la consistencia y solidez de la zona al aumentar los tajos y las barrancas es aquí donde la vegetación en la zona juega un papel muy importante porque mantiene y ayuda a dar firmeza al suelo evitando así que se produzcan deslaves, sin embargo la vegetación es más escasa y el riesgo de *un deslave aumenta*.

Cantú, (2011, p. 60) en el atlas de riesgos menciona que *“Es necesario establecer una zona de amortiguamiento que no permita el poblamiento a sus alrededores, así como, de acuerdo con el tipo de material explotado y pendiente de las laderas creadas en el banco no se favorezca el desarrollo de grandes deslizamientos. En esto no se ha puesto cuidado ni por los operadores de las minas ni por las autoridades involucradas y sucede que, en Chimalhuacán, en la mayor parte de las minas, se localizan puntos de peligro en las minas existentes: La mina Huachín, al surponiente del Cerro Chimalhuache, la Mina Barrera, al sur oriente, y la Mina Guadalupe, al centro, en la parte de mayor altura”*.

En este atlas de riesgos naturales del municipio de Chimalhuacán hace mención de las minas que pueden ocasionar desastres a las comunidades. El peligro aumenta debido a la escasa vegetación que puede ayudar a dar una solidez más grande en el terreno. La peligrosidad de este asunto ha pasado de largo para los gobiernos del municipio pues no se ha tomado acciones al respecto.

La población cercana a las minas teme que en tiempos de lluvia ocurra un deslave pues la cercanía con las minas aumenta el riesgo de sufrir un incidente, además en estas épocas la erosión fluvial es muy visible debido a que se observan gran cantidad de rocas mezcladas con agua y tierra que bajan alrededor del cerro hasta el Canal de la Compañía, lo que afecta el sistema de alcantarillado que se llena de piedras y lodo, esta erosión perjudica la fertilidad de los suelos afectando a los pobladores que aun siembra, aunque es muy poca la población que sigue sembrando en la zona, sin

embargo, no deja de verse afectada. Estas problemáticas como la erosión y los problemas con el alcantarillado podrían resolverse si la vegetación no viera interrumpido su crecimiento por la actividad minera y reduciría el riesgo de deslizamientos en la zona, como se expresa en el testimonio dado en entrevista de un habitante de la colonia San José Buenavista.

Anónimo 4: el hoyo que ha dejado la mina es cada vez más grande, estamos viviendo en una zona con un riesgo latente de que se desgaje el cerro y se venga sobre nuestras casas.

La biodiversidad también da singularidad a la zona proporcionando un paisaje muy agradable, aunque lo poco que queda en la cima del cerro de Chimalhuache sigue surgiendo cada año, lamentablemente no pasan desapercibidos los grandes tajos que llaman la atención de gente foránea del municipio que viene a caminar y a pasar un rato recorriendo el cerro a pie como se expresó en entrevista un corredor:

Anónimo: tengo varios años viniendo a correr al cerro de Chimalhuache, me gusta venir aquí porque te alejas un poco del estrés de la ciudad y porque tiene un ambiente natural además de bonitos paisajes.

#### **7.4.1 La vegetación y su influencia en el Régimen Hídrico**

La vegetación cumple un papel importante cuando se aborda el tema de las precipitaciones puesto que sirve como amortiguador, deteniendo el impacto que producen las precipitaciones que se pudieran tener sobre el suelo, reduciendo la erosión considerablemente, al no existir vegetación la superficie del terreno se compacta con el choque de las gotas, reduciendo la porosidad del terreno y por tanto la capacidad de infiltración se reduce, además la vegetación condiciona otros procesos del ciclo hidrológico, *“tanto la evaporación, la infiltración y la escorrentía como la interceptación y la transpiración”*(Pascual, 2002, p.4), son procesos que se ven influenciados por la vegetación del lugar.

La vegetación forma parte importante en los procesos del ciclo hidrológico, muchos tipos de vegetación están preparados para captar el agua de las precipitaciones y la humedad del clima, permitiendo que el ciclo se repita y que el agua siga abasteciendo a la zona.

Otro proceso importante en el régimen hidrológico es la filtración de agua en el terreno, la geomorfología del terreno del cerro de Chimalhuache beneficia en la filtración del agua de las precipitaciones debido a su porosidad, sin embargo, también la vegetación ayuda en este proceso. Es parte importante dentro de la recarga hidrológica interviniendo en la cantidad de agua que es filtrada al subsuelo y a los mantos acuíferos, además la vegetación aumenta la permeabilidad del terreno y la capacidad de infiltración de los suelos debido a las partes de la vegetación que adentran en el terreno, lo que permite una porosidad mayor que en suelo sin vegetación o poca vegetación (Pascual, 2002). Por lo que conservar la poca vegetación en el cerro de Chimalhuache debería ser un tema de importancia.

El cambio en el uso de suelo, la alteración o eliminación de la capa vegetal, por consiguiente altera el ciclo hidrológico, el uso de nuevas técnicas de agricultura, la urbanización provocada por el aumento poblacional; impidiendo las filtraciones de las precipitaciones al tapar los filtros naturales que forma la vegetación, la actividad minera que remueve grandes cantidades de tierra, acabando con la vegetación, todos estos factores ponen en riesgo la continuidad del ciclo hidrológico o pueden alterarlo, ampliando la capacidad de erosión de los flujos de agua formados por las precipitaciones y deteriorando la capacidad de captación del terreno.

La biodiversidad es una parte importante ya que nos brinda recursos como madera, alimento, además de regular el clima, ayudan en los procesos del ciclo hidrológico, y purifican el ambiente con la producción de oxígeno. El cerro de Chimalhuache contaba con una biodiversidad considerable, en comparación con la pequeña zona hoy existente, sin embargo, el aumento poblacional y la demanda de la población por lugares donde habitar, comenzaron por disminuir el hábitat de muchas especies.

El cerro de Chimalhuache está prácticamente poblado, solo sobrevive una pequeña zona en donde la actividad minera ha causado daños y han alterado el terreno, lo que afecta a la ya escasa vegetación existente junto con las pocas especies de fauna que aún quedan.

La existencia de minas en el cerro de Chimalhuache representa un problema de seguridad para los poblados cercanos, pues la zona es propensa a un deslave debido a los tajos que ha generado esta actividad, existe poca vegetación que pueda darle un poco más de solidez a la zona, además la porosidad del terreno está en riesgo.

El crecimiento urbano, la demanda de servicios de la población y la minería han dañado y reducido la variedad biológica con la que contaba el cerro de Chimalhuache, lamentablemente no existe un interés por parte de los pobladores por conservar y proteger la biodiversidad que aún existe en la zona. Comprometiendo los procesos que ayudan a la obtención de recursos como el agua potable, lo que implicaría una carencia en el abastecimiento del recurso para la población del cerro de Chimalhuache.

## 8 Conclusiones

Desde hace varias décadas en el cerro de Chimalhuache se ha llevado a cabo la extracción de los materiales piroclásticos ya mencionados en esta investigación de manera clandestina, pues a pesar del cierre y la prohibición de cualquier actividad minera en la zona, esta sigue funcionando desde hace varios años. Un tema que a los gobiernos municipales no les ha preocupado es por ello que sigue operando estas minas sin ningún inconveniente.

En el cerro de Chimalhuache la minería a cielo abierto es considerada de alto impacto ambiental, por la forma en que se extraen los recursos, removiendo la capa superficial de la tierra, para poder extraer material piroclástico alterando aspectos ambientales como los procesos de filtración y captación de agua además de afectar la flora y la fauna del lugar.

Los capítulos que se desarrollaron en esta investigación ayudaron a comprender los problemas a los que se enfrenta el cerro de Chimalhuache, así como a resolver las preguntas de investigación. La implementación de entrevistas, grupos focales, estudio de caso y fuentes secundarias fueron de mucha importancia para conocer y obtener información sobre los sucesos que se han llevado a cabo en torno a la minería en el cerro de Chimalhuache, agregando descripciones sobre los procesos y métodos ligados a la teoría, debido a la poca información teórica que existe sobre la zona, la importancia de estas herramientas para obtener información fue fundamental además se obtuvo información desde la perspectiva de la población, algo que ayudó a comprender la manera en la que los habitantes de la zona perciben los diferentes impactos que provoca la actividad minera.

Esta investigación se basó en los impactos ambientales que ha tenido la minería a cielo abierto en el cerro de Chimalhuache un área pequeña ubicada en el municipio de Chimalhuacán con lo cual se ha pretendido demostrar las afectaciones que la minería tiene sobre el ambiente y cómo repercuten en la sociedad o en al menos un pequeño

segmento de esta, sin embargo estos procesos no son ajenos solo al municipio de Chimalhuacán, pues desde las alturas de este cerro he podido observar procesos similares en muchos otros cerros del Valle de México y de algunos otros estados donde sufren procesos similares.

Este tipo de actividades deben de investigarse porque tienen un alto impacto en el ambiente que como se ha visto en esta investigación repercuten en la zona a pesar de ser una zona muy pequeña, lo que sugiere un impacto mayor y con consecuencias más grandes en zonas más extensas y con repercusiones más considerables y que afectan a una mayor población. Los procesos de la minería están poniendo en peligro la sustentabilidad de los recursos que el cerro ha brindado a lo largo de los años, sobre todo en la captación de agua que cada vez escasea más a causa de la mancha urbana.

Es verdad que gracias a la minería tenemos diversos materiales que nos permiten tener una mejor calidad de vida en nuestra sociedad, pero en una época donde la escasez de agua, así como la pérdida de la biodiversidad aumenta año con año debemos priorizar el cuidado de estos aspectos naturales para conservarlos y mantenerlos de la manera más responsable.

## 9 Bibliografía

- Abc minero, 2012. Ministerio de Minas y Energía, Bogota, Colombia.
- Alvarado, A., 2009. Replanteando la industria extractiva: regulación, despojo reclamos emergentes.
- Andrade, G.I., Castro, L.G., 2012. Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia Invitación a una interpretación socioecológica.
- Bahamondes, R., Gaete, N., 2011. Manejo de cuencas Hidrográficas.
- Begoña, M., 1992. Técnicas y métodos en Investigación cualitativa. Universidad del País Vasco.
- Bernal, G., Martínez, R., Medina, F., 2011. Impacto económico de las actividades mineras en la provincia de Jujuy.
- Bocco, Gerardo, & Urquijo, Pedro S.. (2013). Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y sociedad*, 25(56), 75-102.
- Calandra, P., Ortiz, D., Pozo, G., Noziglia, B., 2012. Manual para la redacción de referencias bibliográficas. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Cantú, M. de L., 2011. Actualización del Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Chimalhuacán, 2011.
- Cardenas, J., 2013. Cuestiones constitucionales. Min. En México Despojo Nación 28, 40.
- Carrere, R. (Ed.), 2004. Minería Impactos sociales y ambientales. Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales.
- Censo de Población y Vivienda 2010: Principales resultados por localidad (ITER), 2011.. INEGI.
- Censo de Población y Vivienda 2020: Principales resultados por localidad (ITER), 2020.. INEGI.
- Corbetta, P., 2007. Metodología y tecnicas de investigación social. Mc Graw-Hill, Madrid, España.
- Cruz Mínguez, V., Gallego, E., Luis González de Paula, M. (2008). Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

- García, F., 2012. La minería en México. Espacios para el capital a cielo abierto. Theomai núm. 25, 128–136.
- Garriga, E., 2012. Impacto Social: Un modelo en base a capacidades.
- González, J., 2011. Minería en México. Referencias generales, régimen fiscal, concesiones y propuestas legislativas.
- Hammond, D.S., Rosales, J., Ouboter, P.E., 2013. Gestión del impacto de la explotación minera a cielo abierto sobre el agua dulce en américa latina.
- H. Ayuntamiento de Chimalhuacán, 2013. Plan de desarrollo municipal de Chimalhuacán 2013-2015.
- H. Ayuntamiento de Chimalhuacán, 2022. Plan de desarrollo municipal de Chimalhuacán 2022-2024.
- Iribarren, F.J., 2007. Evolución de impacto ambiental.
- Johnson, S., 2006. Guía de buenas prácticas para la minería y la biodiversidad. El Consejo Internacional de Minería y Metales, Londres.
- Juan Pascual, 2002. Cambios del suelo y régimen hídrico en la rambla de poyo y el barranc de carraixet (Doctoral). Universidad de Valencia, Valencia, España.
- Krtalic, M., Hasenay, D., 2012. Los periódicos como una fuente de información científica en las ciencias sociales y las humanidades: un caso de estudio de la Facultad de Filosofía, Universidad de Osijek, Croacia.
- López, F., Segura, F., Calvo, A., García, R., Garcia, J.M., 2002. Cambios del suelo y régimen hídrico en la rambla de poyo y el barranc de carraixet (Doctoral). Universidad de Valencia, Valencia, España.
- Macroconsult, 2012. Impacto económico de la minería en el Perú.
- Marroquín Jonathan Jesús, 2013. Evaluación de la regeneración natural post-minería a cielo abierto en comunidades de matorral xerófilo en el noreste de México.
- Martínez, P.C., 2006. El método de estudio de caso Estrategia metodológica de la investigación científica.
- Mella, O., 2000. Grupos focales (“focus groups”). técnica de investigación cualitativa.
- Mendoza, R., 2011. Investigación cualitativa y cuantitativa - Diferencias y limitaciones.
- Molina, J., Coronado, C., Rivera, G., 2006. Aproximacion al impacto económico local de la minería aurífera: El caso de mineros S.A.
- Moreno, E., Espejel, J., 2013. Chimalhuacán en el contexto local, sociourbano y regional vol. 15, pp. 77–99.

- Muro, E., 2005. La minería Mexicana, su evolución, retos y perspectivas.
- Oberhuber, T., Lomas, P., Gustavo Duch, González, M., 2010. El papel de la biodiversidad.
- Ochoa, A., 2012a. Estudio geológico de la estructura volcánica del cerro Chimalhuachi, ubicado en el municipio de Chimalhuacán, estado de México. (Ingeniería). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- ONU (Ed.), 2012. GLOSARIO HIDROLÓGICO INTERNACIONAL.
- Ordoñez, J.J., 2011. Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral del Recurso Hídrico.
- Oyarzun, R., Higuera, P., 2005. Minería y medio ambiente. GEMM, Madrid, España.
- Oyarzun, R., Higuera, P., Lillo, J., 2011. Minería ambiental una introducción a los impactos y su remediación. GEMM - Aula2punto.net, Madrid, España.
- Pascual, J.A., 2002. Cambios de uso del suelo y régimen hídrico en la rambla de poyo y el barranco de Carraixet (Doctoral). Universidad de Valencia, Valencia.
- Plan de desarrollo 2011-2017 (Plan de Desarrollo), 2012. . Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México, Toluca, Estado de México.
- Ramos, V., 2010. Megaminería a cielo abierto.
- Reaka-Kudla, M.L., Wilson, D.E., Wilson, E.O., 1997a. Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources. National Academies Press., Whashington, D.C.
- Reporteros en Movimiento, 2013. Era vecino de la Copalera, el que cayó con su camioneta a barranco de Chimalhuacán.
- Ribeiro, J., Camero, A., Rodrigues, A., Guimaraes, A., Harada, M.A., Enrici, M.C., Gobbi, N., Moreira, P.S., 2008a. Análisis y evaluaciones de impactos ambientales. CETEM/MCT, Río de Janeiro.
- Romero, J., Núñez, J., Núñez, M., Pertusa, J., 2008. Introducción a la Investigación Biológica.
- Sanchez, E., 2002. La minería novohispana a fines del periodo colonial. Una evaluación historiográfica.
- Semarnat, 2007. ¿Qué amenaza a la biodiversidad? México D. F.
- Silvestrini, M., Vargas, J., 2008. Fuentes de información primarias, secundarias y terciarias.

- Taylor, S.J., Bogdan, R., 1987. Introducción a los métodos cualitativos de investigación, Segunda Edición. ed. Paidós, Nueva York.
- Tejada, E.M., Ceballos, A., Liorente, J.M., 2009. Hydrological response of Mediterranean headwaters to climate oscillations and land-cover changes: The mountains of Duero River basin (Central Spain), in: Global and Planetary Change.
- The National Environmental Policy (An Act to establish a national policy for the environment,), 1969.
- Torres, B.A.S., 2012. Evaluación ambiental: impacto y daño. Un análisis jurídico desde la perspectiva científica (Doctoral). Universidad de Alicante, Alicante, España.
- Vazquez, A., Valdez, E., 1994. IMPACTO AMBIENTAL, Miguel Angel Gonzalez Lopez. ed. Facultad de Ingeniería, UNAM, México D. F.
- Villarroya, F., 2009. Tipos de acuíferos y parámetros hidrogeológicos.
- Villaruel, G., Marquez, A., 2014. Control topográfico aplicado a una mina a cielo abierto”. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- XII Censo General de Población y Vivienda 2000: Principales resultados por localidad (ITER), 2001. . INEGI.
- Yacuzzi, E., 2005. El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación.
- Young, M.D., 2013. Designing water abstraction regimes for an ever-changing and ever-varying future, in: Agricultural Water Management. ELSEVIER, Australia, pp. 32–38.
- Zucarelli, G.V., Pagura, M.F., Paris, M. del C., 2014. Las Miradas del Agua.