



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
HIDALGO**

ESCUELA SUPERIOR DE ZIMAPÁN

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN PROCESAMIENTO
DE RECURSOS MINERALES**

TESIS

**Historia de la Minería en Zimapán:
Comparativo de Hechos Históricos con la
Minería en la Región de la Sierra Gorda**

Para obtener el título de
Licenciado en Ingeniería en Procesamiento de Recursos Minerales

PRESENTA

Edgar García Rangel

Director (a)

Dr. Víctor Hugo Flores Sánchez

Codirector (a)

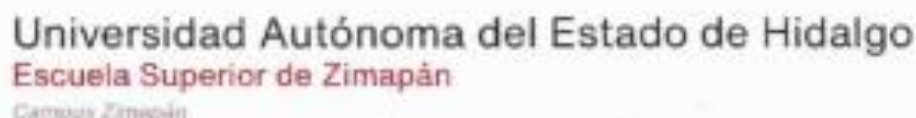
Dra. Leydi Diana Morales Díaz

Comité Tutoría

Mtra. Francisca Alvarado Sevilla

Ing. Julio Paz Palacios Rodríguez

Zimapán de Zavala, Hidalgo, México, noviembre 2025



Oficio Núm. ESZ/423/2025

Mtra. Ojuky del Rocio Islas Maldonado
Directora de Administración Escolar
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

PRESENTE

Por este medio nos permitimos comunicarle que después de haber realizado la revisión del trabajo de tesis desarrollado por el pasante de la Licenciatura en Ingeniería en Procesamiento de Recursos Minerales **EDGAR GARCÍA RANGEL** con número de cuenta 339818 los miembros del jurado han manifestado a la dirección de esta escuela que su trabajo cumple con los requisitos establecidos por la normativa universitaria para ser presentado en examen profesional correspondiente, por lo que se autoriza la impresión de su tesis titulada: **"HISTORIA DE LA MINERÍA EN ZIMAPÁN: COMPARATIVO DE HECHOS HISTÓRICOS CON LA MINERÍA EN LA REGIÓN DE LA SIERRA GORDA"**.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

Dr. Víctor Hugo Flores Sánchez
PRESIDENTE

Ing. Julio Paz Palacios Rodriguez
SECRETARIO

Dra. Leydi Diana Morales Diaz
VOCAL

Dra. Francisca Alvarado Sevilla
SUPLENTE

Sin otro particular, le reitero a usted la seguridad y mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
Zimapán de Zavala, Hidalgo a 28 de noviembre de 2025

Dr. César Amador Ambríz
Director

Ay, Jorge Preciado Terán s/n Col. Nueva Reforma,
Zimapan, Hidalgo; C.P. 42330
Teléfono: 771 717 26 00 Ext. 50701
cs21@uach.edu.mx



Dedicatoria

A mi madre, Ángela Rangel, por ser el corazón de mi vida y el faro que siempre ha iluminado mi camino. Gracias por tu amor incondicional, por tus abrazos llenos de calma en los días difíciles y por tus sabias palabras que siempre han sido mi refugio y mi guía. Tu fortaleza, paciencia y entrega me han enseñado que no hay obstáculo imposible cuando se tiene fe, amor y esperanza. Esta meta también es tuya, porque cada uno de mis logros lleva impreso el esfuerzo y el cariño que me has brindado desde siempre.

A mi padre, Edgar García, por ser el ejemplo más grande de perseverancia, responsabilidad y esfuerzo. Gracias por mostrarme, con tu vida y tus acciones, que el trabajo constante y el sacrificio son el camino hacia los sueños. Tus consejos, tu apoyo silencioso y tu confianza en mí han sido una fuente inagotable de motivación. Este logro es también un homenaje a tus enseñanzas, que guardo en lo más profundo de mi corazón.

A mi hermana, Angelita García, por su alegría contagiosa, por su cariño sincero y por recordarme cada día el valor de la familia. Gracias por estar presente en los momentos importantes, por tus palabras alentadoras y por esa energía positiva que siempre logras transmitir.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a mis asesores de tesis, el Doctor Víctor Hugo Flores, por su invaluable orientación, su paciencia y su compromiso en cada etapa de este trabajo. Sus conocimientos, consejos y exigencia académica no solo contribuyeron al desarrollo de esta investigación, sino también a mi crecimiento personal y profesional. Gracias por creer en mí y por compartir su experiencia con tanta dedicación y generosidad.

A la Escuela Superior de Zimapán de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, mi más sincero reconocimiento por abrirme las puertas del conocimiento y brindarme una formación integral que ha dejado huella en mi vida. Gracias por cada oportunidad de aprendizaje, por el acompañamiento constante.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron con su presencia, sus palabras o su ejemplo a que este sueño se hiciera realidad.



*“Toda gran construcción empieza con un
pequeño mineral.”*
- Edgar García



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Escuela Superior de Zimapán



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

**“Historia de la Minería en Zimapán: Comparativo de Hechos
Históricos con la Minería en la región de la Sierra Gorda”**



INDICE DE CONTENIDO

Lista de figuras.....	i
Lista de tablas	ii
 CAPITULO 1. INTRODUCCION.....	 1
 CAPITULO 2. MARCO CONTEXTUAL	
2.1 ubicación geográfica y características físicas de la sierra gorda de Hidalgo y Zimapán....	2
2.2 Breve Reseña Histórica y Evolución de la Minería en la Región.....	3
2.3 Contexto Social y Cultural.....	4
2.4 Impactos ambientales de la minería en la Sierra Gorda y Zimapán.....	5
2.5 Importancia Regional y Nacional de la Minería en la Sierra Gorda y el Distrito Minero Zimapán.....	6
2.6 Estudios Previos y Antecedentes Relevantes.....	7
 CAPITULO 3. ANTECEDENTES	
3.1 HISTORIA DE LA MINERÍA EN ZIMAPÁN Y LA SIERRA GORDA, CONTEXTO MUNDIAL	
3.1.1. Primeros Asentamientos Prehispánicos en la Sierra Gorda (8000 a.C. – 1521 d.C.).....	9
3.1.1.1 Métodos y Técnicas de Extracción.....	10
3.1.1.2 Procesamiento de Minerales.....	12
3.1.1.3 Principales Minerales Explotados.....	13
3.1.1.4 Impacto Social y Económico en las Comunidades Prehispánicas.....	14
3.1.1.5 Retos y Adaptaciones.....	15
3.1.1.6 Hechos Importantes En Otras Regiones del Mundo (8000 a.C. – 4000 a.C.).....	16
3.1.1.7 Evolución de la Minería en Zimapán Hidalgo.....	19
3.1.1.8 El Trueque.....	20
3.1.1.9 Hechos Importantes En Otras Regiones Del Mundo (4100 a.C. – 1200 a.C.).....	21
3.1.1.10 Influencia de Olmecas en Zimapán (1250 años a.C.).....	22
3.1.1.11 Primeras explotaciones	
3.1.1.12 Epiolmeca	23
3.1.1.13 Auge prehispánico y sus etapas año 1 d.C.....	24



3.1.1.14 Hechos importantes en otras regiones del mundo (1200 a.C. – 1200 d.C.).....	26
3.1.2. Conquista y colonización (año 1500 – 1800).....	28
3.1.2.1 Introducción del Método de Patio.....	30
3.1.2.2 Establecimiento de Reales de Minas Zimapán.....	31
3.1.2.3 Descubrimiento y Desarrollo de la Mina Lomo de Toro en Zimapán, Hidalgo.....	32
3.1.2.4 Desarrollo y Auge de la Minería Durante la Colonia.....	33
3.1.2.5 Impacto Económico.....	34
3.1.2.6 Descubrimiento del elemento vanadio en Zimapán, Hidalgo.....	35
3.1.2.7 Construcción de la parroquia San Juan Bautista 1822.....	36
3.1.2.8 Hechos importantes en otras regiones del mundo (1500 – 1800).....	38
3.1.3 Periodo de independencia y su impacto en la minería (año 1810 - 1900).....	40
3.1.3.1 Hechos importantes en otras regiones del mundo (año 1810 – 1900).....	44
3.1.4 Revolución y siglo XX (1900 – 2000).....	45
3.1.4.1 Modernización de Técnicas y Maquinaria	
3.1.4.2 Innovaciones en el Procesamiento de Minerales.....	46
3.1.4.3 Cambios en la Legislación y su Impacto.....	47
3.1.4.4 Principales Empresas Mineras en la Región.....	49
3.1.4.5 Conflictos sociales y ambientales.....	50
3.1.4.6 Modernización global.....	51
3.1.4.7 Hechos importantes en otras regiones (año 1900 – 2000).....	54
3.1.5 Minería en la actualidad desde 2001	
3.1.5.1 Contexto Económico y Social.....	56
3.1.5.2 Impacto Ambiental y Social.....	57
3.1.5.3 Desafíos Ambientales.....	60
3.1.5.4 Problemas Sociales.....	61
3.1.5.5 Regulación y Cumplimiento de Normativas.....	62
3.1.5.6 Competencia y Sostenibilidad Económica.....	63
3.1.5.7 Principales Minerales y su Demanda en el Mercado Global.....	66
3.1.5.8 Tendencias Positivas a Nivel Global.....	67
3.1.6 Proyectos Sustentables en la Minería.....	70



3.1.6.1 Iniciativas de Minería Verde.....	70
3.1.6.2 Programas de Responsabilidad social empresarial.....	73
3.1.6.3 Casos de Éxito en la Región.....	74
 CAPÍTULO 4. JUSTIFICACION.....	 78
 CAPÍTULO 5. OBJETIVO.....	 79
 CAPÍTULO 6. HIPÓTESIS.....	 80
 CAPÍTULO 7. MARCO TEÓRICO.....	 82
 CAPÍTULO 8. METODOLOGÍA.....	 86
 CAPÍTULO 9. RESULTADO Y ANÁLISIS DE RESULTADO.....	 89
 CONCLUSIÓN.....	 99
 BIBLIOGRAFIA.....	 101



LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación del municipio de Zimapán en el estado de Hidalgo.....	2
Figura 2.	Grafica de producción en Hidalgo en 2023.....	6
Figura 3.	Diagrama de pastel de las estadísticas de empleo en Hidalgo.....	7
Figura 4.	Recreación artística de fabricación de utensilios y herramientas por el hombre.....	11
Figura 5.	Minería de galerías.....	12
Figura 6.	Técnicas de calentamiento para la separación de minerales...	13
Figura 7.	Agricultura prehispánica.....	18
Figura 8.	Intercambio de bienes.....	21
Figura 9.	Imagen de la cerámica negra arqueológica.....	24
Figura 10.	Minería en el periodo clásico medio superior.....	25
Figura 11.	Llegada de conquistadores a la Sierra Gorda.....	28
Figura 12.	Indígenas trabajando para los españoles.....	30
Figura 13.	Cartografía de 1579.....	31
Figura 14.	Representación de innovaciones tecnológicas.....	34
Figura 15.	Retrato de Andrés Manuel del Rio, descubridor del elemento Vanadio.....	36
Figura 16.	Primera construcción religiosa erigida por franciscanos.....	37
Figura 17.	Parroquia San Juan Bautista Zimapán.....	38
Figura 18.	Abandono de minas en Hidalgo.....	41
Figura 19.	Nuevas tecnologías para la minería.....	42
Figura 20.	Implementación de bandas transportadoras en planta de beneficio.....	47
Figura 21.	Habitantes de localidades del municipio de Zimapán, Hidalgo, afectados por el traslado de desechos de minería	51
Figura 22.	Monumento al Minero.....	56
Figura 23.	Riesgo de desequilibrio ecológico tras derrumbe.....	70
Figura 24.	Proyectos sustentables.....	62



Figura 25.	Restauración de minas.....	72
Figura 26.	Reciclaje de agua.....	74
Figura 27.	Remediación ambiental.....	75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Época Prehispánica.....	18
Tabla 2.	Época Colonial.....	42
Tabla 3.	Siglo XX.....	52
Tabla 4.	Actualidad.....	68
Tabla 5.	Línea de tiempo	89



CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

La minería en la Sierra Gorda de Hidalgo y el distrito minero Zimapán ha sido una actividad fundamental desde tiempos ancestrales, moldeando la economía, la cultura y la sociedad de la región. Sin embargo, a pesar de su relevancia histórica y actual, no existe un documento oficial, completo y accesible que recopile y explique la evolución de esta actividad desde la época prehispánica hasta la actualidad.

Esta ausencia representa una limitante para el conocimiento público, la valoración del patrimonio cultural y el fortalecimiento de la identidad regional. La información disponible suele estar fragmentada, dispersa en diversas fuentes técnicas, académicas o de difícil acceso para la población general, lo que dificulta que la comunidad local, y especialmente las nuevas generaciones, conozcan y comprendan el papel crucial que ha jugado la minería en el desarrollo social y económico de su territorio.

Por ello, surge la necesidad de elaborar un documento integral, que no solo recopile datos históricos y técnicos, sino que también sea accesible y didáctico para todo tipo de lectores, desde estudiantes de primaria hasta especialistas en la materia. Este recurso sería un aporte significativo para la región, ya que permitiría preservar, difundir y valorar la historia minera de la Sierra Gorda y el distrito Zimapán, fortaleciendo así el sentido de identidad y pertenencia.



Capítulo 2. MARCO CONTEXTUAL

2.1 Ubicación Geográfica y Características Físicas de la Sierra Gorda de Hidalgo y Zimapán

El distrito minero Zimapán, ubicado en la sierra gorda de Hidalgo se encuentran geográficamente ubicados en el noreste del estado de Hidalgo, México, formando parte de la Sierra Madre Oriental, una de las cadenas montañosas más importantes del país. Esta región se caracteriza por una topografía abrupta y accidentada, con elevaciones que oscilan entre los 1,000 y más de 3,000 metros sobre el nivel del mar, lo que influye directamente en el clima, la vegetación y las actividades económicas predominantes. (Fig. 1 INEGI, 2020)

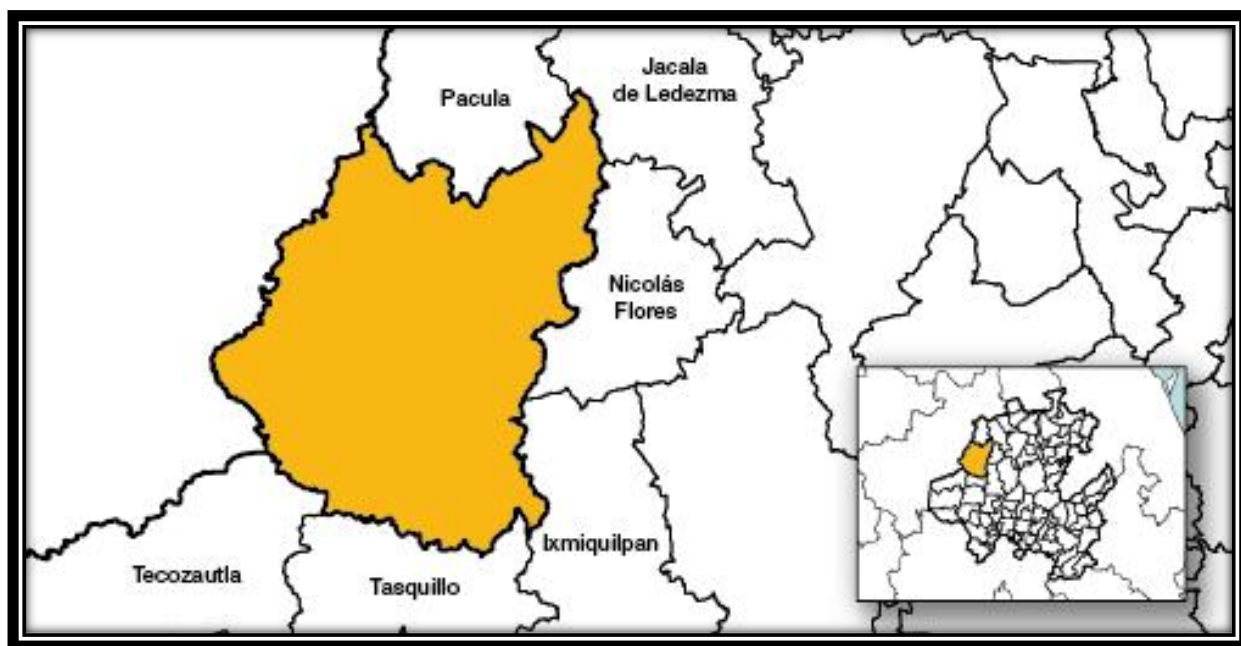


Fig. 1 Mapa de ubicación del municipio de Zimapán en el estado de Hidalgo (INEGI,2020).

El clima predominante en la Sierra Gorda es templado subhúmedo con lluvias en verano, aunque existen microclimas que varían debido a la compleja orografía. Esta diversidad climática favorece la existencia de variados ecosistemas, desde bosques de pino y encino hasta zonas semidesérticas, lo que otorga a la región un alto valor ambiental y biológico (CONANP, 2018).



La riqueza mineralógica se debe a la compleja formación geológica de la Sierra Madre Oriental, que alberga depósitos minerales de plata, plomo, zinc, cobre y otros metales. Estos recursos han sido explotados desde tiempos ancestrales, estableciendo una relación estrecha entre el territorio y la actividad minera que ha marcado la historia y la economía local. Además, la dispersión poblacional y la dificultad en el acceso a algunas zonas han condicionado los patrones de asentamiento humano y la infraestructura de la región.

2.2 Breve Reseña Histórica y Evolución de la Minería en la Región

La minería en la Sierra Gorda y el distrito Zimapán posee una tradición milenaria, remontándose a la época prehispánica cuando diversas culturas indígenas, como los otomíes y pames, realizaban la extracción y procesamiento de minerales con fines tanto utilitarios como ceremoniales (García y Soto, 2015). Estos grupos poseían conocimientos ancestrales sobre la ubicación y el manejo de ciertos minerales, aunque las técnicas eran rudimentarias y basadas en la observación empírica y la tradición oral. El comercio de metales, particularmente oro y cobre, se integraba en redes de intercambio regionales, mostrando la importancia de estos recursos en las sociedades indígenas.

Con la llegada de los españoles en el siglo XVI, la minería se transformó profundamente. La colonización introdujo nuevas tecnologías, como el uso de mercurio para la amalgamación y métodos hidráulicos que permitieron explotar depósitos minerales de manera más eficiente y a gran escala. La región se convirtió en un foco estratégico para la corona española, que impulsó la extracción de plata y otros metales para alimentar la economía imperial (Martínez, 2009). Este periodo estuvo marcado por la imposición de un sistema socioeconómico basado en la encomienda y el trabajo forzado de la población indígena, que sufrió condiciones duras y explotación laboral.

Durante los siglos XVIII y XIX, la minería experimentó fluctuaciones derivadas de cambios políticos y económicos. La independencia de México y los posteriores conflictos internos afectaron la continuidad y organización de las minas. Sin embargo, con la





Revolución Industrial y el desarrollo de nuevas tecnologías, la minería entró en una etapa de modernización que continuó hasta el siglo XX. La Revolución Mexicana trajo consigo cambios en la propiedad de las tierras y las minas, así como movimientos sociales que demandaban mejores condiciones laborales y justicia social en las comunidades mineras (López, 2012).

En el siglo XX, la minería en la Sierra Gorda y Zimapán vivió un auge gracias a la inversión de empresas nacionales y extranjeras que incorporaron maquinaria moderna y técnicas de extracción más eficientes, incrementando la producción mineral. No obstante, este crecimiento también generó impactos sociales, como el desplazamiento de comunidades, conflictos laborales y preocupaciones ambientales que aún persisten (Ramírez y Pérez, 2017).

2.3 Contexto Social y Cultural

La Sierra Gorda y Zimapán han sido tradicionalmente habitados por comunidades indígenas otomíes y pames, quienes han mantenido una fuerte identidad cultural y social a pesar de los procesos de colonización y modernización. La relación de estas comunidades con la minería es compleja, ya que, aunque esta actividad ha generado empleo y desarrollo económico, también ha implicado transformaciones profundas en sus modos de vida y en el territorio que ocupan (INEGI, 2015).

La minería ha modificado las estructuras sociales tradicionales, introduciendo nuevas dinámicas laborales y económicas. Muchas comunidades han enfrentado procesos de migración, pérdida de tierras comunales y deterioro de sus ecosistemas, lo que ha generado tensiones internas y con actores externos. A pesar de ello, estas comunidades han demostrado resistencia y capacidad de organización para defender sus derechos territoriales y culturales (González, 2010).





Las festividades, tradiciones y cosmovisión de los pueblos otomíes y pames también se han visto influenciadas por la presencia minera, integrando aspectos de esta actividad en sus prácticas sociales y religiosas. Esta interacción cultural refleja la complejidad de la relación entre minería y sociedad en la región.

2.4 Impactos ambientales de la minería en la Sierra Gorda y Zimapán

Los impactos ambientales derivados de la minería en la Sierra Gorda y el distrito minero Zimapán han sido significativos y multifacéticos. La actividad minera ha provocado alteraciones en los suelos, contaminación de cuerpos de agua con metales pesados, y la deforestación de áreas extensas para la explotación de minas a cielo abierto (SEMARNAT, 2016). Estos efectos han afectado la biodiversidad local, poniendo en riesgo especies endémicas y ecosistemas frágiles que son patrimonio natural de la región. Además, la generación y manejo inadecuado de residuos mineros han contribuido a la degradación ambiental y a la exposición de las comunidades a riesgos sanitarios. La contaminación del agua ha impactado en la agricultura y la pesca, actividades tradicionales que sostienen la economía local, generando conflictos entre las comunidades afectadas, las autoridades y las empresas mineras (Juárez, 2019).

Frente a estos impactos, se ha desarrollado una creciente conciencia social y ambiental que ha impulsado demandas de regulación, transparencia y participación comunitaria en las decisiones relacionadas con la minería. Esto evidencia la necesidad de un enfoque más sostenible y equitativo en la explotación de los recursos minerales.





2.5 Importancia Regional y Nacional de la Minería en la Sierra Gorda y el Distrito Minero Zimapán

La minería en la Sierra Gorda y el distrito minero Zimapán representa un sector económico estratégico para el estado de Hidalgo y para México en general. La región aporta una proporción significativa de la producción nacional de plata, zinc, cobre y plomo, minerales esenciales para diversas industrias. Siendo que en 2023 Hidalgo aportó 5,786 toneladas de plomo, 16,617 toneladas de zinc, mientras que la plata produjo ese mismo año 41,412 kilogramos y 1974 toneladas de cobre, producidos en Zimapán, situándose entre los productores más importantes del país. Fig.2 (Secretaría de Economía, 2021). La actividad minera genera empleos directos e indirectos, contribuye al ingreso fiscal y fomenta el desarrollo de infraestructura, impactando positivamente en la economía regional. Fig. 3

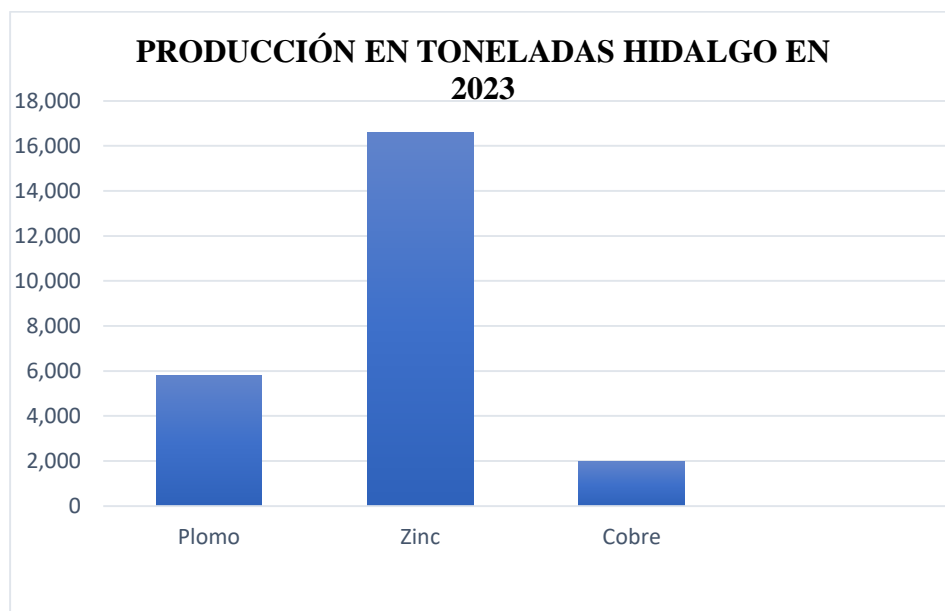


Fig. 2 grafica de producción en Hidalgo en 2023 (Mining México)



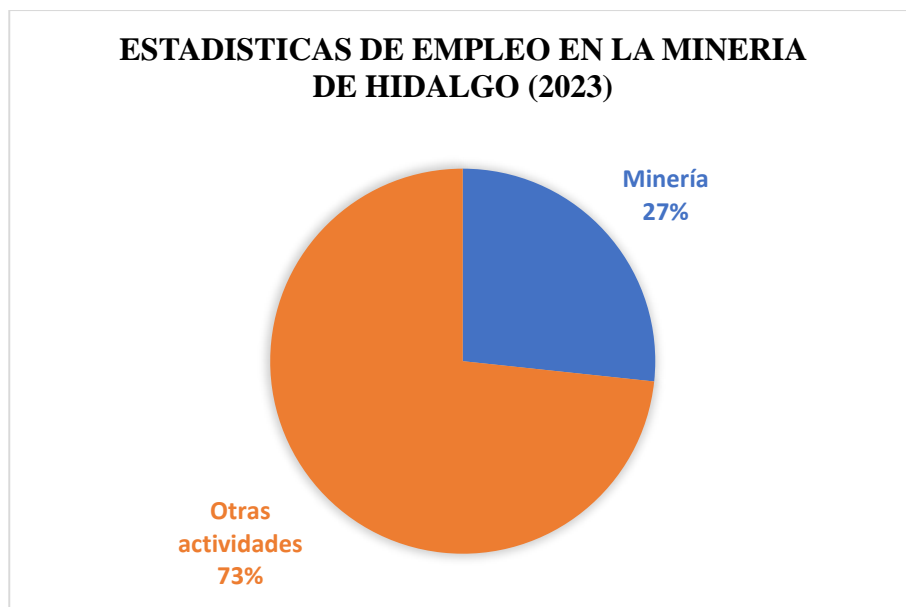


Fig. 3 diagrama de pastel de las estadísticas de empleo en Hidalgo (CAMIMEX)

Sin embargo, la importancia económica no puede desvincularse de los retos sociales y ambientales que esta actividad implica. La promoción de políticas públicas que integren desarrollo económico con justicia social y protección ambiental es indispensable para asegurar la viabilidad a largo plazo del sector minero y el bienestar de las comunidades involucradas.

2.6 Estudios Previos y Antecedentes Relevantes

A lo largo de las últimas décadas, diversos investigadores han abordado la minería en Hidalgo desde diferentes perspectivas. Los estudios arqueológicos de García y Soto (2015) proporcionan una visión detallada de las prácticas mineras prehispánicas, mientras que investigaciones históricas como las de Martínez (2009) documentan la evolución durante la colonia. López (2012) y Ramírez y Pérez (2017) han analizado los impactos sociales y tecnológicos en el siglo XX, destacando la importancia de la modernización minera y sus efectos en las comunidades.



No obstante, la literatura existente presenta limitaciones en cuanto a la integración de los distintos enfoques (histórico, social y ambiental), lo que subraya la necesidad de investigaciones más integrales y multidisciplinarias. La presente tesis busca cubrir esta brecha, aportando una visión más completa sobre la minería en la Sierra Gorda y Zimapán a lo largo de su historia.





Capítulo 3. ANTECEDENTES

3.1 HISTORIA DE LA MINERÍA EN ZIMAPÁN Y LA SIERRA GORDA, CONTEXTO MUNDIAL

3.1.1. Primeros Asentamientos Prehispánicos en la Sierra Gorda (8000 a.C. – 1521 d.C.)

La Sierra Gorda de Hidalgo, una región montañosa situada en el centro norte de México, fue habitada en tiempos prehispánicos en el año 8000 a.C. en la época mesolítica o neolítica por diversas culturas mesoamericanas, entre las cuales destacan los otomíes y los pames, quienes obtuvieron un profundo conocimiento del entorno natural y desarrollaron técnicas rudimentarias como herramientas de piedra y madera para la explotación de los recursos minerales. En estas culturas, la minería es un tema de gran importancia histórica y cultural debido a su riqueza mineral que, no solo tuvo una función económica, sino fue fundamental para la religión, la política y el simbolismo social, minerales de mercurio, oro, plata y cobre eran empleados en la manufactura de objetos rituales, joyería y herramientas que, además de tener valor material, poseían significados espirituales profundos que reforzaron la importancia de esta actividad dentro del tejido cultural prehispánico. (Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), 2025)

La minería en esta región se desarrolló en paralelo a grandes transformaciones en distintas regiones del mundo y que involucran el conocimiento de la ingeniería de cada una de las etapas que conforman esta industria. (Campos, 2017) (Herrera Muñoz & Mejía Campos, 2017). En este capítulo desarrollaremos históricamente la minería prehispánica en la Sierra Gorda de Hidalgo dentro del marco de los procesos globales que se gestaron entre 8000 a.C. y 1500 d.C., reconociendo tanto las particularidades mesoamericanas como las coincidencias estructurales con otros contextos históricos.

La minería desempeñó un papel crucial en la economía y la cultura de estas sociedades. Este capítulo tiene como objetivo explorar la minería prehispánica en la Sierra Gorda de Hidalgo, destacando los métodos de extracción, los principales minerales explotados y el impacto social y económico en las comunidades prehispánicas. Los pueblos originarios que habitaban la Sierra Gorda, particularmente los otomíes, comenzaron a





desarrollar prácticas mineras que estaban altamente integradas a su cosmovisión y su estructura social. La extracción de minerales no respondía únicamente a una lógica utilitaria, sino que estaba cargada de significados religiosos y rituales. Las minas no eran simples yacimientos, sino espacios de conexión espiritual con el inframundo, y los metales extraídos eran destinados tanto a usos domésticos como ceremoniales (López Austin & López Luján, 2009). (Langenscheidt, 2025)

3.1.1.1 Métodos y Técnicas de Extracción.

Los métodos prehispánicos de extracción eran manuales y se basaban en el uso de herramientas rudimentarias como mazos de piedra fabricados por sus propias manos, hechas de piedra, madera y hueso. La minería se realizaba principalmente a cielo abierto y en pequeñas minas subterráneas los mineros prehispánicos realizaban excavaciones superficiales y subterráneas, utilizando martillos de piedra y cinces de madera para desprender los minerales de la roca. Otra técnica de extracción se basaba en utilizar fuego para debilitar las rocas, las calentaban y luego las enfriaban con agua, lo que provocaba que se fisuraran y así las podían romper más fácilmente, a esta técnica se le conoce como termoclasia, este cambio brusco de temperatura hacía que la roca se agrietara. Estas técnicas se fueron descubriendo con la observación y la experimentación a lo largo de muchas generaciones. Las primeras generaciones notaban que las rocas se volvían más frágiles cuando las exponían al calor y luego al agua y con el tiempo perfeccionaron el proceso. Además, el conocimiento se transmitía de generación en generación y se adaptaba según las necesidades. (*Fig. 4*)



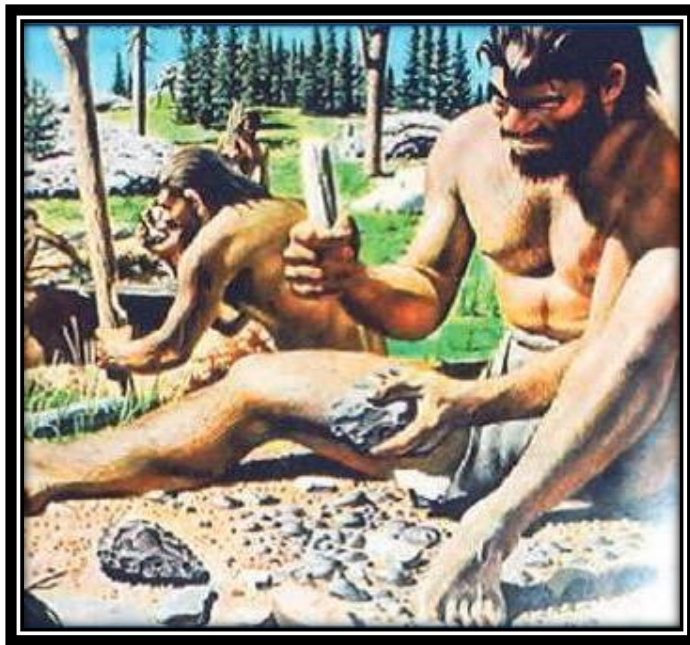


Fig. 4 *Recreación artística de fabricación de utensilios y herramientas por el hombre (Autor: José Ramón Noguera. Docente EADIC)*

Con el tiempo descubrieron otra técnica interesante que hoy conocemos como minería subterránea, la minería de galerías (Fig. 5), esta técnica consistía en excavar túneles o galerías subterráneas para acceder a los minerales que se encontraban en capas más profundas de la tierra. Esta técnica permitía a los mineros trabajar de forma más segura y eficiente, evitando derrumbes en la superficie para que su prospección fuese eficiente ellos utilizaban una combinación de observación empírica y conocimientos transmitidos de generación en generación. Por ejemplo, podían identificar ciertos minerales en la superficie o ciertas formaciones geológicas que indicaban la presencia de depósitos más profundos. También se basaban en la experiencia de exploradores previos, en la ubicación de antiguos asentamientos o incluso en señales naturales, como ciertas plantas que crecen en suelos con minerales específicos.. (Langenscheidt A. , Arqueología mexicana, 2006)

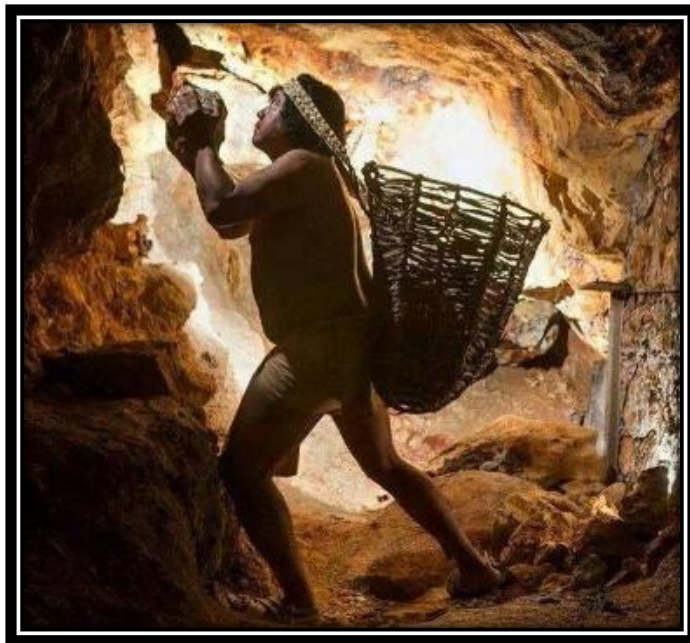


Fig. 5. Minería de galerías (Langenscheidt A. , Arqueología mexicana, 2006)

3.1.1.2 Procesamiento de Minerales.

Una vez extraídos el siguiente paso era su procesamiento, los minerales eran procesados mediante técnicas de trituración y molienda para separarlos de la roca. Estos procesos se realizaban utilizando morteros y mazos de piedra, que permitían obtener el mineral en polvo. Posteriormente, el mineral en polvo era lavado y clasificado para separar los elementos valiosos de los desechos. En el caso del cinabrio, que es una fuente de mercurio, lo que hacían era triturar el mineral con piedras y luego calentarlo para separar el mercurio y se evaporara y se condensara en un recipiente (Fig. 6). Usaban hornos rudimentarios y técnicas de condensación. En el caso del oro y la plata, solían extraerlos de menas y luego los fundían, utilizando fuego para separar los metales de las impurezas. Y para el cobre también lo fundían y lo mezclaban con otros minerales para obtener aleaciones. (Herrera, 2019) (Langenscheidt A. , Arqueología mexicana, 2006)

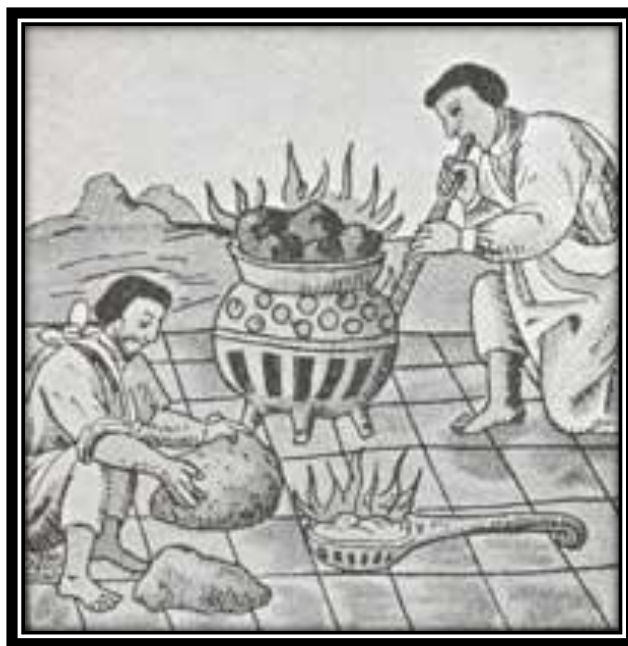


Fig. 6 Técnicas de calentamiento para la separación de minerales. (Arqueología Mexicana, 2006)

3.1.1.3 Principales Minerales Explotados

Durante la época prehispánica, los principales minerales explotados en la Sierra Gorda de Hidalgo incluían el oro, la plata y el cobre. Estos minerales tenían un alto valor cultural y económico, y eran utilizados en la fabricación de objetos rituales, joyería y herramientas.

- **Oro.**

El oro era uno de los minerales más valorados por las culturas prehispánicas debido a su brillo y maleabilidad. Era utilizado principalmente para la fabricación de objetos rituales y ornamentales, así como en el comercio con otras regiones mesoamericanas. El oro extraído en la Sierra Gorda de Hidalgo era trabajado con técnicas de fundición y laminado para crear piezas de gran valor artístico y simbólico

- **Plata.**



La plata también era un mineral importante en la minería prehispánica. Este metal se utilizaba en la fabricación de joyería y objetos de uso cotidiano. Al igual que el oro, la plata tenía un alto valor económico y cultural, y su explotación contribuyó al desarrollo de las sociedades prehispánicas en la región.

- ***Cobre.***

El cobre era otro mineral fundamental para las culturas prehispánicas. Era utilizado principalmente para la fabricación de herramientas y armas, así como en la creación de objetos ornamentales y ceremoniales. Las técnicas de trabajo del cobre incluían la fundición y el martillado, que permitían crear piezas duraderas y funcionales. (Díaz, 2018)
(S.C. Martínez, 2019)

- ***Cinabrio.***

El cinabrio es un mineral del que se extrae el mercurio, y en la época prehispánica era muy valioso, sobre todo para la obtención del azogue. Los mineros prehispánicos extraían el cinabrio en la Sierra Gorda y en otras regiones, y luego lo procesaban calentándolo para obtener el mercurio. Tenía varios usos importantes. Uno de los más conocidos era en la fabricación de amalgamas para extraer oro y plata, ya que el mercurio se une con estos metales y facilitaba su separación. También se usaba en la elaboración de pigmentos, como el rojo de cinabrio, que era muy apreciado. Además, en algunas culturas se utilizaba en procesos medicinales y también en rituales. (Herrera, 2019)

3.1.1.4 Impacto Social y Económico en las Comunidades Prehispánicas

La minería prehispánica tuvo un impacto significativo en las comunidades locales, promoviendo el desarrollo de técnicas avanzadas de extracción y procesamiento de minerales. Además, el comercio de estos minerales con otras regiones mesoamericanas fomentó el intercambio cultural y económico, fortaleciendo las relaciones entre diferentes comunidades y contribuyendo al desarrollo de una economía regional interconectada. (López, 2020) La minería prehispánica impulsó el desarrollo de técnicas especializadas de





extracción y procesamiento de minerales. Estas técnicas no solo aumentaron la eficiencia de la minería, sino que también fomentaron la transmisión de conocimientos y habilidades a través de las generaciones. La especialización en la minería permitió a las comunidades prehispánicas aprovechar de manera más efectiva los recursos minerales disponibles. (Díaz, 2018)

El comercio de minerales y objetos elaborados a partir de ellos fue una actividad crucial en la economía prehispánica. Los minerales extraídos en la Sierra Gorda de Hidalgo eran comercializados con otras regiones de Mesoamérica, lo que fomentó el intercambio cultural y económico. Este comercio interregional fortaleció las relaciones entre diferentes culturas y contribuyó al desarrollo de una economía diversificada y dinámica. (S.C. Martínez, 2019)

La minería también tuvo un impacto significativo en la estructura social y política de las comunidades prehispánicas. Los recursos minerales y los objetos fabricados a partir de ellos eran símbolos de poder y prestigio, y su control y distribución estaban a menudo en manos de la élite gobernante. La minería, por tanto, no solo proporcionaba riqueza material, sino que también consolidaba el poder político y religioso de los líderes comunitarios. (Langenscheidt, 1970; Mejía & Herrera Muñoz, 2013).

3.1.1.5 Retos y Adaptaciones

Las condiciones geográficas y climáticas de la Sierra Gorda de Hidalgo representaron desafíos significativos para la minería prehispánica. La topografía accidentada y el clima variable dificultaron el acceso y la explotación de los recursos minerales. Sin embargo, las comunidades prehispánicas desarrollaron adaptaciones ingeniosas para superar estos obstáculos, como la construcción de caminos y sistemas de drenaje. (Arqueología Mexicana, s. f.; Histomex, 2013).

La gestión sostenible de los recursos minerales era una preocupación importante para las culturas prehispánicas. Las comunidades implementaban prácticas de manejo responsable de los recursos, como la recolección selectiva de minerales y la rehabilitación de áreas





minadas. Estas prácticas sostenibles permitían mantener un equilibrio entre la explotación de recursos y la conservación del entorno natural. (Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), 2025)

La minería prehispánica en la Sierra Gorda de Hidalgo fue una actividad esencial para las culturas mesoamericanas que habitaron la región. A través del desarrollo de técnicas especializadas y el comercio interregional, la minería contribuyó significativamente al desarrollo económico y cultural de estas sociedades. Comprender la minería prehispánica en su contexto histórico y cultural nos permite apreciar la importancia de esta actividad y su impacto duradero en la región. Además, proporciona lecciones valiosas sobre la gestión sostenible de recursos y la resiliencia de las comunidades ante los desafíos ambientales y sociales. (Langenscheidt, 2025)

3.1.1.6 Hechos Importantes En Otras Regiones del Mundo (8000 a.C. – 4000 a.C.)

Mientras se desarrollaban estas formas de minería en la Sierra Gorda, otras regiones del mundo también vivían momentos decisivos que marcaron el rumbo de la historia global. Por ejemplo, La cultura Peiligang, desarrollada en el norte de China entre aproximadamente 7000 a.C. y 5000 a.C., representa una de las primeras sociedades agrícolas estables del Neolítico en Asia oriental. Sus comunidades, practicaban una agricultura temprana basada en el cultivo del mijo (*Setaria italica*), lo que permitió una mayor sedentarización (Shelach-Lavi, 2015). Además, evidencias arqueológicas indican que domesticaban cerdos y perros, lo cual sugiere una diversificación en su subsistencia y un conocimiento avanzado de manejo animal para su época (Underhill, 1997). La cultura Peiligang también destaca por su producción de cerámica simple pero funcional, principalmente vasijas de fondo plano utilizadas para almacenar y cocinar alimentos, lo que refleja un desarrollo tecnológico asociado a su estilo de vida agrícola (Zhang & Hung, 2010). Estos elementos en conjunto posicionan a Peiligang como una sociedad clave en el desarrollo temprano de la civilización china.





Mientras tanto en el continente americano, Mesoamérica experimentó una transición gradual pero decisiva de sociedades nómadas cazadoras-recolectoras hacia formas de vida más sedentarias, gracias al inicio de la agricultura. Uno de los elementos fundamentales de este cambio fue la domesticación temprana del maíz (*Zea mays*) a partir del teocintle, un proceso que comenzó en el Valle de Tehuacán y otras regiones del sur de México (Piperno et al., 2009). A este cultivo se sumaron otros como la calabaza (*Cucurbita pepo*) y el frijol (*Phaseolus spp.*), que conformarían más adelante la tríada alimentaria mesoamericana. Estos cultivos permitieron el almacenamiento de alimentos, la formación de asentamientos estacionales y eventualmente permanentes, así como el incremento en la complejidad social (Smith, 1997). Aunque la sedentarización plena ocurrió miles de años después, estas prácticas agrícolas tempranas marcaron el inicio de un modo de vida que culminaría en el surgimiento de civilizaciones mesoamericanas complejas. (Fig. 7)

Puede afirmarse que la minería prehispánica en la Sierra Gorda formó parte de un patrón más amplio de organización social en torno a los recursos minerales, el trabajo colectivo y la jerarquía ritual. Al igual que en otras partes del mundo, los minerales no solo eran fuente de riqueza tangible, sino también de poder simbólico. La comparación con otros procesos históricos revela cómo distintas culturas, a pesar de estar geográficamente aisladas, desarrollaron estructuras similares en la relación con la tierra, los metales y el orden social.





Fig. 7 Agricultura prehispánica (mundo, 2020)

Comprender estos paralelismos permite no solo valorar la profundidad de la tradición minera en regiones como Zimapán, sino también cuestionar narrativas eurocéntricas que sitúan el origen de la minería racional en la modernidad occidental. Las civilizaciones mesoamericanas, y en particular las comunidades de la Sierra Gorda, poseían una comprensión compleja y sofisticada de sus recursos naturales, mucho antes de la colonización europea.

TABLA 1. EPOCA PREHISPANICA

Civilización	Métodos de extracción	Minerales extraídos	Impacto social	Impacto económico
Otomíes (sierra gorda de Hidalgo)	Excavación manual con	Cobre, oro, plata, cinabrio	Integración de la minería en rituales y cosmovisión;	Producción de objetos rituales e



	herramientas de piedra y hueso		minas vistas como lugares sagrados	intercambio con otras regiones
Pames (Sierra Gorda de Hidalgo)	Extracción superficial y recolección en vetas expuestas	Pigmentos minerales, óxidos de hierro	Uso comunitario de recursos minerales; relevancia en prácticas funerarias	Intercambio de pigmentos y materiales para cerámica
Toltecas (Tula Hidalgo)	Galerías subterráneas básicas con soportes de madera	Cobre, oro, plata, cinabrio	Orfebrería ritual y estatus asociado a portadores de metales preciosos	Centros de producción artesanal para comercio interno y externo

3.1.1.7 Evolución de la Minería en Zimapán Hidalgo

El municipio de Zimapán de Zavala, ubicado en la Sierra Gorda de Hidalgo, es una región con una rica historia minera que se remonta a la época prehispánica y ha evolucionado significativamente a lo largo de los siglos. Este capítulo explora la evolución de la minería en esta región desde los primeros asentamientos mineros hasta el periodo de independencia y su impacto en la minería. (Vela, s. f.; Minerales Fierro San Vicente, 2012).

Se ha determinado que en las tierras bajas de la huasteca entre los años 4100 y 2100 a.C. ocurrieron asentamientos humanos. Estas civilizaciones nómadas llamadas otomíes, quinamies y pames, eran un grupo de personas que no tenían un asentamiento fijo y se desplazaban de un lugar a otro de manera periódica, al asentarse en diferentes puntos de la sierra Gorda de Hidalgo estos hombres se consolidaron como los primeros pobladores. Los





grupos humanos que fueron optando por asentarse, practicaron al principio la agricultura y al crecer el número de individuos formaron aldeas agrícolas. (Langenscheidt, 2025)

Los primeros asentamientos mineros en Zimapán datan de la época prehispánica, cuando los otomíes y otras culturas mesoamericanas reconocieron el potencial mineral de la región. Utilizando herramientas rudimentarias de piedra y madera, estos pueblos explotaron minerales como el oro, la plata, cinabrio y el cobre, que tenían gran valor económico y cultural. (Enrique, 2025)

3.1.1.8 El Trueque.

Al igual que en muchas regiones del mundo y particularmente en el área mesoamericana incluido Zimapán en la Sierra Gorda, el establecimiento de poblaciones sedentarias provocó transformaciones en las formas de obtención de recursos, incluyendo aquellos de origen mineral y pétreo. Con la llegada del sedentarismo, comenzó en la Sierra la explotación temprana de canteras. Cuando los grupos humanos dejaron el nomadismo, surgieron principalmente dos alternativas para el acceso a materiales: una fue intensificar su extracción local, y la otra fue recurrir al trueque el cual es un sistema de intercambio de bienes o servicios directamente entre las partes, sin utilizar dinero como medio de cambio. (Fig. 8) Siendo la forma más antigua y directa de obtener lo que se necesita a cambio de lo que se posee.

El intercambio abarcó diversos productos, entre ellos minerales y tipos de roca. A partir de este proceso, se incorporaron al aprovechamiento regional materiales como basaltos, arcillas, y desgrasantes, incluyendo arenas y piedras finamente molidas utilizadas en la elaboración de pastas cerámicas por los alfareros.



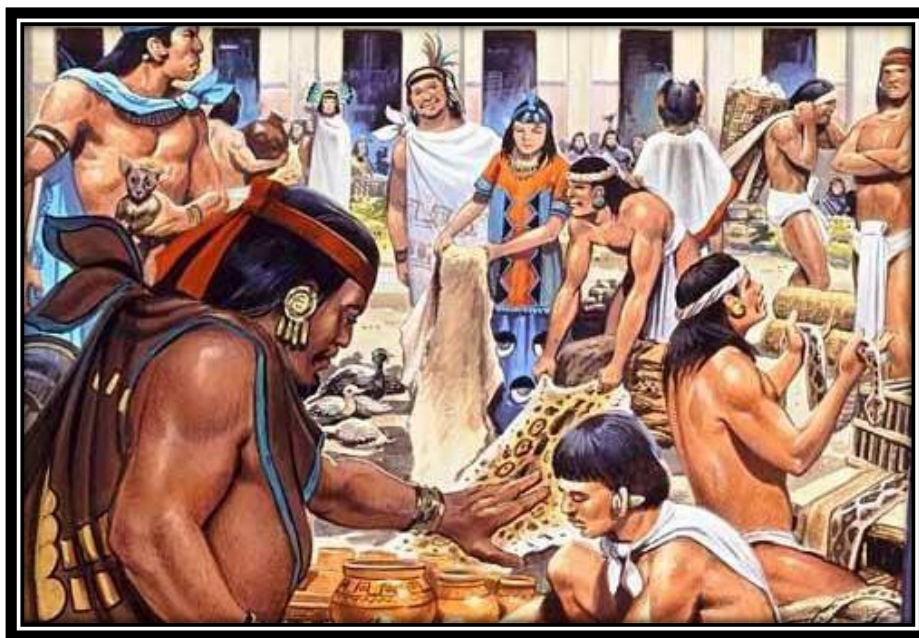


Fig. 8 Intercambio de bienes (Rivera, 2016)

3.1.1.9 Hechos Importantes En Otras Regiones Del Mundo (4100 a.C. – 1200 a.C.)

Durante el cuarto y tercer milenio antes de Cristo, las civilizaciones del Cercano Oriente y del valle del Nilo realizaron avances tecnológicos y arquitectónicos fundamentales para la historia de la humanidad. En Mesopotamia, hacia el año 3500 a.C., se desarrolló uno de los inventos más influyentes de la antigüedad: la rueda. Originalmente utilizada en torno al alfarero, pronto fue adaptada para el transporte, lo que transformó radicalmente la movilidad, el comercio y la organización del trabajo (Finkel, 2015). Esta innovación mecánica sentó las bases para vehículos de tracción animal y herramientas agrícolas más eficientes. Paralelamente, en Egipto, la civilización faraónica alcanzaba un esplendor monumental con la construcción de la Gran Pirámide de Guiza, edificada durante el reinado del faraón Keops (Khufu) alrededor de 2580 a.C. Esta estructura, compuesta por más de dos millones de bloques de piedra caliza, no solo reflejaba el poder político y religioso del estado egipcio, sino también una notable capacidad de planificación, organización laboral y conocimiento de ingeniería (Lehner, 1997). Ambos logros, aunque distintos en función y



escala, ilustran el avance técnico y social de las primeras grandes civilizaciones del mundo antiguo.

Hacia el año 2000 a.C., en diversas regiones del actual territorio mexicano, las comunidades agrícolas comenzaron a incorporar de forma sistemática el uso de la cerámica como una herramienta esencial en la vida cotidiana y ritual. Las vasijas cerámicas no solo servían para cocinar y almacenar alimentos, sino que también se empleaban en contextos simbólicos y funerarios, lo que sugiere una creciente complejidad cultural y social (Clark & Gosser, 1995). Paralelamente, se intensificó el comercio interregional de bienes valiosos como la obsidiana, el jade y las conchas marinas, materiales que no estaban disponibles localmente y que viajaban a través de redes de intercambio que conectaban distintas zonas ecológicas de Mesoamérica. Estos bienes circulaban entre aldeas agrícolas del Valle de Oaxaca, el Valle de México y la costa del Golfo, indicando una incipiente especialización productiva y el establecimiento de relaciones económicas a larga distancia (Marcus & Flannery, 1996). Ambos procesos reflejan transformaciones clave en la organización social y en la consolidación de formas de vida más sedentarias y complejas.

3.1.1.10 Influencia de Olmecas en Zimapán (1250 años a.C.)

En términos generales, el periodo olmeca en Mesoamérica se extiende aproximadamente desde el año 1250 a.C. hasta el 400 a.C. Hacia el final de esta etapa arqueológica, es probable que existiera una interacción mutua entre la Sierra Gorda, Chalcatzingo, Tlacoatzotlán y otros asentamientos que compartían características culturales asociadas a la tradición olmeca, la influencia de los olmecas en la sierra gorda de Zimapán se manifestó principalmente en la transición de los pueblos Otomíes y quinamies de un estilo de vida nómada a uno sedentario. Gracias a esta influencia comenzaron a establecerse en poblados, lo que les permitió desarrollar una vida más estable y organizada. (Gobierno del estado de Hidalgo, Secretaría de Planeación, Desarrollo Regional y Metropolitano, 2011)





Durante este tiempo, se construyeron algunos centros ceremoniales de pequeña escala, considerados los primeros en establecerse en la Sierra Gorda. Varios de estos centros destacaron por su ubicación estratégica, relacionada tanto con la disponibilidad de recursos minerales y agrícolas como con la concentración de población en la región. (Langenscheidt, 2025)

3.1.1.11 Primeras explotaciones

El aumento progresivo en la demanda de rocas y minerales, así como su creciente producción dentro de las zonas de influencia de cada aldea y de los centros ceremoniales tempranos, propició el surgimiento de las primeras explotaciones mineras de modo ordenado. La técnica de extracción característica de este periodo fue mediante tajos a cielo abierto la cual consistía en remover la capa superficial del terreno para acceder a los minerales que se encontraban cerca de la superficie. (Langenscheidt, 2025)

Este incremento en la necesidad de materiales derivó en un impulso inicial para la actividad minera en la Sierra, lo cual condujo, a su vez, al desarrollo de explotaciones subterráneas formales, llevadas a cabo mediante la construcción de galerías. Durante este periodo, la producción minera comenzó a orientarse hacia el abastecimiento de una demanda que superaba el ámbito estrictamente local. Ciertos recursos considerados escasos, como el cinabrio y el azogue, eran trasladados a largas distancias, lo cual resultaba viable debido a su elevado valor y la importancia que se les atribuía en distintos contextos culturales.

3.1.1.12 Epiolmeca

El periodo epiolmeca (300 a.C. – 250 d.C.) se sitúa entre el colapso de la cultura olmeca y el surgimiento de Teotihuacán como una potencia regional. En el Valle de México, los asentamientos de Cuicuilco y Teotihuacán destacaron como centros dominantes; sin embargo, Teotihuacán logró consolidarse como el principal poder del valle, en parte gracias al acceso a recursos que Cuicuilco no poseía. La destrucción total de Cuicuilco, provocada por la erupción del volcán Xitle, contribuyó significativamente a este cambio de poder.



Estos acontecimientos repercutieron en otras regiones de Mesoamérica, y algunas señales de estas transformaciones son perceptibles en la Sierra Gorda, como lo sugiere la aparición de una cerámica de color negro característica del periodo. (Fig. 9)



Fig. 9 Imagen de la cerámica negra arqueológica (Yamamoto Yoko, 2013)

3.1.1.13 Auge prehispánico y sus etapas año 1 d.C.

Teotihuacán sobresale en el Valle de México alrededor del inicio de la era cristiana o también conocida como la era común, que va del año 1 d.C., que es el año en que se considera el nacimiento de Jesucristo. Su importancia política, económica y cultural ha permitido definir tres grandes etapas dentro de la secuencia arqueológica: el Clásico Temprano (del año 0 al 400 d.C.), el Clásico Medio Inferior (400 a 700 d.C.) y el Clásico Medio Superior (550 a 700 d.C.). Durante su periodo de expansión, Teotihuacán logró estructurar de manera eficiente sus redes de suministro a lo largo de sus fronteras, lo que derivó en la identificación y aprovechamiento intensivo de al menos tres importantes zonas ricas en minerales: el Cerro de las Navajas, ubicado cerca de Pachuca, conocido por su obsidiana; la Sierra Gorda, por la

extracción de cinabrio y azogue; y Chalchihuites, al oriente de Zacatecas, donde se obtenían diversos materiales valiosos. (Langenscheidt, 2025)

Esta minería se desarrolló en un periodo donde Mesoamérica vivía profundas transformaciones culturales. El Epiclásico (600–900 d.C.) y el Posclásico (900–1521 d.C.) fueron etapas de expansión comercial, reorganización política y avance tecnológico. Durante este tiempo, los intercambios entre las regiones del altiplano central, el Golfo y el norte mesoamericano fomentaron la difusión de conocimientos sobre metalurgia, intercambio de materias primas y especialización del trabajo. La Sierra Gorda, por su ubicación geográfica, fue un punto estratégico dentro de estas redes comerciales (Smith, 2003).

El auge de Teotihuacán, comprendido entre los años 400 y 550 d.C., estuvo estrechamente vinculado con una etapa de máxima producción minera en la Sierra Gorda, destacando especialmente la extracción de cinabrio y azogue mediante diversas técnicas de tumba en minas subterráneas. Cabe señalar que los métodos de explotación empleados no sufrieron modificaciones significativas durante los aproximadamente 150 años correspondientes al Clásico Medio Superior. (Fig. 10)



Figura 10. Minería en el periodo clásico medio superior. (Schulze, 2025)



La actividad minera en la Sierra Gorda experimentó su mayor descenso alrededor del año 1200 d.C. De acuerdo con evidencias arqueológicas, durante este periodo comenzaron a llegar grupos considerados "bárbaros", término el cual fue utilizado por los pueblos y civilizaciones de la región central de México, como los mexicas, para referirse a los grupos que vivían en la zona más periférica o que tenían costumbres diferentes, probablemente pertenecientes al pueblo Pame, provenientes del norte. Atraídos por las características de la región, estos grupos se asentaron y establecieron su dominio en la Sierra. Con el tiempo, otras comunidades de origen similar, como los Jonaces y diferentes pueblos nómadas, se integraron también al poblamiento serrano. Debido a su estilo de vida seminómada, estos grupos no continuaron con las prácticas mineras previas, lo que marcó **una interrupción significativa en dicha actividad**. (Universidad Nacional Autónoma de México s.f.)

3.1.1.14 Hechos importantes en otras regiones del mundo (1200 a.C. – 1200 d.C.)

Mientras tanto en otras partes del mundo se desarrollaban hechos que destacaban históricamente, por ejemplo. La caída del Imperio Romano occidental en el año 476 d.C. fue un proceso complejo motivado por una combinación de factores internos y externos. Entre las causas internas destacan la inestabilidad política derivada de frecuentes golpes de Estado, emperadores débiles, corrupción administrativa y una burocracia sobrecargada que erosionó la confianza en el gobierno (History.com, 2014; Imperium Romanum, s.f.). Desde el punto de vista económico, el imperio sufrió inflación, una carga fiscal creciente, dependencia excesiva de la esclavitud para mantener la producción agrícola, y una reducción de los ingresos fiscales a medida que disminuía la población y se perdían territorios clave.

En México, La construcción de las Pirámides del Sol y de la Luna en Teotihuacán evidencia una planificación urbana y arquitectónica de enorme precisión y simbolismo, vinculada estrechamente con la cosmovisión mesoamericana. La Pirámide del Sol, erigida aproximadamente hacia el año 200 d.C., se alzó sobre una cueva natural que funcionó como centro ritual y eje simbólico cosmológico, con materiales como mampostería de escombros, adobe, muros de contención y recubrimientos de estuco (The Metropolitan Museum of Art,





2001; Brady, 2017). Por su parte, la Pirámide de la Luna comenzó a construirse en varias etapas durante los siglos I al IV d.C.; los arqueólogos han documentado al menos siete fases constructivas, cada una más grande que la anterior, incorporando ofrendas funerarias, sacrificios humanos y decoraciones de piedra verde y obsidiana.



3.1.2. Conquista y colonización (año 1500 – 1800)

La llegada de los españoles a México, en 1519, marcó un punto de inflexión en la historia del territorio mesoamericano. Bajo el mando de Hernán Cortés, las fuerzas hispanas emprendieron la conquista del Imperio mexica, proceso que culminó en 1521 con la caída de México-Tenochtitlan. Este hecho transformó las estructuras políticas, sociales y económicas de la región, dando inicio al periodo colonial. A partir de entonces, se instauró un nuevo orden basado en la explotación de los recursos naturales, la evangelización y la reorganización del territorio bajo el dominio español. Sin embargo, regiones apartadas como la Sierra Gorda permanecieron durante siglos relativamente al margen de este proceso, conservando una vida rural y poco integrada a las dinámicas coloniales que caracterizaron a los centros mineros y urbanos del virreinato.

La llegada de los españoles a Zimapán a principios del siglo XVI marcó el inicio de una nueva era para la minería. Los conquistadores, atraídos por las riquezas minerales de la región, introdujeron nuevas técnicas de minería y metalurgia que revolucionaron la producción minera. (Brading, 1971; Real Tribunal de Minería de Nueva España, s. f.).



Figura 11. Llegada de conquistadores a la Sierra Gorda (López R. , 2019)



Durante la época virreinal, la Sierra Gorda se vio envuelta en una serie de situaciones conflictivas marcadas por la resistencia de los pueblos chichimecas y la presión de los colonizadores españoles. En este contexto, los evangelizadores desempeñaron un papel intermedio, aunque generalmente se inclinaron a favor de los intereses hispanos.

Una vez establecido el gobierno virreinal, la región fue incorporada bajo la denominación de "La Gran Chichimeca". Para hacer frente a las tensiones en la zona, a partir del siglo XVI los españoles recurrieron a la colaboración de grupos otomíes, quienes, habiendo ya aceptado el nuevo orden impuesto, buscaron obtener ciertos beneficios del sistema colonial, adoptando una actitud humilde, y en muchos casos, actuando como aliados de las autoridades virreinales. (Langenscheidt, 2025)

Desde el inicio, uno de los principales objetivos de la colonización en la región fue la búsqueda y explotación de una riqueza mineral que se consideraba potencialmente abundante. Tanto los colonos españoles como los criollos y mestizos aspiraban a establecerse en lugares donde tuvieran acceso directo a estos recursos, y al mismo tiempo esperaban que las poblaciones indígenas fueran pacificadas y asentadas en zonas donde pudieran servir eventualmente como mano de obra para las actividades mineras. (Fig. 8)





Fig. 12 Indígenas trabajando para los españoles (Casaús, 2023)

Es importante señalar que ya había presencia española en las minas de Zimapán antes de 1564. Aunque **no se puede determinar con precisión cuándo comenzaron las labores mineras**, se estima que los yacimientos fueron conocidos entre 1540 y 1560. Para consolidar su presencia, los españoles fundaron el real de minas de San Juan de Zimapán. Con sus dos asentamientos más antiguos, Zimapán logró consolidarse hacia finales del siglo XVI como la puerta oriental de acceso a la Sierra Gorda, desempeñando un papel clave en el desarrollo y expansión de la minería en la región. (Langenscheidt, 2025)

3.1.2.1 Introducción del Método de Patio

Una de las innovaciones más significativas introducidas por los españoles fue el método de patio para la amalgamación de la plata. Este método, desarrollado por Bartolomé de Medina en Pachuca en 1554, utilizaba mercurio para extraer la plata de sus minerales. La técnica permitía procesar grandes cantidades de mineral de manera más eficiente, aumentando significativamente la producción de plata en Zimapán. (Minerales Fierro San Vicente, 2012)

3.1.2.2 Establecimiento de Reales de Minas Zimapán

Se establecieron reales de minas, que eran asentamientos mineros con administración y justicia propias, para gestionar las operaciones mineras y regular la actividad en la región. Estos reales de minas, como el Real del Monte y Pachuca, jugaron un papel crucial en la administración y desarrollo de la minería en Zimapán. (Real Tribunal de Minería de Nueva España, s. f.; Vela, s. f.). Zimapán fue establecido en 1576 durante la administración del virrey Martín Enríquez de Almanza, cuando el misionero Juan de Zavala fundó el asentamiento y se consolidaron las primeras familias colonizadoras (Espinosa, Mendoza y Plascencia) en lo que hoy se conoce como Santiago. Ese mismo año se organizó un real de minas, fomentando la explotación de metales como la plata y el plomo. La región albergó múltiples minas (La Cazuela, Las Encinas, entre otras) y el diseño urbano se articuló en torno al río, con la iglesia, la plaza y la casa del juez como ejes centrales. (Fig.13)

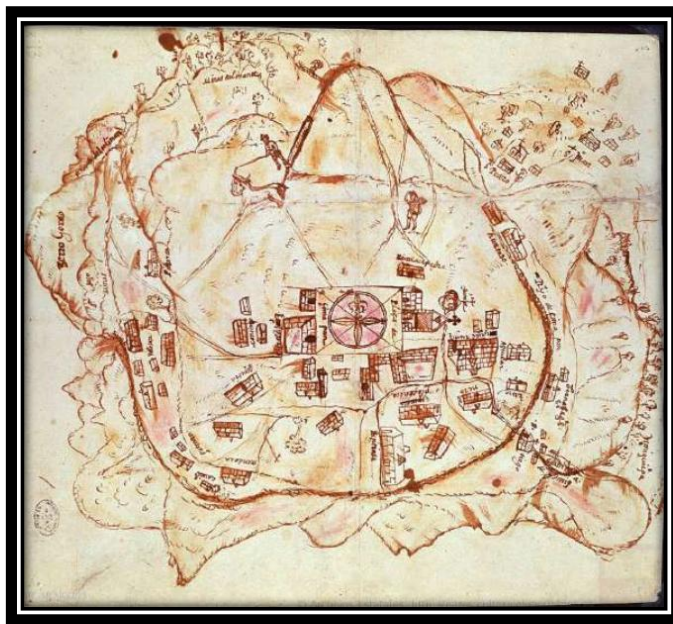


Fig. 13 Cartografía de 1579. Fuente: *Las haciendas del norte del Valle del Mezquital y su vínculo con el real de minas de Zimapán* • Silvia Lorena Bello Núñez



3.1.2.3 Descubrimiento y Desarrollo de la Mina Lomo de Toro en Zimapán, Hidalgo

La mina Lomo de Toro, ubicada en el distrito minero de Zimapán, Hidalgo, representa uno de los descubrimientos más significativos en la historia minera de la región. Su descubrimiento data del año 1632, en el área conocida como El Carrizal, a partir del hallazgo de minerales oxidados que dieron origen a esta veta estratégica (Minerales Fierro San Vicente, 2012; Secretaría de Economía, 2011).

El protagonista central en este descubrimiento fue Don Lorenzo de Labra, quien identificó y promovió la explotación del yacimiento. Se estima que, desde su apertura hasta el estallido de la Guerra de Independencia en 1810, la mina Lomo de Toro fue explotada sin interrupción, llegando a convertirse en una fuente importante de minerales argentíferos y plomo (Minerales Fierro San Vicente, 2012; Secretaría de Economía, 2011).

Durante el siglo XVIII, el distrito comenzó a alcanzar su apogeo minero tras la adquisición de derechos por parte de la Casa de Regla propiedad de Pedro Romero de Terreros, quien empleó mineral de Lomo de Toro como fundente y transportaba alrededor de 3 000 toneladas anuales en mulas hasta su hacienda en Huasca, Hidalgo (Yta & Moreno, 1997).

Las labores en Lomo de Toro fueron interrumpidas por el conflicto independentista en 1810, reanudándose en 1870 y luego pausadas nuevamente durante la Revolución Mexicana en 1910. Para la década de los veinte, se registraban alrededor de 18 minas operando en el distrito, y la Hidalgo Mining and Smelting Co. retomó la explotación del área conocida como El Monte (Minerales Fierro San Vicente, 2012; Secretaría de Economía, 2011).

En 1945, se descubrieron nuevos cuerpos de óxidos en Lomo de Toro, lo que motivó la construcción de un camino de acceso hacia El Carrizal, aumentando la producción tanto en Lomo de Toro como en las minas de Balcones. Asimismo, la compañía Fresnillo, S.A. de C.V. inició actividades de explotación de óxidos y sulfuros a pequeña escala en esa década (Minerales Fierro San Vicente, 2012; Secretaría de Economía, 2011).





En resumen, la mina Lomo de Toro, descubierta en 1632 por Lorenzo de Labra, se transformó a lo largo de los siglos en un eje de producción mineral clave para Zimapán. Su explotación ininterrumpida hasta la independencia, seguida de reactivaciones posteriores, ilustran tanto la riqueza geológica del distrito como los cambios institucionales y tecnológicos que marcaron su historia (Minerales Fierro San Vicente, 2012; Secretaría de Economía, 2011).

3.1.2.4 Desarrollo y Auge de la Minería Durante la Colonia

Durante el periodo colonial, la minería en Zimapán experimentó una expansión significativa, impulsada por la creación de una red de caminos y de pequeñas obras hidráulicas que facilitaron tanto la extracción como el procesamiento de minerales. Particularmente, el establecimiento de haciendas de beneficio próximas a fuentes de agua permitió derivar corrientes hacia acueductos elevados, diseñados para alimentar ruedas hidráulicas, las cuales activaban molinos, fuelles y hornos de afinación. Estos sistemas, conocidos como “heridos de agua”, representaron avances técnicos ingeniosos en la industria minera local, reduciendo la dependencia de la fuerza animal en ciertas etapas productivas (Cubillo Moreno, 2024).

Al mismo tiempo, la economía regional se articuló mediante alianzas entre hacendados y concesionarios mineros: las haciendas del Valle del Mezquital, por ejemplo, suministraban víveres, transporte y mano de obra, lo que generó un sistema interconectado que impulsó la producción de plata y su transporte hacia mercados urbanos. Este entramado económico consolidó una élite minera regional capaz de erigir infraestructura y acceder a recursos con mayor eficiencia, sin necesidad de intervención directa del gobierno central (Bello Núñez, 2022). El auge de la minería colonial también trajo consigo la explotación laboral de la población indígena y la importación de esclavos africanos. Los indígenas eran obligados a trabajar en las minas bajo duras condiciones, lo que tuvo un impacto devastador en las comunidades locales. La explotación laboral y la introducción de enfermedades



europeas provocaron un descenso significativo de la población indígena. (Virreinato de Nueva España, s. f.; La Crónica de Hoy en Hidalgo, 2025).

De esta manera, la minería en Zimapán dejó de depender exclusivamente del destino natural de los yacimientos para integrar innovaciones tecnológicas como canales, acueductos, molinos hidráulicos y estructuras sociales estratégicas, configurando un sistema minero avanzado para su época. (Fig. 14) (Dimensión Antropológica, s. f.).



Fig. 14 Representación de innovaciones tecnológicas (Casaús, 2023)

3.1.2.5 Impacto Económico

La minería colonial en Zimapán generó una gran riqueza para la Corona Española y para los empresarios mineros. La plata extraída de las minas de Zimapán se enviaba a España y se utilizaba para financiar las guerras y proyectos del Imperio Español. Sin embargo, la riqueza generada no siempre beneficiaba a la población local, que a menudo sufría las consecuencias de la explotación y las difíciles condiciones de trabajo. Real Tribunal de Minería de Nueva España, s. f.; Histomex, s. f.).



Durante la época colonial, Zimapán se consolidó como uno de los principales centros mineros de Nueva España. La explotación de minerales como la plata y el oro alcanzó niveles sin precedentes, atrayendo inversión y mano de obra a la región. La minería se convirtió en la columna vertebral de la economía local, promoviendo el desarrollo de infraestructura y asentamientos urbanos. (Vela, s. f.; La Crónica de Hoy en Hidalgo, 2025).

3.1.2.6 Descubrimiento del elemento vanadio en Zimapán, Hidalgo

En el año 1801, el mineralogista hispano-mexicano Andrés Manuel del Río examinó un mineral procedente de la mina La Purísima en Zimapán, Hidalgo, al que denominó inicialmente “plomo pardo de Zimapán” o zimapanio. Tras realizar ensayos químicos que produjeron compuestos de diversos colores, lo llamó pancromio (del griego "muchos colores") y posteriormente eritronio (por tornarse rojo al calentarse).

A fin de validar su hallazgo, del Río envió muestras al científico Alexander von Humboldt, quien las trasladó a Hippolyte Victor Collet-Descotils en París. El químico francés concluyó erróneamente que el mineral contenía únicamente cromo, lo cual llevó a Humboldt a descartar el descubrimiento como un nuevo elemento (González Vergara, 2019).

En 1830, el químico sueco Nils Gabriel Sefström redescubrió el elemento en una muestra de hierro de la región de Småland, Suecia, y lo bautizó vanadio, en honor a la diosa nórdica Vanadis. Ese mismo año, el químico alemán Friedrich Wöhler analizó las muestras originales enviadas por Humboldt y confirmó que el eritronio de Del Río y el vanadio eran el mismo elemento (Fabregat, 2005).

A pesar de los esfuerzos de Del Río y del respaldo de algunos científicos como el geólogo estadounidense George William Featherstonhaugh, quien propuso llamar al elemento “rionio” en honor a su descubridor original, el nombre vanadio prevaleció. Solo en años posteriores se reconoció el papel pionero de Del Río en la identificación del nuevo metal (Sánchez-Lara, 2024).

En síntesis, el vanadio fue descubierto por Andrés Manuel del Río en 1801 en Zimapán, Hidalgo, bajo el nombre eritronio. Su hallazgo no fue aceptado científicamente en su momento, hasta ser redescubierto y renombrado en 1830. Este episodio es un ejemplo



notable de cómo los contextos políticos y académicos influyen en el reconocimiento de los avances científicos.



Figura 15. Retrato de Andrés Manuel del Río, descubridor del elemento Vanadio. (Pinto, 2020)

3.1.2.7 Construcción de la parroquia San Juan Bautista 1822

La construcción religiosa en Zimapán comenzó con una capilla erigida por los franciscanos en 1564, marcando los inicios de la presencia eclesiástica en el asentamiento. Posteriormente, esta primera edificación quedó pequeña frente al crecimiento poblacional y económico impulsado por la minería, lo que impulsó la necesidad de un templo más robusto y representativo. (Fig. 16) (Vela, 2023) La imponente Iglesia (o Parroquia) de San Juan Bautista, cuya edificación se extendió desde mediados del siglo XVIII hasta 1822, representa uno de los ejemplos más destacados del barroco en la Sierra Gorda. Su fachada, tallada en cantera rosa, incorpora relieves que incluyen a San Sebastián y San Jerónimo, y su interior exhibe obras en cantera en pilastras, capiteles, bautisterio y púlpito, este último singular por su forma de flama octagonal y detalles en relieve que rodean figuras santas. (México Desconocido, s. f.; Calzada MX, s. f.)



Fig. 16 Primera construcción religiosa erigida por franciscanos. Fuente: Águila Drone

Uno de los rasgos más notorios de esta parroquia son sus ventanas oblicuas, diseñadas para permitir el paso de tres haces de luz durante el solsticio de verano, un fenómeno que coincide con las celebraciones patronales y resalta la armonía arquitectónica entre diseño, simbolismo y entorno (Calzada MX, s. f.)

Dentro del templo, destaca el púlpito escultórico con base octogonal y flama, considerado único a nivel mundial. En él se representan santos en medallones en relieve, en los que San Agustín ocupa una posición central. (Calzada MX, s. f.)

La duración extraordinaria de la obra iniciada cerca de 1773 y concluida en 1822, ha generado varias explicaciones. Algunas atribuyen las demoras a limitaciones financieras de los párrocos en turno, otras al declive de la actividad minera, y otras incluso citan explicaciones populares o leyendas locales interpretadas por cronistas. (Zimapancito, 2011)

Finalmente, la construcción refleja una amalgama de influencias franciscanas y agustinas, con reedificaciones posteriores por parte de los agustinos en torno a 1772, lo cual explica el estilo barroco tardío y la monumentalidad del templo en su forma actual (Hidalguía, s. f.; Arqueología Mexicana, 2023) (Fig.17)



Fig. 17 Parroquia San Juan Bautista Zimapán. (Arqueología Mexicana 2023)

3.1.2.8 Hechos importantes en otras regiones del mundo (1500 – 1800)

Cristóbal Colón, al servicio de los Reyes Católicos, emprendió en 1492 su famoso primer viaje que culminó con lo que se conoce como el Descubrimiento de América, cuando sus carabelas (la Santa María, la Niña y la Pinta) avistaron tierra en una de las islas de las Bahamas el 12 de octubre. Este acontecimiento marcó un antes y un después en la historia mundial, pues abrió una nueva etapa de contactos, intercambios y conflictos entre Europa y los pueblos originarios del continente americano, así como un cambio radical en la geopolítica global (Univisión, s. f.). Por otra parte, la Revolución Industrial comenzó en Inglaterra a mediados del siglo XVIII (alrededor de 1760), caracterizándose por la sustitución progresiva del trabajo manual por maquinaria, la utilización intensiva del carbón como fuente de energía, y el desarrollo de innovaciones tecnológicas como la máquina de vapor. Esta transformación no sólo modificó los procesos productivos, sino también las estructuras sociales, económicas y demográficas europeas.





En México, la llegada de Hernán Cortés a la costa de Veracruz en abril de 1519 significó el inicio de la conquista del territorio que más tarde sería la Nueva España; tras desembarcar, Cortés fundó la Villa Rica de la Vera Cruz, estableciendo así un enclave que permitía comunicaciones directas con la Corona española y que facilitó tanto alianzas como confrontaciones con los pueblos indígenas. En tanto, el descubrimiento de la Piedra del Sol, también conocida como Calendario Azteca, ocurrió el 17 de diciembre de 1790 en la actual Ciudad de México, durante trabajos de nivelación en lo que es hoy el Centro Histórico. Esta pieza monumental de basalto, tallada probablemente en tiempos de Axayácatl en el siglo XV, simboliza la compleja concepción cosmológica mexicana, representando ciclos solares, calendáricos y religiosos que eran centrales en la cultura prehispánica.





3.1.3 Periodo de independencia y su impacto en la minería (año 1810 - 1900)

La Guerra de Independencia de México (1810-1821) trajo consigo un periodo de inestabilidad que afectó negativamente la producción minera en Zimapán. Sin embargo, la minería continuó siendo una actividad crucial para la economía local. Tras la independencia, la minería en Zimapán se recuperó y modernizó gradualmente, adaptándose a las nuevas condiciones políticas y económicas del país. (Minerales Fierro San Vicente, 2012; Acuña, 1985).

La Independencia de 1810, tuvo un impacto significativo en la minería en Zimapán. La guerra provocó inestabilidad política y económica, lo que resultó en la disminución de la producción minera. Muchas minas fueron abandonadas o destruidas, y la falta de inversión y mantenimiento llevó a un deterioro de la infraestructura minera. (Minerales Fierro San Vicente, 2012; Acuña, 1985).

Después de la independencia, la minería en Zimapán comenzó a recuperarse lentamente. El nuevo gobierno mexicano implementó políticas para revitalizar la industria minera, incluyendo la apertura de las minas a la inversión extranjera y la modernización de las técnicas de extracción y procesamiento. (Burkart, 1836; Galeotti, 1838).

Tras la consumación de la Independencia de México en 1821, el sector minero nacional enfrentó una profunda crisis derivada de la inestabilidad política, la falta de inversión y el deterioro de la infraestructura productiva. En regiones como la Sierra Gorda, la minería experimentó una recuperación paulatina, aunque con dificultades significativas para restablecer el ritmo previo a la guerra. (Fig. 18) Para el año 1882, diversos informes señalan que la actividad minera en la Sierra había retomado cierta importancia, a pesar de que varias minas aún no habían sido rehabilitadas tras los estragos del conflicto independentista (Brading, 1971; García Acosta, 2003).





Figura 18. Abandono de minas en Hidalgo

No obstante, existían ya algunas explotaciones activas en diferentes puntos de la región. Entre las minas en operación se encontraban: La mina de San Juan Nepomuceno, dedicada a la extracción de plata, El mineral de Tierra Colorada, y otras cuatro minas ubicadas en el municipio de San Joaquín: Señor de la Esperanza, San José, San Lorenzo y una más conocida también como San Joaquín, todas ellas centradas en la producción de azogue (mercurio). En el mineral de Amoles, se encontraban funcionando las minas de Peñasco, Santa Clara, San José y El Carmen, enfocadas principalmente en la extracción de plata y plomo.

Durante el siglo XIX, la introducción de nuevas tecnologías, como las máquinas de vapor y los explosivos, permitió mejorar la eficiencia y la productividad de las operaciones mineras. (Fig. 19.) Estas innovaciones, junto con la inversión extranjera, ayudaron a revitalizar la minería en Zimapán y a recuperar los niveles de producción previos a la independencia. (Minerales Fierro San Vicente, 2012; Galeotti, 1838). La recuperación de la minería post-independencia tuvo un impacto positivo en la economía local, generando empleo y promoviendo el desarrollo de infraestructura. Sin embargo, las condiciones laborales seguían siendo difíciles, y los trabajadores mineros a menudo enfrentaban riesgos





significativos para su salud y seguridad. (La Crónica de Hoy en Hidalgo, 2025; Histomex, s. f.).

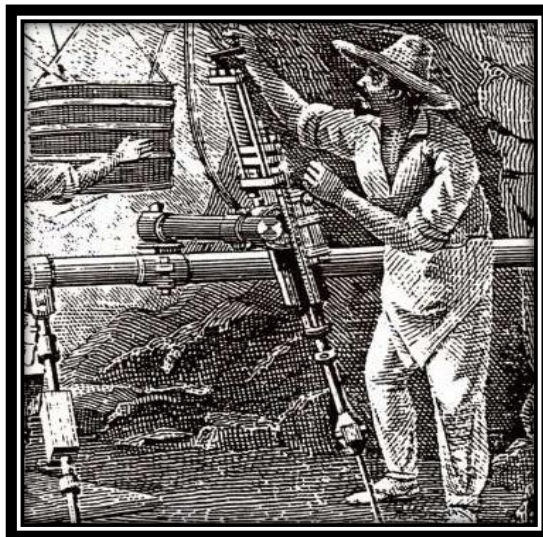


Figura 19. Nuevas tecnologías para la minería (asociación mexicana de archivos y bibliotecas)

La evolución de la minería en Zimapán, Hidalgo, refleja una historia de transformación y adaptación a lo largo de los siglos. Desde los primeros asentamientos mineros prehispánicos hasta el periodo de independencia, la minería ha sido una fuerza constante en la economía y la cultura de la región. Sin embargo, también ha traído consigo desafíos sociales y ambientales que han afectado a las comunidades locales. Comprender esta historia es esencial para abordar los retos actuales y futuros de la minería en Zimapán y para buscar soluciones sostenibles que beneficien a todas las partes involucradas.

TABLA 2. EPOCA COLONIAL

Periodo / Civilización	Métodos de extracción	Minerales extraídos	Impacto social	Impacto económico
Prehispánico	Extracción a pequeña escala, superficial o en	Oro, plata, cobre, cinabrio, piedras preciosas.	Uso ritual y simbólico de los minerales;	Economía local y regional basada en el valor simbólico





	vetas expuestas; uso de herramientas rudimentarias como piedra o madera.		comercio regional limitado.	y utilitario de los minerales.
Virreinato (siglos XVI–XVIII)	Tajo abierto, minería subterránea; fundición por el método de patio (amalgamación con mercurio); uso de carbón vegetal para refinación.	Plata, plomo, marcasita, caparrosa (sulfato ferroso).	Migración de trabajadores (indígenas de repartimiento, esclavos); mestizaje y conformación de nuevas estructuras sociales.	Generación de riqueza colonial; establecimiento del real de minas, desarrollo urbano y comercio local.
Independencia (1810–1870 aprox.)	Uso de minas coloniales; estudios geológicos y redescubrimiento del vanadio por Andrés Manuel del Río (1801).	Plomo, plata, cobre, vanadio (descubierto).	Auge del conocimiento científico local; transformación del control minero hacia élites criollas.	Inicios de propiedad nacional sobre recursos; minería continua como motor económico local.
Post-independencia / Porfiriato (1870–1910)	Modernización; inversión exterior inglesa y estadounidense; reapertura y explotación de minas; inicio de hornos y plantas de beneficio.	Plata, plomo, zinc, cobre, otros metales.	Surgimiento de estructuras empresariales modernas; conflictos laborales derivados de control extranjero.	Expansión económica regional; modernización productiva con fuerte dependencia del capital extranjero.





3.1.3.2 Hechos importantes en otras regiones del mundo (año 1810 – 1900)

Las Revoluciones de 1848 en Europa representan una oleada de movimientos liberales y nacionalistas que emergieron en múltiples estados —entre ellos Francia, los estados alemanes, el Imperio Austriaco y los italianos— reclamando reformas políticas como garantías constitucionales, libertad de prensa, sufragio más amplio y unidad nacional. Aunque muchas de estas revueltas terminaron en reacciones conservadoras que restauraron poderes monárquicos, su impacto fue duradero al plantar la semilla para nuevas formas de participación política y la eventual transformación del paisaje europeo. De manera paralela, los primeros Juegos Olímpicos modernos, celebrados en Atenas del 6 al 15 de abril de 1896, simbolizaron la restauración de una tradición antigua con un enfoque internacional y competitivo. Con alrededor de 280 atletas masculinos de más de una decena de países compitiendo en 43 eventos, estos juegos no sólo marcaron el inicio de una nueva ceremonia deportiva global, sino que también promovieron valores de fraternidad, disciplina y orgullo nacional en un mundo que empezaba a entender el deporte como parte importante de la identidad moderna.

En México, el Grito de Dolores dado por Miguel Hidalgo el 16 de septiembre de 1810 se considera el acto inicial de la Guerra de Independencia, en la que campesinos, criollos y otros sectores sociales se alzaron contra el dominio colonial español, impulsados por tensiones políticas, sociales y económicas. Este conflicto se prolongó hasta 1821, cuando el Ejército Trigarante entró a la Ciudad de México, consumando la independencia. Décadas después, bajo el régimen de Porfirio Díaz (conocido como el Porfiriato), México vivió una etapa marcada por la modernización económica: se promovió una intensa expansión ferroviaria para conectar regiones productivas con puertos y mercados nacionales e internacionales, se consolidó la minería con inversiones extranjeras, se impulsó la industria y se registró un notable auge económico que favoreció, pero también generó desequilibrios sociales.





3.1.4 Revolución y siglo XX (1900 – 2000)

La minería en Zimapán, Hidalgo, ha experimentado transformaciones significativas a lo largo del siglo XX. Este periodo estuvo marcado por la modernización de técnicas y maquinaria, cambios en la legislación, la presencia de grandes empresas mineras y conflictos sociales y ambientales (Langenscheidt, 2025). Aquí analizaremos estos aspectos, proporcionando una visión integral de la evolución de la minería en Zimapán durante el siglo pasado.

Durante el periodo revolucionario iniciado en 1910, las condiciones en la Sierra Gorda no se diferenciaban mucho de las que se vivían anteriormente: la región permanecía relativamente aislada del resto del país, tanto geográfica como políticamente. Este aislamiento natural actuó como un amortiguador frente a los golpes sociales y militares que afectaron de forma más profunda a otras regiones del país. Como resultado, la etapa armada de la Revolución Mexicana no generó en la Sierra Gorda alteraciones tan graves o destructivas como las que se vivieron en zonas con mayor actividad agraria o industrial (Knight, 1986; Meyer, 2010).

Este resguardo permitió que la minería local continuara con cierta estabilidad, aunque a un ritmo menor y sin gran detalle. Posteriormente, entre 1917 y 1930, México experimentó una etapa de recuperación económica que también benefició a la industria minera. Esta recuperación fue impulsada, en parte, por la creciente demanda internacional de metales, especialmente debido a las tensiones económicas y militares que desembocarían en la Segunda Guerra Mundial (Sánchez, 2003).

Durante esos años, los altos precios del plomo, la plata y el mercurio estimularon la reactivación de diversas explotaciones mineras, tanto a nivel nacional como en regiones como la Sierra Gorda. Si bien la minería seguía enfrentando limitaciones tecnológicas y de infraestructura, el contexto económico favoreció el repunte productivo. En este sentido, la Sierra Gorda se integró, aunque de forma modesta, en las dinámicas globales del mercado de minerales, lo que permitió sostener algunas economías locales (Garner, 2001).





3.1.4.1 Modernización de Técnicas y Maquinaria

El siglo XX marcó un periodo de modernización en la minería de Zimapán, con la introducción de maquinaria pesada y técnicas avanzadas de extracción. Estos avances tecnológicos permitieron aumentar la eficiencia y la productividad, reduciendo los costos operativos y mejorando la seguridad laboral. (Langenscheidt, 2025)

El siglo XX fue testigo de importantes avances tecnológicos en la minería. La introducción de maquinaria pesada, como excavadoras y perforadoras, permitió la explotación más eficiente de los yacimientos minerales. Asimismo, el uso de explosivos mejoró la capacidad de extracción en minas subterráneas y a cielo abierto. (Langenscheidt, 2025). La maquinaria pesada revolucionó la minería en Zimapán. Equipos como palas mecánicas, cargadores frontales y camiones de gran capacidad permitieron mover mayores volúmenes de material en menos tiempo. Estos avances redujeron los costos operativos y aumentaron la productividad de las minas.

La implementación de modernos sistemas de ventilación mejoró las condiciones de trabajo en las minas subterráneas, reduciendo la exposición de los mineros a gases tóxicos y polvo. Además, se adoptaron medidas de seguridad más estrictas, incluyendo el uso de cascos, botas con punta de acero y equipos de protección respiratoria.

3.1.4.2 Innovaciones en el Procesamiento de Minerales

Las técnicas de lixiviación y flotación fueron introducidas para mejorar la recuperación de metales. La lixiviación, que utiliza soluciones químicas para disolver minerales, y la flotación, que separa minerales valiosos de la ganga mediante el uso de agentes químicos y burbujas de aire, incrementaron significativamente la eficiencia en la extracción de metales preciosos y no ferrosos.

Las plantas de beneficio modernas incorporaron tecnologías avanzadas para el procesamiento de minerales. Estas plantas incluían trituradoras, molinos y equipos de



concentración que permitían obtener concentrados de alta pureza. La automatización y el control de procesos mejoraron la eficiencia y la calidad del producto final. (Fig. 20)



Figura 20. Implementación de rieles en planta de beneficio. (Elizondo)

3.1.4.3 Cambios en la Legislación y su Impacto

La minería en Zimapán, Hidalgo, ha experimentó una evolución significativa durante el siglo XX, marcada por la modernización tecnológica, cambios legislativos, la presencia de grandes empresas mineras y conflictos sociales y ambientales. Comprender esta evolución es esencial para abordar los retos actuales y futuros de la minería en Zimapán y promover un desarrollo sostenible y equitativo en la región. Las reformas legislativas del siglo XX, como la nacionalización de la minería en la década de 1960, tuvieron un impacto significativo en la industria minera. Estas políticas buscaban asegurar que los beneficios de la minería fueran compartidos de manera más equitativa, promoviendo el desarrollo económico y social de las regiones mineras. (Langenscheidt, 2025)



- **Legislación Minera en México**

A lo largo de este proceso, la legislación minera mexicana ha buscado equilibrar el aprovechamiento económico de los recursos minerales con la protección ambiental y el desarrollo social. En este contexto, las reformas a la **Ley Minera** marcaron un punto de inflexión al abrir la participación a la inversión privada y extranjera, promoviendo una modernización del sector. En el caso de **Zimapán**, estas transformaciones impulsaron la reactivación de proyectos extractivos, favoreciendo la incorporación de nuevas tecnologías y una mayor regulación en materia de concesiones, seguridad laboral y cuidado del entorno. De esta manera, el marco legal no solo determinó la dinámica productiva del municipio, sino también su integración a las políticas nacionales de desarrollo minero.

- **Ley Minera de 1909 y Reformas Posteriores**

La Ley Minera de 1909 fue una de las primeras legislaciones que reguló la minería en México. Esta ley estableció derechos y obligaciones para los concesionarios mineros y promovió la inversión en el sector. Las reformas posteriores, en particular las de 1992, facilitaron la entrada de capital privado y extranjero, promoviendo la modernización y expansión del sector minero.

- **Normativas Ambientales**

La legislación ambiental se volvió más estricta a lo largo del siglo XX. Normas como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) de 1988 establecieron regulaciones para minimizar el impacto ambiental de la minería. Las empresas mineras en Zimapán tuvieron que adaptarse a estos nuevos estándares, implementando medidas para mitigar la contaminación y rehabilitar áreas afectadas por la actividad minera.

- **Impacto de la Legislación en Zimapán**

Las reformas legales permitieron a las empresas mineras operar con mayor libertad y eficiencia. La apertura a la inversión extranjera atrajo a grandes compañías internacionales, que aportaron tecnología avanzada y prácticas de gestión modernas. Sin embargo, estos





cambios también generaron controversias relacionadas con la propiedad de tierras y los derechos de las comunidades locales.

3.1.4.4 Principales Empresas Mineras en la Región

Durante este periodo, varias empresas mineras importantes establecieron operaciones en Zimapán, contribuyendo al desarrollo económico, pero también enfrentando críticas por su impacto ambiental y social. La presencia de estas empresas transformó la dinámica económica de la región, creando empleo y generando ingresos, pero también planteando desafíos en términos de sostenibilidad y responsabilidad social. (Langenscheidt, 2025)

- **Compañía Real del Monte y Pachuca**

Una de las principales empresas que operaron en Zimapán durante el siglo XX fue la Compañía Real del Monte y Pachuca, conocida por su larga historia en la minería de plata y otros metales. Esta empresa introdujo tecnologías avanzadas y prácticas de gestión modernas, contribuyendo al desarrollo de la minería en la región.

- **Grupo México**

Grupo México, una de las empresas mineras más grandes del país, también tuvo presencia en Zimapán. Esta compañía se destacó por su capacidad para explotar y procesar grandes volúmenes de mineral, utilizando tecnología de punta y prácticas sostenibles en la medida de lo posible.

- **Peñoles**

Peñoles es otra empresa importante que operó en Zimapán. Con una fuerte orientación hacia la minería de metales preciosos y no ferrosos, Peñoles implementó técnicas avanzadas de extracción y procesamiento, además de desarrollar programas de responsabilidad social y ambiental.





3.1.4.5 Conflictos sociales y ambientales

La expansión de la minería en el siglo XX también trajo consigo conflictos sociales y ambientales. La contaminación de fuentes de agua, la degradación del suelo y el desplazamiento de comunidades locales fueron algunos de los problemas más significativos. Estos conflictos resaltaron la necesidad de desarrollar prácticas mineras más responsables y sostenibles (Langenscheidt, 2025). Además, la falta de regulación ambiental y la limitada supervisión gubernamental durante gran parte del siglo contribuyeron a empeorar los efectos negativos, generando una creciente preocupación entre la población y las organizaciones sociales. La minería en Zimapán ha generado importantes impactos ambientales, incluyendo la contaminación del agua y el suelo, la deforestación y la alteración de los ecosistemas locales. Estos impactos han suscitado preocupación entre las comunidades locales y las organizaciones ambientales, que han impulsado movimientos para exigir una mayor responsabilidad ecológica y social por parte de las empresas mineras. La utilización de químicos en el procesamiento de minerales ha resultado en la contaminación de cuerpos de agua cercanos a las minas. Esta contaminación afecta la calidad del agua disponible para las comunidades locales y la biodiversidad de la región, provocando daños en los ecosistemas acuáticos y afectaciones a la salud humana. Asimismo, las actividades mineras han llevado a la degradación del suelo, afectando la capacidad agrícola de las tierras y contribuyendo a la pérdida de vegetación, lo que repercute directamente en la economía y la seguridad alimentaria de las familias que dependen de la agricultura. La rehabilitación de áreas minadas es una tarea pendiente que requiere la implementación de estrategias sostenibles y efectivas, como la reforestación, la remediación de suelos contaminados y la gestión adecuada de residuos. En este contexto, los conflictos sociales en torno a la minería en Zimapán han sido frecuentes, en particular debido a la disputa por la propiedad de tierras y los derechos de las comunidades indígenas y locales, que han visto afectado su entorno natural y su modo de vida tradicional. Las comunidades locales a menudo se han visto afectadas por la expropiación de tierras para actividades mineras, generando tensiones y conflictos. (Fig.21) La falta de consulta y participación de las comunidades en las decisiones relacionadas con la minería ha exacerbado estos conflictos, evidenciando la necesidad de políticas públicas que



garanticen la justicia ambiental, el respeto a los derechos humanos y el equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente.



Figura 21. Habitantes de localidades del municipio de Zimapán, Hidalgo, afectados por el traslado de desechos de minería. (Juan Ricardo Montoya. La Jornada)

Los movimientos sociales y las protestas surgieron en respuesta a los impactos negativos de la minería. Las comunidades han organizado manifestaciones y campañas para exigir mayores derechos y protección frente a las actividades mineras. Estos movimientos han tenido un impacto significativo en la política y la regulación de la minería en la región.

3.1.4.6 Modernización global

Durante el siglo XX, el desarrollo de la minería en México y particularmente en Hidalgo coincidió con un periodo de modernización tecnológica a escala global, marcado por la incorporación de maquinaria eficiente y técnicas avanzadas, como perforación rotativa y uso de explosivos controlados en yacimientos australianos y americanos, que impulsaron la productividad por operario en hasta un 5–6 % anual en países como Estados Unidos (Autor desconocido, s.f.). En Hidalgo, esta modernización se reflejó en el surgimiento de grandes



empresas como Minera Autlán en Molango líder en la extracción de manganeso por más de medio siglo que adoptaron tecnologías de trituración, concentración y procesos de nodulización para abastecer mercados internacionales (Autlán, 2025a; Comunidades Autlán, s.f.).

En el plano legal, México impulsó reformas desde la Constitución de 1917, con el control estatal de concesiones en el artículo 27, hasta la Ley de Mexicanización de 1961 que limitó el capital extranjero y fortaleció la participación nacional en el sector minero (Industria minera en México, 2025). Junto a estas transformaciones, surgieron tensiones sociales y ambientales significativas: comunidades en Molango denunciaron contaminación en ríos y afectaciones a la salud, desencadenando movilizaciones en defensa del agua y el territorio (Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, 2025); mientras que en el ámbito internacional, comenzaron a implementarse evaluaciones de impacto ambiental y remediación de pasivos mineros en Europa y Norteamérica tras reconocer los efectos persistentes de relaves y drenaje ácido (Industria minera en México, 2025).

Este entramado de avances tecnológicos, reformas institucionales, protagonismo empresarial y resistencia comunitaria en Hidalgo permite evidenciar cómo el auge minero del siglo XX conjugó intereses productivos globales con consecuencias locales profundas, configurando un escenario complejo de desarrollo y conflicto en la región.

TABLA 3. SIGLO XX

Periodo	Civilización	Métodos de extracción	Minerales explotados	Impacto social	Impacto económico
1910 - 1950	Comunidades de mineros locales, pequeños explotadores (“gambusinos”),	Extracción subterránea tradicional, uso de hornos de soplo para fundición, maquinaria	Plata, plomo, zinc, cobre, minerales metálicos varios presentes en Zimapán.	Condiciones laborales duras, comunidades dependientes de la minería, efectos en salud por exposición a	Generación de empleo local, algo de desarrollo comunitario, participación de Zimapán como un distrito minero





	empresarios regionales	básica como máquinas Dwight-Lloyd para eliminar impurezas (azufre), hornos rudimentarios		metales y contaminantes. También un sentido de identidad ligado al trabajo minero.	relevante en Hidalgo, ingresos provenientes de la extracción para empresas y para la región.
1950 – 1970	Empresas más grandes como Peñoles (o sus subsidiarias), plantaciones mineras medianas, comunidades de apoyo local	Mejora tecnológica: planta concentradora por flotación (por ejemplo, la planta de La Negra en Maconí, operando desde 1971) para separar minerales, equipo más especializado, operaciones más mecanizadas.	Plomo, zinc, cobre, plata. También extracción de óxidos minerales cuando se descubrieron cuerpos nuevos (ejemplo: Lomo de Toro) en ese periodo.	Mejora relativa en empleo, pero persistencia de riesgos laborales (exposición a metales pesados, contaminación del agua, salud). Algunas comunidades dependientes exclusivamente del empleo minero, desigualdades entre trabajadores operativos y administrativos.	Aumento en producción; inversiones en infraestructura minera; mejora en la economía local debido al trabajo y los ingresos que deja la minería; participación creciente en la economía estatal.
1970 - 2000	Compañías mineras modernas, inversionistas nacionales / extranjeros, gobierno estatal para regulación, comunidades locales y obreros	Plantas concentradoras más grandes, uso de flotación a gran escala, procesamiento químico, trituración y separación de minerales; tratamiento de jales (aunque con problemas de control ambiental) para extraer los metales de interés.	Plomo, zinc, cobre, plata siguen siendo los principales, además descubrimientos o explotación de minerales de óxidos y otros más secundarios. Vanadio aparece como mineral de interés también.	Mayor empleo local directo e indirecto; mejora en condiciones en algunos casos, pero también mayor impacto ambiental: contaminación de agua con metales pesados, problemas de salud pública, contaminación de jales, tensiones sociales por distribución del beneficio y del daño.	La minería se convirtió en motor económico para Zimapán (empleo, divisas locales, presencia de empresas grandes como Carrizal Mining, etc.) contribuyó significativamente al presupuesto local e inversiones en infraestructura; en algunos casos, fluctuaciones de los precios internacionales impactaron fuertemente la rentabilidad.





3.1.4.7 Hechos importantes en otras regiones (año 1900 – 2000)

Durante el siglo XX, la Primera Guerra Mundial (1914-1918) y la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) transformaron profundamente el panorama internacional. La Primera Guerra Mundial se originó en Europa por tensiones imperialistas, nacionalistas, militares y alianzas defensivas que colisionaron tras el asesinato del archiduque Francisco Fernando; dejó millones de muertos, destruyó imperios (como el austrohúngaro, el ruso, el otomano) y generó un orden postbélico muy distinto, marcado por tratados como el de Versalles. La Segunda Guerra Mundial fue aún más devastadora: involucró a casi todas las naciones del mundo, se caracterizó por la escala industrial del conflicto, los bombardeos estratégicos, genocidios como el Holocausto, el empleo de armas avanzadas (incluyendo bombas atómicas) y dejó consecuencias políticas y económicas de largo alcance, como la creación de la ONU, el inicio de la Guerra Fría, la reconstrucción de Europa bajo el Plan Marshall y la redefinición del poder global hacia Estados Unidos y la Unión Soviética (Primera Guerra Mundial: resumen, causas y consecuencias, 2025; Segunda Guerra Mundial, s. f.).

En México, la Revolución Mexicana, iniciada el 20 de noviembre de 1910, representó la ruptura definitiva del prolongado régimen autoritario del Porfiriato bajo Porfirio Díaz. La Revolución se impulsó por el descontento social generado por desigualdades agrarias, concentración de tierras, represión política, ausencia de democracia y explotación laboral; liderazgos como los de Francisco I. Madero, Emiliano Zapata y Pancho Villa exigieron reformas profundas que derivarían en la Constitución de 1917, con efectos duraderos en las instituciones mexicanas (Revolución Mexicana | Portal Ciudadano del Gobierno del Estado de México, s. f.; Causas y consecuencias de la Revolución Mexicana, s. f.). Décadas después, durante el gobierno de Luis Echeverría Álvarez (1970-1976), se intentó implementar un modelo populista con políticas de redistribución, expansión del gasto público, y creciente intervención estatal en la economía. Aunque estas medidas ofrecían esperanzas de justicia social, desembocaron en una severa crisis económica que incluyó alta inflación, devaluaciones, acelerado incremento de la deuda pública y un deterioro del ingreso real de





la población. (Gobierno de Luis Echeverría enfrenta la primera crisis económica, s. f.; Behaviour económico desde 1970, s. f.).



3.1.5 Minería en la actualidad desde 2001

La minería en Zimapán y la Sierra Gorda de Hidalgo sigue siendo una actividad económica clave. En la actualidad, se enfrenta a desafíos y oportunidades únicas, impulsados por innovaciones tecnológicas y la demanda global de minerales. Esta investigación examina la situación actual de la minería en la región, las innovaciones tecnológicas en la extracción y procesamiento de minerales, y los principales minerales que son demandados en el mercado global. La industria minera ha tenido que adaptarse a un contexto en el que la protección del medio ambiente y la responsabilidad social son cada vez más importantes.



Figura 22. Monumento al minero. (Hidalgo)

3.1.5.1 Contexto Económico y Social

Zimapán y la Sierra Gorda de Hidalgo han mantenido una tradición minera que se remonta a la época prehispánica. En la actualidad, las minas en esta región extraen principalmente minerales como plomo, zinc, cobre, y plata. (Secretaría de Economía, 2021) Esta actividad ha favorecido en la creación de empleos directos e indirectos y el desarrollo de infraestructura básica en la región (Observatorio de Conflictos Mineros en América Latina, s. f.). Empresas mineras establecidas han invertido en modernización tecnológica que



ha permitido optimizar procesos y aumentar la productividad, como la mejora en técnicas de extracción y concentración de minerales (OCMAL, s. f.).

Además, se han desarrollado programas de responsabilidad social empresarial (RSE) que incluyen capacitación laboral, apoyo a comunidades y proyectos de salud, fortaleciendo la relación entre las compañías y la población local (Milenio, 2023). Estos esfuerzos han contribuido a mejorar las condiciones de vida y a diversificar la economía local, disminuyendo la dependencia exclusiva de la agricultura o el comercio informal.

La región cuenta con varias minas en operación, tanto a cielo abierto como subterráneas. Empresas nacionales e internacionales operan en Zimapán, aportando tecnología avanzada y prácticas de minería moderna. Estas empresas han implementado programas de responsabilidad social para mitigar el impacto negativo de sus actividades en las comunidades locales. Las compañías que explotan las minas de Zimapán son:

- Compañía de Fresnillo S.A. de C.V.
- Compañía Minera de Zimapán S.A. de C.V.
- Minera de San Miguel S.A.
- Compañía Minera el Carrizal S. de R. L. de C.V.
- Minerales Industriales S.A. de C.V. (cerrada temporalmente)
- Industria Zimapán.
- Minerales Aislantes S.A. (trabajan los residuos de la explotación que dejaron los españoles). Compañía Minera del Espíritu.
- Beneficiadora de Zimapán.

3.1.5.2 Impacto Ambiental y Social

La minería en la Sierra Gorda de Hidalgo enfrenta múltiples retos que incluyen desafíos ambientales, problemas sociales, cumplimiento de normativas y sostenibilidad económica. A lo largo de los años, la actividad minera ha sido una fuente importante de





desarrollo económico en la región, pero también ha traído consigo una serie de complicaciones que requieren soluciones innovadoras y una gestión efectiva.

La actividad minera en Zimapán ha generado graves impactos ambientales, particularmente en la calidad del agua, suelo y aire. Se estima que existen más de 20 millones de metros cúbicos de jales contaminados con metales pesados como arsénico y plomo, los cuales se filtran al subsuelo y alcanzan los pozos de agua que consume la población local (Guerrero Trejo, 2024; Milenio, 2021).

Estos contaminantes han sido ligados a enfermedades crónicas y degenerativas en cientos de personas: cáncer de piel, leucemia o insuficiencia renal; además, la ausencia de infraestructura de salud obliga a los pacientes a desplazarse más de 60 km para recibir atención (Criterio Hidalgo, 2024)

El impacto ambiental de la minería sigue siendo una preocupación. La extracción de minerales ha provocado la deforestación y la alteración de los ecosistemas locales. A nivel social, la minería ha generado tanto beneficios económicos como conflictos debido a la expropiación de tierras y la falta de consulta a las comunidades locales (J.A., 2019). En el caso de Zimapán, estos efectos se han manifestado de manera particular por la intensa actividad minera que ha caracterizado a la región, donde el desarrollo económico derivado de la minería ha coexistido con tensiones sociales y daños ecológicos. Sin embargo, en las últimas décadas se ha reconocido la importancia de aplicar estrategias integrales que equilibren la producción con la conservación del entorno y la participación de las comunidades. En este sentido, las políticas y regulaciones gubernamentales desempeñan un papel crucial en la minería. La Ley Minera de México establece las normas para la exploración y explotación de minerales, mientras que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente regula los impactos ambientales de estas actividades. Las empresas mineras deben cumplir con estrictos estándares ambientales y sociales para operar en la región, incluyendo estudios de impacto ambiental, monitoreo constante y medidas de mitigación. Estas normativas buscan promover una minería responsable, que





minimice los riesgos y fortalezca el desarrollo sustentable. No obstante, la aplicación de dichas leyes enfrenta desafíos, como la limitada supervisión en zonas rurales y la necesidad de fortalecer la transparencia y participación ciudadana en los procesos de concesión minera.

Por otro lado, las innovaciones tecnológicas han permitido mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental de la minería. Técnicas como la minería de precisión y el uso de drones para la exploración son cada vez más comunes. Estas innovaciones no solo mejoran la productividad, sino que también contribuyen a minimizar los impactos negativos en el entorno natural. Aunque la región enfrentó retos ambientales, desde 2010 se han implementado prácticas más responsables en la gestión de residuos mineros y control de emisiones, en línea con recomendaciones internacionales (OCMAL, s. f.). La introducción gradual de tecnologías de tratamiento de jales y monitoreo ambiental ha mitigado impactos negativos, mostrando un compromiso hacia la sustentabilidad. Asimismo, la minería en Zimapán ha adoptado diversas innovaciones tecnológicas para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de sus operaciones. Se han desarrollado nuevas técnicas de extracción que minimizan el impacto ambiental. La minería sin residuos (Zero-Waste Mining) y la minería subterránea avanzada son ejemplos de enfoques sostenibles. Estas técnicas reducen la cantidad de residuos generados y la superficie de tierra afectada por la minería, promoviendo una mayor conservación de los ecosistemas y un uso más racional de los recursos naturales.

En el caso de los procesos de lixiviación mejorados, la lixiviación, especialmente la lixiviación en pilas, ha sido perfeccionada para extraer metales con mayor eficiencia y menor impacto ambiental. El uso de soluciones menos tóxicas y la optimización de los parámetros de lixiviación han permitido recuperar metales de manera más limpia y eficiente, contribuyendo a reducir la contaminación y los riesgos de exposición química. Por su parte, la tecnología de flotación avanzada ha representado un avance significativo, ya que la flotación, una técnica clave en el procesamiento de minerales, ha sido optimizada mediante el uso de nuevos reactivos y equipos avanzados. Estas mejoras han permitido aumentar la recuperación de minerales valiosos y reducir el uso de químicos nocivos, consolidando un



modelo de minería más sustentable, eficiente y compatible con la protección del medio ambiente y el bienestar de las comunidades locales.

3.1.5.3 Desafíos Ambientales

Uno de los principales desafíos ambientales es la contaminación de suelos y aguas por los residuos mineros. La gestión de estos residuos es crucial para minimizar el impacto ambiental. Además, la rehabilitación de áreas afectadas y la implementación de tecnologías limpias son esenciales para asegurar la sostenibilidad de la minería.



Figura 23. Riesgo de desequilibrio ecológico tras derrumbe (profepa)

- **Contaminación del Agua**

La minería puede generar una significativa contaminación del agua debido al uso de productos químicos en el procesamiento de minerales y la escorrentía de los residuos mineros. El drenaje ácido de minas, causado por la oxidación de minerales sulfurados expuestos al aire y al agua, puede acidificar cuerpos de agua cercanos, afectando la flora y



fauna acuática. El Instituto de Geofísica de la UNAM detectó que la contaminación no solo se debe a minerales naturales como la arsenopirita, sino también al drenaje ácido generado por los jales en superficie (OCMAL, s. f.) (SEMARNAT, 2020)

- **Contaminación del Suelo**

Las presas de jales se encuentran expuestas y a menudo fallan durante la temporada de lluvias, provocando derrames que contaminan barrancas y tierras agrícolas (UNAM; Moreno Gaytán, s. f.; Milenio, 2021) El suelo en áreas mineras puede quedar contaminado con metales pesados y otros contaminantes químicos, afectando la salud de las plantas y animales, así como la capacidad agrícola de la tierra. La erosión del suelo es otro problema significativo que puede resultar de la remoción de vegetación para las operaciones mineras. (SEMARNAT, 2020)

- **Residuos Mineros**

La gestión de residuos mineros es un desafío considerable. Las pilas de desechos de roca y las colas de procesamiento contienen residuos tóxicos que, si no se manejan adecuadamente, pueden contaminar el medio ambiente. La implementación de prácticas de gestión de residuos más sostenibles es esencial para minimizar el impacto ambiental.

- **Almacenamiento y Disposición de Residuos**

El almacenamiento seguro de residuos mineros, como las colas, requiere de infraestructuras adecuadas para evitar filtraciones y derrames. La disposición final de estos residuos debe seguir normas ambientales estrictas para prevenir la contaminación de aguas subterráneas y superficiales.

3.1.5.4 Problemas Sociales

La minería también enfrenta problemas sociales, como el desplazamiento de comunidades y las condiciones laborales precarias. Es fundamental abordar estos problemas





para asegurar un desarrollo más justo y equitativo. La participación comunitaria y la creación de programas de desarrollo social son pasos importantes en esta dirección.

La expansión de operaciones mineras a menudo implica la expropiación de tierras, lo que puede llevar al desplazamiento de comunidades locales. Este desplazamiento puede causar la pérdida de hogares, tierras agrícolas y medios de vida, generando tensiones sociales y económicas. Las comunidades indígenas son particularmente vulnerables al desplazamiento y a la pérdida de sus tierras tradicionales. La falta de consulta y participación en las decisiones mineras exacerba estos problemas, generando conflictos entre las comunidades y las empresas mineras.

Las condiciones laborales en las minas pueden ser peligrosas, con riesgos significativos para la salud y seguridad de los trabajadores. La exposición a polvo, productos químicos tóxicos y el riesgo de accidentes son preocupaciones constantes que deben abordarse mediante regulaciones estrictas y prácticas de seguridad mejoradas.

El cumplimiento de los derechos laborales, incluidos los salarios justos, las condiciones de trabajo dignas y la negociación colectiva, es fundamental para garantizar el bienestar de los trabajadores mineros. Las empresas mineras deben adherirse a las leyes laborales y a los estándares internacionales de derechos humanos.

3.1.5.5 Regulación y Cumplimiento de Normativas

El cumplimiento de las normativas ambientales y laborales es otro reto importante. Las autoridades y las empresas deben trabajar juntas para asegurar que las prácticas mineras sean responsables y sostenibles. La implementación de políticas estrictas y la vigilancia continua son esenciales para proteger el medio ambiente y los derechos de los trabajadores.

- **Ley Minera de México**

La Ley Minera de México establece las bases para la exploración y explotación de recursos minerales. Esta ley regula la concesión de derechos mineros y establece las





obligaciones de los concesionarios en cuanto a la protección del seguridad laboral.

- **Normativas Ambientales**

Las normativas ambientales, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), imponen requisitos estrictos a las empresas mineras para prevenir y mitigar el impacto ambiental de sus operaciones. El cumplimiento de estas normativas es esencial para mantener la sostenibilidad de la minería en la región.

- **Inspecciones y Auditorías**

Las inspecciones y auditorías regulares por parte de las autoridades ambientales y laborales son necesarias para garantizar el cumplimiento de las normativas. Estas inspecciones ayudan a identificar y corregir irregularidades, mejorando la seguridad y reduciendo el impacto ambiental.

- **Sanciones y Penalizaciones**

Las sanciones y penalizaciones por incumplimiento de normativas son herramientas importantes para asegurar que las empresas mineras operen de manera responsable. Las multas, el cierre temporal de operaciones y otras medidas coercitivas son aplicadas para disuadir el comportamiento negligente.

3.1.5.6 Competencia y Sostenibilidad Económica

La competencia en el mercado global y la fluctuación de los precios de los minerales representan desafíos adicionales. Es necesario diversificar la economía local para reducir la dependencia de la minería. El fomento de otras actividades económicas, como el turismo y la agricultura sostenible, puede contribuir a una economía más resiliente y diversificada. (Secretaría de Economía, 2021)





La competencia en el sector minero es intensa, tanto a nivel nacional como internacional. Las empresas mineras en la Sierra Gorda de Hidalgo deben competir con productores de otras regiones y países que pueden tener ventajas en términos de costos operativos, tecnología y acceso a mercados.

La innovación tecnológica y la eficiencia operativa son cruciales para mantenerse competitivos. La adopción de tecnologías avanzadas, la mejora de los procesos de extracción y procesamiento, y la gestión eficaz de los recursos son aspectos clave para asegurar la sostenibilidad económica de la minería.

- **Diversificación Económica**

La diversificación económica es esencial para reducir la dependencia de la minería y fomentar un desarrollo más equilibrado en la región. Promover otras actividades económicas, como la agricultura sostenible y el ecoturismo, puede complementar la minería y generar oportunidades adicionales de empleo y desarrollo.

- **Responsabilidad Social Corporativa**

Las empresas mineras deben adoptar prácticas de responsabilidad social corporativa (RSC) que beneficien a las comunidades locales y mejoren su bienestar. Esto incluye inversiones en infraestructura, educación, salud y proyectos de desarrollo comunitario que contribuyan a un desarrollo sostenible y equitativo.

La minería en la Sierra Gorda de Hidalgo enfrenta una serie de retos complejos que requieren soluciones integrales y sostenibles. Abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos es crucial para asegurar que la minería continúe siendo una fuente de desarrollo sin comprometer el bienestar de las comunidades y el medio ambiente. La implementación de tecnologías avanzadas, el cumplimiento riguroso de normativas y un enfoque en la responsabilidad social y ambiental son esenciales para enfrentar estos retos y promover una minería sostenible en la región.

Los retos de la minería en Zimapán son multidimensionales. Aunque representa la base económica del municipio, con arraigo histórico de más de 400 años, enfrenta





problemas severos de salud pública, degradación ambiental, conflicto laboral, ausencia de inversión pública y rigidez normativa. Resolver estos desafíos requiere una estrategia integral que incluya regulación ambiental eficaz, supervisión laboral, remediación de residuos, acceso a servicios de salud, participación comunitaria y reinversión social transparente.





3.1.5.7 Principales Minerales y su Demanda en el Mercado Global

Zimapán es conocido por la extracción de varios minerales que son altamente demandados en el mercado global. Los principales minerales extraídos en la actualidad en Zimapán incluyen la plata, el plomo y el zinc, que tienen una alta demanda en el mercado global. La fluctuación en los precios de estos minerales afecta directamente la economía local, haciendo que la diversificación económica sea un objetivo importante para la sostenibilidad a largo plazo.

- **Plomo y Zinc**

El plomo y el zinc son dos de los principales minerales extraídos en Zimapán. Estos metales son esenciales en diversas industrias, incluyendo la fabricación de baterías, galvanización de acero, y producción de aleaciones. La demanda de estos metales sigue siendo alta debido a su uso en sectores industriales y tecnológicos.

- **Cobre**

El cobre es otro mineral clave extraído en la región. Es crucial para la industria eléctrica y electrónica debido a su alta conductividad. La transición hacia energías renovables y la electrificación de vehículos ha incrementado significativamente la demanda de cobre en el mercado global.

- **Plata**

La plata tiene un valor significativo tanto industrial como financiero. Además de su uso en joyería y monedas, la plata es fundamental en la fabricación de paneles solares, dispositivos electrónicos, y en la industria médica. La demanda de plata ha crecido debido a su aplicación en tecnologías verdes y su papel como inversión segura.





La demanda global de minerales está impulsada por varios factores, incluyendo el crecimiento económico, la urbanización, la industrialización y la transición hacia energías limpias. La digitalización y la adopción de tecnologías avanzadas también han aumentado la demanda de minerales específicos como el cobre y el litio. Los mercados emergentes, especialmente en Asia y África, han visto un rápido crecimiento industrial y urbano, lo que ha incrementado la demanda de minerales. Estos países requieren grandes cantidades de materiales para construir infraestructuras y desarrollar tecnologías avanzadas. Los precios de los minerales están influenciados por la oferta y la demanda global, así como por factores geopolíticos y económicos. Las fluctuaciones en los precios pueden afectar la viabilidad económica de las operaciones mineras y la inversión en nuevos proyectos.

3.1.5.8 Tendencias Positivas a Nivel Global

A nivel mundial, desde 2001 la minería ha experimentado un proceso de modernización tecnológica que ha incrementado la eficiencia y reducido impactos ambientales. La adopción de tecnologías digitales, como inteligencia artificial y automatización, ha permitido reducir costos, mejorar la seguridad y optimizar la gestión de recursos (Research and Markets, 2025).

La minería verde o “green mining” ha cobrado relevancia, con un mercado global que se proyecta en 11,950 millones de USD para 2024, gracias a la demanda creciente de minerales críticos para tecnologías limpias como el litio, el níquel y las tierras raras (GlobeNewswire, 2025). La integración de energías renovables en operaciones mineras ha contribuido a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, fortaleciendo la transición hacia una economía baja en carbono (Reuters, 2025).

Entre 2001 y la actualidad, la minería en Zimapán ha aportado beneficios económicos y sociales relevantes, en paralelo con avances globales que apuntan a una minería más eficiente, sostenible y socialmente responsable. Si bien persisten retos ambientales, la





adopción de nuevas tecnologías y modelos de gobernanza promete consolidar un desarrollo minero que equilibre productividad con cuidado ambiental y bienestar comunitario.

La minería en Zimapán y la Sierra Gorda de Hidalgo ha evolucionado significativamente en la actualidad, con la adopción de innovaciones tecnológicas y el cumplimiento de estrictas regulaciones ambientales y sociales. La región sigue siendo una fuente importante de minerales como plomo, zinc, cobre y plata, que son altamente demandados en el mercado global. Sin embargo, los desafíos ambientales y sociales persisten, y es crucial implementar prácticas sostenibles y equitativas para asegurar el desarrollo a largo plazo de la minería en la región. (world Bank, 2021)

TABLA 4. 2000 - ACTUALIDAD

Periodo	Civilización (comunidad, empresa, gobierno)	Métodos de extracción/ procesamiento	Principales minerales explotados	Impacto social	Impacto económico
2000 - 2010	Empresas mineras nacionales y extranjeras (con concesiones formales), ejidos y comunidades locales, pequeños trabajadores informales, autoridades municipales y estatales, organizaciones ambientales	Extracción subterránea modernizada y tajo abierto en algunos yacimientos; uso extendido de trituración, molienda y flotación; concentradoras de menor a mediana escala; inicio de controles ambientales formales (monitoreo de jales y efluentes)	Plomo, zinc, plata, cobre; presencia de minerales accesorios como vanadio en zonas específicas	Generación de empleo directo e indirecto; aparición de conflictos comunitarios por agua y contaminación; mayor demanda de servicios (salud, vivienda); surgimiento de reclamos por daños ambientales y salud	Aporte importante a economía local: empleo, compras a proveedores, impuestos y regalías; inversiones en infraestructura (vialidad, electricidad); exposición al ciclo de precios internacionales (altibajos económicos)
2010 -2020	Mayor presencia de empresas con programas de RSE; participación de	Tecnologías de proceso más eficientes (mejor recuperación por flotación, circuitos óptimos de molienda);	Plomo, zinc, plata, cobre; explotación continua de cuerpos ya conocidos; exploración	Aumento de empleos técnicos; mejora en algunos servicios comunitarios por promesas de	Crecimiento en inversión minera local; creación de empleos calificados, entran flujos de capital externo,





	universidades y centros de investigación; fortalecimiento de grupos comunitarios y organizaciones civiles; autoridades ambientales más activas (estatal y federal)	control y algunos proyectos de manejo de jales; estudios de impacto ambiental (EIA) más exigentes; se intensifica la formalización de operaciones	para otros metales críticos en respuesta a demanda global	inversión social; persistencia de problemas de salud vinculados a metales; emergen mesas de diálogo y, en ocasiones, protestas o reclamos legales	fortalecimiento de economías locales en pueblos mineros, aunque persiste desigualdad en distribución de beneficios
2020 - actualidad	Comunidades y ejidos con mayor organización, empresas que buscan cumplimiento ambiental y digitalización de procesos, autoridades con exigencias ambientales, consultoras ambientales, ONG y ciudadanía más informada	Automatización parcial de procesos; monitoreo ambiental más frecuente (telemetría, muestreo); mayores controles para gestionar jales y efluentes; impulso a prácticas de cierre progresivo y remediación; búsqueda de certificaciones ambientales	Plomo, zinc, plata, cobre; interés por minerales críticos según demanda (ej. vanadio en ciertas zonas); continuidad en explotación de yacimientos rentables	Mayor conciencia ambiental y social; mayor exigencia de consulta y transparencia; algunos proyectos generan acuerdos comunitarios, otros siguen provocando conflicto social; atención en salud pública y mitigación	La minería sigue siendo importante fuente de empleo y recursos locales; mejora en algunos indicadores económicos locales (servicios, comercios); se observa mayor presión por sostenibilidad financiera y social; vulnerabilidad a variaciones de precios y a la percepción pública que puede afectar concesiones



3.1.6 Proyectos Sustentables en la Minería

La minería, una de las actividades económicas más antiguas en Zimapán y la Sierra Gorda de Hidalgo, enfrenta el desafío de ser sostenible en un mundo cada vez más consciente del medio ambiente y la justicia social. En respuesta, se han desarrollado diversos proyectos y programas que buscan mitigar los impactos negativos de la minería y promover prácticas más responsables y sostenibles. Este documento explora las iniciativas de minería verde, proyectos de remediación ambiental, programas de responsabilidad social empresarial y casos de éxito en la región.



Figura 24. Proyectos sustentables. Fuente: *Transitando hacia la sustentabilidad*

3.1.6.1 Iniciativas de Minería Verde

Las iniciativas de minería verde buscan reducir el impacto ambiental de la minería mediante el uso de tecnologías limpias y prácticas sostenibles. Estas iniciativas incluyen el reciclaje de agua, la reducción de emisiones y la gestión responsable de residuos.

La minería verde se refiere a prácticas y tecnologías que reducen el impacto ambiental de la minería, promoviendo una mayor eficiencia energética, el uso de energías renovables y



la gestión sostenible de los recursos. Estas iniciativas buscan hacer de la minería una actividad más respetuosa con el medio ambiente y las comunidades locales.

El uso de técnicas de minería de bajo impacto, como la minería subterránea en lugar de la minería a cielo abierto, ayuda a preservar la superficie del suelo y reduce la alteración del paisaje. Además, la rehabilitación inmediata de áreas minadas con vegetación autóctona es una práctica que algunas empresas están adoptando.

- **Energías Renovables**

Algunas empresas mineras en Zimapán han comenzado a integrar energías renovables, como la solar y la eólica, en sus operaciones. Estas fuentes de energía reducen la dependencia de combustibles fósiles y disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Reciclaje de Agua**

La implementación de sistemas de reciclaje y reutilización de agua en las plantas de procesamiento mineral ha permitido reducir el consumo de agua fresca y minimizar la descarga de aguas residuales contaminadas. Estos sistemas son cruciales en regiones donde el agua es un recurso escaso.

- **Proyectos de remediación ambiental**

Los proyectos de remediación ambiental son esenciales para reparar el daño causado por la minería. Estos incluyen la reforestación de áreas afectadas, la limpieza de fuentes de agua contaminadas y la restauración de ecosistemas degradados.

La remediación ambiental en minería se enfoca en restaurar los sitios mineros dañados, eliminando contaminantes y devolviendo la tierra a condiciones seguras y utilizables. (Fig. 24) Los proyectos de remediación son esenciales para mitigar los efectos negativos de la minería pasada y proteger el medio ambiente y la salud pública.





- **Estabilización de Residuos**

Uno de los proyectos de remediación en Zimapán incluye la estabilización de residuos mineros. Este proceso implica el tratamiento de residuos con materiales que neutralizan su toxicidad, evitando la lixiviación de contaminantes al suelo y al agua subterránea.

- **Restauración de Ecosistemas**

Las empresas mineras han colaborado con organizaciones ambientales para llevar a cabo la restauración de ecosistemas en áreas afectadas. Estos proyectos incluyen la reforestación, la reintroducción de especies nativas y la creación de hábitats para la vida silvestre.

- **Monitoreo Ambiental**

El monitoreo ambiental continuo es una parte integral de los proyectos de remediación. A través del uso de sensores y tecnología avanzada, las empresas pueden rastrear los niveles de contaminantes en el suelo y el agua, asegurando que las medidas de remediación sean efectivas y ajustándose según sea necesario.



Figura 25. Restauración de minas. (EADIC)





3.1.6.2 Programas de Responsabilidad Social Empresarial

Las empresas mineras están implementando programas de responsabilidad social que benefician a las comunidades locales. Estos programas incluyen proyectos de educación, salud y desarrollo económico, que buscan mejorar la calidad de vida de las comunidades afectadas por la minería.

La responsabilidad social empresarial (RSE) en el contexto de la minería implica el compromiso de las empresas de contribuir al desarrollo sostenible mediante la adopción de prácticas empresariales responsables y la participación activa en la mejora del bienestar de las comunidades locales.

- **Educación y Capacitación**

Las empresas mineras en la Sierra Gorda de Hidalgo han implementado programas de educación y capacitación para los miembros de la comunidad. Estos programas incluyen becas para estudiantes, capacitación técnica para jóvenes y cursos de formación en habilidades empresariales (Flores, 2024).

- **Infraestructura Comunitaria**

Invertir en infraestructura comunitaria, como la construcción de escuelas, clínicas y centros comunitarios, es una parte importante de los programas de RSE. Estas inversiones mejoran la calidad de vida de las comunidades locales y fomentan el desarrollo socioeconómico.

- **Salud y Bienestar**

Las iniciativas de salud y bienestar incluyen campañas de salud pública, la construcción de instalaciones de salud y programas de nutrición para niños y familias. Estas iniciativas abordan las necesidades críticas de salud en las comunidades afectadas por la minería.



3.1.6.3 Casos de Éxito en la Región

En la Sierra Gorda de Hidalgo, hay varios casos de éxito de proyectos mineros sustentables que han logrado equilibrar la producción minera con la protección del medio ambiente y el bienestar social. Estos casos demuestran que es posible desarrollar una minería responsable y sostenible.

- **Proyecto Minero Peñasquito**

El Proyecto Minero Peñasquito, operado por Newmont Corporation, es un ejemplo de minería sustentable en México. La empresa ha implementado prácticas avanzadas de gestión ambiental, como el uso de tecnologías de reciclaje de agua y la revegetación de áreas minadas. Además, Newmont ha desarrollado programas robustos de RSE, beneficiando a las comunidades locales a través de inversiones en educación, salud e infraestructura. (Fig.25)



Figura 26. Reciclaje de agua (Minera Peñasquito)

- **Mina San Rafael**

La Mina San Rafael, operada por Americas Gold and Silver Corporation, ha sido reconocida por sus esfuerzos en la minimización de su impacto ambiental y la promoción de



la sostenibilidad. La empresa ha implementado técnicas de minería verde, como el uso de energías renovables y la gestión responsable de residuos. También ha llevado a cabo proyectos de remediación ambiental y ha establecido programas de RSE para apoyar a las comunidades locales.

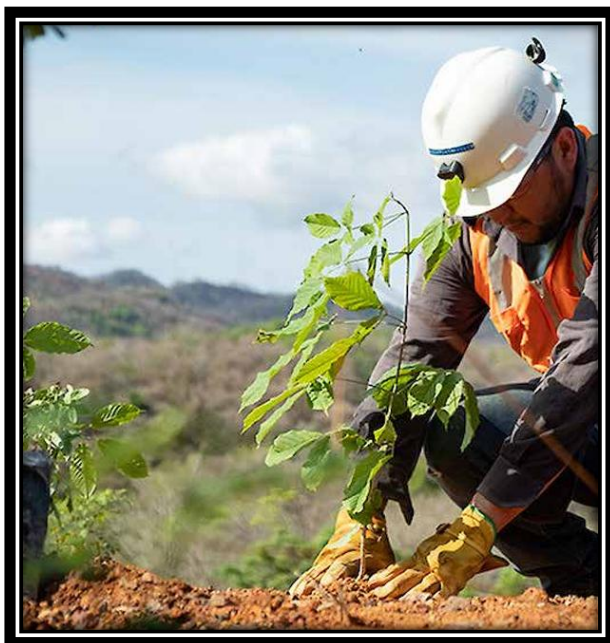


Figura 27. Remediación ambiental. (minera San Rafael)

- **Cooperativa Minera El Oro**

En la Sierra Gorda de Hidalgo, la Cooperativa Minera El Oro ha adoptado un enfoque de minería comunitaria que combina la sostenibilidad económica con el bienestar social y ambiental. La cooperativa se centra en prácticas mineras de bajo impacto y ha establecido una serie de proyectos de remediación y responsabilidad social, incluyendo la construcción de infraestructuras comunitarias y programas de educación.

La adopción de prácticas de minería sustentable en Zimapán y la Sierra Gorda de Hidalgo muestra un compromiso creciente con la responsabilidad ambiental y social. Las iniciativas de minería verde, los proyectos de remediación ambiental, los programas de RSE y los casos de éxito en la región demuestran que es posible llevar a cabo la minería de manera que beneficie tanto a la economía como al medio ambiente y a las comunidades locales. La





continua implementación y expansión de estos proyectos es esencial para asegurar un futuro sostenible para la minería en la región.

En la región minera de Zimapán, diversas iniciativas han sido impulsadas por empresas del sector para minimizar su impacto ambiental y promover el desarrollo social y económico local.

- **Proyectos de ecoeficiencia promovidos por Carrizal Mining y PLAC–PROFEPA**

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en Hidalgo presentó una serie de proyectos de ecoeficiencia implementados por Carrizal Mining, como parte del Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad (PLAC). Las acciones incluyeron mejoras en eficiencia del uso del agua, energía y reducción de emisiones. Se reportaron ahorros de hasta 1,040 m³ de agua anuales, equivalente al abastecimiento de 12 personas; ahorro de energía de 1.9 millones de kW por año; y una reducción aproximada de 970 toneladas de CO₂ anuales, lo cual equivale a retirar de circulación 145 automóviles por año. (Minero, sin fecha)

- **Certificación como “Industria Limpia” otorgada por PROFEPA a Carrizal Mining**

Carrizal Mining también obtuvo el certificado de Industria Limpia de PROFEPA, reconociendo la implementación de medidas preventivas y correctivas en agua, aire, suelo, residuos y sustancias peligrosas. Este reconocimiento garantiza que la empresa adopta prácticas operativas más responsables con el entorno. (Compañía minera Zimapán, 2025)

- **Inversiones sociales con enfoque sostenible (CAMIMEX)**

A nivel estatal y sectorial, empresas afiliadas a la Cámara Minera de México (CAMIMEX) han invertido en programas de desarrollo comunitario que abarcan salud, educación y acceso a servicios básicos como agua potable y electricidad. En 2023, estas





acciones beneficiaron a más de 820,000 personas e implicaron un gasto de 2,041 millones de pesos, lo cual complementa esfuerzos para reducir impactos sociales y ambientales en zonas con actividad minera (CAMIMEX, 2024)

- **Valorización de residuos mineros sólidos como fuente secundaria de extracción**

Un estudio presentado en 2024 caracteriza residuos sólidos mineros de Zimapán (de cobre, plomo, zinc), identificando concentraciones de plata y plomo con potencial para ser reutilizados como fuente secundaria de extracción. Esta técnica reduce la acumulación de pasivos ambientales y promueve la economía circular dentro del sector. (Minero, sin fecha)

Las iniciativas emprendidas en Zimapán por empresas como Carrizal Mining muestran que es posible alinear la operación minera con estrategias de ecoeficiencia, certificación ambiental, capacitación comunitaria, inversión social sostenible y reutilización de residuos. Estos proyectos no solo buscan reducir el impacto ambiental, sino también fortalecer la relación con las comunidades y promover la sustentabilidad integral de la región minera.





CAPÍTULO 4. JUSTIFICACION

La minería ha sido una actividad esencial para el desarrollo económico y social de la Sierra Gorda de Hidalgo y Zimapán a lo largo de su historia, pero la falta de un documento oficial y accesible que recopile y explique esta trayectoria limita la valorización y difusión de este patrimonio regional.

Este trabajo responde a la necesidad de generar un recurso que sirva para fortalecer la identidad cultural, facilitando el acceso a la historia minera a públicos muy diversos. Al hacerlo, se promueve el conocimiento, la educación y la conciencia sobre la importancia de la minería y sus implicaciones sociales y ambientales, en un formato que puede ser utilizado tanto por la comunidad local como por investigadores y autoridades.

Además, este documento busca convertirse en una herramienta para fomentar el orgullo regional, la preservación del patrimonio y el diálogo entre generaciones, contribuyendo así a la construcción de una memoria colectiva que reconozca la minería como un elemento clave en la configuración histórica y cultural de la Sierra Gorda y Zimapán.

Esta tesis se compone de cinco capítulos. El presente capítulo introduce el tema, plantea el problema, define los objetivos y justifica la investigación. En el segundo capítulo se aborda el marco teórico que sustenta el estudio. El tercer capítulo presenta el marco contextual, describiendo la región, su historia y la minería en sus distintas etapas. El cuarto capítulo expone la metodología empleada para la recopilación y análisis de la información. Finalmente, el quinto capítulo presenta los resultados, análisis y conclusiones, así como recomendaciones para futuros estudios y para la difusión del patrimonio minero regional.





CAPÍTULO 5. OBJETIVO

Elaborar una línea de tiempo histórica y documental sobre la minería en la Sierra Gorda de Hidalgo y Zimapán desde la época prehispánica hasta la actualidad, con el fin de generar un documento oficial accesible que contribuya a fortalecer la identidad regional y promueva el conocimiento histórico-minero entre diversos públicos, desde estudiantes de primaria hasta especialistas.

Objetivos específicos

- Investigar y recopilar información histórica, social y económica sobre la minería en la Sierra Gorda y el distrito minero Zimapán en sus diferentes etapas (prehispánica, colonial, revolución, siglo XX y actualidad).
- Analizar los procesos y transformaciones que ha experimentado la minería en la región a lo largo del tiempo, destacando sus impactos sociales y ambientales.
- Organizar y presentar la información de manera clara, accesible y didáctica para públicos diversos.
- Contribuir a la preservación del patrimonio cultural e histórico-minero de la Sierra Gorda y el distrito minero Zimapán mediante la creación de un documento oficial que pueda ser difundido y utilizado como referencia educativa.





CAPÍTULO 6. HIPÓTESIS

Dado el carácter cualitativo de esta investigación, se plantea una hipótesis de trabajo general que guía el desarrollo del estudio:

La actividad minera ha sido un factor central en la transformación histórica, social y ambiental de la Sierra Gorda de Hidalgo y Zimapán, desde la época prehispánica hasta la actualidad.

Asimismo, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo ha evolucionado la minería en la Sierra Gorda de Hidalgo y Zimapán, y qué impactos ha generado en las distintas etapas históricas?

Técnicas de recolección de información

La investigación se basa en el uso de fuentes documentales primarias y secundarias, que permiten sustentar históricamente los hechos analizados. Entre las fuentes utilizadas se encuentran:

- Archivos históricos y documentos coloniales.
- Crónicas eclesiásticas y registros parroquiales.
- Informes técnicos de producción minera.
- Publicaciones académicas y libros especializados.
- Estudios arqueológicos de la región.
- Mapas antiguos y registros cartográficos.

Estas fuentes fueron seleccionadas por su relevancia temática y por aportar información sobre la evolución de la minería en la zona de estudio.





Técnicas de análisis de la información

La información recolectada será analizada mediante dos técnicas principales:

1. **Análisis de contenido histórico:** permite identificar y clasificar los datos históricos relevantes según categorías como periodización, actores sociales, impacto ambiental, transformación tecnológica, entre otros.
2. **Análisis temático:** facilita la organización de los contenidos en torno a temas centrales como: minería prehispánica, colonización minera, movimientos laborales, modernización minera y conflictos socioambientales actuales.

Ambas técnicas permitirán interpretar los hechos dentro de su contexto temporal y cultural, reconociendo continuidades y rupturas en la historia de la minería regional.

Selección de muestra

Debido a la naturaleza cualitativa del estudio, se emplea un muestreo no probabilístico, específicamente intencional y por conveniencia. La "muestra" en este caso está compuesta por:

- Documentos históricos, técnicos y académicos relevantes.
- Comunidades o localidades representativas (Zimapán y otros puntos de la Sierra Gorda de Hidalgo).
- Actores clave (historiadores locales, pobladores, ex mineros, autoridades ejidales).

Limitaciones del estudio

Entre las principales limitaciones se considera la posible falta de acceso a ciertos archivos históricos, así como la escasez de estudios específicos sobre minería en esta región. Asimismo, el trabajo de campo puede estar sujeto a restricciones logísticas o disponibilidad de informantes clave.





CAPÍTULO 7. MARCO TEÓRICO

La minería como fenómeno histórico y social

La minería no solo es una actividad económica vinculada a la extracción de recursos del subsuelo; también constituye un fenómeno profundamente **histórico, social y cultural**. A lo largo del tiempo, la minería ha moldeado el desarrollo de comunidades, generado estructuras económicas complejas, y dejado huellas materiales y simbólicas en el territorio y en la memoria colectiva de los pueblos. En México, la minería ha sido uno de los ejes centrales en la configuración del país, desde las civilizaciones prehispánicas hasta la economía extractiva contemporánea.

Desde un punto de vista histórico, la minería en Mesoamérica no era exclusivamente utilitaria. En muchas culturas indígenas, los metales y minerales tenían un valor ceremonial y simbólico. Con la llegada de los colonizadores españoles, se impuso una lógica distinta: la minería se convirtió en una actividad extractiva a gran escala, fuertemente ligada al modelo colonial, al trabajo forzado y al despojo territorial. Esta transición marcó un antes y un después en la relación entre las comunidades y sus recursos naturales.

Estudiar la minería desde esta perspectiva amplia permite entenderla no solo como una técnica de explotación de la tierra, sino como un sistema cultural y económico complejo, cuyas transformaciones revelan dinámicas de poder, identidad, resistencia y adaptación.

Patrimonio histórico y memoria colectiva

El concepto de patrimonio histórico hace referencia al conjunto de bienes, prácticas, saberes y recuerdos que una sociedad considera valiosos para su memoria e identidad. En este sentido, la historia minera de una región no solo puede verse como un pasado económico, sino también como un legado cultural que define parte del carácter y del imaginario de una comunidad.





Autores como Pierre Nora (1984) han destacado la importancia de los lugares de memoria (*lieux de mémoire*), entendidos como sitios físicos, narrativos o simbólicos donde se cristalizan recuerdos colectivos. Las antiguas minas, los asentamientos mineros, los relatos orales y los archivos históricos pueden considerarse parte de este patrimonio, ya que guardan las huellas de la transformación social y territorial ocurrida a lo largo de los siglos.

En regiones como la Sierra Gorda y Zimapán, donde la minería ha estado presente durante más de cinco siglos, el rescate de esa memoria permite **reconstruir una historia regional** que ha sido frecuentemente ignorada por los relatos oficiales. Reconocer este patrimonio es una forma de reivindicar la experiencia de las comunidades locales, así como de generar conciencia sobre la importancia de conservar y divulgar su legado.

Identidad regional y territorio

La identidad regional se construye a partir de múltiples factores: geográficos, históricos, culturales, económicos y simbólicos. Uno de los componentes centrales en esta construcción es la forma en que las personas y comunidades se relacionan con su **territorio**. En zonas donde la minería ha sido parte estructural de la vida cotidiana, como en Zimapán y la Sierra Gorda de Hidalgo, esta actividad se convierte en un referente clave para la identidad de la región, incluso cuando ya no se practica con la misma intensidad.

Esta identidad no es estática; se transforma con el tiempo, se reconfigura en función de las experiencias históricas, los cambios económicos y las disputas territoriales. En ese sentido, construir un documento histórico accesible sobre la minería en la región no es solo una tarea académica, sino también un acto de reconstrucción de la identidad. Le permite a la población reconocerse en su historia y encontrar en ella sentido, continuidad y pertenencia.





Educación, divulgación y apropiación del conocimiento histórico

Uno de los desafíos más importantes en los estudios históricos y culturales es la divulgación: cómo hacer que el conocimiento llegue a más personas, sin sacrificar rigurosidad, pero sí buscando claridad, accesibilidad y relevancia para el lector común. La historia local, cuando se presenta de forma clara, bien estructurada y contextualizada, puede convertirse en una herramienta poderosa de educación ciudadana y cultural.

Particularmente en contextos rurales o marginados, donde el acceso a la información puede ser limitado, un documento que narre de forma cronológica y sencilla la historia minera local puede tener múltiples usos: servir como material didáctico en escuelas, como recurso para investigadores o como elemento de orgullo comunitario.

Desde el enfoque de la apropiación social del conocimiento, promover que las comunidades conozcan, entiendan y valoren su pasado es clave para fortalecer la participación ciudadana, la resiliencia cultural y la defensa de sus derechos territoriales.

La historia regional como herramienta de construcción social

La historia regional es una corriente historiográfica que propone mirar los procesos históricos desde los territorios y las experiencias locales. A diferencia de la historia nacional, que tiende a centralizar los relatos, la historia regional permite dar voz a comunidades, actores y procesos que han sido silenciados o minimizados en los discursos dominantes.

Autores como Luis González y González, pionero de la microhistoria en México, han señalado que “lo local es lo universal visto de cerca”. Estudiar la historia de la minería en la Sierra Gorda y el distrito minero de Zimapán no significa alejarse de los grandes procesos nacionales o globales, sino observarlos con detalle desde la vida cotidiana, los actores reales y los impactos concretos que tuvieron en un territorio específico.





Este enfoque no solo enriquece la historia, sino que la democratiza, al permitir que todos los pueblos y regiones se reconozcan como sujetos históricos. En ese sentido, esta tesis se inscribe dentro de una propuesta de historia comprometida con la memoria y con la transformación social.

Categorías de análisis para la investigación

Para el desarrollo de esta investigación, se utilizaron las siguientes categorías de análisis:

- **Minería:** como actividad técnica, económica y cultural.
- **Temporalidad histórica:** división en periodos (prehispánico, colonial, revolución, siglo XX, actualidad).
- **Territorio:** como espacio geográfico, simbólico y socialmente construido.
- **Memoria colectiva:** como forma de construir identidad a partir del pasado común.
- **Patrimonio:** tangible e intangible, relacionado con la actividad minera.
- **Identidad regional:** entendida como una construcción social vinculada al entorno, al trabajo, y a los relatos compartidos.

Estas categorías permitirán estructurar y analizar la información de forma coherente a lo largo del documento, articulando los datos históricos con un marco interpretativo sólido y pertinente.

El marco teórico aquí desarrollado ofrece una base conceptual firme para la comprensión del fenómeno minero en la Sierra Gorda y el distrito minero Zimapán. Al integrar perspectivas sobre minería, patrimonio, identidad y memoria, esta investigación busca no solo describir hechos históricos, sino también interpretar sus significados y proyecciones sociales. Así, el documento resultante aspira a ser más que un archivo: un **p**uente entre el pasado y el presente, entre la historia académica y la vida comunitaria.





CAPÍTULO 8. METODOLOGÍA

Enfoque de la investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, ya que el objetivo principal es comprender, describir e interpretar el proceso histórico de la actividad minera en la región de la Sierra Gorda de Hidalgo específicamente el distrito minero Zimapán, con una temporalidad definida desde tiempos prehispánicos hasta la actualidad. El estudio aborda fenómenos sociales y culturales que fueron determinantes para definir cada una de estas épocas, considerando el contexto histórico y la trascendencia construida por los actores sociales a lo largo del tiempo.

Este tipo de enfoque resulto adecuado para este proyecto ya que se estudió acontecimientos de larga duración, donde la información se obtuvo a través del análisis de fuentes documentales, estudios previos, materiales que permitieron una reconstrucción interpretativa de los hechos.

Tipo y alcance de la investigación

Este estudio es de tipo documental histórico y descriptivo, con un alcance exploratorio:

- **Histórico**, ya que se analizaron hechos y procesos del pasado que han influido en la configuración actual de la región, particularmente en relación con la actividad minera.
- **Descriptivo**, ya que se desglosa los elementos sociales, económicos y ambientales relacionados con la minería en distintos periodos históricos.
- **Exploratorio**, porque busca identificar y sistematizar información poco abordada sobre la historia minera del distrito Zimapán.





Diseño metodológico

El diseño de la investigación es cualitativo documental, organizado cronológicamente mediante la elaboración de una línea de tiempo estructurada por periodos históricos determinantes en el contexto mundial, nacional y regional con enfoque en la Minería. Cada etapa (minería prehispánica, conquista y colonización, Revolución Mexicana, siglo XX y actualidad) se analizó en función de los contextos políticos, económicos, sociales y culturales que la caracterizan.

Para ello, se emplea un análisis histórico-interpretativo que permite comprender cómo se ha transformado la minería en la región y cuáles han sido sus principales implicaciones para las comunidades locales y el entorno.





CAPÍTULO 9. RESULTADO Y ANÁLISIS DE RESULTADO

Línea del tiempo: Evolución de la Minería en la Sierra Gorda de Hidalgo y el distrito minero Zimapán en contexto mundial y nacional

<i>Año</i>	Suceso regional	Suceso nacional	Suceso mundial
8000 a.C.	Primeros asentamientos humanos en la Sierra Gorda de Hidalgo.	Transición de vida nómada a sedentaria en Mesoamérica.	Cultura Peiling en China: agricultura temprana y uso de cerámica.
7000 a.C.	Uso de herramientas líticas para tallar piedra y extraer pigmentos.	Domesticación del maíz, calabaza y frijol en Mesoamérica.	Inicio de la cría de cerdos y perros en Asia oriental.
4000 a.C.	Primeras actividades extractivas rudimentarias en Zimapán.	Desarrollo de aldeas agrícolas en México.	Expansión de la agricultura en el valle del Nilo.
3500 a.C.	Aparición del trueque como forma de intercambio.	Comercio de obsidiana y conchas marinas.	Invencción de la rueda en Mesopotamia.
2580 a.C.	Posible uso de pigmentos minerales como el cinabrio.	Uso de cerámica en México.	Construcción de la pirámide de Guiza en Egipto.
1200 a.C.	Influencia olmeca en la Sierra Gorda y Zimapán.	Consolidación de la cultura olmeca en Mesoamérica.	Expansión de civilizaciones antiguas en Asia y Europa.
476 d.C.	Evolución de técnicas extractivas en Zimapán.	Desarrollo de Teotihuacán: pirámides del Sol y la Luna.	Caída del Imperio Romano.
1200 d.C.	Fin de la era prehispánica y presencia de pueblos bárbaros en la región.	Decadencia de Teotihuacán y transición a nuevas culturas.	Auge del comercio en Europa medieval.



Análisis de la época Prehispánica 8000 a.C. – 1500 d.C.

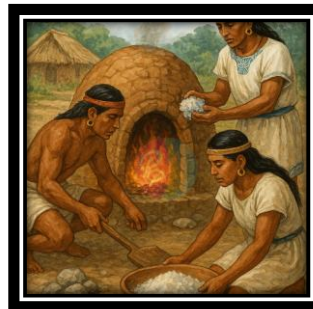
- **Sucesos regionales:**

- Se observan los primeros asentamientos humanos y el uso de herramientas líticas para extraer pigmentos y minerales en la Sierra Gorda y Zimapán.
- Aparece el trueque y el posible uso de minerales como el cinabrio.
- La influencia olmeca hacia 1200 a.C. indica una integración cultural temprana que también impacta las técnicas mineras locales.



- **Sucesos nacionales:**

- Transición de vida nómada a sedentaria, domesticación de cultivos, desarrollo de aldeas agrícolas y comercio de obsidiana.
- Consolidación de la cultura olmeca, indicando que la minería y extracción de recursos en la región estaban vinculadas a economías más amplias.



• **Sucesos mundiales:**



- Desarrollo de la agricultura en Asia y Egipto, invención de la rueda, construcción de pirámides.
- Se puede observar que las sociedades de la Sierra Gorda estaban en paralelo con procesos globales de organización y desarrollo tecnológico, aunque a menor escala.



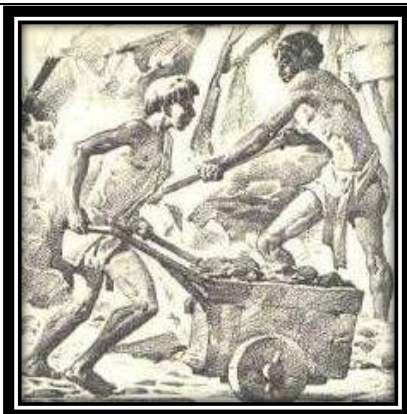
Análisis: La minería prehispánica en la región fue rudimentaria pero estratégica, centrada en pigmentos y metales básicos, formando la base para sistemas económicos posteriores.

<i>Año</i>	Suceso regional	Suceso nacional	Suceso mundial
<i>1519</i>	Llegada de los españoles a Zimapán y establecimiento de reales de minas.	Hernán Cortés llega a Veracruz e inicia la conquista.	Viajes de exploración europea.
<i>1560</i>	Introducción del método de patio en la minería.	Fundación de ciudades coloniales.	Consolidación del Imperio español.
<i>1700</i>	Construcción de la parroquia de San Juan Bautista en Zimapán.	Auge minero en Nueva España.	Expansión de las colonias europeas en América.
<i>1760</i>	Desarrollo y auge de la minería durante la Colonia.	Incremento de la producción de plata en México.	Revolución Industrial en Inglaterra.

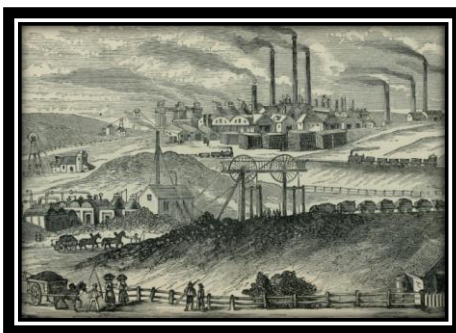


1810	Inicio de la guerra de Independencia; afectación de minas.	Grito de Dolores e inicio de la independencia mexicana.	Revolución de independencia en América Latina.
<p>Análisis del periodo de conquista y colonización</p> <ul style="list-style-type: none">• Sucesos regionales:<ul style="list-style-type: none">○ Llegada de españoles y establecimiento de reales de minas en Zimapán.○ Introducción del método de patio para la extracción de metales, construcción de iglesias y auge minero durante la colonia. <div></div> <ul style="list-style-type: none">• Sucesos nacionales:<ul style="list-style-type: none">○ Conquista de México, fundación de ciudades coloniales y aumento en la producción de plata.○ Reformas borbónicas a finales del siglo XVIII que afectaron la minería y el comercio.			





- **Sucesos mundiales:**
 - Consolidación de imperios coloniales, revolución industrial en Inglaterra y avances tecnológicos.



Análisis: La minería de Zimapán se integra a un sistema económico colonial global. La introducción de técnicas como el método de patio refleja la transferencia de conocimiento europeo. La plata se convierte en motor económico tanto local como nacional.

<i>Año</i>	Suceso regional	Suceso nacional	Suceso mundial
1848	Reanudación parcial de la minería tras conflictos bélicos.	Revolución liberal en México.	Revoluciones en Europa.

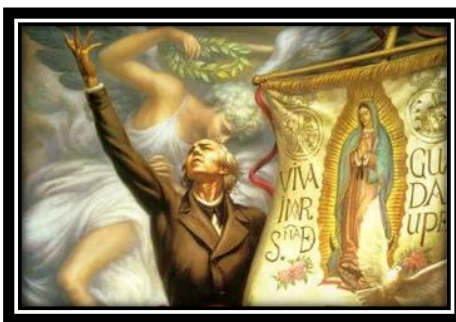


1876	Modernización minera bajo el Porfiriato.	Inicio del gobierno de Porfirio Díaz.	Expansión del capitalismo industrial.
1896	Avances en transporte y metalurgia en Zimapán.	Participación mexicana en eventos internacionales.	Primeros Juegos Olímpicos modernos.
1910	Conflictos laborales y sociales en la minería local.	Revolución mexicana contra el Porfiriato.	Primera Guerra Mundial próxima (1914–1918).

Análisis del periodo de independencia y consolidación del siglo XIX

- **Sucesos regionales:**

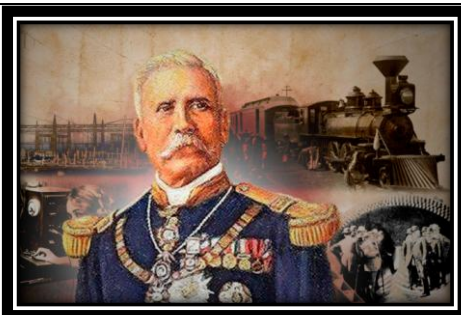
- Conflictos bélicos como la Guerra de Independencia afectan la producción minera.
- Posterior reanudación y modernización de la minería bajo el Porfiriato, con avances en transporte y tecnología.



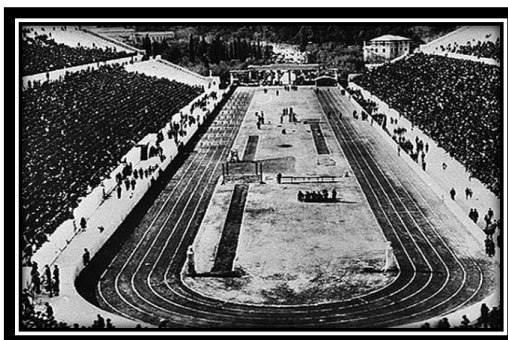
- **Sucesos nacionales:**

- Revolución liberal, participación en eventos internacionales y gobierno de Porfirio Díaz con impulso a la industrialización.





- **Sucesos mundiales:**
 - Revoluciones en Europa, expansión del capitalismo industrial y los primeros Juegos Olímpicos modernos.



Análisis: Este periodo muestra cómo la minería local estuvo sujeta a la estabilidad política y a las políticas económicas nacionales. La modernización minera se enlaza con un contexto global de industrialización y comercio internacional.

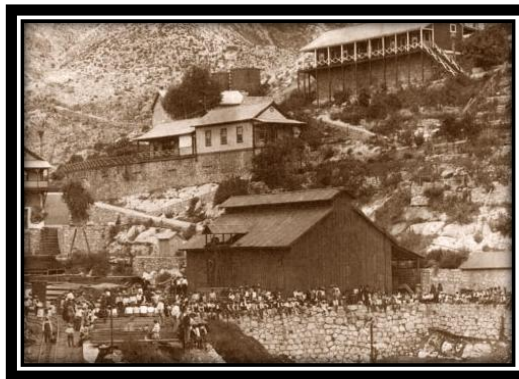
<i>Año</i>	Suceso regional	Suceso nacional	Suceso mundial
<i>1914–1918</i>	Interrupción parcial de actividades mineras.	Reorganización del Estado mexicano.	Primera Guerra Mundial.
<i>1939–1945</i>	Reestructuración minera y tecnificación.	Industrialización posrevolucionaria.	Segunda Guerra Mundial.

1970	Reordenamiento de leyes mineras.	Gobierno de Luis Echeverría; políticas populistas.	Crisis energéticas y expansión industrial global.
1980–1990	Llegada de nuevas empresas mineras como Grupo México y Peñoles.	Reformas económicas neoliberales.	Globalización económica.

Análisis del Siglo XX al 2000

- **Sucesos regionales:**

- Conflictos laborales, interrupciones por guerras y reestructuración minera.
- Llegada de nuevas empresas y modernización tecnológica.



- **Sucesos nacionales:**

- Revolución mexicana y reorganización del Estado, industrialización posrevolucionaria, gobiernos populistas y reformas neoliberales hacia finales de siglo.



- **Sucesos mundiales:**

- Guerras mundiales, crisis energéticas, expansión industrial y globalización económica.



Análisis: La minería en Zimapán refleja la combinación de cambios políticos y económicos nacionales con presiones y oportunidades globales, incluyendo las guerras y la apertura de mercados. La adaptación tecnológica fue clave para su supervivencia.

<i>Año</i>	Suceso regional	Suceso nacional	Suceso mundial
2001	Inicio de la minería moderna con nuevas tecnologías.	Apertura comercial y reformas energéticas.	Auge de la minería automatizada y digital.
2010	Consolidación de minas de plomo, zinc, cobre y plata en Zimapán.	Expansión de proyectos mineros en México.	Crecimiento del mercado global de minerales.
2020–actualidad	Adaptación a normativas ambientales y sostenibilidad.	Políticas de control ambiental y social en minería.	Transición hacia minería verde y energías limpias.



- **Sucesos regionales:**

- Consolidación de minas de plomo, zinc, cobre y plata con tecnologías modernas.
- Adaptación a normativas ambientales y sociales más estrictas.



- **Sucesos nacionales:**

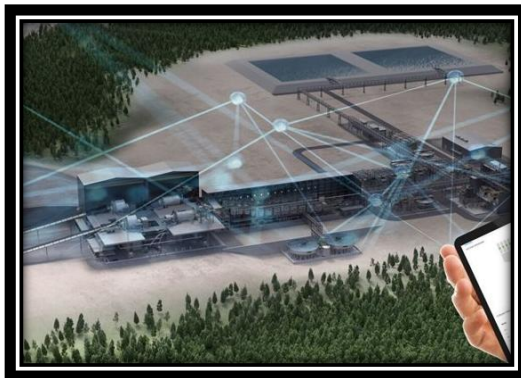
- Apertura comercial, reformas energéticas y políticas de control ambiental en minería.



- **Sucesos mundiales:**

- Auge de minería automatizada, digital, transición hacia minería verde y energías limpias.





Análisis: La minería actual en Zimapán se encuentra en un proceso de modernización integral, donde la tecnología y la sostenibilidad son factores determinantes. La globalización y la transición hacia energías limpias marcan la pauta de futuro.

Análisis general

- La minería en la Sierra Gorda y Zimapán refleja la evolución desde prácticas rudimentarias hasta procesos altamente tecnificados y sostenibles.
- Cada etapa regional se vincula con acontecimientos nacionales y mundiales, evidenciando cómo la minería local estuvo siempre influenciada por el contexto más amplio.
- La tecnología y la adaptación a cambios políticos, económicos y ambientales han sido los factores clave que han permitido la continuidad de la actividad minera en la región.
- La línea del tiempo muestra un claro patrón de interdependencia: la minería local no solo responde a necesidades internas, sino que también se inserta en mercados y tendencias globales.





CONCLUSIÓN

La evolución de la minería en la Sierra Gorda de Hidalgo y Zimapán es un reflejo fiel de la transformación social, económica y tecnológica que ha experimentado México a lo largo de los siglos. Desde los primeros asentamientos humanos en el 8000 a.C., cuando los habitantes de la región comenzaron a utilizar herramientas líticas para extraer pigmentos y minerales, hasta las actuales operaciones mineras con tecnologías automatizadas y sostenibles, la minería ha sido un pilar esencial en la historia y el desarrollo de esta zona.

Durante el periodo prehispánico, la minería tuvo un carácter artesanal y simbólico, ligada a la extracción de pigmentos minerales como el cinabrio y la obsidiana, utilizados en rituales y en el intercambio entre comunidades mesoamericanas. Con la llegada de los españoles en el siglo XVI, se introdujeron nuevas técnicas metalúrgicas, como el método de patio, que revolucionaron los procesos extractivos y marcaron el inicio de una etapa de auge económico para la región. Zimapán se convirtió en un importante centro minero dentro del sistema colonial novohispano, aportando a la economía virreinal y fortaleciendo el vínculo entre la minería y la expansión territorial española.

En el siglo XIX, la minería atravesó un periodo de altibajos debido a los conflictos bélicos, como la Guerra de Independencia y las luchas internas del México poscolonial. Sin embargo, durante el Porfiriato, la modernización de los transportes, la introducción de nuevas tecnologías y la llegada de capital extranjero reactivaron la minería local. Este proceso coincidió con la expansión del capitalismo industrial a nivel mundial, reflejando cómo los cambios globales influyeron directamente en el desarrollo económico y productivo de la región.

A lo largo del siglo XX, la minería en la Sierra Gorda y Zimapán se vio marcada por los movimientos sociales, la reorganización del Estado mexicano y las transformaciones económicas derivadas de las guerras mundiales. Las reformas energéticas y las políticas industriales impulsadas durante los gobiernos posteriores permitieron la continuidad de la





actividad minera, aunque su desarrollo se enfrentó a nuevos retos ambientales, laborales y tecnológicos.

Finalmente, en el siglo XXI, la minería en Zimapán ha entrado en una fase de adaptación y modernización. Las empresas mineras han adoptado tecnologías más limpias, sistemas automatizados y políticas de responsabilidad social y ambiental. Esta transición hacia una minería verde y sostenible responde tanto a las exigencias del mercado internacional como a la necesidad de preservar el equilibrio ecológico y social de la región.

En síntesis, la historia minera de la Sierra Gorda de Hidalgo y Zimapán muestra una constante capacidad de transformación y resiliencia. Cada etapa ha estado determinada por factores locales, nacionales y mundiales, demostrando que la minería no es una actividad aislada, sino una manifestación de los procesos históricos, tecnológicos y económicos que han dado forma al desarrollo humano. La región, que alguna vez utilizó herramientas de piedra para extraer pigmentos, hoy se encuentra integrada en un contexto global de innovación, sostenibilidad y eficiencia energética, reafirmando su importancia como una zona minera emblemática de México.





BIBLIOGRAFÍA

MARCO CONTEXTUAL

CONANP (2018). *Informe sobre biodiversidad en la Sierra Gorda de Hidalgo*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/sierra_gorda.pdf

García, J., & Soto, L. (2015). *Minería prehispánica en la Sierra Gorda: arqueología y sociedad*. Revista de Estudios Mesoamericanos, 10(2), 45-68.
https://www.mesoweb.com/Simposio/pdf/11/Suyuc_y_Mejia.1998.pdf

González, M. (2010). *Comunidades indígenas y minería en México: impactos y resistencia*. Universidad Autónoma de México.
https://www.researchgate.net/publication/316233173_LAS_COMUNIDADES_INDIGENAS_Y_LA_RELACION_CON_LA_INDUSTRIA_MINERA_EN_MEXICO_The_Indigenous_Communities_and_the_Relationship_With_Mining_Industry_in_Mexico

INEGI (2015). *Censo de población y vivienda*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2020). *Carta topográfica y geográfica de Hidalgo*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463531180>

Juárez, P. (2019). *Conflictos socioambientales derivados de la minería en México*. Revista Mexicana de Ambiente y Desarrollo, 25(1), 32-49.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9787393.pdf>

López, R. (2012). *La minería durante la Revolución Mexicana: un análisis regional*. Universidad Nacional Autónoma de México.
https://www.researchgate.net/profile/Moises-Gamez/publication/348993388_Empresas_y_empresarios_en_la_Revolucion_Mexicana





</links/601a384045851589397a559a/Empresas-y-empresarios-en-la-Revolucion-Mexicana.pdf>

Martínez, S. (2009). *La minería colonial en Hidalgo: economía y sociedad*. Editorial Universidad de Hidalgo.
https://www.researchgate.net/publication/283292179_Historia_Colonial_en_el_estado_de_Hidalgo

Ramírez, A., & Pérez, F. (2017). *Modernización minera y transformación social en el siglo XX*. Revista de Historia Mexicana, 22(3), 110-132.
<https://revistas.inah.gob.mx/index.php/historias/article/view/13872>

SEMARNAT (2016). *Impactos ambientales de la minería en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<https://eventos.semarnat.gob.mx/files/uploads/rodolfo/2024/06/12/medio-ambiente-y-mineria-24052024.pdf>

Secretaría de Economía (2021). *Informe anual del sector minero en Hidalgo*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria>

Vargas, E. (2018). *Desarrollo sustentable y minería en comunidades indígenas*. Revista Latinoamericana de Sociología, 14(2), 77-95.

PRIMEROS ASENTAMIENTOS PREHISPANICOS (8000 a.C. – 1521 d.C.)

Acosta, J. G. (2015). *Minería prehispánica en Mesoamérica: Un enfoque regional*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
<https://revistas.inah.gob.mx/index.php/arqueologia/issue/view/758>





- Díaz, L. A. (2018). *Técnicas de minería y metalurgia en la época prehispánica*. Revista Mexicana de Estudios Arqueológicos, 27(3), 45-67.
<https://revistas.inah.gob.mx/index.php/digitales/article/download/4673/4714>
- López, J. R. (2020). *El impacto social y económico de la minería en las culturas prehispánicas de la Sierra Gorda de Hidalgo*. Universidad Nacional Autónoma de México.
<https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/dc5e301e-658f-4e93-81a3-dce24ee7f0d4/content>
- Martínez, S. C., & Torres, P. E. (2019). *Los minerales en la cosmovisión de las culturas mesoamericanas*. En J. P. Ramírez (Ed.), *Economía y cultura en Mesoamérica* (pp. 123-145). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Secretaría de Economía. (2021). *Historia de la minería en México*. Ciudad de México: Secretaría de Economía.
https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/informacion_sectorial/mineria/minas_en_movimiento.pdf
- Piperno, D. R., Ranere, A. J., Holst, I., Iriarte, J., & Dickau, R. (2009). Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(13), 5019–5024.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0812525106>
- Smith, B. D. (1997). The initial domestication of Cucurbita pepo: Evidence from the Ocampo Caves, Tamaulipas, Mexico. *Science*, 276(5314), 932–934.
<https://doi.org/10.1126/science.276.5314.932>
2. CONQUISTA Y COLONIZACIÓN AÑO (1500 – 1800)
- Cubillo, G. (1991). Las haciendas del norte del Valle del Mezquital y su vínculo con el real de minas de Zimapán en la época novohispana. Redalyc, 426279363022.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-899X2022000100126





Vela, E. (2025, julio–agosto). Zimapán. *Arqueología Mexicana* (Edic. especial núm. 193), 68–72.

Bello Núñez, S. L. (2022). Las haciendas del norte del Valle del Mezquital y su vínculo con el real de minas de Zimapán en la época novohispana. *Redalyc. Revista Científica*, 426279363022. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4262/426279363022>

Cubillo Moreno, G. (2024). Los legendarios reales de Pachuca a Zimapán: un mundo de auge y destrucción. *Antropología. Revista Interdisciplinaria del INAH*, (36), 10-21. Recuperado de <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/antropologia/article/view/20680>

Dimensión Antropológica (INAH). (s. f.). Apuntes para una historia regional: las parroquias de Cardonal y Chilcuautla a fines de la Colonia y el siglo XIX. Recuperado de <https://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?p=1404>

Cervantes Virtual. (s. f.). *Cronología de Hernán Cortés*. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. Recuperado el 7 de octubre de 2025, de https://www.cervantesvirtual.com/portales/hernan_cortes/autor_cronologia/

Mediateca INAH. (s. f.). *Piedra del Sol o Calendario Azteca*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Recuperado el 7 de octubre de 2025, de <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia%3A439440>

PERIODO DE INDEPENDENCIA Y SU IMPACTO EN LA MINERÍA (1810 – 1900)

Acuña, R. (1985). *Relación de las Minas de Cimapan*. Archivo General de Indias, Sevilla.

Burkart, J. (1836). *Sección transversal de la región de Zimapán*.

Galeotti, H. G. (1838). *Mapa geológico de Zimapán*.





Histomex. (s. f.). *Historia de Zimapán*. Recuperado de <https://histomex.org>

La Crónica de Hoy en Hidalgo. (2025, julio 17). Cinco siglos de tradición minera. *La Crónica de Hoy en Hidalgo*. <https://www.cronicahidalgo.com>

Minerales Fierro San Vicente. (2012, septiembre 27). *Historia de la minería en el distrito minero de Zimapán*. <https://mineralesfierrosanvicente.blogspot.com>

Revista Geomimet. (s. f.). Andrés Manuel del Río y el descubrimiento del vanadio. <https://revistageomimet.mx>

Vela, E. (s. f.). Zimapán. *Arqueología Mexicana*, edición especial núm. 112, pp.68–72. <https://arqueologiamexicana.mx>

REVOLUCION Y SIGLO XX (1900- 2000)

Revista Arqueología Mexicana. (s. f.). Minería en la Sierra Gorda: evolución tecnológica y operación industrial en Zimapán. <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/la-mineria-en-la-sierra-gorda>

Autlán. (2025a). *Unidad Molango – Autlán*. Recuperado de <https://www.autlan.com.mx/negocios/autlan-manganeso/unidad-molango/>

Comunidades Autlán. (s.f.). *Descubre nuestros procesos de manganeso y ferroaleaciones*. Recuperado de <https://comunidadesautlan.com/descubre-nuestros-procesos-de-manganeso-y-ferroaleaciones/>

Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina. (2025). *Minera Autlán ocasiona graves daños a la salud en Naopa*. Recuperado de <https://www.ocmal.org/minera-autlan-enferma-a-habitantes-de-la-sierra/>

5.MINERIA EN LA ACTUALIDAD DESDE 2001

García, E. (2018). *Evolución tecnológica de la minería en el siglo XX*. *Revista de Minería y Tecnología*, 34(2), 78-95.





- Grupo México. (2020). *Informe anual de sostenibilidad*.
<https://www.gmexico.com/GMDocs/InformeSustentable/DS2020completo.pdf>
- López, M. (2020). *Legislación minera en México: Historia y perspectivas*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/juridica/article/download/10876/9949>
- Sánchez, J. A. (2019). *Impacto social y ambiental de la minería en Zimapán, Hidalgo*. En A. Ramírez (Ed.), *Minería y desarrollo sustentable* (pp. 95-118). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Associated Press. (2024, 23 de octubre). *Miners are razing forests to meet surging demand for metals and minerals*. AP News.
<https://apnews.com/article/3bf4395f4a16d6097727da0793e311e4>
- GlobeNewswire. (2025, 15 de abril). *Green Mining Market Report 2025 Edition: Green Mining Industry Booms as Lithium and Rare Earth Demand Surge Amid Global Clean Energy transition*
<https://www.globenewswire.com/news-release/2025/04/15/3061455/28124/en/Green-Mining-Market-Report-2025-Edition-Green-Mining-Industry-Booms-as-Lithium-and-Rare-Earth-Demand-Surge-Amid-Global-Clean-Energy-Transition.html>
- Milenio. (2023). *Programas de responsabilidad social en minería de Hidalgo*.
<https://www.milenio.com/sociedad/impulsan-proyectos-sustentabilidad-region-minera-zimapan>
- Observatorio de Conflictos Mineros en América Latina. (s. f.). *El agua contaminada de Zimapán*.
<https://www.ocmal.org/el-agua-contaminada-de-zimapan/>
- Reuters. (2025, 7 de mayo). *Digging to zero? Inside the race to decarbonise mining*.
<https://www.reuters.com/sustainability/decarbonizing-industries/digging-zero-inside-race-decarbonise-mining-2025-05-07/>





Research and Markets. (2025). *Technological advancements in mining: AI, automation and sustainability*. <https://www.researchandmarkets.com>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). *Informe sobre el estado del medio ambiente en México*. Ciudad de México: SEMARNAT. https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/transparencia/2020/Medio_Ambiente_Segundo_Informe_de_Labores.pdf

Velasco, A. (2017). *Historia de la minería en Zimapán durante el periodo colonial*. Revista de Historia Mexicana, 66(4), 125-149.

Sánchez, J. A. (2019). *Impacto social y ambiental de la minería en Zimapán, Hidalgo*. En A. Ramírez (Ed.), *Minería y desarrollo sustentable* (pp. 95-118). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

World Bank. (2021). *Mineral demand and outlook for energy transition*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/88dec0c7-3a11-4d3b-99dc-8323ebfb388b/WorldEnergyOutlook2021.pdf>

PROYECTOS SUSTENTABLES DE LA MINERIA

Carrizal Mining, PROFEPA, & ODES México. (sin fecha). *Proyectos de ecoeficiencia del sector minero en Zimapán*. El Independiente de Hidalgo, citado en Outlet Minero. <https://outletminero.org/capacitan-a-sector-minero-de-zimapan-en-favor-del-ambiente-mexico/>

Compañía Minera Zimapán. (2025). *Clean Industry Certificate otorgado por PROFEPA*. Santacruz Silver Mining Ltd. <https://santacruzsilver.com/sustainability/initiatives/>

Secretaría de Desarrollo Económico de Hidalgo (Sedeco), Universidad Tecnológica Minera de Zimapán, Semarnath. (2023, abril 28). *Foro Minero en Zimapán: capacitación sectorial en*





sostenibilidad ambiental. El Pulso de Hidalgo. <https://www.zunoticia.com/noticias-de-hidalgo/2023/04/28/a-traves-de-foro-minero-en-zimapan-sedeco-impulsa-al-sector-minero/>

Cámara Minera de México (CAMIMEX). (2024). *Informe de sostenibilidad: compromiso social y ambiental en comunidades mineras*. <https://camimex.org.mx/sostenibilidad2024/>

Albuerne Pérez, J. (2024). *Characterization of Solid Mining Waste in the Urbanized Area of Zimapan, Hidalgo, for the Identification of Economically Valuable Elements and Trace Elements* TMS 2024.
[https://www.researchgate.net/publication/315143821 Characterization of A Mineral of The District of Zimapan Mina Concordia Hidalgo For The Viability of The Recovery of Tungsten](https://www.researchgate.net/publication/315143821_Characterization_of_A_Mineral_of_The_District_of_Zimapan_Mina_Concordia_Hidalgo_For_The_Viability_of_The_Recovery_of_Tungsten)

