

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial

Mineral del Monte 2024



HIDALGO
PRIMERO EL PUEBLO
— 2022-2028 —



PUEBLOS
MÁGICOS



COMARCA MINERA
GEOPARQUE • HIDALGO



**Mineral
del Monte**
¡UN GOBIERNO PARA TODOS!
2020-2024

Contenido

Caracterización	2
Introducción	3
Componente natural	4
Geomorfología	7
Geología	9
Estratigrafía	12
Clima	30
Temperatura	30
Precipitación	34
Climograma	36
Aire	38
Hidrología	39
Hidrología superficial	41
Hidrología subterránea	46
Fuentes de abastecimiento	50
Calidad del agua	56

Índice de tablas

Tabla III.1. Factores de los procesos geomorfológicos	7
Tabla III.2. Porcentaje de los tipos de rocas que afloran en la superficie del Municipio	10
Tabla III.3. Edafología	25
Tabla III.4. Temperatura mensual y anual en °C por Estación meteorológica	32
Tabla III.5. Temperatura mínima	33
Tabla III.6. Temperatura máxima	33
Tabla III.7. Precipitación mensual	34
Tabla III.8. Precipitación anual y mensual promedio en milímetros por estación meteorológica	35
Tabla III.9. Cuenca	40
Tabla III.10. Corrientes de agua	41
Tabla III.11. Superficie de microcuencas y porcentaje de superficie del municipio	43
Tabla III.12. Superficie del municipio de Mineral del Monte por acuífero	49
Tabla III.13. Disponibilidad de agua subterránea por Acuífero	50
Tabla III.14. Origen del agua	52
Tabla III.15. Fuentes de Abastecimiento para Mineral del Monte/ CartoCrítica Investigación, mapas y Datos para la Sociedad Civil	53
Tabla III.16. Fuentes de Abastecimiento para Particulares/ CartoCrítica Investigación, mapas y Datos para la Sociedad Civil	55
Tabla II.17. Calidad del agua superficial	57
Tabla III.18. Calidad del agua subterránea	58

Índice de figuras / gráficas

Figura III.1. Provincias y subprovincias fisiográficas	6
Figura III.2. Topoformas	8
Figura III.3. Geología	11
Figura III.4. Estratigrafía	24
Figura III.5. Edafología	26
Gráfica III.1. Temperatura máxima	31
Gráfica III.2. Temperatura mínima	31
Gráfica III.3. Temperatura	32
Gráfica III.4. Precipitación mensual	34
Gráfica III.5. Precipitación anual y mensual	35
Gráfica III.6. Climograma Mineral del Monte	36
Figura III.6. Clima	37
Figura III.7. Subcuencas hidrológicas	44
Figura III.8. Microcuencas hidrológicas	45
Figura III.9. Agua subterránea	46
Figura III.10. Hidrología subterránea	51
Figura III.11 Calidad del agua	

03

Caracterización

3.1. Introducción

La etapa de caracterización tiene como objetivo describir el estado actual que guardan los componentes natural, social y económico dentro de los límites del municipio de Mineral del Monte..

Tal como se menciona en el artículo 42 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, considerando las siguientes acciones:

- Delimitación del área de estudio.
- Identificar y describir el conjunto de atributos ambientales que reflejen los intereses sectoriales dentro del área de estudio;
- Identificar los intereses sectoriales y atributos ambientales a través de mecanismos de participación social corresponsable; y
- Establecer criterios para identificar prioridades entre los atributos ambientales y los intereses sectoriales en las áreas de estudio.

De acuerdo a lo anterior, se desarrolló la etapa de caracterización, generando la descripción y la cartografía temática de los componentes y elementos del medio físico, biótico y socioeconómico, posteriormente se realizó la caracterización de los sectores incidentes en el municipio.

3.2. Componente natural.

Fisiografía.

México cuenta con una variedad de características topográficas, las cuales participan en las características climáticas, suelo y vegetación. Este está dividido en 15 regiones fisiográficas, conocidas como: Península de Baja California, Llanura Sonorense, Sierra Madre Occidental, Sierras y Llanuras del Norte, Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica, Llanura Costera del Pacífico, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro, Eje Neovolcánico, Península de Yucatán, Sierra Madre del Sur, Llanura Costera del Golfo Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala y Cordillera Centroamericana (INEGI, 2003).

El municipio de Mineral del Monte, se encuentra dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neo Volcánico es la provincia más alta del país, así como una de las de mayor variación de relieve y de tipos de rocas. Se considera como una enorme masa de rocas volcánicas, derrames de lava y otras manifestaciones ígneas de la era Cenozoica.

En esta provincia se encuentran los grandes volcanes de México, como el Pico de Orizaba (5,610 msnm), Popocatepetl (5,465 msnm), Iztaccíhuatl (5,230 msnm), Nevado de Toluca (4,680 msnm), Nevado de Colima (4,240 msnm) y volcán de Colima o de Fuego (3,838 msnm).

Resultan características de esta provincia las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos como los de Pátzcuaro y Zirahuén, o los depósitos de lagos antiguos, como los de la cuenca endorreica del mal llamado Valle de México, o bien la presencia de cuencas hundidas como la de Chapala convertida en la actualidad en un lago.

En el Eje Neovolcánico nacen dos de los ríos más importantes de México: el Río Lerma y el Balsas, conocido también como Mezcala. Su flora es característica de los bosques templados, además de

contar con bosques de coníferas y vegetación propia de los glaciares de alta montaña. Esta importante estructura determina el límite físico entre el Norte América y Centroamérica, así como el límite Altimétrico, orográfico y climatológico.

Está ubicado en la subprovincia de Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo, esta subprovincia se extiende desde el oeste de la ciudad de Querétaro hasta Pachuca de Soto, Hidalgo. En este mismo sentido, poniente a oriente, se puede considerar que presenta un corredor de lomeríos bajos (de materiales volcánicos) y Llanuras con una altitud inferior a los 2 000 m., sólo la porción más oriental de esta región penetra por el extremo noroeste de la entidad, donde abarca 278.19 km² y comprende parte de los municipios de Huayacocotla y Zacualpan.

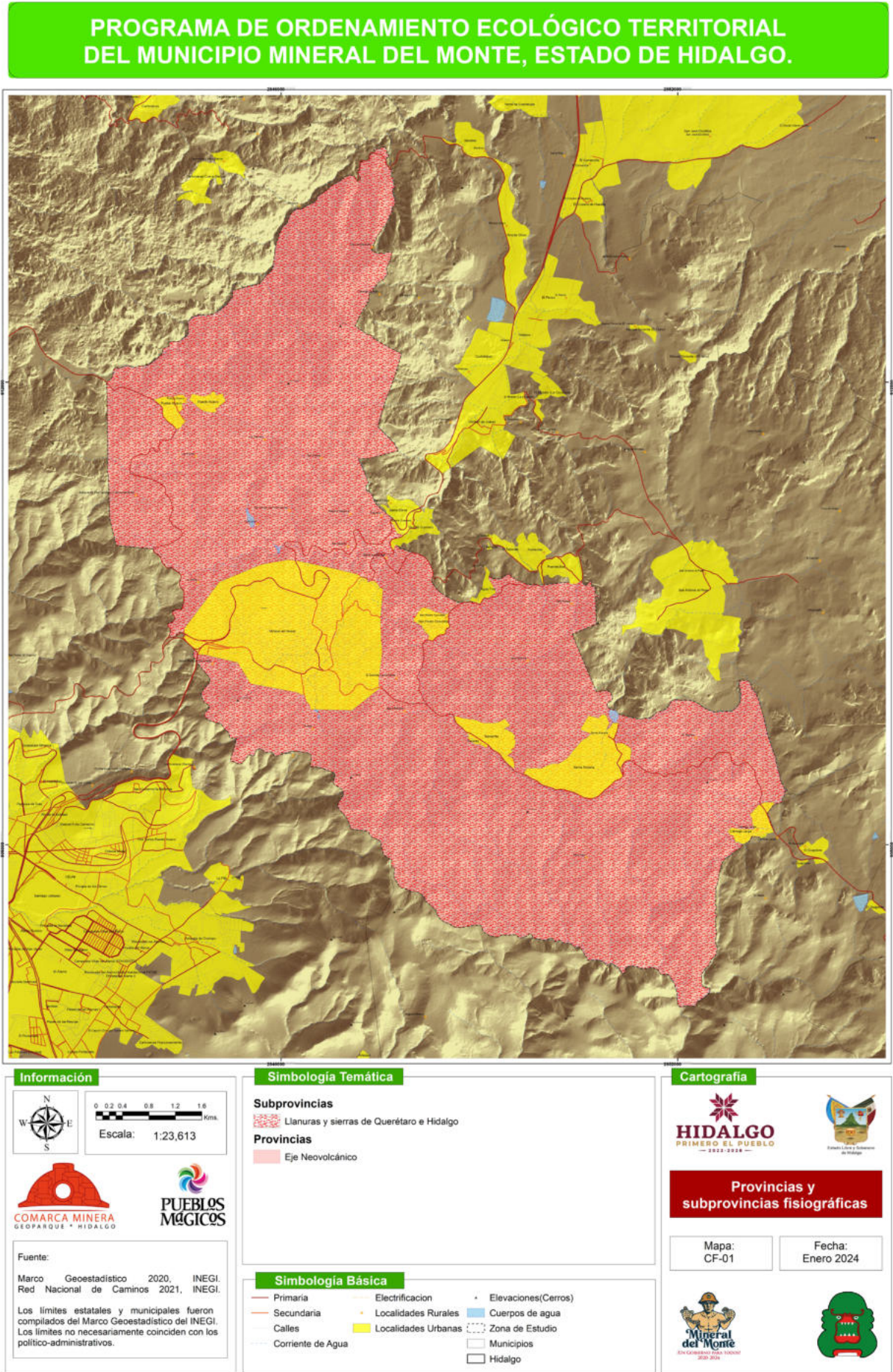
Es una zona de terrenos accidentados en la que dominan los sistemas de topoformas pequeña sierra compleja y lomerío de colinas redondeadas, constituidos principalmente por rocas basálticas. El clima que prevalece es templado húmedo.

El municipio de Mineral del Monte Hidalgo se encuentra dentro de la provincia fisiográfica del Eje Volcánico la cual abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Colima, Puebla y Veracruz; así como todo el estado de Tlaxcala y el Distrito Federal, dentro de la subprovincia de Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo que se diferencia por la edificación de significativos espesores lávicos y piroclásticos característicos del mismo Eje Neovolcánico (Figura III.1)

Esta región está integrada por grandes sierras volcánicas y coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto y depósitos de arenas y cenizas, entre otras formaciones, que se encuentran dispersos entre Llanuras. Incluye la cadena de grandes estratovolcanes (INEGI, 1992).

Se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás) hasta el presente.

Figura III.1 Provincias y subprovincias fisiográficas.



Geomorfología.

La geomorfología es una ciencia natural que se encarga del estudio del relieve de la superficie terrestre. Las formas del relieve terrestres surgen por la interacción de las rocas sobre la superficie terrestre dando como resultado el relieve (Infante, 2000).

La geomorfología corresponde el estudio del relieve de la Tierra, que incluye las formas y estructuras de todas las dimensiones, desde continentes y cuencas oceánicas a estrías agregando los procesos que crean y modifican el relieve, como se trata de una disciplina geológico-geográfica es necesario incluir los términos geológicos principales relacionados con la constitución del relieve (minerales, rocas), con su construcción (estructuras), con su evolución en el tiempo y otros. El relieve se relaciona también con los elementos físico geográficos, como el suelo y el clima, principalmente. (Hubp, 2011).

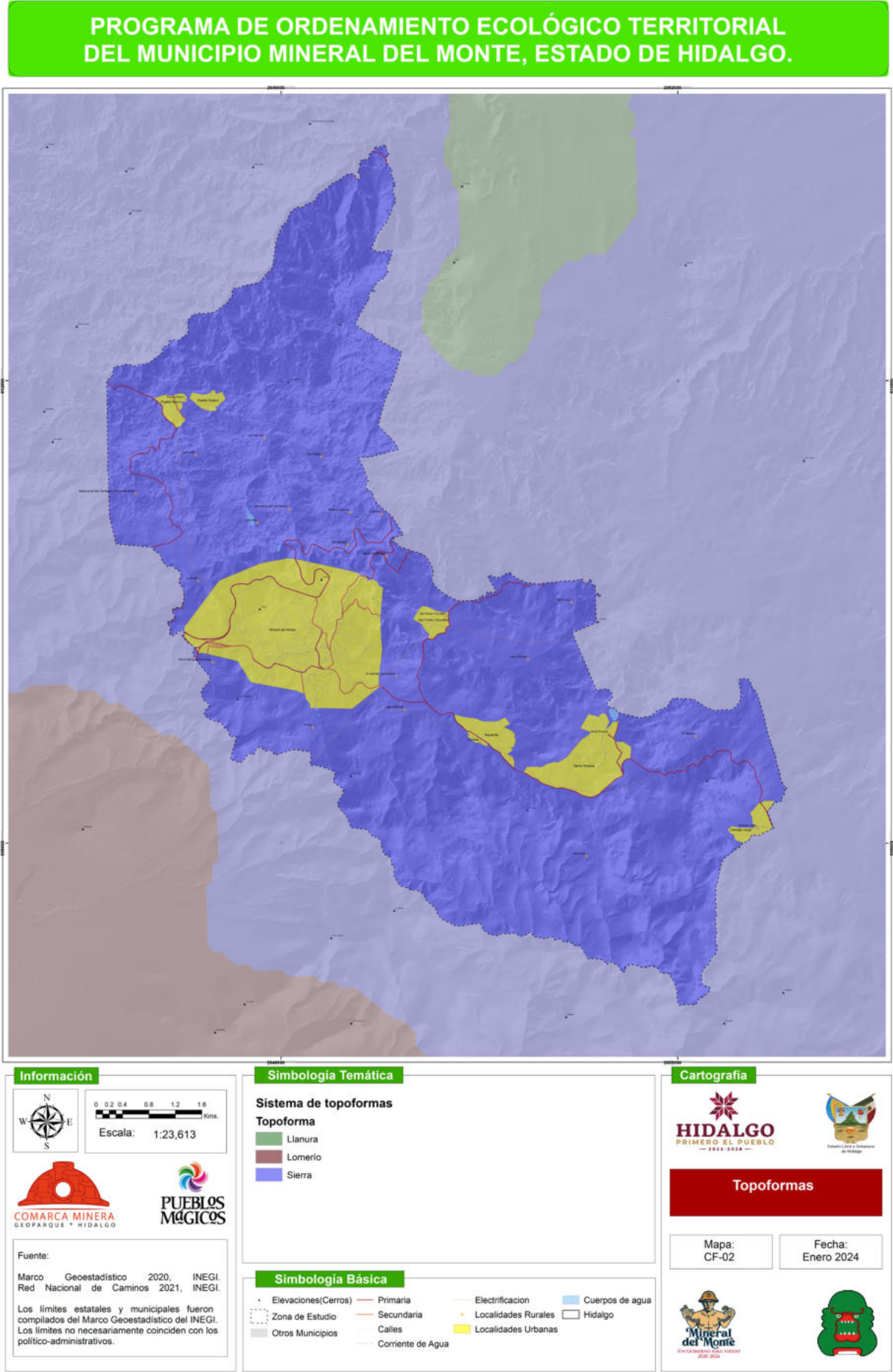
El relieve va evolucionando en la dinámica del ciclo geográfico mediante una serie de procesos constructivos y destructivos, esta serie de procesos hacen que el relieve transite por diferentes etapas. Los factores desencadenantes de los procesos geomorfológicos pueden categorizarse en cuatro grandes grupos descritos en la Tabla III.1.

Tabla III.1. Factores de los procesos geomorfológicos.

Geográficos	Bióticos	Geológicos	Antrópicos
Entre los que se consideran los factores abióticos, tales como el relieve, el suelo, el clima tanto la presión, temperatura, vientos y los cuerpos de agua.	El efecto de los factores bióticos sobre el relieve suele oponerse a los procesos del modelado, especialmente considerando la vegetación, sin embargo, existen animales que colaboran con el proceso erosivo.	Ejemplo de esto es la tectónica, el diastrofismo, la orogénesis y el vulcanismo, son procesos constructivos y de origen endógeno que se oponen e interrumpen el ciclo geográfico.	La acción del hombre sobre el relieve es muy variable, dependiendo de la actividad que se realice, pudiendo incidir a favor o en contra de los procesos erosivos.

Fuente: Elaboración propia con base en SEDATU, 2015.

Figura III.2 Topoformas.



Geología.

La geología se define como la ciencia de la tierra que tiene por objeto entender la evolución del planeta y sus habitantes, desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de las rocas, se divide en dos parte geología externa ocupándose del estudio de materiales que forman la corteza terrestre, los procesos de la capa atmosférica y de la biosfera que influyen sobre ella; por otro lado la geología externa se encarga de los procesos que ocurren bajo la corteza terrestre y lo que lo produce. Dentro de la geología podemos encontrar diferentes ramas como la mineralogía, paleontología, sedimentología, geología estructural entre otras.

Esta ciencia que se encarga de comprender la tierra también se divide en geología física y geología histórica; la geología física se encarga de estudiar los materiales que componen la tierra buscando comprender los procesos que actúan por debajo y en la superficie terrestre; por otro lado la geología histórica trata de comprender el origen de la tierra y su evolución por el paso del tiempo (Tarbuck, Lutgens, & Tasa, 2005).

Las montañas, las laderas, los valles, las llanuras y las mesetas forman un relieve el cual en combinación con la vegetación forman un paisaje y este a si mismo se ve modificado por agentes geológicos externos o internos. (Figura III.2)

Los agentes geológicos externos están compuestos por:

- a) La meteorización, siendo un conjunto de modificaciones que experimentan las rocas por efecto del aire atmosférico y de las variaciones de temperatura.
- b) El desgaste y rotura de las rocas superficiales por la acción del viento y el agua en todas sus formas es conocido como erosión.
- c) Sedimentación por depósitos de fragmentos de material rocoso que regularmente ocurren en zonas bajas.

Mientras que los agentes geológicos internos son causados por volcanes, ya que expulsan una mezcla de materiales fundidos con cantidades variables de agua, gases y pequeños fragmentos sólidos de roca, terremotos o sismos producidos por la fractura y el desplazamiento de grandes masas rocosas del interior de la corteza, estos movimientos liberan gran cantidad de energía de forma repentina, violenta y, en algunas ocasiones, destructiva (Wicander & Monroe, 2000).

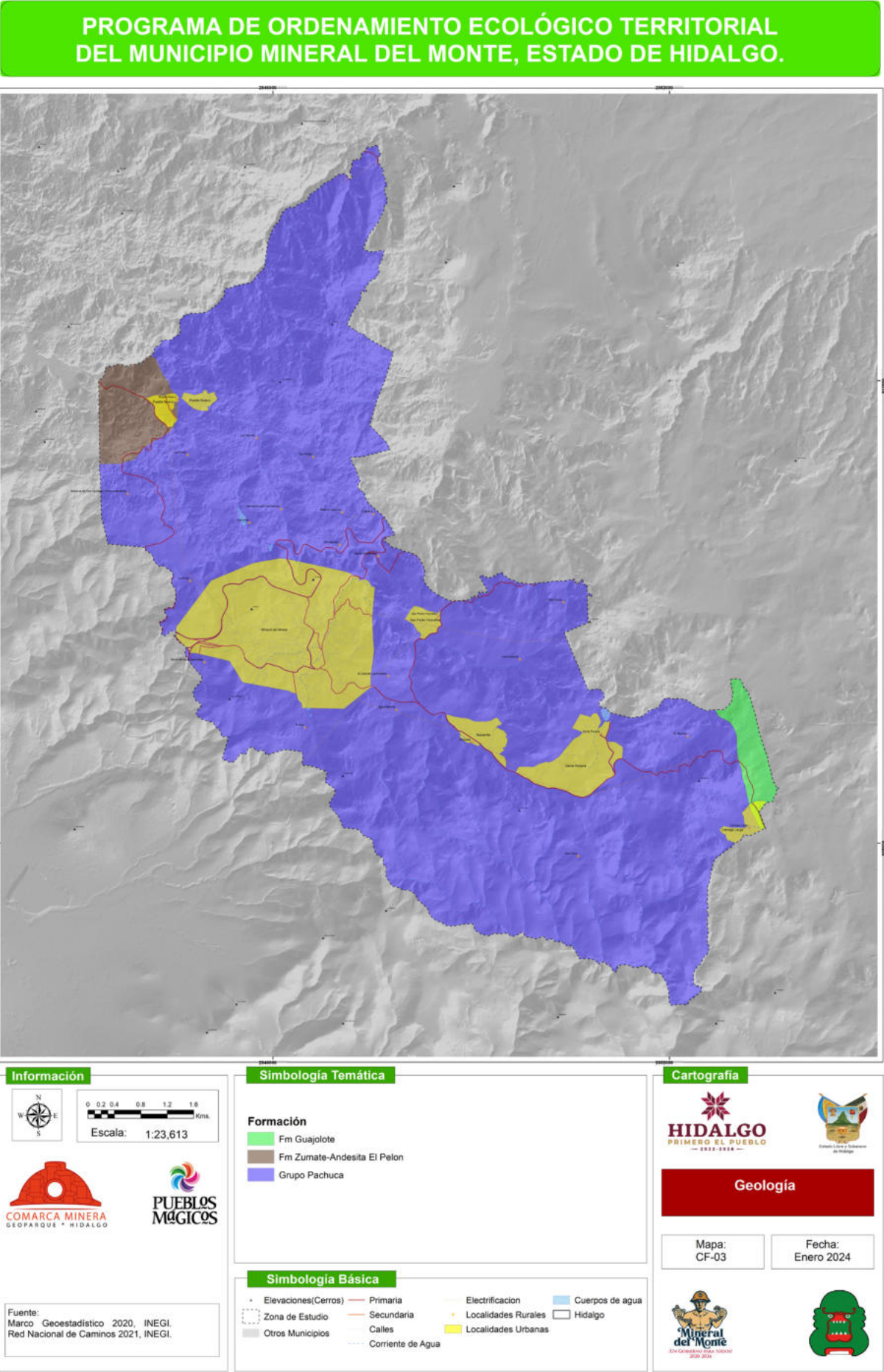
La superficie del proyecto se encuentra cubierta en un 95.77% por la formación Grupo Pachuca, esta formación cubre casi todo el municipio, principalmente en la parte central; 2.75% de la superficie del municipio se ubica en la formación Zumate-Andesita El Pelón ubicado en la parte Noroeste del municipio; también encontramos rocas pertenecientes a la Formación El Guajolote que cubre el 1.47% del territorio, aflorando en la parte de la Sierra al Este del municipio. (Figura III.3.).

Tabla III.2. Porcentaje de los tipos de rocas que afloran en la superficie del Municipio.

Características	Descripción	Superficie %
Geología	Grupo Pachuca	95.77%
	Fm Zumate-Andesita El Pelón	2.75%
	Fm Guajolote	1.47%

Fuente: Elaboración propia con base en carta geológica F14-11 del SGM, 1997.

Figura III.3 Geología.



Estratigrafía.

Geológicamente, en el municipio de Real del Monte prevalecen los depósitos lacustres, los cuales en su mayoría son utilizados para el desarrollo de actividades agrícolas, al sur del municipio se tiene la presencia de la formación San Cristóbal, la cual son rocas de origen ígneo extrusivo originadas en la era Cenozoico en el periodo terciario, en la época del plioceno. Tanto los basaltos como los depósitos aluviales y Lacustres son del periodo cuaternario, de las épocas del pleistoceno y reciente.

El municipio de Mineral del Monte no cuenta con rasgos geológicos como fallas, fracturas o hundimientos, existentes desprendimientos de bloques en las zonas donde afloran los basaltos, estos desprendimientos son de origen natural.

La estratigrafía de la región incluye rocas sedimentarias y volcánicas cuyo registro comprende del Cretácico Superior al Reciente (Figura III.4). A continuación, se describe la secuencia estratigráfica, de la unidad más antigua a la más reciente: Cretácico Superior.

Formación El Doctor. Fue definida formalmente por Wilson et al. (1955), para designar a rocas calcáreas de banco de edad Albiano Medio-Cenomaniano Temprano. Posteriormente, en 1962, Fries menciona que la facie de cuenca de esta unidad es la que aflora entre Apaxco y Tula, Hidalgo y que probablemente hacia el sur se interdigite en el subsuelo con la Formación Morelos. Según Fries, corresponde a una secuencia de 200 metros de espesor de calizas de textura fina en capas delgadas, con nódulos y lentes de pedernal e intercalaciones locales de lutita.

Corresponde a la unidad más antigua que aflora en la zona de estudio. Está formada por rocas calizas de grano fino (micritas) compactas, dispuestas en estratos de 50 cm de espesor. Presenta color gris a gris claro y abundantes fósiles. Aflora en la sierra ubicada al noreste de Xochitlán (en el norte del Valle del Mezquital) y en los cerros de Bomintzhá y Conejos (en el

sur del valle). Constituye el basamento de la región. En la parte central del valle (en la zona del volcán Xicuco), se encuentran sepultadas a 400 y 500 metros de profundidad (Comisión Federal de Electricidad, 1996). Se estima que su espesor máximo alcanza 2000 m.

Formación Soyatal. Esta formación definida por Wilson et al. (op. cit), aflora fuera del área de estudio en el noroccidente donde tiene aproximadamente 100 m de espesor total, mientras que hacia el oriente disminuye hasta desaparecer. Las capas de caliza varían de delgadas a medianas y raras veces exceden 30 cm de espesor, es común una laminación fina. Hacia arriba en la sucesión, se presentan capas de lutitas calcáreas. Los fósiles encontrados constan principalmente de bivalvos del género *Inoceramus*, indicando una edad turoniana, por lo que puede correlacionarse con la Formación Agua Nueva (Stephenson, 1921) de la Cuenca de Tampico, o sea la parte inferior del Grupo Xilitla (Bodenlos, 1956).

Al suroccidente de la zona, fuera del área del acuífero, aflora una sucesión de capas gruesas de calizas con más de 200 m de espesor total, de facies de banco submarino, con abundantes biostromas repletos de rudistas y gasterópodos, que comprueban una edad turoniana (Fries 1962). Esta caliza es bastante pura, no tiene intercalaciones de capas dolomíticas, presenta algo de pedernal y fósiles silicificados. Sin embargo, esta sucesión de calizas se correlaciona más con la Formación Cuautla, que aflora al sur de la Cuenca de México (Fries, 1960), que con la Formación Soyatal. Formación Mexcala. Denominada por Fries (1960) en la cuenca del Río Balsas, en su localidad tipo del poblado Mexcala, Guerrero. En el área de estudio descansa encima de la Formación Soyatal y está formada en su porción inferior por capas alternadas de limolita, lutita, marga y arenisca (grauvacas o subgrauvacas). Hacia la cima las capas de marga y caliza desaparecen y las areniscas predominan, incluso con capas intercaladas de conglomerado de fragmentos finos. Es probable que su espesor máximo en los sinclinales más profundos, se encuentre entre los 600 y 1,000 m.

La Formación Mexcala es poco resistente a la erosión y tiende a formar valles drenados por ríos subsecuentes. En el área aflora en el sur y suroeste, en los cerros Blanco y al sur de Bomintzhá, al suroeste del cerro El Elefante, en las inmediaciones del poblado de Mixquiahuala, al norte de Santiago de Anaya y en la porción nororiental.

Fries (op. cit.) considera que la parte basal de esta sucesión clástica es de edad coniaciana, mientras que los fósiles colectados por Segerstrom (1961) en la región de Zimapán, al noroeste del área, señalan edades desde el Coniaciano hasta el Campaniano. Su depósito ocurrió en aguas marinas someras y representa una secuencia Flysch (De Cserna, 1988), la cual posiblemente se originó como consecuencia del levantamiento y erosión del arco magmático durante el Cretácico del borde occidental del continente (Damon et al., 1981).

Terciario.

Grupo el Morro. De acuerdo con Segerstrom (op cit.), esta es la primera unidad post-mesozoica en el área; consta de sedimentos continentales que sobreyacen localmente a las rocas cretácicas plegadas y profundamente erosionadas, con gran discordancia angular y erosional. Aflora de manera aislada en pequeñas áreas ubicadas en diferentes localidades: al sur de Tula del Progreso, en las faldas e inmediaciones del cerro Bomintzhá y en los límites del cerro San Miguel de La Cal y cerro El Elefante. Las rocas que lo conforman son muy resistentes a la erosión y tienden a formar acantilados.

La litología del Grupo el Morro es extremadamente variable, pero la composición más típica corresponde a un conglomerado calizo muy compacto y cementado, de color rojo, cuyos componentes se derivaron de la erosión de las rocas cretácicas infrayacentes. Este conglomerado contiene localmente intercalaciones de arenas y limos de color pardo, así como capas de grano fino de material tobáceo o lítico volcánico. La litología es aún más variable fuera de los límites del área, al norte, incluyen calizas lacustres, yesos, derrames de lava y otros productos volcánicos.

En la región de Zimapán, la unidad fue denominada Fanglomerado el Morro por Simons y Mapes (1957). En el Estado de Morelos y en gran parte de la cuenca hidrográfica del Río Balsas, dicha unidad fue nombrada Grupo Balsas (Fries, 1960). En las cercanías de la ciudad de Guanajuato existe una sucesión muy gruesa de sedimentos correlacionables con el Grupo El Morro. Estos fueron descritos por Edwards (1955) como "Conglomerado Rojo de Guanajuato" y por los fósiles vertebrados encontrados en ellos, se les asignó una edad correspondiente al Eoceno Tardío-Oligoceno Temprano (Fries et al., 1955), misma que se asigna al Grupo El Morro en el área de estudio (Fries, 1960). El Grupo El Morro posiblemente es el resultado de la acumulación rápida de sedimentos de origen terrestre en una cuenca de hundimiento (Simons y Mapes, 1956). Según, De Cserna et al. (op. cit.), este grupo representa una molasa continental post Orogenia Laramide. El espesor de los restos observables en el área, es de algunas decenas de metros, aunque no sería raro encontrar espesores de varios cientos de metros. Es común encontrar esta unidad en zonas de estructura sinclinal y encima de bloques fallados hacia abajo (Fries, 1960).

Grupo Pachuca. El nombre fue propuesto por Segerstrom (op. cit.) para referirse a rocas volcánicas, cuya composición varía de basalto a riolita, que sobreyacen en discordancia erosional al Grupo El Morro y en algunos lugares en discordancia angular; de igual manera descansan en discordancia angular sobre rocas cretácicas. La sucesión más gruesa y más completa de estas rocas se define en la Sierra de Pachuca, en donde están muy falladas, intrusionadas, alteradas hidrotermalmente y mineralizadas, que subyacen a corrientes de riolita. Pertenecen también a este grupo las rocas volcánicas que afloran en la Sierra de Actopan, Sierra de Xinthé y en el cerro El Picacho, ubicado al norte de Santa María Ajolapan, por su similitud con las rocas de la Sierra de Pachuca. El SGM (1999) se refiere como Grupo Pachuca las rocas volcánicas que afloran en las sierras La Joya o Cerro Grande.

Por su parte Fries (1962), define Rocas Volcánicas no Diferenciadas a todas las volcánicas con posición estratigráfica parecida,

excluyendo las del Grupo Pachuca, con excepción de las volcánicas de las Sierras de Pachuca y Actopan, por no haberse estudiado con suficiente detalle para poder correlacionarlas con diversas formaciones que componen dicho grupo. Entre estas rocas se encuentran las que conforman la Sierra Xinthé y Cerros de Mexe, Chinfo y El Picacho, entre otros. El mismo autor, piensa que estas rocas tuvieron sus propios centros eruptivos de emisión, ubicados en las cercanías o aún debajo de los afloramientos actuales. Las fuentes magmáticas de todas estas rocas probablemente estuvieron comunicadas a profundidad o tuvieron un mismo origen.

El Grupo Pachuca fue dividido en ocho formaciones (Tezuantla, Cerezo, Vizcaína, Santa Gertrudis, Real del Monte, Pachuca, Corteza y Santiago) basado en estudios detallados realizados de la geología del distrito minero Pachuca-Real del Monte (Geyne, et al., 1963), en donde predomina la andesita y la sucesión tiene más de 2,500 m de espesor. Todas las formaciones mencionadas están constituidas por capas o estratos interdigitados, compuestos por derrames de lava, brecha volcánica y toba. Tiene algunas capas clásticas interestratificadas (conglomerado volcánico y arenisca tobácea) y localmente depósitos lacustres (calizas, lutitas y margas). Las discordancias erosionales dentro del grupo, son de tal magnitud que una de las formaciones más recientes puede descansar directamente sobre una de las más antiguas. En la Sierra de Actopan está representada por aproximadamente 500 m de basalto, andesita y riolita y en la Sierra Xinté afloran de 600 a 700 m de andesitas. En el Cerro El Picacho, la sucesión volcánica es delgada, inferior a 150 m de espesor.

La edad del Grupo Pachuca queda limitada por la del Grupo El Morro, infrayacente y la de la Formación Zumate, suprayacente; es decir, debe ser más reciente que el Oligoceno Temprano y más antigua que el Plioceno Temprano. Este grupo marca el inicio de una fuerte actividad volcánica a principios del Terciario, que obstruyó el drenaje fluvial de ríos antiguos y, en consecuencia, se formaron incipientes cuencas endorréicas lacustres. Por su amplio rango de edad, incluyen rocas volcánicas relacionadas

genéticamente con la actividad terminal del arco magmático de la Sierra Madre Occidental e inicio de la actividad del arco continental de la Franja Volcánica Transmexicana (Vázquez y Jaimes, 1989).

Las secciones geológicas disponibles, muestran que el Grupo Pachuca, por el efecto de fallas normales que lo desplazan (al igual que la Formación El Doctor), se profundiza desde el flanco de los valles del área hacia el centro de los mismos, constituyendo la roca basal de algunos de estos valles en donde comúnmente está cubierto por materiales de relleno de la Formación Tarango y Grupo San Juan. En el valle de Actopan, se presenta aproximadamente a 400 m de profundidad y en la parte noreste del valle del Mezquital yace aproximadamente entre 330 y 660 m de profundidad. En el valle de Ajacuba, se encuentra a 520 m de profundidad y en el valle de Tepatepec a más de 600 m de profundidad aproximadamente. Por la misma distribución en el subsuelo del Grupo Pachuca, ha sido penetrado por algunas perforaciones de pozos de abastecimiento de agua de menos de 200 m de profundidad, sobre el flanco de los valles mencionados y sobre los flancos del Cerro Grande, ubicado al sur de la Sierra Xinthé.

Toba Don Guinyó. Fue definida por Segerstrom (op. cit.) para referirse a tobas, brechas volcánicas e ignimbritas compactas con lentes horizontales de obsidiana; de composición dacítica a riolítica, que parecen haberse acumulado sobre una superficie muy erosionada. Afloran en las inmediaciones de Tula (Cerro Xicuco, Arroyo El Corazón, Río Jilotepec). De acuerdo con el SGM (op cit.), también afloran en el flanco norte y sur de la Caldera de Huichapan, localizada al poniente, fuera del área de estudio. Estas ignimbritas tienen aproximadamente 170 m de espesor en el Cerro Xicuco.

El Cerro Xicuco es evidencia de un manto más extenso, ahora erosionado, que tiene su desarrollo hacia el poniente, posiblemente asociado con la Caldera de Huichapan. Por la posición topográfica y la erosión profunda, su edad corresponde

al Plioceno Medio (Fries, 1962). La CFE (op cit) identificó la Toba Don Guinyó en extensión y acúñamiento hacia el sur del Cerro Xicuco, a 400 m de profundidad máxima, sobreyacida por arcillas de los depósitos lacustres del Plioceno Medio.

Formación Zumate. En las partes más elevadas de las Sierras de Actopan y Pachuca, se presenta una sucesión de rocas andesíticas y dacíticas, formada por la interestratificación de derrames de lava, capas de brecha y depósitos de lahar, que se han denominado Formación Zumate (Geyne et al., op cit). Sobreyace con marcada discordancia erosional al Grupo Pachuca. Esta formación está inalterada, poco fallada y sin mineralización de cuarzo, pero intrusionada por algunos diques; se caracteriza por la textura porfídica de sus lavas excepcionalmente gruesas y por sus formas erosionales de pináculos (Segerstrom, op. cit.). Parece que la fuente de eyección de estas rocas, estuvo localizada dentro del área actual de afloramiento y, aunque la sucesión está bastante erosionada, aún permanece un espesor máximo de 360 m. Su acumulación ocurrió después de la mineralización en el distrito minero de Pachuca, por lo que su edad se supone corresponde al Plioceno Medio (Fries, 1962).

El SGM (op. cit.) correlaciona con la Formación Zumate a las rocas volcánicas que afloran en las sierras ubicadas al poniente de la población Tepeji del Río (Sierras El Templo, Canoas, Las Ánimas y Coamango) y en el Cerro Grande al noroeste de Chapantongo. Formación Taximay. Depósitos lacustres que consisten principalmente de arcillas de consolidación avanzada que no afloran en el área que cubre el acuífero. La edad de estos depósitos se asigna al Plioceno Medio debido a que descansan sobre la Toba Don Guinyó infrayacente y es cubierta por la Formación Tarango, con una marcada discordancia erosional. Estas arcillas fueron reconocidas por Mooser (2010) como Formación Taximay, en el subsuelo entre Huehuetoca y Tula de Allende. Presentan un espesor mayor de 50 m y se identifica en las partes topográficamente más bajas y a 130 m en la zona del parteaguas hidrográfico entre el valle del Mezquital y valle de Zumpango, localizado al sur.

En el Valle del Mezquital, se ha identificado la presencia de estas arcillas a profundidad, también cubiertas por la Formación Tarango en discordancia angular. La sección geológica que atraviesa el valle, entre los cerros Bomintzhá y El Elefante, muestra que las mismas arcillas se profundizan debido a las fallas normales que las desplazan, desde el flanco sur del valle, en donde ocurren aproximadamente a 50 m de profundidad, hacia el norte del valle en la zona de Mixquiahuala, donde se encuentran aproximadamente a 260 m de profundidad. La misma sección geológica muestra la presencia de capas intercaladas de gravas y arenas en el flanco sur del valle, que se interpretan como abanicos aluviales de frente montañoso antiguo. Se estima que su espesor es mayor de 160 m.

La CFE (op cit.) dividió la Formación Tarango en dos miembros con base en secciones geológicas-geofísicas realizadas en la zona del Cerro Xicuco. El miembro inferior lo define como tobas lacustres arcillo-arenosas de 200 m de espesor promedio, cuyas resistividades no sobrepasan 15 ohms/m. El miembro superior, se refiere a tobas areno-arcillosas de 220 m de espesor que sobreyacen en discordancia erosional al miembro inferior. Las tobas lacustres se correlacionan con la unidad de los depósitos lacustres del Plioceno Medio, ya que guardan la misma posición estratigráfica que las arcillas lacustres reconocidas en el subsuelo en las otras zonas descritas del valle del Mezquital. Estas arcillas lacustres no han sido reconocidas en el subsuelo de los otros valles del área de estudio (valles de Ajacuba, Tepatepec y Actopan), cuyo relleno granular se ha identificado formado sólo por la Formación Tarango.

Basaltos Grupo San Juan. Las rocas máficas de composición variable de basalto a andesita que sobreyacen a las rocas volcánicas más antiguas en discordancia erosional y a las rocas mesozoicas con marcada discordancia angular y erosional, fueron definidos como Grupo San Juan por Segerstrom (op. cit.). Afloran ampliamente formando extensas mesetas altas, como el Cerro El Gorrión y conos volcánicos aislados entre la Sierra de Pachuca y Tula de Allende. También forma la cima de altas colinas aisladas, como los cerros La Palma y Xicuco.

La secuencia consiste principalmente en derrames de lava con escasas capas interestratificadas de tobas, brechas volcánicas y conglomerados volcánicos. Según Robin (1982), las características petrológicas de estas rocas las ubican en una serie intermedia entre alcalinas y calcoalcalinas. En la Sierra de Pachuca, el grupo es conocido con el nombre de Formación San Cristóbal (Geyne, et al., op cit.), por el Cerro San Cristóbal (localidad en la que se descubrió la especie mineral cristobalita) ubicado justamente al norte de la ciudad de Pachuca, cuya cima consta de derrames de andesita de olivino y piroxeno. Un cambio de litofacies hacia el poniente, desde basalto a andesita de hornblenda, fue observada por Segerstrom (op cit.) en la parte inferior de la sección predominantemente basáltica al noroeste y oeste de Zumpango. El nombre de Andesita Jalpan, se refiere a estas rocas (Hibbrad, 1955).

Su espesor es muy variable, pero no mayor a 400 m, observados en el Cerro El Gorrión. Por sus relaciones estratigráficas con otras rocas y su grado de erosión muy avanzada, se deduce que su edad varía del Plioceno Medio al Plioceno Superior. Estas rocas volcánicas y otras máficas equivalentes, están interestratificadas localmente con sedimentos clásticos de la Formación Tarango, equivalente de la Formación Atotonilco El Grande de la Cuenca del Río Amajac. En la porción sur del acuífero de Ajacuba las erupciones volcánicas que las originaron no fueron explosivas y aparentemente ocurrieron a lo largo de grietas o fallas normales. Cantagrel y Robin (1979) agruparon estas rocas volcánicas con otras mesetas máficas y lavas no diferenciadas que afloran en Guanajuato y Jalisco, a las que consideraron típicas de la parte septentrional del vulcanismo Plio-Cuaternario.

Se han reconocido estas rocas en el subsuelo de los valles cercanos al municipio, mediante varias perforaciones de pozos de abastecimiento de agua potable, las cuales han penetrado basalto y escorias volcánicas asociadas, a diferentes niveles de profundidad y espesor.

Por otra parte, las secciones geológicas disponibles muestran que estos basaltos se encuentran intercalados con tobas de la Formación Tarango y con las arcillas subyacentes de los depósitos lacustres del Plioceno Medio. Ocurren formando capas lenticulares entre el Cerro Bomintzhá y Cerro El Elefante. En otras zonas, forman capas de considerable extensión continua, tal como ocurre en el Cerro Xicuco, en la zona entre Muntepec y Río Tula y entre los valles de Ajacuba y Tepatepec, donde los basaltos de la Mesa Rincón Los Caballos tienen continuidad lateral en toda la región. De la misma forma, los basaltos que afloran entre Santa María Ajoloapan y la ciudad de Pachuca, tienen continuidad lateral en el subsuelo, sobreyaciendo al Grupo Pachuca en discordancia erosional.

Formación Tarango. Los sedimentos clásticos de relleno de valles antiguos erosionados activan y profundamente por el Río Tula y sus efluentes, fueron relacionados con la Formación Tarango en el área por Segerstrom (op cit.) y por Fries (1962), a partir de la definición original de Bryan (1948) en la localidad tipo ubicada al poniente de la ciudad de México, sobre el flanco poniente de la Sierra Las Cruces. Gran parte del área está cubierta por la Formación Tarango, la cual aflora extensamente en la zona del parteaguas hidrográfico con la Cuenca de México, entre las poblaciones de Tepeji del Río, Tula de Allende y Ajacuba; en el flanco poniente de la Sierra Actopan; en el flanco oriente de las Sierra Xinthé y sierras ubicadas más al sur; así como en las faldas del Cerro San Miguel de La Cal.

La mayor parte de la formación fue depositada por corrientes de aguas superficiales, por lo que está constituida por gravas, arenas, limos y arcillas, acumulados sobre antiguos cauces fluviales, llanuras de inundación y abanicos aluviales. Estos sedimentos clásticos están dispuestos generalmente en estratificación horizontal pero sus capas tienden a ser discontinuas lateralmente. También, se intercalan localmente con capas de tobas de grano fino y arenas pumíticas re-transportadas o procedentes de erupciones volcánicas contemporáneas. Localmente presenta sedimentos lacustres en forma de interestratos de arcillas, margas

y tierras diatomáceas, lo que indica una interrupción del drenaje fluvial para formar pequeños lagos de corta duración. Existen depósitos de lentes de caliza con espesores hasta de 12 m en zonas cercanas a las localidades San Marcos, Atotonilco, Tula, Ajacuba y Tezontepec de Aldama, Hidalgo, así como Apaxco y Hueypoxtle-Tlapanloyan, en el estado de México. Casi en todas estas localidades existen manantiales termales, lo que hace pensar que las calizas tuvieron cierta relación con los manantiales ancestrales (Fries, 1962).

En la localidad tipo, afloran tobas, brechas, gravas volcánicas de origen fluvial y delgadas capas de pómez, todas ligeramente endurecidas (Bryan, op cit.) y relacionadas con depósitos de lahar y abanicos aluviales (Fries, 1956). Vázquez y Jaimes (op cit.) en la zona de la localidad tipo, identifican una serie de sucesiones piroclásticas, que comienzan con capas delgadas de pómez de caída y de ceniza-lapilli de oleadas (surges), seguida por gruesos paquetes de tobas y brechas de flujo, generalmente no soldadas, y termina con una capa delgada de cenizas vítreas de nube piroclástica.

La Formación Tarango tiene aproximadamente 400 m de espesor total. Fue depositada en una superficie de erosión que se desarrolló sobre todas las unidades litológicas anteriores, de manera que puede encontrarse igualmente encima de las rocas cretácicas más antiguas, como encima de los depósitos lacustres del Plioceno Medio; se presenta interestratificada con los Basaltos San Juan. La edad de la Formación Tarango se estima que corresponde al Plioceno Superior, basado en principios geológicos y geomorfológicos, por lo que se correlaciona con la Formación Atotonilco El Grande, que se encuentra en la cuenca hidrográfica de los Ríos Amajac y Metztitlán. Según Fries (1962), la acumulación de los sedimentos que la conforman comenzó debido a una combinación de causas. Indudablemente la extravasación de las lavas máficas de los Basaltos San Juan, continuamente ocasionaron interrupciones locales del desagüe fluvial. El surgimiento de bloques inclinados debidos a movimiento de fallas normales, también pudo haber sido una de las causas

de la sedimentación. Un cambio marcado de clima pudo haber iniciado también la sedimentación de los detritos clásticos, que consistiría en el advenimiento de una mayor aridez, caracterizada por la presencia de lluvias torrenciales y periodos de estiaje.

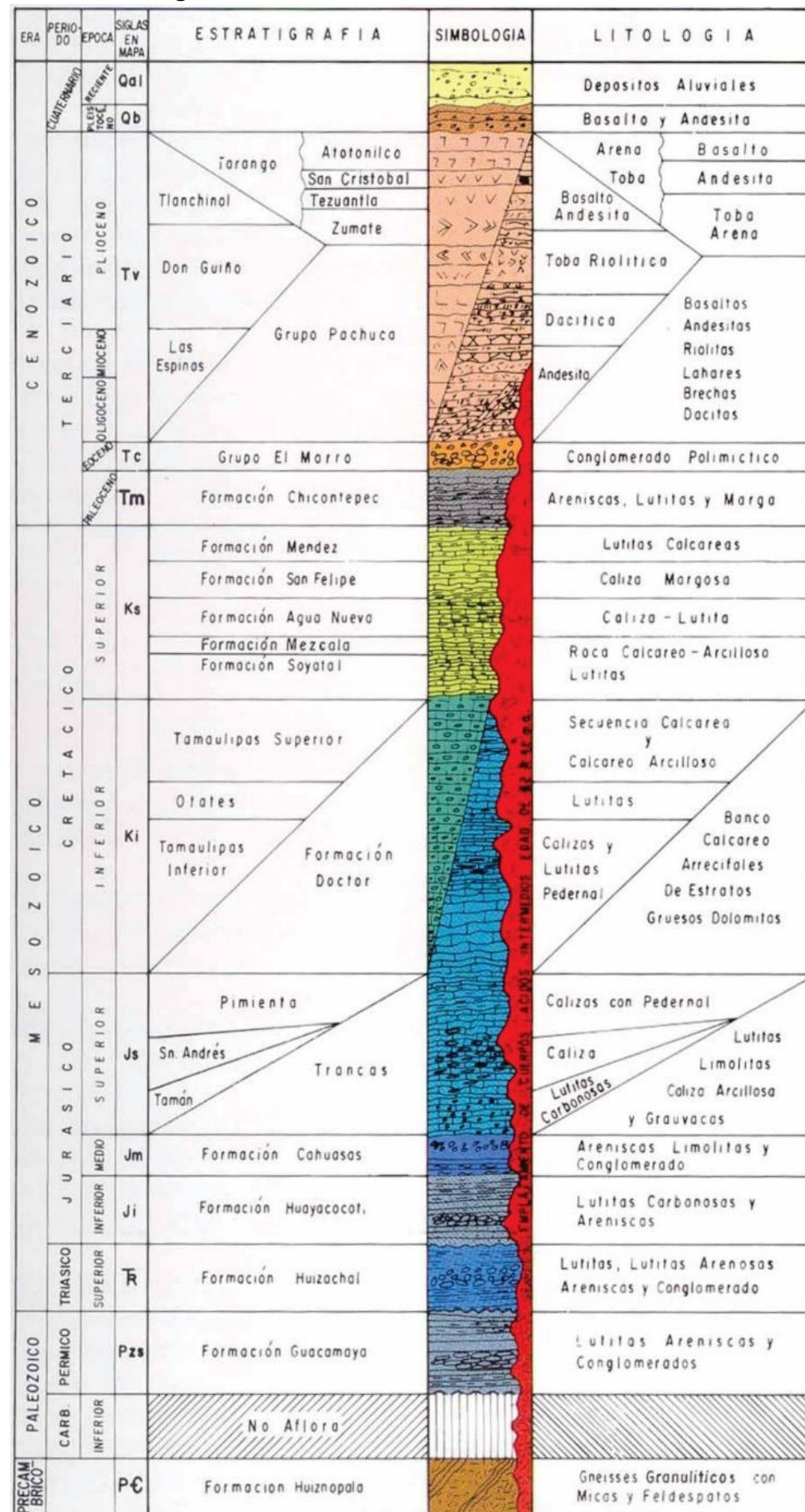
Las secciones geológicas muestran que esta formación está afectada por fallas normales, constituye la mayor parte del relleno granular del valle de Ajacuba y sobreyace en discordancia erosional a diferentes unidades más antiguas.

Cuaternario.

Derrames de Lava y Conos Cineríticos. Los derrames basálticos de lava y conos cineríticos definidos por Segerstrom (1961) como Basalto del Pleistoceno, posteriormente fueron referidos como Derrames de Lava y Conos Cineríticos de edad cuaternaria por Fries (1962), separándolos de las rocas volcánicas máficas definidas como Basaltos Grupo San Juan, ya que parecen tener menor antigüedad geológica, definida con el criterio de que estos derrames fueron extravasados después de que comenzara a disecarse la Formación Tarango y los conos cineríticos o escoriáceos conservan su forma característica.

Depósitos Clásticos. Corresponden a sedimentos aluviales y fluviales, constituidos por arenas, arcillas y gravas acumuladas sobre la superficie actual del valle de Ajacuba y a lo largo del lecho y márgenes de ríos y arroyos. Presenta espesores reducidos y se encuentran cubiertos por suelo residual. En la Figura I.12 se presenta una tabla de correlación estratigráfica generalizada del Estado de Hidalgo.

Figura III.4 Estratigrafía.



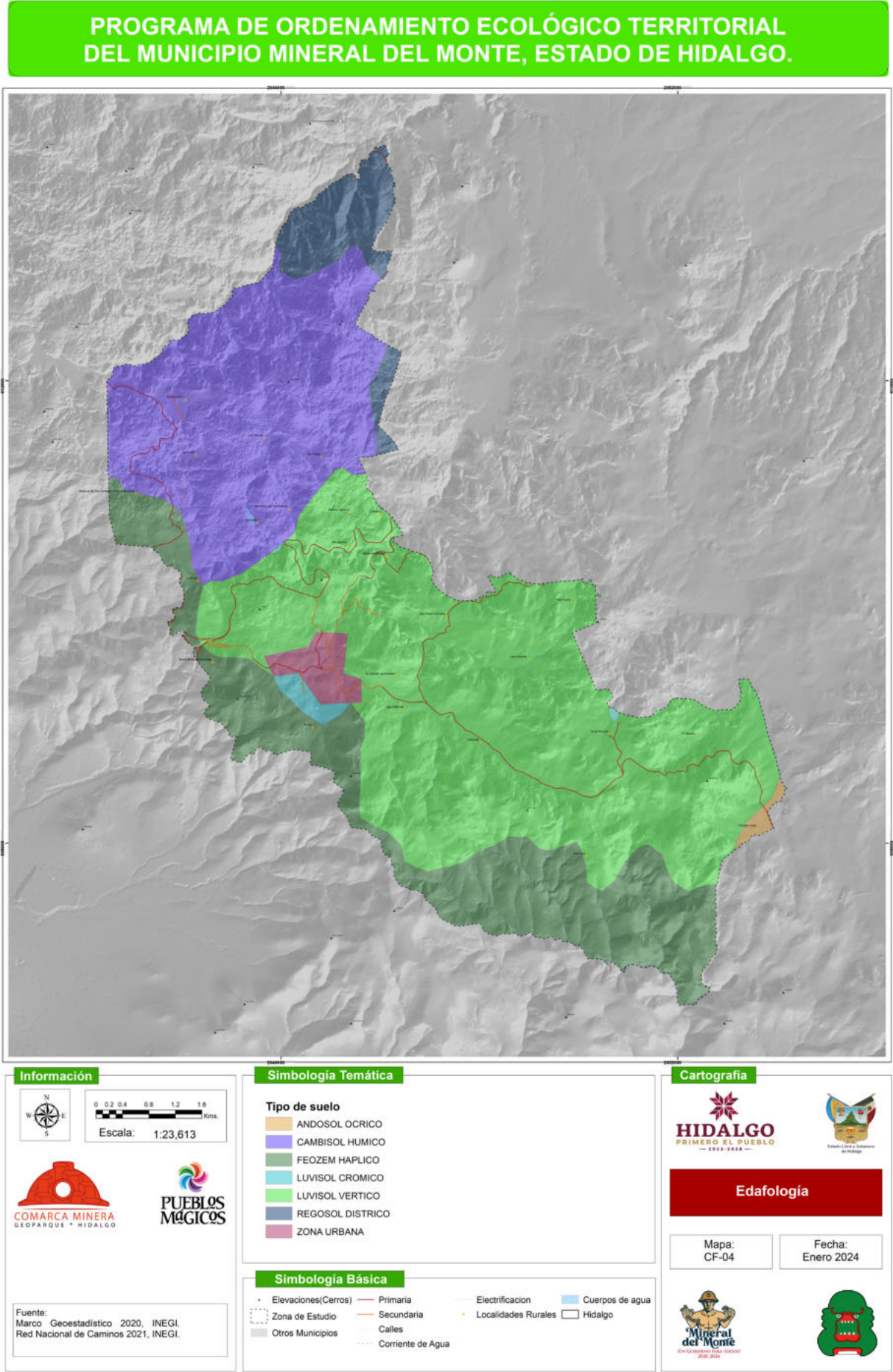
Edafología.

Su nombre viene del griego “edaphos” que significa superficie de la tierra y estudia el suelo desde todos los puntos de vista: morfología, composición, propiedades, formación y evolución, taxonomía y distribución, utilidad, recuperación y conservación. ciencia que se encarga de estudiar el suelo en todos sus aspectos; desde su morfología, su composición, las propiedades tanto físicas como químicas y biológicas, su formación y evolución, taxonomía y distribución, su utilidad, recuperación y conservación (Morales, y otros, 2011). Para este caso el proyecto cuenta con suelos de Luvisol Vertico, Cambisol Humico, Feozem Haplico, Regosol Distrito, Zona Urbana, Luvisol Cromico y Andosol Ocrico. El municipio se encuentra mayormente cubierto por suelos de tipo Luvisol Vertico abarcando la parte centro y oriente de este con una superficie del 48.53 %, de tipo Cambisol con 24.89 % al Norte, y una franja de suelo Feozem háplico ubicada en la parte sur del municipio, estos tipos de suelo conforman el 92.7 % de la superficie total del municipio (Figura III.5).

Tabla III.3. Edafología.

Características	Descripción	Superficie %
Edafología	Luvisol Vertico	48.53%
	Cambisol Humico	24.89%
	Feozem háplico	19.29%
	Regosol Distrito	4.55%
	Zona Urbana	1.69%
	Luvisol Cromico	0.65%
	Andosol Ocrico	0.41%

Figura III.5 Edafología.



Luvisol vèrtico y Cròmico

Del latín luvi, luo: lavar. Es un suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en algunas ocasiones también pueden encontrarse en climas más secos como los Altos de Jalisco o los Valles Centrales de Oaxaca. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. En algunos cultivos de café y frutales en zonas tropicales, de aguacate en zonas templadas, donde registran rendimientos muy favorables. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de Luvisóles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles. Los luvisoles vèrticos son suelos que cuando están secos presentan grietas notables en alguna parte del subsuelo, son de fertilidad moderada a alta. Mientras que los luvisoles crómicos, son suelos de color pardo o rojizo, en algunas ocasiones amarillento. Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas (INEGI, 2004).

Cambisol hùmico

Del latín cambiare: cambiar. Es un suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se

destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables, dependen del clima donde se encuentre el suelo. Su susceptibilidad ante la erosión va de moderada a alta. El Cambisol húmico es un suelo con una capa superficial oscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes importantes para las plantas (INEGI, 2004).

Feozem háplico

Este tipo de suelos se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en México; se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos.

Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, para el cultivo de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego (INEGI, 2004).

Regosol Districo

Del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Son suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello

no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos. Para uso forestal y pecuario tienen rendimientos variables. Los Regosoles dístrico son suelos ácidos, ricos en nitrógeno, pero pobres en otros nutrientes importantes para las plantas como el calcio, magnesio y potasio (INEGI, 2004).

Regosol Oncrico

Delas palabras japonesas an: oscuro; y do: tierra. Literalmente, tierra negra. Suelos de origen volcánico, constituidos principalmente de ceniza, la cual contiene alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo. Se extienden territorialmente en las regiones de Mil Cumbres y la Neovolcánica Tarasca, en el estado de Michoacán, en las Sierras Neovolcánicas Nayaritas, Sierra de los Tuxtlas en Veracruz y en la región de Lagos y Volcanes de Anáhuac, en el centro del país. Son generalmente de colores oscuros y tienen alta capacidad de retención de humedad. En condiciones naturales presentan vegetación de bosque o selva. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas. Sin embargo, con programas adecuados de fertilización, muchas regiones aguacateras de Michoacán, por ejemplo, consiguen rendimientos muy altos. Tienen también uso pecuario especialmente ovino; el uso más favorable para su conservación es el forestal. Son muy susceptibles a la erosión eólica.

Los andosoles de tipo ócrico son suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo.

Clima

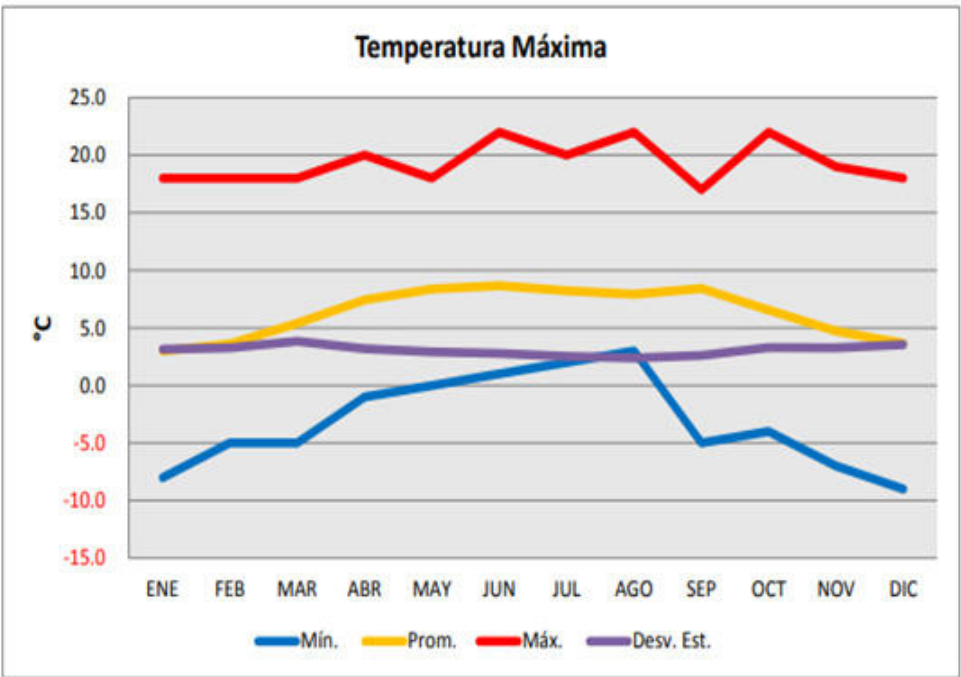
Debido principalmente a su altitud, en el Municipio predomina el clima frío. La región se nubla con facilidad y llueve con frecuencia, acentuándose el clima frío durante el invierno; ocasionalmente neva. La precipitación pluvial anual asciende a 951 mm y la temperatura media anual a 12.1°C, registrándose por otra parte un promedio de 42 heladas al año, acentuándose el clima frío durante el invierno. En el Municipio se registró la última nevada el 3 de enero de 2008; con temperaturas que llegaron hasta los -5°C, condiciones que afectaron a la ciudad. El 2 de marzo de 2013, se registró una temperatura de -3.5°C; en Pachuca, Mineral de la Reforma y Mineral del Monte se registró caída de aguanieve.

Temperatura

Al ser una de las zonas habitadas más altas del país, el municipio presenta un clima generalmente frío registrando temperaturas máximas en el mes de mayo de 14.4°C y temperaturas mínimas de 10°C sin embargo también se han presentado descensos importantes en la temperatura provocando la presencia de aguanieve y nevadas ocasionales.

El territorio municipal se encuentran los siguientes climas con su respectivo porcentaje: Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (58.0%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (36.0%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (6.0%). La temporada templada dura 2.4 meses, del 25 de marzo al 5 de junio, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 21°C. El mes más cálido del año en Mineral del Monte.

Gráfica III.1. Temperatura máxima.



Gráfica III.2. Temperatura mínima

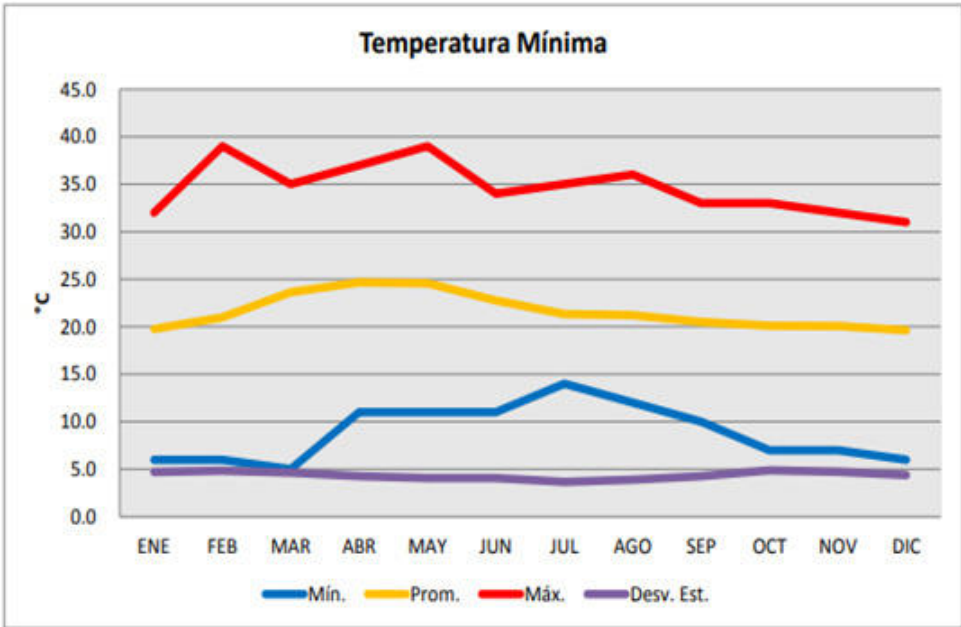


Tabla III.4. Temperatura mensual y anual en °C por estación meteorológica.

Mes	Estación Mineral del Monte
Enero	10.3
Febrero	11.5
Marzo	13.3
Abril	14.4
Mayo	14.2
Junio	13.5
Julio	12.3
Agosto	12.4
Septiembre	11.9
Octubre	11.1
Noviembre	10.8
Diciembre	10
Anual	12.1
Años de observación	34

Fuente: Carta de Climas 1:1,000,000

Gráfica III.3. Temperatura

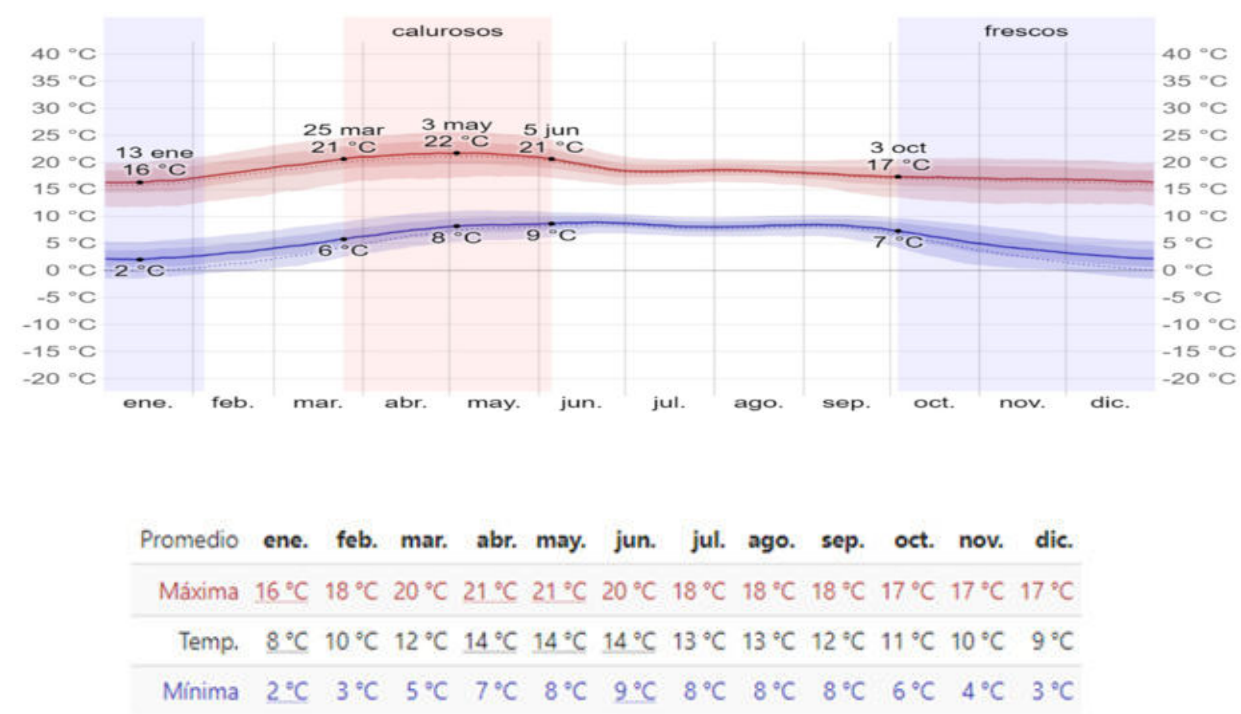


Tabla III.5. Temperatura mínima (°C).

Estación: 13016. Nombre: Mineral del Monte, Hidalgo.

Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
Enero	-5.0	4.3	11.0	2.3
Febrero	-4.5	4.7	11.0	2.7
Marzo	0.0	6.7	12.0	2.3
Abril	0.0	8.4	16.0	2.1
Mayo	0.0	8.6	16.0	2.3
Junio	2.0	9.3	17.0	2.2
Julio	1.0	8.8	15.0	2.0
Agosto	4.0	8.7	14.0	1.8
Septiembre	2.0	8.6	15.0	1.9
Octubre	-1.0	7.4	16.0	2.9
Noviembre	-2.0	5.8	13.0	2.7
Diciembre	-3.0	4.6	10.0	2.6
Total general	-5.0	7.1	17.0	2.9

Tabla III.6. Temperatura máxima (°C).

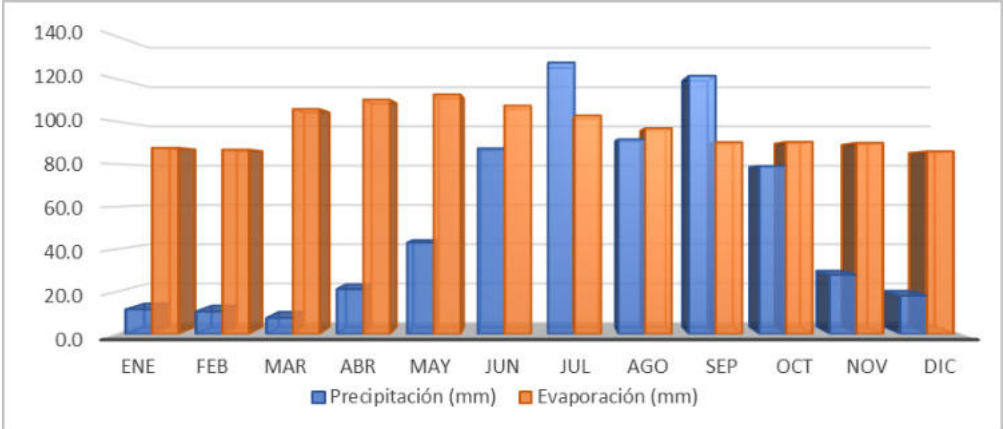
Estación: 13016. Nombre: Mineral del Monte, Hidalgo.

Mes	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
Enero	4.0	17.2	29.0	4.5
Febrero	7.0	18.5	29.0	4.3
Marzo	8.0	20.6	32.0	3.9
Abril	7.8	21.6	34.0	4.4
Mayo	10.0	22.1	35.0	4.2
Junio	11.0	20.2	32.0	4.3
Julio	9.0	18.2	28.0	4.0
Agosto	10.0	18.3	31.0	4.1
Septiembre	8.0	17.9	30.0	4.0
Octubre	5.0	17.4	36.0	4.7
Noviembre	6.0	17.4	29.0	4.4
Diciembre	7.0	16.9	28.0	4.0
Total general	4.0	18.8	36.0	4.6

Precipitación.

El municipio presenta una precipitación anual de 648 mm, presentándose la época de lluvia de junio a septiembre, mientras que de noviembre a marzo las precipitaciones son menores a los 30 mm (Schwarz, 2017), como se puede apreciar en la Tabla II.5. En el mes de julio se registran las mayores precipitaciones, mientras que en el mes de marzo se registran las menores precipitaciones (Grafica III.4).

Gráfica III.4. Precipitación mensual.



Fuente: Elaboración propia con información del Servicio Meteorológico Nacional.

Tabla III.7. Precipitación mensual.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	11.7	10.7	7.6	21.2	43.1	87.4	127.8	91.7	121.5	79.1	27.9	18.1
Evaporación (mm)	87.7	86.8	105.9	110.3	112.8	107.5	102.8	96.9	90.3	90.5	90.0	86.0

Fuente: Elaboración propia con información del Servicio Meteorológico Nacional.

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período de 31 días en una escala móvil centrado alrededor de cada día del año. Mineral del Monte tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación. El mes con más lluvia en Mineral del Monte es septiembre, con un promedio de 186 milímetros de lluvia.

Gráfica III.5. Precipitación anual y mensual.

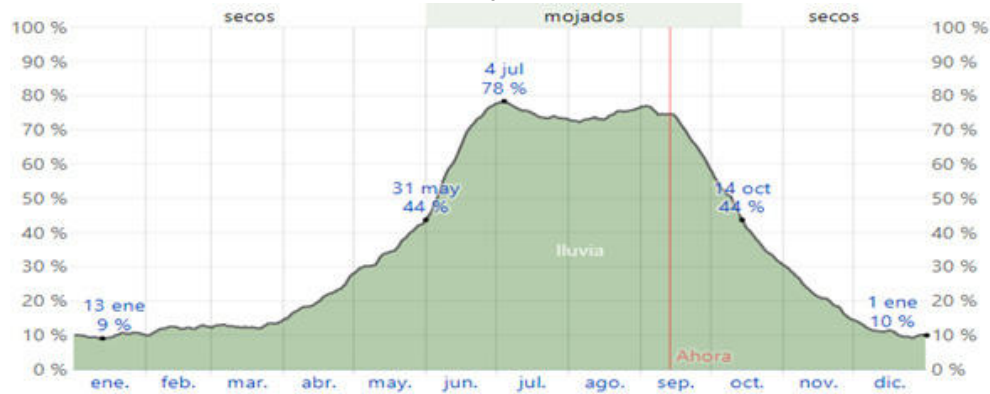
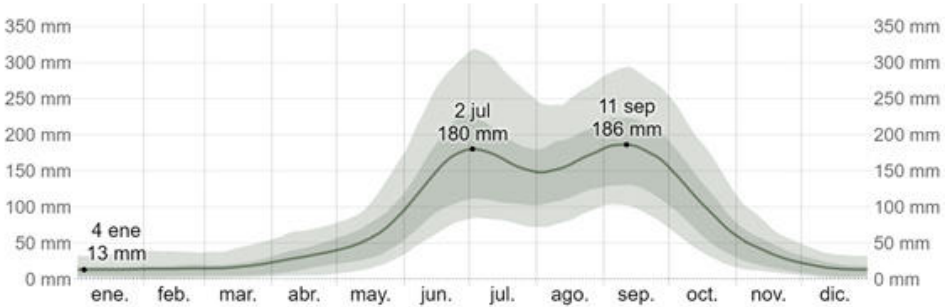


Tabla III.8. Precipitación anual y mensual promedio en milímetros por estación meteorológica.

Mes	Estación Mineral del Monte
Enero	18.9
Febrero	13.4
Marzo	49.8
Abril	42.2
Mayo	69
Junio	135
Julio	121.2
Agosto	127.4
Septiembre	186
Octubre	94.6
Noviembre	39
Diciembre	25.1
Anual	921.6
Años de observación	34

Fuente: Carta hidrológica de agua superficiales 1: 250 000

Figura III.6 Clima

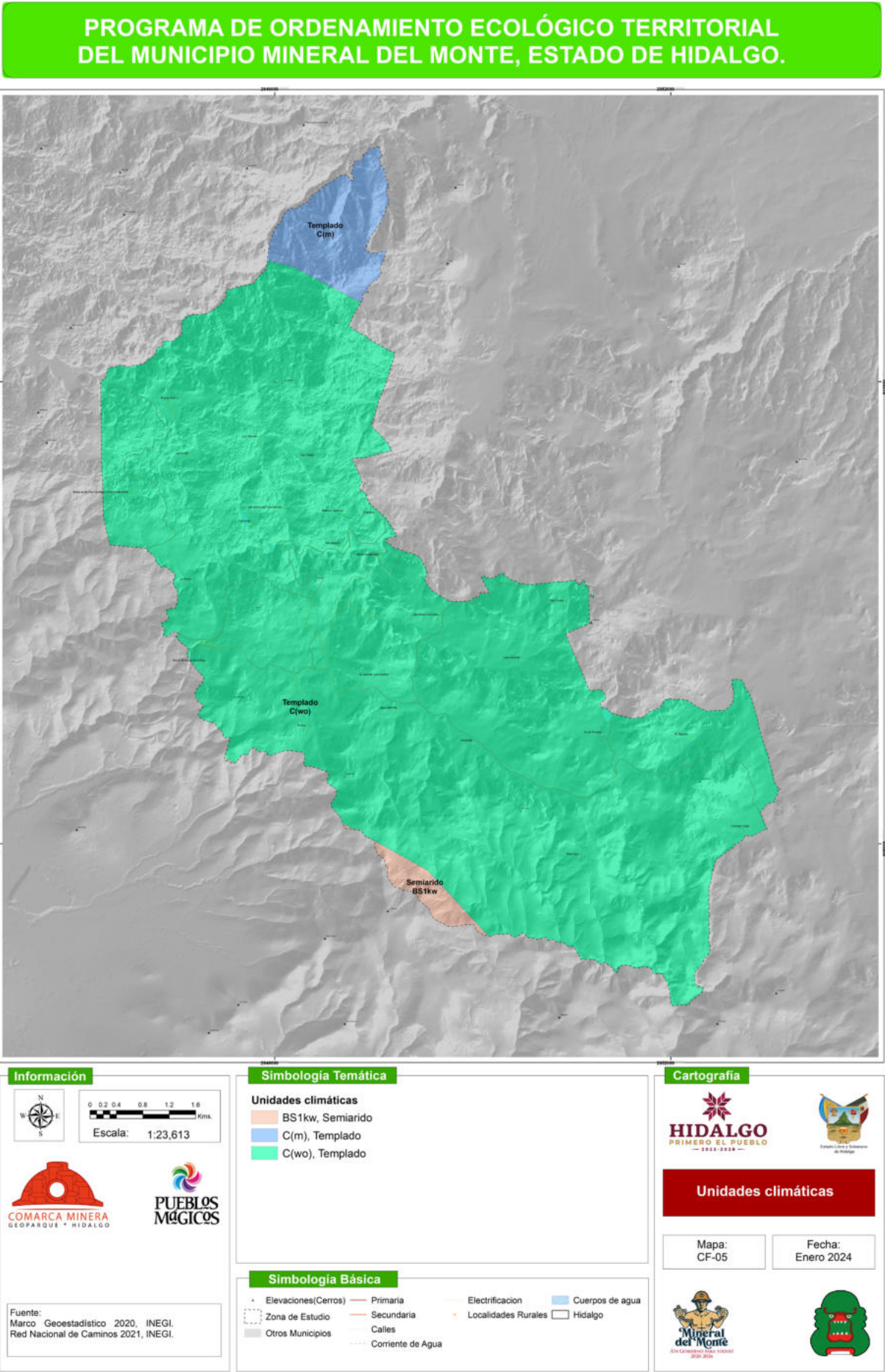
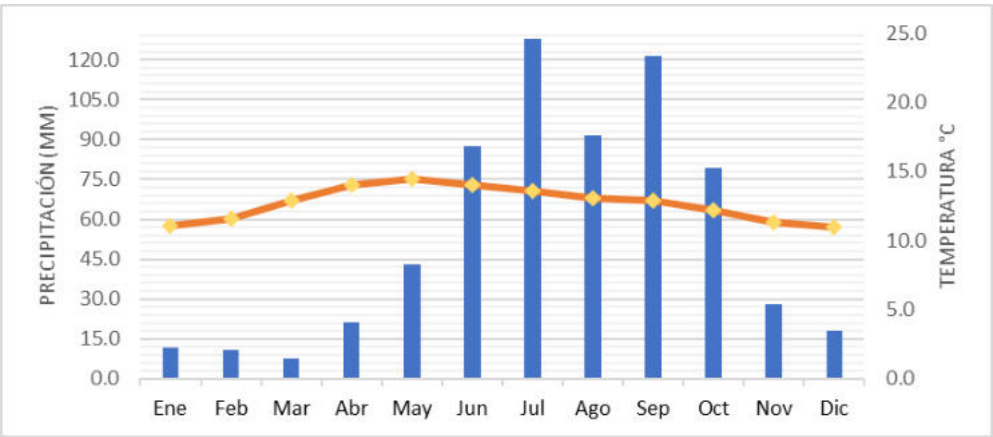


Climograma.

Los climogramas son diagramas que representan las precipitaciones y temperaturas medias mensuales. Se basan en dos sistemas de coordenadas superpuestos, uno para las precipitaciones y otro para las temperaturas. Tradicionalmente las precipitaciones mensuales se representan por medio de barras, y las temperaturas medias mensuales por una línea.

Se generó el climograma para el área de estudio como se muestra en la gráfica III.6, la oscilación térmica que se presenta en el sitio es de 3. 5° C, entre el mes más cálido y el mes más frío, de igual forma podemos apreciar un periodo de aridez entre los meses de noviembre a abril.

Gráfica III.6. Climograma Mineral del Monte.



Aire

El aire es el resultado de la mezcla de gases que componen la atmósfera terrestre, su composición y las proporciones de las sustancias que lo integran son variables: nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (de 0 a 7%), ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y gases nobles como pueden ser el criptón o el argón (1%). Los contaminantes atmosféricos tienen efectos negativos sobre la salud de la población, entre ellos, las enfermedades respiratorias y los problemas cardiovasculares.

El Inventario Nacional de Emisiones (INEM) proporciona un resumen de las emisiones totales por municipio, teniendo en cuenta diversas sustancias contaminantes. Estas sustancias incluyen partículas con un diámetro aerodinámico igual o menor a 10 micras (PM10), partículas con un diámetro aerodinámico igual o menor a 2.5 micras (PM2.5), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NOX), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH₃). El INEM proporciona un panorama integral de las emisiones de estas sustancias a nivel municipal.

De acuerdo con el INEM, en el año 2016 se registraron alrededor de 27 millones de toneladas de emisiones contaminantes. De este total, el 41% correspondió a emisiones generadas por fuentes naturales, mientras que el 59% provino de fuentes antropogénicas. Las fuentes naturales fueron responsables principalmente de la emisión de compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno.

Por otro lado, las fuentes antropogénicas contribuyeron con 8.2 millones de toneladas de monóxido de carbono (CO). De estas emisiones antropogénicas, el 63.4% se originó en fuentes móviles, mientras que el 33.1% provino de fuentes de área.

Según el inventario de emisiones en el Estado de Hidalgo, el monóxido de carbono (CO) es el contaminante más presente, con una emisión de 175,862 toneladas, seguido por el dióxido

de azufre con 147,245 toneladas. Estas emisiones son generadas principalmente por fuentes antropogénicas. Las fuentes antropogénicas representan el 68.4% de las emisiones totales a nivel estatal, lo que equivale a aproximadamente 524 mil toneladas. Estos datos resaltan la importancia de abordar y controlar las fuentes de emisión antropogénicas para reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad del aire en el Estado de Hidalgo (SEMARNAT, 2005).

Hidrología

Mineral del Monte se encuentra posicionado en la Región Valle de México, la cual se integra por municipios de tres estados (México, Hidalgo y Tlaxcala) y por las 16 alcaldías de la Ciudad de México. La subregión Valle de México, con una superficie de 9,700 mil km² y 19.6 millones de habitantes (59.1% y 95.6% del regional, respectivamente), se integra por 85 municipios de los cuales 39 pertenecen al estado de Hidalgo.

La población en la región al año 2005 fue de 20.54 millones de habitantes, de los cuales 19.69 millones se ubicaban en localidades de tipo urbano y sólo 0.85 millones en poblaciones de tipo rural. De acuerdo a las proyecciones del Consejo Nacional de Población (Conapo), la población en la región continuará en crecimiento a un ritmo promedio de 150,000 habitantes por año, lo que para el año 2030 significará 3.6 millones de habitantes. Por otra parte, en localidades rurales se contempla un incremento de tan sólo 93,000 habitantes al año 2030, es decir un crecimiento medio de 3,700 habitantes por año; en contraste, en localidades urbanas el crecimiento esperado es de 3.51 millones de habitantes, concentrados principalmente en los municipios conurbados de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

A lo largo de varios milenios, el deshielo y la lluvia crearon en el valle un complejo sistema acuífero, el cual alimentaba el sistema lacustre local, un sistema lacustre de tipo endorreico. A la llegada de los españoles a la cuenca, los lagos fueron víctimas de los

planes para desecar los vasos y poder librar a la ciudad de México de las terribles inundaciones que frecuentemente afectaban a la capital del virreinato novohispano, y posteriormente a la capital mexicana

Cuenca del Valle de México

La cuenca es el área geográfica por donde transita el agua hacia una corriente principal y luego hacia un punto común de salida. La cuenca es el territorio donde ocurre el ciclo hidrológico.

Debido a que las cuencas superficiales tienen límites físicos naturales muy claros y a que el agua que fluye por ellas puede acotarse a su territorio, se considera que la cuenca es la unidad geográfica más funcional para administrar el agua. Estados que se encuentran total o parcialmente dentro de los límites de la cuenca: 6 (Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala). Número de cabeceras municipales en la cuenca: 84 El Municipio cuenta con sólo tres sistemas de agua. Los tres pertenecen a la Vertiente del Golfo de México.

El primero de ellos constituido por el Río Amajac, el cual se origina en el anfiteatro que la Sierra de Pachuca forma al norte del Municipio; hasta hace relativamente poco tiempo, su mayor caudal se recibía del desagüe de algunas minas. Mas adelante, el río toma el nombre de El Carmen u Omitlán; posteriormente las aguas se unen al río Metztitlán o río Grande, formando el caudal que desemboca en Tamazunchale, San Luis Potosí, en el Río Moctezuma, el que a su vez desemboca, finalmente en el río Pánuco.

Tabla III.9. Cuenca.

Región		Cuenca		Subcuenca		% de la superficie municipal
Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre	
RH26	Panuco	D	R. Moctezuma	S	R. Amajac	63.55 %
				t	R. Tezontepec	26.26 %
				v	R. Metztitlán	10.19 %

Hidrología superficial

Mineral del Monte cuenta en su mayoría con corrientes intermitentes y sólo una pendiente perene ubicada hacia el norte de la cabecera municipal, así como varias corrientes intermitentes pertenecientes en su mayoría a la subcuenta del Río Amajac, la parte suroeste se encuentran escurrimientos comprendidos en la cuenca del Río Tezontepec y en la parte sureste los escurrimientos pertenecen a la cuenca del Río Metztitlán.

En Santa Rosalía y Calicanto se encuentran cuerpos de agua también hay presencia de agua subterránea por lo que el municipio cuenta con fuentes de abastecimiento que no han sido aprovechadas en su totalidad.

Tabla III.10. Corrientes de agua.

Nombre	Ubicación
El Manzano	RH26DS
Corrales	RH26DT
La Carolina	RH26DS
Las Canteras	RH26DS
Puente de Jarilla	RH26DS
Peñas Largas	RH26DT
Salazar	RH26DV
Chiquito	RH26DV
San Pedro	RH26DS

Fuente: Carta Hidrológica de aguas superficiales, 1: 50 000. INEGI Carta Topográfica 1:50 000.

A) Corrientes superficiales.

En el municipio de Mineral del Monte hay cuatro corrientes de agua superficial principales, dos de ellas drenan el agua del municipio con dirección Sur a Noreste, la primera se ubica en la parte Norte, en los límites del municipio y la segunda se encuentra en la parte central, ambas son del tipo perenne, mientras que la tercera y cuarta se ubican en la parte Sur del municipio, la tercera tiene un flujo de Sur a Norte y recibe el agua de las otros dos corrientes superficiales y la cuarta fluye de

Oeste a sur, delimitando al municipio con Epazoyucan, todas las corrientes son del tipo intermitente y solo presentan un flujo de agua constante en la época de lluvia.

B) Cuerpos de agua.

Los cuerpos de agua dentro del límite municipal de Mineral del Monte, son cuatro del tipo intermitente, dos ubicados en la parte Sur de la cabecera Municipal donde captan los escurrimientos superficiales y funcionan como presas rompe picos, regulando las avenidas; los otros dos se ubican, uno al este del municipio y el otro al Noroeste del municipio. Por otra parte, al Norte de la cabecera municipal podemos encontrar un cuerpo de agua perenne, el cual es alimentado por tres corrientes de agua.

C) Microcuencas.

Dentro del territorio municipal se identificaron cuatro microcuencas: dos de ellas sitúan gran parte de su superficie dentro de la subcuenca del río de las Avenidas, la microcuenca 1 se encuentra dentro de la subcuenca río Amajaque y la microcuenca 4 se ubica dentro de la subcuenca Río Metztitlán 1.

La microcuenca 1 abarca el 68.60% de la superficie del municipio y presenta un flujo de Sur a Norte. Su cauce principal fluye al este de la mancha urbana de la cabecera municipal y tiene su origen en la sierra ubicada al sur del municipio. Finalmente, desemboca en el cauce principal en dirección al municipio de Atotonilco el Grande.

Por otro lado, la microcuenca 2 cubre el 3.43% del territorio municipal y fluye en dirección norte a sur. Se encuentra contigua a la microcuenca 1 y desemboca en dirección de Pachuca de Soto. Esta microcuenca tiene su origen al sureste del municipio de Mineral del Chico.

La microcuenca 3 está ubicada en la parte sur del municipio y cubre el 19.11% de su superficie. Tiene su origen en la sierra sur del municipio de Mineral del Monte, al norte del municipio de Epazoyucan. El cauce principal de esta microcuenca fluye de

Norte a suroeste. Este cauce se encarga de recolectar las aguas superficiales del municipio y conducir las hacia la parte suroeste del mismo.

En cuanto a la microcuenca 4, pertenece a la subcuenca del río Metztitlán y se encuentra al sureste del municipio. Abarca el 8.87% del territorio municipal y su cauce principal fluye de sur a Norte. Esta microcuenca drena las aguas superficiales de la parte sureste del municipio.

D) Escurrimientos.

Los escurrimientos superficiales obedecen al comportamiento de las pendientes existiendo conducción natural de manera superficial y en donde las pendientes son más reducidas se presenta infiltración hacia los mantos acuíferos.

Tabla III.11. Superficie de microcuencas y porcentaje de superficie del municipio

Características	Cuenca	Subcuenca	Micro cuenca	Superficie (ha)	% superficie del municipio
Hidrología	Río Pánuco	Río Amajaque	1	8,625.33	68.60%
		Río de las Avenidas de Pachuca	2	6,101.37	3.43%
			3	4,543.29	19.11%
		Río Metztitlán 1	4	1,606.63	8.87%

Fuente: Elaboración propia.

Figura III.7 Subcuencas hidrológicas

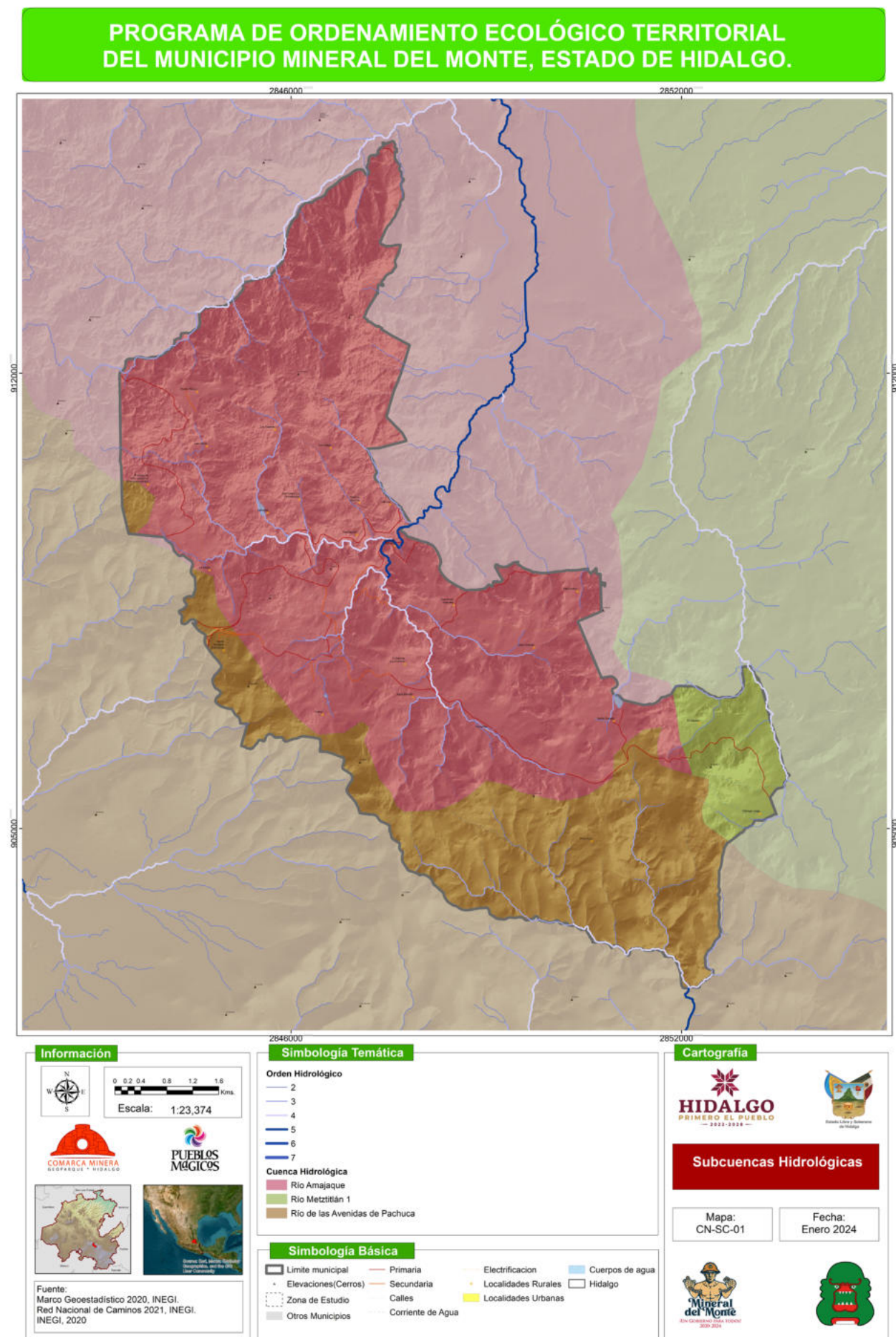
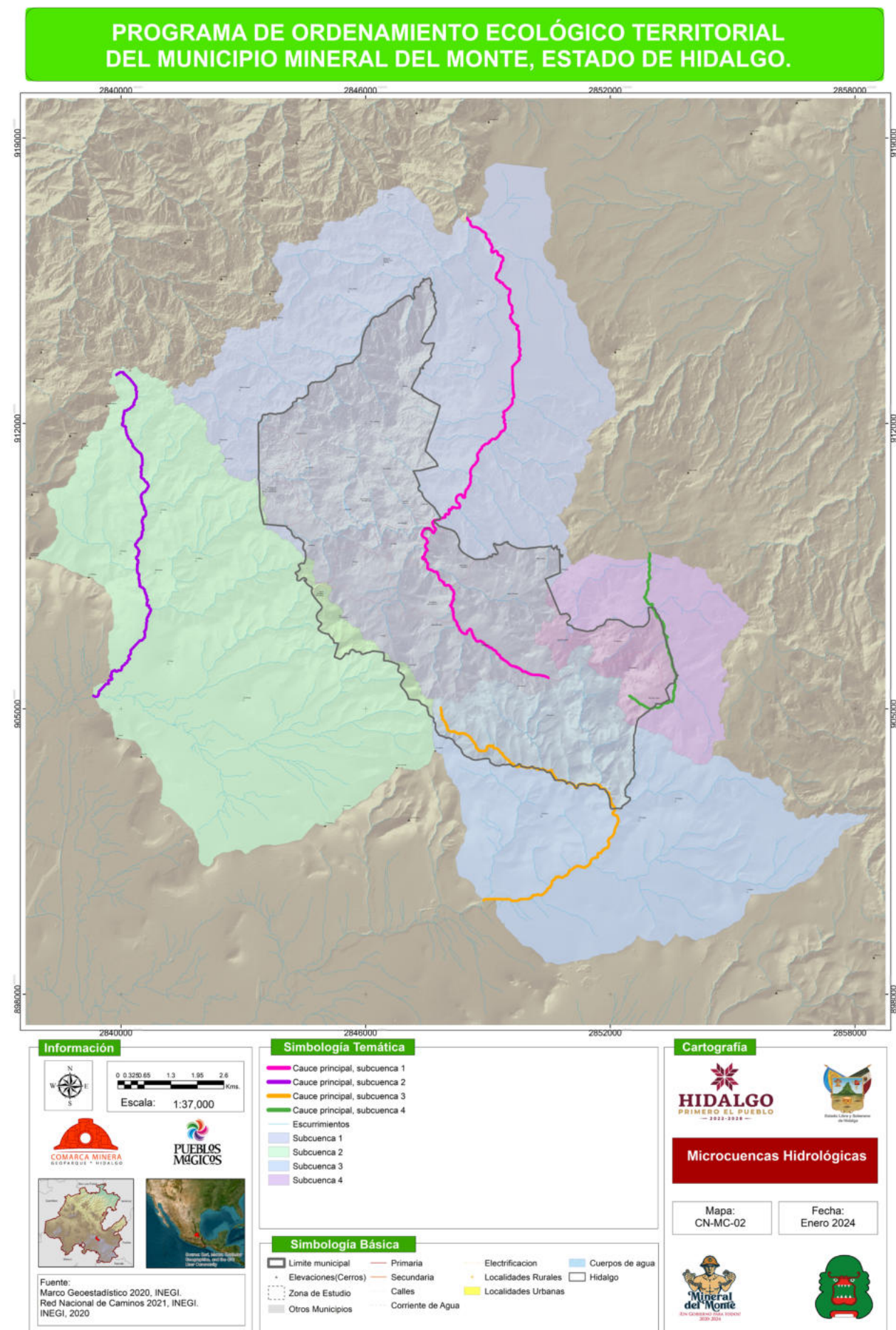


Figura III.8 Microcuencas hidrológicas

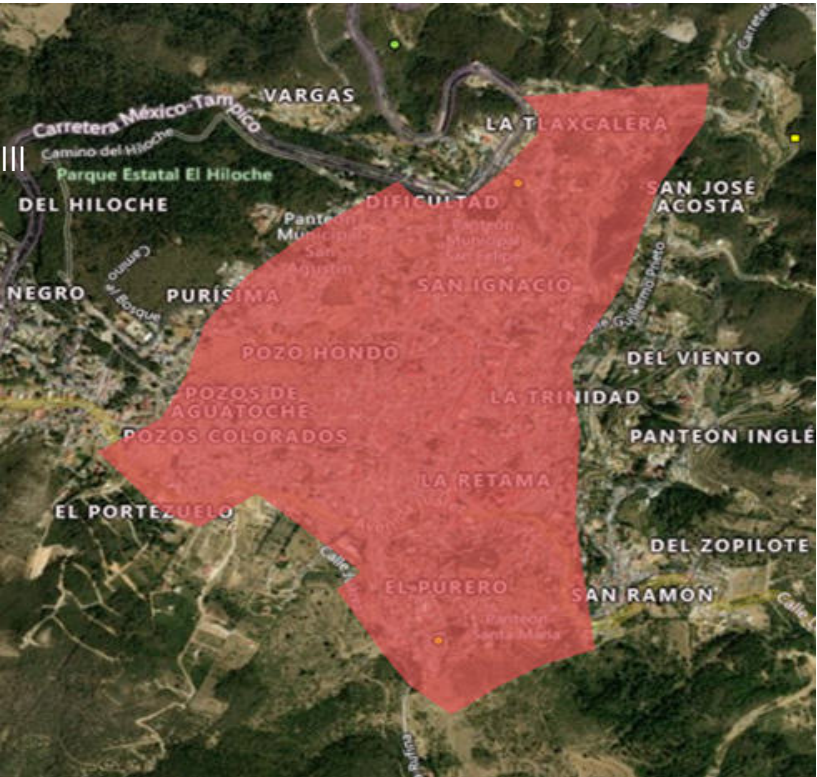


Hidrología subterránea

El municipio cuenta con una zona de recarga natural, sin embargo el subsuelo donde se encuentra asentada la cabecera municipal está afectada en su subsuelo por una serie de túneles producto de la actividad minera que han funcionado como un sistema de recolección de los escurrimientos superficiales los cuales se infiltran a través de las grietas en las rocas conduciéndolos por sus túneles formando una red hídrica subterránea por lo cual no se puede definir una capacidad de recarga, como es el caso de la Compañía Real del Monte donde toda el agua es conducida por gravedad a la mina San Juan que topográficamente se encuentra a una menor elevación.

En lo referente al agua subterránea el municipio de Mineral del Monte se ubica dentro del límite geográfico de tres Amajac, Huasca – Zoquital y Cuautitlán-Pachuca (Figura III.9). El agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento para el consumo humano.

Figura III.9 Agua subterránea.



Acuífero Amajac.

El acuífero Amajac, definido con la clave 1321 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción central del estado de Hidalgo, entre los paralelos 20° 07" y 20° 44" de latitud norte y entre los meridianos 98° 37" y 99° 11" de longitud oeste, cubre una superficie aproximada de 1,411km². Limita al norte con el acuífero Orizatlán, al este con los acuíferos Metztitlán y Huasca-Zoquital, al sur con Cuautitlán-Pachuca, al sur-suroeste con Actopan-Santiago de Anaya y al oeste con Ixmiquilpan.

Morfológicamente, el acuífero de Amajac se encuentra en una zona serrana, constituida al sur por materiales volcánicos y sedimentarios al centro y norte. El patrón de drenaje formado es de tres tipos, dendrítico, radial y rectangular. El segundo y tercer tipos están ampliamente regulados por las estructuras existentes; en el caso del radial, con zonas volcánicas y el rectangular, por la presencia de fracturas y fallas.

La densidad de drenaje es variada, intensa en donde afloran las intercalaciones de lutitas con areniscas y moderada, en las porciones en donde dominan las rocas volcánicas y las calizas. La mayoría de los escurrimientos son de régimen intermitente, todos ellos afluentes del río Amajac. Este río en el inicio y final de su recorrido tiende a ser perenne, debido a la presencia de manantiales que le aportan agua todo el año; en temporada de estiaje el río desaparece en la porción central del acuífero, donde los depósitos aluviales presentan mayor espesor.

Acuífero de Huasca – Zoquital.

El acuífero Huasca - Zoquital, con la clave 1315, cubre parte de los municipios de Acatlán, Atotonilco el Grande, Epazoyucan, Huasca de Ocampo, Mineral del Monte, Omitlán de Juárez y Singuilucan. El acuífero presenta una superficie aproximada de 467 km². Geográficamente, se localiza en la porción oriental del estado de Hidalgo, limitada al norte por el acuífero Metztitlán, al este y sureste con el Valle de Tulancingo, al ponente con Amajac y al sur con el acuífero interestatal Cuautitlán-Pachuca.

El área del acuífero en la zona tiene una extensión superficial aproximada de 180 km². Se extiende principalmente en el subsuelo de los valles y en los piedemontes de las sierras. El acuífero que se explota actualmente es de tipo libre, de permeabilidad media a alta, alojado en sedimentos conformados por sedimentos granulares en la parte superior y rocas volcánicas fracturadas correspondientes litológicamente al Grupo Pachuca, de amplias dimensiones y alta capacidad de almacenamiento, que tiene como principal fuente de recarga la Sierra de Pachuca. Su espesor varía de 100 a 250 m y tiene como basamento y fronteras laterales al flujo subterráneo a las rocas sedimentarias calcáreo-arcillosas del Cretácico correspondientes a las formaciones Soyatal y Méndez.

Las curvas de igual profundidad al nivel estático varían entre 3 y 145 m, valores registrados tanto en pozos como en norias. Las máximas profundidades se localizan en la porción central del acuífero, en las inmediaciones de los poblados de Montecillos y Cerritos, mientras que los menores valores se ubican en los alrededores de San Miguel Regla, en la porción central del área cubierta por la configuración y evidenciada por la presencia de múltiples manantiales. Las profundidades al nivel estático descienden de las partes altas, conformadas por la Sierra de Pachuca, hacia la región de Santa María Regla en la parte central de la zona, donde se registran valores de profundidad del orden de 3 metros. Por otra parte, hacia la región de Los Reyes Tepezalá se registraron valores de 73 m, los cuales disminuyen hacia la comunidad El Pedral en las inmediaciones de San Juan Hueyepan, donde se registraron valores cercanos a los 60 m.

De acuerdo con el censo de aprovechamientos realizado en el 2006, existe en el acuífero un total de 115 captaciones de agua subterránea; de las cuales 87 son manantiales, 10 norias y 18 pozos. Entre estos últimos se encuentran varios inactivos algunos de ellos equipados y 3 sin equipo. Cabe señalar que en la zona existen muchas más descargas naturales las cuales son evidentes prácticamente durante la época de lluvia.

De acuerdo con la CONAGUA, el acuífero tiene una recarga natural de 52.1 Mm³/año, una descarga natural comprometida de 36.9 Mm³/año, se tiene un volumen concesionado de agua subterránea de 4.02 Mm³/año, por lo anterior se determinó que la disponibilidad media anual del acuífero es positiva del orden de 10.57 Mm³/año.

Cuautitlán-Pachuca.

El acuífero de Cuautitlán-Pachuca se localiza al norte de la Ciudad de México, en el límite sureste del Estado de Hidalgo, comprendiendo alrededor de un 10% de su superficie total al Estado de México. El acuífero cubre una superficie 2850 km².

De acuerdo con la subdivisión hidrográfica realizada por la Gerencia Técnica de la GRAVAMEX, la Cuenca del Valle de México se encuentra dividida en once zonas hidrológicas que son: Xochimilco, Churubusco, Ciudad de México, Cuautitlán, Pachuca, Teotihuacán, Texcoco, Chalco, Apan, Tochac y Tecocomulco; mientras que la Cuenca del Río Tula está conformada por: El Salto, El Salado, Alfajayucan e Ixmiquilpan. En estas zonas se encuentran distribuidos los principales ríos de la región que son: Eslava, Magdalena, Mixcoac, Tacubaya, San Joaquín, Río Hondo, Río de los Remedios, Tlalnepantla, San Javier, Tepozán, Cuautitlán, de la Avenidas de Pachuca, San Juan Teotihuacán, Papalotla, Amecameca y de la Compañía para el Valle de México; y para Tula el Río El Salto, El Salado, Alfajayucan, Actopan y el Río Tula.

Tabla III.12. Superficie del municipio de Mineral del Monte por acuífero.

Características	Acuífero	Superficie (ha)	Porcentaje
Agua Subterránea	Amajac	3,073.83	57.58%
	Huasca - Zoquital	203.68	3.82%
	Cuautitlán-Pachuca	2,061.09	38.61%

Fuente: Elaboración Propia con información de CONAGUA, 2022.

Tabla III.13. Disponibilidad de agua subterránea por acuífero.

Acuífero	Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea	Descarga Natural Comprometida	Recarga Media Anual	Volumen de Extracción
	Millones de m3/año			
Amajac	4.996	161.8	166.0	9.8
Huasca - Zoquital	12.382	36.9	52.1	12.5
Cuautitlán-Pachuca	0.000	0.000	356.7	751.3

Fuente: Elaboración Propia con información de CONAGUA, 2022.

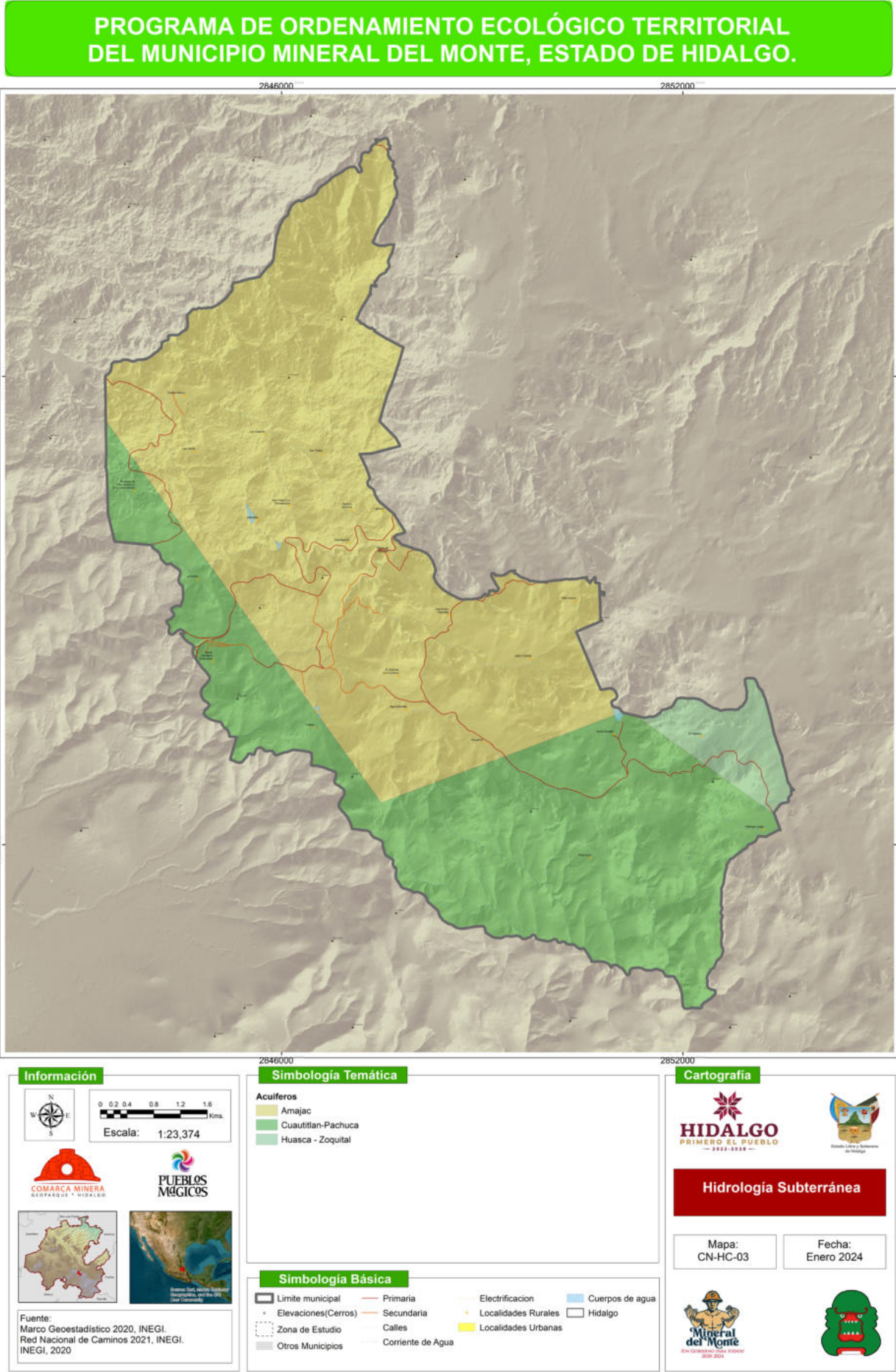
Fuentes de abastecimiento

De acuerdo con el REPDA, en el municipio de Mineral del Monte existen cuatro fuentes de agua, de las cuales una corresponde al tipo de agua superficial y tres al tipo de agua subterránea. Los usos del agua en el municipio son principalmente para el uso público urbano (97.34%) y para el uso acuacultura (2.66%), como se puede apreciar en la Tabla III.14, esta información fue obtenida REPDA al 31 de diciembre del 2022 (CONAGUA, 2010).

Adicional a este volumen, se tiene el que es suministrado para atender la demanda del distrito de riego Ajacuba.

En Mineral del Monte la administración de los recursos hídricos está regulados por la Comisión de Agua y Alcantarillado de Servicios Intermunicipales (CAASIM) la cual opera en sólo tres localidades: Mineral del Monte (cabecera municipal) Pueblo Nuevo y San Pedro Huizcotitla la primera se abastece del sistema de captación ubicado en Bandola y pozo de Téllez que bombea desde Pachuca hasta abastecer el tanque Rufina por medio de dos rebombes (2 Carlos y San Guillermo) y de ahí suministrado a la población con un caudal de 26 LPS en un sistema de tandeo cada tres días, la segunda por medio de un pozo en Pueblo Nuevo

Figura III.10 Hidrología subterránea.



y la tercera por medio de veneros; El centro urbano ha tenido serios problemas para su abasto. Desde hace muchos años se han emprendido innumerables acciones, sin que hasta la fecha se haya encontrado una óptima solución.

Tabla III.14. Origen del agua.

	Volumen de extracción (hm3/año)	No de fuentes de abastecimiento	Porcentaje de fuentes
Total	1.204	4	
Agua Subterránea	1.172	3	97.34%
Agua Superficial	0.032	1	2.66%

Usos	Extracción (hm3/año)			
	Total	Superficial	Subterránea	%
Acuacultura	0.032	0.032	0	2.66%
Uso Publico	1.172	0	1.172	97.34%

Fuente: Elaboración Propia con información de CONAGUA, 2022.

La Presa de Santa Rosalía, es el único vaso de captación con que se cuenta y es totalmente insuficiente, quedando como fuente de abastecimiento los manantiales y pozos.

En coordinación Federación, Estado y Municipio emprendieron en el año 2005 la realización de un ambicioso proyecto que concluido pretendía beneficiar hasta un poco más de 20,000 habitantes; los trabajos se realizaron para extraer agua del tiro Dificultad adicionales a los 35 L.P.S., que ya se tienen, es posible bombear desde el nivel 700 al 300 por cuenta de la Compañía Real del Monte y Pachuca, del nivel 300 a la superficie por el Gobierno el Estado y su distribución en la superficie por el Municipio. Al exterior de dicha mina existe una planta potabilizadora (la cual no está en operación) de allí se distribuyen a parte de la cabecera municipal (45%), en el nivel 300 de la mina se utilizan dos equipos de bombeo, uno de 250 H.P. Y otro de 25 H.P. Sin embargo, este proyecto no se encuentra en operación y es recomendable

retomarlo pues se tiene concesionada a nombre de la CAASIM la explotación del pozo el cual tiene una disponibilidad hidráulica superior a los 2,000,000.00 m³/anuales, con los cuales es posible solucionar los problemas de abastecimiento tanto del Municipio

En la localidad de Bandola se encuentra otra captación en un socavón cual afora un caudal de 9.5 LPS el cual es conducido por bombeo y rebombeo hacia el tanque La Dificultad la cual abastece al 45% de la cabecera municipal es necesario realizar acciones de re aprovechamiento para esta captación con lo que podría dar la dotación necesaria para abastecer a la población.

Las localidades más alejadas de cabecera municipal y de las poblaciones urbanas se abastecen por medio de manantiales los cuales se tienen concesiones al Municipio y a particulares, pero destinadas al uso público, es importante señalar que debido a la dispersión poblacional en un análisis costo beneficio no es viable la introducción de infraestructura por lo cual se recurre a esta alternativa.

Existen 26 fuentes de abastecimiento concesionada para el uso público las cuales generan 2,318,510 m³ anuales de las cuales 25 están a nombre del Municipio siendo manantiales.

Tabla III.15. Fuentes de Abastecimiento para Mineral del Monte/ CartoCrítica Investigación, mapas y Datos para la Sociedad Civil

Titular	Título	Volumen anual concesionado (m³ /a)	Uso que ampara el título	Uso agrupado	Fecha de registro	Región hidrológica	Tipo de aprovechamiento	Cuenca	Fuente	Afluente
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105137/26HO-GE99	4,174	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial el tanque	Arroyo la hacienda
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105137/26HO-GE99	4,100	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial barranca	Arroyo la hacienda
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105137/26HO-GE99	4,100	Público urbano	Abastecimiento público	01/06/1999	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial el aile	Arroyo la hacienda

Titular	Título	Volumen anual concesionado (m ³ /a)	Uso que ampara el título	Uso agrupado	Fecha de registro	Región hidrológica	Tipo de aprovechamiento	Cuenca	Fuente	Afluente
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105140/26HO-GE99	1,285	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial San Felipe	Arroyo la carolina
Municipio de Mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	77,760	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Arroyo el manzano	Arroyo sin nombre
Comisión de agua y alcantarillado de sistemas intermunicipales	13HGO106455/26H-QDL09	2,070,000	Público urbano	Abastecimiento público	10/02/2012	Pánuco	Subterráneo	Río pánuco		
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105135/26HO-GE99	201	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial rufina	Arroyo san pablo
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105135/26HO-GE99	201	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial sin nombre	Arroyo sin nombre
Municipio de Mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	4,100	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial no 2	Arroyo sin nombre
Municipio de Mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	4,100	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial no 1	Arroyo sin nombre
Municipio de Mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	4,100	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial no 3	Arroyo sin nombre
Municipio de mineral del monte	13HGO102606/26HO-GE99	4,101	Público urbano	Abastecimiento público	09/12/1998	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial no 4	Arroyo sin nombre
Municipio de Mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	6,307	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial la escalera	Arroyo sin nombre
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105141/26HO-GE99	1,714	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial pozo principal	Arroyo sin nombre
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105139/26HO-GE99	438	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial pozo las penas	Arroyo puente de Jarilla
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105136/26HO-GE99	1,278	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río pánuco	Manantial pozo Santa Rosalia	Arroyo puente de Jarilla
Municipio de Mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	2,208	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial no 1	Arroyo sin nombre
Municipio de Mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	15,768	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial no 3	Arroyo sin nombre
Municipio de Mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	15,768	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial no 1	Arroyo sin nombre
Municipio de Mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	31,536	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Mineral del monte no 2	Arroyo sin nombre

Titular	Título	Volumen anual concesionado (m3/a)	Uso que ampara el título	Uso agrupado	Fecha de registro	Región hidrológica	Tipo de aprovechamiento	Cuenca	Fuente	Afluente
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105138/26HO-GE99	12,167	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial Santa Rosalia II	Arroyo puente de Jarilla
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105138/26HO-GE99	12,167	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial Santa Rosalia II	Arroyo puente de Jarilla
Municipio de Mineral del Monte	13HGO105138/26HO-GE99	12,167	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial Santa Rosalia III	Arroyo puente de Jarilla
Municipio de mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	946	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial no 2	Arroyo sin nombre
Municipio de mineral del Monte	13HGO102606/26HO-GE98	6,307	Público urbano	Abastecimiento público	08/12/1998	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial los laureles	Arroyo sin nombre
Municipio de mineral del Monte	13HGO105134/26HO-GE99	21,517	Público urbano	Abastecimiento público	31/05/1999	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial el jilguero	Arroyo Zalazar
Municipio de mineral del Monte	13HGO102474/26HN-GE98	546,984	Público urbano	Abastecimiento público	25/01/1999	Pánuco	Subterráneo	Río Pánuco		

También existen aprovechamientos de agua superficial concesionados a particulares con extracciones superficiales y subterráneas generando en conjunto 219,885 m³ anuales.

Tabla III.16. Fuentes de Abastecimiento para Particulares/ CartoCrítica Investigación, mapas y Datos para la Sociedad Civil

Titular	Volumen anual concesionado (m3/a)	Uso que ampara el título	Uso agrupado	Fecha de registro	Región hidrológica	Tipo de aprovechamiento	Cuenca	Fuente	Afluente
Privado	274	Domestico	Abastecimiento público	11/02/1999	Pánuco	Subterráneo	Río Pánuco		
Privado	2,372	Público Urbano	Abastecimiento público	19/08/2003	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Manantial Los Cajones	Arroyo Las Canteras
Privado	16,020	Agrícola	Agrícola	15/12/1998	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Arroyo Alaguajio	Río Jalpa
Privado	192,264	Público Urbano	Abastecimiento público	19/08/2003	Pánuco	Superficial	Río Pánuco	Arroyo Las Canteras	Río El Manzano
Privado	1,664	Acuacultura	Agrícola	11/08/2017	Pánuco	Subterráneo	Río Amajaque		

Calidad del agua

En el apartado de hidrología superficial se mencionó que al Oeste del municipio se encuentra la Presa el Jaramillo. a época húmeda del año es la que suministra el aporte acuífero a la presa, junto con algunos arroyos y manantiales que la mantienen en niveles altos de su capacidad la mayor parte del tiempo.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha llevado a cabo diversos análisis de la calidad del agua superficial en el país. En el caso del municipio de Mineral del Monte, se ha establecido un punto de muestreo cercano. El punto de muestreo es la presa llamada Presa el Jaramillo (DLHID5498), En este punto de muestreo se muestran niveles de contaminación bajos, lo que lo clasifica como un sitio con buena calidad. Los valores obtenidos en los sitios de muestreo se presentan en la Tabla III.17, su ubicación se muestra en la Figura III.10

Además, es importante destacar que el municipio carece de plantas de tratamiento de aguas residuales. Como resultado, las aguas residuales generadas tanto en la cabecera municipal como en las localidades del municipio son descargadas directamente a canales o escurrimientos superficiales, lo cual tiene un impacto negativo en la calidad de las aguas superficiales.

En relación a la calidad del agua de los acuíferos, se han seleccionado dos puntos de muestreo por parte de CONAGUA. Uno de ellos se encuentra en el acuífero Amajac, el sitio es el Pozo Mina Dificultad (DLHID1419) ubicado dentro del municipio de Mineral del Monte. La elección de este sitio se basa en la dirección del flujo de agua subterránea, que es de Oeste a Este. Ambos puntos de muestreo se encuentran en el nivel de alerta verde, lo cual indica que presentan un grado de contaminación muy bajo. Los valores correspondientes a cada uno de los parámetros analizados se detallan en la Tabla III.18, de igual forma su ubicación se muestra en la Figura III.10..

Tabla II.17. Calidad del agua superficial.

Clave	DLHID5498
Sitio	Jaramillo 1
Latitud	20.1722
Longitud	-98.7315
Cuenca	Río de Las Avenidas de Pachuca
Municipio	Pachuca de Soto
Cuerpo de agua	Presa Jaramillo
Tipo de cuerpo de agua	Léntico
Subtipo	Presa
Coliformes Fecales NMP 100mL	<3 Excelente
DBO mg/L	4.89 Buena calidad
DQO mg/L	28.49 Aceptable
SST mg/L	11.5 Excelente
Escherichia coli NMP 100mL	<3 Excelente
Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto	19.2 Contaminada
Toxicidad, Daphnia Magna 48 horas	<1 No Toxico
Valor de Toxicidad, Vibrio Fisheri, 15 minutos	<1 No Toxico
Semáforo	Verde
Contaminantes	DBO, DQO, CF, E COLI, OD%L, TOX_L,

Fuente: Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA), CONAGUA, 2021.

Tabla III.18. Calidad del agua subterránea.

Clave	DHLI1418	DHLI1419	DH1420
Sitio	Mina San Juan	Mina Dificultad	Los Berros
Municipio	Pachuca de Soto	Mineral del Monte	Omitlán de Juárez
Acuífero	Cuautitlán-Pachuca	Amajac	Amajac
Sitio de muestreo	Pozo Mina San Juan	Pozo Mina Dificultad	Manantial Los Berros
Latitud	20.13577	20.14541	20.20887
Longitud	-98.72797	-98.67317	-98.6443
Alcalinidad Total mg/L	160.88	72	66.79
	Alta	Baja	Baja
Conductividad mS/cm	1701.85	153.4	175.1
	Coducible para riego	Excelente para riego	Excelente para riego
SDT M mg/L	1218	119	145.04
	Cultivos con manejo especial	Excelente para riego	Excelente para riego
	Ligeramente salobres	Potable dulce	Potable dulce
Fluoruros mg/L	0.5791	0.215	<0.2
	Media	Baja	Baja
Dureza total mg/L	1180.325	50.8	50.5
	Muy dura e indeseable usos industrial y domestico	Potable-suave	Potable-suave
Coliformes Fecales NMP/100 mL	<1.1	<1.1	<1.1
	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Nitrógeno de Nitratos mg/L	0.13545	0.3578	1.35875
	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente

Clave	DHLI1418	DHLI1419	DH1420
Arsénico Total mg/L	<0.01	<0.01	<0.01
	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Cadmio Total mg/L	<0.003	<0.003	<0.003
	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Mercurio Total mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Plomo Total mg/L	<0.005	<0.005	<0.005
	Potable - Excelente	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Manganeso Total mg/L	3.12494375		
	Puede afectar la salud	0.025864286	Potable - Excelente
Hierro Total mg/L	0.4331625	0.02170625	0.0694375
	Sin efectos en la salud puede dar color al agua	Potable - Excelente	Potable - Excelente
Semáforo	Amarillo	Verde	verde
	DT,MN,FE,		
Cumple_con_NO3	Si	Si	Si

Fuente: Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RENAMECA), CONAGUA, 2021.

Figura III.11 Calidad del agua.

