



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON"**

**IMPACTO SOCIO-AMBIENTAL ORIGINADO POR
LA ACTIVIDAD MINERA EN DOS
COMUNIDADES RURALES DEL DISTRITO
MANGANESÍFERO DE MOLANGO EN EL
ESTADO DE HIDALGO.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**LICENCIADO EN PLANIFICACIÓN PARA EL
DESARROLLO AGROPECUARIO
P R E S E N T A**

JOSE LUIS TEXCALAC SANGRADOR

**DIRECTOR DE TESIS
BIOL. RAMIRO RÍOS GÓMEZ**

MÉXICO, 2003



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos.

A mi esposa y a mis hijos:

Sof, sin tu paciencia, apoyo y amor, este trabajo seguiría inconcluso, gracias por ser tan buena esposa y amiga. A mi hijo Ze Ollín y a mi hija Metztlí gracias, porque en ustedes he encontrado una capacidad de amar y de superación que no sabía existiera en mí.

A mi madre, padre y hermanas:

Mamá, como agradecer con palabras, lo que tu esfuerzo, dedicación y amor hicieron por mí y por nuestra familia. Papá, gracias por haber estado justo cuando más necesite de ti. Car y Ara, sin sus desvelos, compañía, esperas y apoyo durante mucho tiempo, definitivamente no hubiera sido lo mismo. Gracias a todos ustedes y sepan que los amo.

A mi familia:

A mis abuelos, a mi tío Julio por mostrar un camino a todos los sobrinos que hasta entonces desconocíamos, a mi tío Esteban, por los viajes que hice contigo y que fortalecieron mi gusto por el campo, y sobre todo por tu cámara fotográfica que descompuse en un viaje de práctica y aún no me reclamas. A mi primo Juan Texcalac que a pesar de nuestras diferencias, estuvimos juntos. A todos mis tíos, tías, primos y primas que en algún momento me ayudaron gracias.

A mis amigos

Angélica, gracias por tu amistad y por las incontables charlas que han servido para forjar nuestros sueños de cambiar al país. A mis cuates que junto conmigo crecieron y me apoyaron a su manera en mis estudios al "Manitas", "Nacho", "Tanchos", "el Porro", "Fox" y especialmente al "Tolín". A mis compañeros de generación "Gaba", Carlos, "el güero", Oscar, Pinal, Víctor, "Tío Lupe", "Sofía", "Aida", "Belem" y a todos los demás gracias por los innumerables momentos de alegría. A mis cuates de la mexicanidad que con su visión del mundo transformaron muchas de mis ideas, Fidel, Raúl Aguilar, Ollinka y David gracias. A mis cuates del CCH Raúl y "el Mozzi" gracias.

Entregado a la Dirección General de Biotecnología y Alimentos (DGBIA) del INAM a difundir en formato electrónico el contenido de mi trabajo de tesis.

NOMBRE: JOSE LUIS TELLO

SALGADADOR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Al Instituto de Salud, Ambiente y Trabajo, S.C. (ISAT)

Más que agradecer todas las facilidades para tomar como tema de tesis uno de sus proyectos de investigación y de permitirme trabajar en él, agradezco al ISAT su interés y apoyo incondicional en mi superación profesional y sobre todo la oportunidad de conocer a cada uno de quienes integraron e integramos este equipo. Al Dr. Carlos Santos-Burgoa, gracias por mostrarme el camino de la investigación; la excelencia, el compromiso y la pasión por el trabajo. Al Dr. David Sánchez Monroy por su apoyo durante estos años de trabajo y especialmente al Dr. Horacio Rijoas Rodríguez por enseñarme el lado agradable de la investigación, por brindarme la oportunidad de trabajar con él, por mostrarme que no todos los investigadores son apáticos, por haberme convencido a hacer la tesis y sobre todo por su invalorable amistad. A Mario Caballero por sus alentadores consejos; a Eva Sabido por incentivarne a titularme. A Guadalupe Saldaña por su amistad, apoyo y sencillez, a Rocio Alatorre por invitarme a trabajar en el proyecto con el cual ahora me titulo, a la Dra. Lilia Rivero por su amistad y humildad, al Dr. Juan Pablo Villa, a Miguel Angel Reyes, Paty Romano y a todos aquellos que colaboraron por algún tiempo en el ISAT y de los cuales algo aprendí.

A mis Profesores

Quiero agradecer a cada uno de los revisores de mi tesis que con sus observaciones precisas y objetivas ayudaron a fortalecer este trabajo. Al Profesor Oscar Romero, gracias por sus observaciones y por aquellas agradables charlas cuando me daba aventón al salir de clase, al Lic. Amado Bernal por sus desinteresadas, oportunas y precisas observaciones, al Biol. Cutberto por su interés en mi tesis y al Ing. Eugenio Cedillo gracias.

Al Biol. Ramiro Rjos por haber aceptado dirigir este trabajo de titulación, por su paciencia, neutralidad, apoyo y entusiasmo. Gracias profesor.

A Daniel García Ramos

A Daniel García Ramos por aceptar dirigir esta tesis aunque la UNAM no lo haya aceptado formalmente, gracias por tu apoyo, paciencia, tiempo y observaciones.

3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Índice General

1	Introducción	4
2	Marco conceptual	7
2.1	Propiedades físicas y químicas del manganeso	7
2.2	Presencia y fuentes de origen del manganeso	8
2.3	Manganeso en humanos, animales y plantas	9
2.4	Impacto ambiental	11
3	Marco de referencia	13
3.1	Estado de Hidalgo	13
3.2	El distrito manganesífero de Molango	16
3.3	Municipios del distrito manganesífero	19
3.4	La compañía minera autlán	32
3.5	Investigación y datos generados en la zona de estudio	42
3.6	Características de las localidades de estudio	55
4	Justificación	62
5	Hipótesis	63
6	Objetivos	63
6.1	Objetivo general	63
6.2	Objetivos específicos	63
7	Metodología	64
7.1	Búsqueda y recolección de información	64
7.2	Clasificación y manejo de la información	66
7.3	Selección de localidades a profundizar	66
7.4	Tamaño de muestra	68
7.5	Selección de las viviendas	69
7.6	Muestreo ambiental	70
7.7	Fase de campo	71
8	Resultados y Análisis	73
8.1	Generalidades de la muestra estudiada	73
8.2	Concentraciones ambientales encontradas	73
8.3	Actividades agrícolas, forestales y pecuarias	82
8.4	Percepción de la problemática ambiental	83
8.5	Importancia de minería en la zona de estudio	85
8.6	Impacto de la minería en la zona de estudio	87
9	Conclusiones	91
10	Referencias Bibliográficas	94
11	Anexos	99

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del manganeso	7
Tabla 2. Ubicación de municipios del distrito manganesífero	19
Tabla 3. Corrientes de agua en municipios del distrito manganesífero	27
Tabla 4. Clima en municipios del distrito manganesífero.	27
Tabla 5. Principales problemas ambientales de las regiones del estado	30
Tabla 6. Trabajadores expuestos a manganeso	45
Tabla 7. Concentración de Mn en orina y sangre de trabajadores expuestos	46
Tabla 8. Estaciones de la red de monitoreo de agua	49
Tabla 9. Estaciones de monitoreo en cauces	49
Tabla 10. Mn en agua del arroyo Taltepego	52
Tabla 11. Ubicación geográfica de las localidades de estudio	56
Tabla 12. Localidades y características principales	57
Tabla 13. Grado de marginación de las localidades	58
Tabla 14. Características productivas de las localidades de estudio	58
Tabla 15. Matriz de selección de localidades de estudio	67
Tabla 16. Tamaño de muestra seleccionada	68
Tabla 17. Parámetros para el muestreo ambiental	71
Tabla 18. Ingreso mensual de la muestra encuestada	73
Tabla 19. Propiedades y concentración de elementos en agua para beber.	74
Tabla 20. Propiedades y concentración de microelementos en agua de río	76
Tabla 21. Concentración de elementos en suelo	78
Tabla 22. Concentración de manganeso en aire extramuros	80
Tabla 23. Problemas ambientales identificados por las comunidades	83
Tabla 24. Causales de la problemática identificadas por la población	83
Tabla 25. Derrama económica de la compañía minera autlán en la región	86
Tabla 26. Impacto de la minería en la zona de estudio	90

Índice de gráficas

Gráfica 1. Población municipal total 1950-2000 (miles de habitantes).	20
Gráfica 2. Tasa de crecimiento media anual	21
Gráfica 3. Población nacida en otra entidad	22
Gráfica 4. Población de 5 años y más residente en otra entidad	22
Gráfica 5. Tasa bruta de mortalidad	23
Gráfica 6. Porcentaje de población municipal derechohabiente (2000).	24
Gráfica 7. Superficie afectada por incendios forestales (1998)	29
Gráfica 8. Producción histórica de carbonatos y nódulos de manganeso	36
Gráfica 9. Manganeso en muestras de suelo superficial de Chiconcoac	43
Gráfica 10. Manganeso en fuentes de agua en Chiconcoac	44
Gráfica 11. Manganeso en sedimento superficial del arroyo de la mina	44
Gráfica 12. Mn en sangre en escolares de Acayuca, Hgo. ($\mu\text{g/L}$)	47
Gráfica 13. Concentración de manganeso en la red de monitoreo de agua	50
Gráfica 14. Contenido de Mn en cauces	51
Gráfica 15. Concentración de manganeso en agua para beber	75
Gráfica 16. Concentración de Mn en agua de río ($\mu\text{g/L}$).	76
Gráfica 17. Concentración de manganeso en suelo.	79
Gráfica 18. Concentración de Mn en aire extramuros ($\mu\text{g/m}^3$).	81
Gráfica 19. Concentración de partículas encontrada ($\mu\text{g/m}^3$).	81

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganesífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Índice de mapas

Mapa 1. Ubicación geográfica del Estado de Hidalgo	13
Mapa 2. Provincias geológicas en el Estado	14
Mapa 3. Regiones del Estado de Hidalgo	15
Mapa 4. Distrito manganesífero de molango	17
Mapa 5. Subprovincia del Carso Husteco	18
Mapa 6. Municipios del distrito manganesífero de Molango	19
Mapa 7. Grado de marginación municipal	25
Mapa 8. Corrientes de agua	26
Mapa 9. Pérdida de cubierta vegetal en el estado	28
Mapa 10. Pérdida de la biodiversidad por municipio	30
Mapa 11. Generación de residuos sólidos municipales	31
Mapa 12. Ubicación geográfica de las localidades	55

Índice de fotografías

Foto 1. Vista de la unidad molango	35
Foto 2. Vista de maquinaria en minado subterráneo	37
Foto 3. Vista del tajo Naopa	38
Foto 4. Nódulos de manganeso	40
Foto 5. Vista de la unidad Nonoalco	41

Índice de imágenes

Imagen 1. Diagrama de la planta de tratamiento de manganeso	39
---	----

1 Introducción

Una de las características de todo egresado de la licenciatura en Planificación para el Desarrollo Agropecuario es sin duda la multidisciplinaria; el bagaje de conocimientos adquiridos durante la formación académica es amplio y diverso, abarcando diversas disciplinas como son las de carácter económico, sociológico e histórico, hasta las de carácter agronómico y zootécnico. Esta gama de conocimiento, genera en el planificador una visión amplia, más no por ello profunda, de múltiples situaciones a resolver y trabajar.

Si bien es cierto que el campo de acción del planificador es el medio rural enfocado al sector agropecuario, es imposible dejar de lado situaciones que se alejen un poco de las actividades agrícolas y pecuarias, pero que si involucran a población rural y que nuestra formación multidisciplinaria permite ver, analizar y contribuir con trabajos que en apariencia se apartan de nuestro campo de acción.

El presente trabajo, es un claro ejemplo de lo expuesto en el párrafo anterior; ya que en este documento se analiza el impacto social y ambiental que ha generado la actividad minera en las comunidades rurales de Chiconcoac y Cuxhuacán, pertenecientes respectivamente, a los municipios de Lolotla y Molango del estado de Hidalgo.

Este estudio, surge de una investigación realizada por el *Instituto de Salud, Ambiente y Trabajo (ISAT)*, donde el objetivo principal fue el análisis del estado de salud de la población por exposición a manganeso, metal extraído en la zona por más de 40 años. Al colaborar en esta investigación, se pudo observar la existencia de información con el suficiente sustento para la elaboración del presente trabajo de tesis y ante la disponibilidad del ISAT dicha tarea se llevo a cabo.

Comenzaremos diciendo que una de las actividades productivas de larga tradición en el Estado de Hidalgo es sin duda la minería. Podemos encontrar antecedentes de esta actividad desde la época prehispánica donde se tienen registros de explotaciones de yacimientos de plata. Durante la Colonia, la importancia de esta actividad fue tal que la estabilidad económica del imperio hispano es atribuida a las vetas de plata extraídas en la Nueva España.

En la entidad, se ubican numerosos yacimientos de importancia económica, que contienen oro, plata, plomo, cobre y zinc, así como manganeso, fluorita y fosforita. Es de esperarse que alrededor de tan importantes depósitos se instalen importantes empresas dedicadas a la

explotación de estos. Un ejemplo de ello, y que destaca por su importancia es el Distrito Minero de Pachuca-Real del Monte que históricamente es considerado como uno de los principales productores de plata del mundo. Inició su explotación en 1526 y en estos casi cinco siglos ha producido el 16% del total de la plata mexicana y el 6% de la plata a nivel mundial (<http://www.hidalgo.gob.mx>).

Otro sitio a destacar y objeto de este estudio es el “Distrito Manganésifero de Molango”. En este lugar se localiza uno de los depósitos de manganeso más importantes del mundo y el segundo más importante de Latinoamérica. Los yacimientos han sido explotados desde 1953 y actualmente son aprovechados por la Compañía Minera Autlán.

El distrito manganésifero se localiza en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental dentro de la Subprovincia del Carso Huasteco. El yacimiento se distribuye a lo largo de 50 km en dirección norte-sur y 20 km este-oeste. La zona de explotación se caracteriza por su accidentado terreno, clima cambiante que va de templado a cálido y a su variada vegetación.

El manganeso (Mn) extraído es utilizado principalmente por la industria de ferro-aleación, acero y para la producción de pilas. Para la extracción de este metal, se realizan operaciones de minado subterráneo y minado a cielo abierto.

El manganeso tiene la característica de ser un metal y nutriente esencial para todos los organismos vivos; se encuentra prácticamente en todos los alimentos. La deficiencia de Mn en el cuerpo puede causar alteraciones en el crecimiento y anomalías del esqueleto, mientras que el exceso de este metal en el cuerpo, puede producir un síndrome psiquiátrico conocido como “locura manganica”, en casos de exposición crónica existe el riesgo de problemas neurológicos parecidos al parkinson.

Las actividades de explotación y beneficio del metal, han traído consigo una serie de alteraciones al entorno y forma de vida de las comunidades aledañas a la planta minera y ha generado descontento en contra de las actividades mineras que se realizan. Entre las quejas más comunes manifestadas por la población están las de contaminación del aire y ríos, malestares de salud, problemas estructurales de viviendas y oxidación de alambrados que delimitan los terrenos de pastoreo.

Lo anterior ha motivado a las comunidades a manifestarse ante las autoridades locales y estatales para buscar una solución a su problema. Ante ello, las autoridades y la empresa se han visto enfrascadas en una

serie de discusiones buscando la verdadera responsabilidad de la actividad minera sobre las demandas vertidas por la población.

Para cuantificar el grado de emisión de contaminantes al ambiente y la afectación a viviendas por la operación de la empresa, el Gobierno del Estado encomendó la realización de algunos trabajos que permitieran conocer la situación y es de uno de ellos en donde se gesta el presente trabajo de investigación.

Se trabajó en las comunidades de Chiconcoac y Cuxhuacán pertenecientes a los municipios de Lolotla y Molango respectivamente. La primera se encuentra aproximadamente a 1 Km de distancia de la mina y muy cerca de un tajo abandonado, la segunda se ubica aproximadamente a 7 Km de la unidad minera. Esta selección, fue con la finalidad de conocer el impacto producido por la actividad minera en la comunidad más cercana y compararla con la más lejana, sin descuidar que ambas estuvieran inmersas dentro del área de influencia de la actividad minera.

Se analizaron muestras de agua, aire, suelo, río y polvo. La información en campo fue recolectada mediante cuestionarios, entrevistas informales con algunas personas de la comunidad y mediante muestreos ambientales durante el año de 1997.

Los resultados muestran que la comunidad más cercana a la planta minera se encuentra más expuesta a Mn que la más alejada, destacando el caso del Mn en aire, donde la concentración estuvo por encima de la normatividad internacional. Actualmente no existe norma mexicana que regule el nivel de Mn en el aire ambiente.

También se identificó la percepción de la población respecto a la actividad minera y en ella se evidencio que la gente ve a la minería como una actividad que se aprovecha de los recursos de la zona, que contamina el ambiente, que sus emisiones perjudican a la salud y que no deja ningún beneficio para las comunidades.

2 Marco conceptual

2.1 Propiedades físicas y químicas del manganeso

El manganeso es un metal de transición. El metal se obtiene de los óxidos minerales naturales por reducción con aluminio. El Mn se parece bastante al hierro en sus propiedades físicas y químicas, sus principales diferencias son la dureza, más quebradizo y menos refractario.

Plantas y animales han evolucionado con necesidades de este metal, que es un elemento traza crítico¹ para cumplir sus funciones metabólicas y biológicas (WHO, 1981). Esto se debe primordialmente a la abundancia de este metal y a su accesibilidad en la biosfera, a su amplio rango de estados de oxidación y la versatilidad en su química coordinada que favorece la formación de enlaces con otros átomos. En la *Tabla 1* se muestran las propiedades más relevantes de este metal.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del manganeso

Manganeso (Mn)	
Número CAS ² :	7439-96-5
Nombres:	Manganeso, Mangan, Manganeso coloidal
Tipo:	Metali
Formula:	Mn
Peso fórmula:	54.93805
Color, olor:	Gris-blanco brillante, inoloro
Estado:	Sólido
Densidad:	0.0072 g/L a 20°C
Punto de fusión:	1,244 ± 3°C
Punto de ebullición:	1,962°C
Solubilidad (100 partes):	Insoluble en agua, soluble en ácidos
Presión de vapor (rango hasta 1 atm):	0 a 20°C, 1 - 760 mmHg a 1292 - 2151°C
Calor de fusión:	3,450 cal/mol
Calor de vaporización:	55,150 cal/mol
Estados de oxidación:	3-, 2-, 1-, 0, 1+, 2+, 3+, 4+, 5+, 6+, 7+
Formas de ocurrencia natural:	Mn ²⁺ , Mn ³⁺ (sales y óxidos)
Fuente: ATSIK, 2000.	

¹ Aproximadamente el 99% de nuestro planeta está constituido solamente por 14 elementos que son Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, C, O, H, N. Estos son llamados elementos traza. A algunos de ellos se les denomina "traza críticos" o "elementos traza esenciales" cuando ante la ausencia o deficiencia de un elemento en la dieta produce, normalidades funcionales o estructurales, y que dichas anomalías están relacionadas a . o consecuencia de cambios bioquímicos específicos que pueden ser revertidos por la presencia del metal esencial (OMS, 1996).

² Número CAS (También llamado Número de Registro CAS, CAS RN o CAS#). Es un número único de acceso asignado por el Servicio de Abstractos Químicos (Chemical Abstracts Service), una división de la Sociedad Americana de Química (ACS, por sus siglas en inglés). Con excepción de la garantía de ser único para un compuesto dado, este número no tiene significado particular. Los números de registro CAS son asignados a toda sustancia única e identificable.

2.2 Presencia y fuentes de origen del manganeso

Manganeso global

El manganeso mundialmente es el 4° metal más usado y el 5° más abundante, comprende cerca del 0.085% de la corteza terrestre. Entre los metales pesados sólo el hierro es más abundante. Aunque se encuentra ampliamente distribuido, se halla en algunos depósitos sustanciales, principalmente en forma de óxidos, hidróxidos o carbonatos (*Post, 1999*).

La mayoría del manganeso en agua, suelos y alimentos es de origen natural. La contribución relativa de fuentes naturales y antropogénicas es un tema de controversia. No se ha establecido un acuerdo en la contribución potencial de nuevas fuentes antropogénicas como la combustión de gasolina con aditivos formulados con Mn (*Hudnell, 1999*).

Manganeso en la litosfera

La mayor parte del Mn se encuentra en el suelo. Las concentraciones del metal varían a lo largo del planeta desde 0 hasta 7,000 mg/Mn/kg suelo ppm. Se han encontrado concentraciones promedio de 800 y 1,000 ppm (*Moran, 1975*). En rocas se han encontrado concentraciones entre 500 y 8,500 ppm, estableciendo un promedio de 1,000 ppm (*Cooper, 1984*). La movilidad del Mn en el suelo depende de factores como concentración de otros iones, cantidad de lluvia, permeabilidad del suelo, erosión del aire, etc., y está integrado a los ciclos geológicos del planeta, interactuando con los tres componentes restantes de un ecosistema: aire, agua y biomasa.

Manganeso en hidrosfera

El manganeso en agua se puede encontrar en forma de sólidos suspendidos o sales disociadas similar al cloruro de sodio (NaCl). Debido a que todos los mantos freáticos se encuentran en contacto con el suelo, hay un desplazamiento natural del Mn al agua, causando concentraciones naturales. El Mn se encuentra en forma de nódulos en el lecho del Océano Pacífico, junto con níquel, cobre y cobalto. El rango de concentración promedio de Mn en agua marina varía entre 0.0004 y 0.01 ppm (mg/L) (*Moran, 1975*).

Internacionalmente existen parámetros y recomendaciones que establecen los límites máximos permisibles de manganeso en agua para consumo humano. La agencia estadounidense de protección al ambiente *Environmental Protection Agency* (EPA) establece una concentración de 50 µg/L; el *Departamento de Salud Canadiense "Health Canada"* recomienda un límite de 50 µg/L; por su parte la Organización Mundial para la Salud recomienda 500 µg/L. En México el máximo permisible es de 150 µg/L según la Norma Oficial Mexicana (*NOM-127-SSA1-1994*).

Manganeso en atmósfera

Hasta la fecha no existe un consenso científico sobre el límite máximo permisible de manganeso en aire en el ambiente; el ministerio de salud canadiense (*Health Canada, 2001*) menciona que esto es difícil de determinar pues dependiendo del sitio de exposición es la concentración a considerar. Por su parte la EPA recomienda un límite de $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (*EPA, 2002*), mientras que la Organización Mundial para la Salud recomienda un límite de $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (*WHO, 2000*); en México no existe alguna norma que establezca el límite permisible de concentración ambiental.

Globalmente se puede encontrar manganeso en aire debido a su interacción con el suelo. Por tanto, todos los lugares tienen concentraciones basales (línea base) del metal en este medio. En California, E.U.A., las fuentes de origen de manganeso se consideran estar dentro de tres categorías principales: naturales de la litosfera, antropogénicas industriales y por consumo de combustibles (*Davis 1988*). Las emisiones naturales están referidas a los ciclos geológicos que pueden desprender cantidades de manganeso a los diferentes componentes de la biosfera (agua, aire, suelo). Un ejemplo son las emisiones producidas por la actividad volcánica.

Las emisiones antropogénicas industriales son básicamente localizadas en la manufactura de diversos productos ya sea en aquellos que utilizan el Mn como materia prima transformable, como catalizador o como auxiliar en la transformación de materiales. Por consumo de combustibles se refiere tanto a fuentes estacionarias, plantas de producción de energía eléctrica y a fuentes móviles como los medios de transporte que utilizan combustibles fósiles (*Health Canada, 1994*).

Bioacumulación del manganeso

Al ser un mineral esencial para todos los organismos vivos, el Mn forma parte de la cadena trófica, por tanto es propenso a biomagnificarse en los eslabones superiores, cuando los eslabones inferiores están ingiriendo o inhalando exceso del metal. La biodisponibilidad del manganeso en alimentos es menor a la del agua (*ICF Kaiser 1994*).

2.3 Manganeso en humanos, animales y plantas

Humanos

El Mn es un nutriente esencial para todos los organismos vivos, la principal vía fisiológica de ingreso del Mn al organismo es la oral debido principalmente a que el Mn se encuentra prácticamente en todos los alimentos, especialmente frutas, granos y nueces. La cantidad de Mn necesaria y segura para mantener el balance del metal en el ser humano es de 2 a 5 mg/día en la dieta (*Greger, et al., 1990*); De esta se estima un

5% de absorción como máximo (Finley, et al., 1994, Finley, et al., 1999). Se ha calculado que la ingestión de manganeso en alimentos es de alrededor de 3 mg/día, por lo que la sobrecarga de manganeso en humanos normalmente no se debe a esta vía (Greger, et al., 1990).

En casos clínicos se conoce más sobre la toxicidad por exposición inhalatoria. Los adultos inhalan alrededor de 20 m³ aire/día y aproximadamente 30 a 50% del Mn se absorbe por los alvéolos (Lynam et al. 1999), esto significa que a mayor concentración de Mn (partículas o compuestos) en aire, mayor absorción por humanos y otros organismos.

La deficiencia de Mn en el ser humano causa alteraciones en el crecimiento, anormalidades del esqueleto, deficiencias reproductivas, ataxia y múltiples problemas del metabolismo (Underwood, 1977).

Cuando el manganeso se encuentra en exceso puede ser dañino. En intoxicaciones agudas por manganeso se produce un síndrome psiquiátrico conocido como "locura manganíca", el cual consiste en agresividad, inestabilidad emocional y alucinaciones (Lucchini, 1995). La exposición a altas concentraciones de Mn puede producir problemas neurológicos parecidos al Parkinson, caracterizado por alteraciones de la marcha, rigidez facial y dificultades del lenguaje (Mena, 1967).

Animales y plantas

El Mn es un metal de transición abundante en la corteza terrestre y esencial para los seres vivos. En animales sirve como catalizador para ciertas enzimas y los vegetales lo utilizan como componente en la fotosíntesis y procesos de respiración. Los vegetales adsorben del suelo el manganeso en forma de Mn²⁺, posteriormente es utilizado en la fotosíntesis, indispensable para su metabolismo (Moran 1975).

Usos antropogénicos

El principal uso del Mn es en la industria metalúrgica, en la producción de acero y aleaciones metálicas, otros usos incluyen producción de fertilizantes y fungicidas. Su uso también se extiende a componentes electrónicos y a procesos electroquímicos. El Mn reacciona con cloro formando cloruro de manganeso (MnCl₂), reacciona con el flúor para formar fluoruro de manganeso (MnF₂ y MnF₃), se une al nitrógeno a más de 1,200°C para dar dinitro manganeso (Mn₃N₂), y se combina con el oxígeno, para dar tetróxido de manganeso (Mn₃O₄) a altas temperaturas (ATSDR, 2000). El uso del Mn que causa controversia, es en aditivos para gasolina, ya que los desechos son emitidos a la atmósfera constantemente y no existe una caracterización de riesgos global que permita establecer estándares de exposición, emisión y control a este metal.

2.4 Impacto ambiental

Para hablar de impacto ambiental, es necesario primero definir que entendemos por impacto y ambiente, para posteriormente deducir lo que es el impacto ambiental.

En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define al ambiente como "El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados".

El ambiente lo podemos concebir como el entorno vital, o sea el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia. El concepto ambiente implica directa e íntimamente al ser humano, ya que se concibe, no solo como aquello que rodea al hombre en el ámbito espacial, sino que además incluye el factor tiempo, es decir, el uso que de ese espacio hace la humanidad referido a la herencia cultural e histórica.

El impacto lo podemos entender como un cambio positivo o negativo, determinado por la vulnerabilidad de un sistema a partir de la intervención de actividades humanas o naturales.

Antes de concluir con lo que entendemos por impacto ambiental, es necesario entender que en un estado natural, los seres vivientes se encuentran en un equilibrio con su ambiente, conformando así, un ecosistema. El número y actividades de cada especie esta regido por los recursos naturales disponibles. El ser humano tiene la capacidad de extraer recursos naturales específicos para su beneficio. El procesamiento de recursos naturales genera desechos y contaminantes que son depositados en la biosfera (Freedman, 2001). Cuando estas sustancias, elementos o compuestos es liberado de alguna área, proceso o contenedor; entra al ambiente como una emisión (ATSDR, 2000).

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto, de ingeniería, un programa, plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. Es necesario, hacer constar que el término impacto no implica negatividad, ya que estos pueden ser tanto positivos como negativos.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) define Impacto Ambiental como la "Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza".

La Organización Panamericana para la Salud, define al Impacto Ambiental como "Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o benéfico, resultante de las actividades, productos o servicios de una organización" (OPS, 1988).

Como estas, existen un sin número de definiciones que conceptualizan el término Impacto Ambiental y en la mayoría de ellas encontramos, al igual que en las anteriores, una similitud enfatizada tanto en las modificaciones sobre los componentes físicos y biológicos del ambiente como a la valoración social que se hace de ellas.

Sin embargo, en este trabajo entenderemos el término Impacto Ambiental como "Cualquier alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del ambiente, causada por cualquier forma de materia o energía resultante de actividades humanas que directa o indirectamente afecten: el aire, agua superficial y subterránea, suelo, flora y fauna, paisaje y sociedad.

3 Marco de referencia

3.1 Estado de Hidalgo

El Estado de Hidalgo se localiza en la zona centro del país (*Mapa 1*) y con sus 20,905.12 km² de superficie y representa el 1.1% de la superficie total de la República Mexicana. Se encuentra comprendido entre las coordenadas extremas siguientes: 21°24' y 19°36' latitud norte; 97°58' y 99°53' longitud oeste. Colinda con los estados de Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Puebla, Tlaxcala y el Estado de México (*INEGI, 1992*).

Mapa 1. Ubicación geográfica del Estado de Hidalgo



Fuente: Elaboración propia.

El Estado consta de 84 municipios y por su superficie es mayor que los estados de Aguascalientes, Colima, Querétaro, Morelos, Tlaxcala, y el Distrito Federal.

En el Estado de Hidalgo, como en todo el país existen regiones y subregiones naturales que permiten identificar y trabajar de manera planificada de acuerdo a las características intrínsecas de cada una de ellas, de esta forma existen regiones económicas, ecológicas, mineras, etc.

División regional del estado

En Hidalgo existen, de forma natural, tres distintas Provincias Geológicas (Mapa 2).

- Provincia de La Llanura Costera del Golfo Norte.- con agricultura de temporal, ganadería extensiva, silvicultura y piscicultura.
- Provincia de La Sierra Madre Oriental.- con agricultura de riego y temporal, silvicultura, piscicultura, industria textil, minera y turismo.
- Provincia del Eje Neovolcánico Transversal.- con agricultura de riego y temporal, ganadería intensiva, silvicultura, piscicultura, agroindustria, industria textil, metalmeccánica, eléctrica, minera, comercio y turismo.

Mapa 2. Provincias geológicas en el Estado



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manglesifero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Estas provincias geológicas generan a su interior espacios naturales que han sido el factor determinante para la aplicación de programas y proyectos en la entidad, ya sean de indole económico, político, social o ambiental.

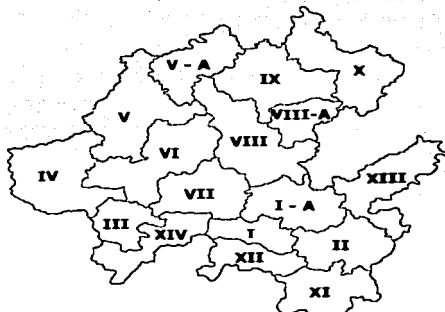
En el ámbito Geográfico-Cultural, el Estado se encuentra dividido en 10 regiones que son: La Huasteca, La Sierra Alta, La Sierra Baja, La Sierra Gorda, La Sierra de Tenango, Valle de Tulancingo, La Comarca Minera, La Altiplanicie Pulquera, La Cuenca de México y El Valle del Mezquital.

Para efectos de planeación, en el Estado se han definido 14 regiones y 3 subregiones³ (Mapa 3) que tienen como finalidad el impulsar el desarrollo específico de cada una de ellas de acuerdo a sus particularidades (INEGI, 1992). Estas regiones y subregiones son:

Regiones: I. Pachuca, II. Tulancingo, III. Tula de Allende, IV. Huichapan, V. Zimapán, VI. Ixmiquilpan, VII. Actopan, VIII. Metztlilán, IX. Molango, X. Huejutla, XI. Apan, XII. Tizayuca, XIII. Tepehua, XIV. Tepeji del Río.

Sub-regiones: I-A. Atotonilco el Grande, V-A. Jacala, VIII-A. Zacualtipán.

Mapa 3. Regiones del Estado de Hidalgo



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

³ Esta división regional es realizada por el gobierno estatal con la finalidad de planear y atender las necesidades de cada región, esto es ejecutado mediante los Comités de Planeación para el Desarrollo Regional (COPLADER), creados para impulsar el desarrollo creciente y armónico de las 14 regiones y 3 subregiones en que se ha dividido el Estado.

En cada una de estas regiones y subregiones persisten distintos niveles de desarrollo que han dado lugar a la existencia de diferencias que son fácilmente perceptibles entre una región y otra. Algunas zonas concentran servicios y actividades de gran dinamismo, pero en otras se advierten condiciones desfavorables que dificultan en gran medida la subsistencia entre las cuales destaca la agricultura.

La minería en el estado de Hidalgo

Una de las actividades económicas de larga tradición en el Estado de Hidalgo es la minería. La importancia de esta actividad data de varios siglos atrás remontándose hasta la época prehispánica donde se tienen registros de explotaciones de yacimientos de plata. Durante la Colonia, la importancia de esta actividad fue tal que la estabilidad económica del imperio hispano es atribuida a la explotación de las vetas de plata (<http://www.hidalgo.gob.mx>).

La ubicación geográfica del estado en tres distintas provincias geológicas facilita la ubicación de zonas con distintas potencialidades de explotación. Un ejemplo de lo anterior es la notable riqueza de yacimientos de importancia económica para la entidad, que contienen oro, plata, plomo, cobre y zinc, así como manganeso, fluorita y fosforita.

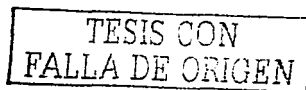
El Distrito Minero de Pachuca-Real del Monte es considerado históricamente como uno de los principales productores de plata del mundo. Inició su explotación en 1526 y se estima que en estos casi cinco siglos ha producido el 16% del total de la plata mexicana y el 6% de la plata a nivel mundial (<http://www.hidalgo.gob.mx>).

Otro ejemplo de la notable actividad minera estatal, es la existente en el Distrito Manganésífero de Molango donde se ubica uno de los yacimientos de manganeso más importantes del mundo y el segundo en importancia a nivel continental.

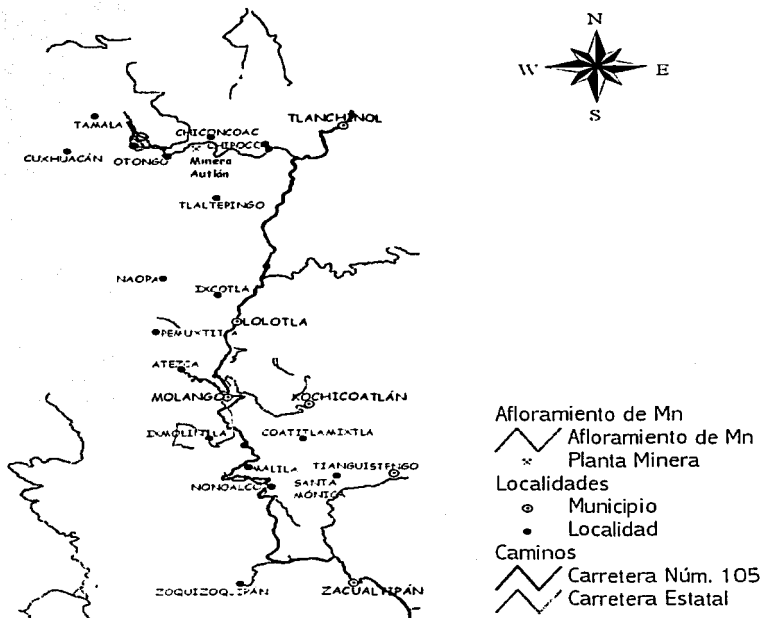
3.2 El distrito manganésífero de Molango

Localización del distrito manganésífero de Molango

Este distrito se encuentra localizado en la región de la Huasteca Hidalguense y se distribuye a lo largo de 50 Km. en dirección norte-sur y 20 Km. este-oeste. Se localiza en la parte noreste del gran plegamiento conocido como anticlinorio de Huayacocotla (*Mapa 4*), el cual es una de las más grandes estructuras que conforman la Sierra Madre Oriental. Esta estructura mide aproximadamente 400 Km. de longitud y corre desde el sur de Cd. Victoria, Tamps. hasta el Sureste de Huauchinango, Puebla. Su rumbo es norte-oeste 45° sur-este y su eje cruza por el este del municipio de Molango y al este de Huayacocotla, Veracruz. (*Autlán, 2001*).



Mapa 4. Distrito manganésifero de molango



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Origen del yacimiento

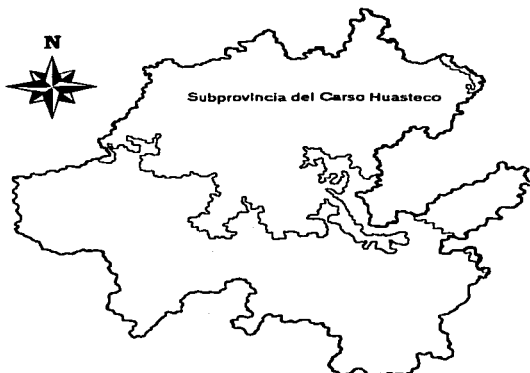
El complejo plegado se considera que ha sido formado por fuerzas tectónicas de compresión ocurridas durante la Orogenia Laramide. La orientación general de los pliegues en el Distrito Manganésifero es de norte-oeste sugiriendo que las fuerzas de compresión principales fueron perpendiculares al eje de las estructuras, esto es dirección norte-este.

El metal es una roca manganesífera compuesta de sedimentos marinos calcáreo-arcillosos que constituyen un fascie⁴ litológico bien definido dentro de la formación Chipoco. Los minerales principales son rodocrosita, pirrolusita y manganocalcita (Autlán, 2001).

Fisiografía

El Distrito Manganesífero se encuentra ubicado fisiográficamente dentro de la Subprovincia del Carso Huasteco (Mapa 5). Gran parte de esta subprovincia se ubica dentro del Estado de Hidalgo (abarca desde las inmediaciones de Ciudad Valles en San Luis Potosí hasta las inmediaciones de Teziutlán, Puebla) y comprende una superficie de 9,712.43 km². Se diferencia de las sierras plegadas por poseer rasgos de Carso mayor en toda su extensión y presenta un fuerte grado de disección –inclusive algunos desarrollos de cañones– por la acción de los importantes ríos que fluyen en ella.

Mapa 5. Subprovincia del Carso Huasteco



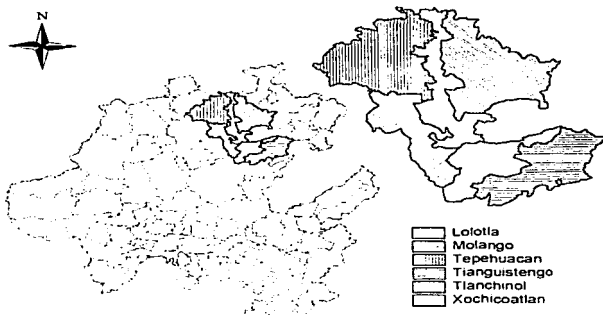
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

⁴ Fascie es una sección dentro de una formación geológica. Formación geológica es un paquete de depósitos de sedimentos con características más o menos homogéneas y claramente diferenciables de otros paquetes (otras formaciones) que se puede relacionar a una época particular de tiempo geológico. Pero dentro de las formaciones se pueden distinguir también estratos con características diferentes. En el caso de Molango la Formación Chipoco contiene una fascie o estrato que es particularmente rico en Mn.

3.3 Municipios del distrito manganesífero

El área de influencia de este Distrito Minero y las actividades de explotación y beneficio que en él se realizan se extienden a lo largo de 26 comunidades distribuidas en los municipios de Lolotla, Molango, Tepehuacán, Tianguistengo, Tlanchinol y Xochicoatlán (*Mapa 6*). De éstos, los dos primeros son los que mayormente se encuentran impactados por la actividad minera, debido principalmente a la cercanía con la misma.

Mapa 6. Municipios del distrito manganesífero de Molango



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

En la *Tabla 2* se muestran algunos aspectos generales de los municipios del distrito minero.

Tabla 2. Ubicación de municipios del distrito manganesífero

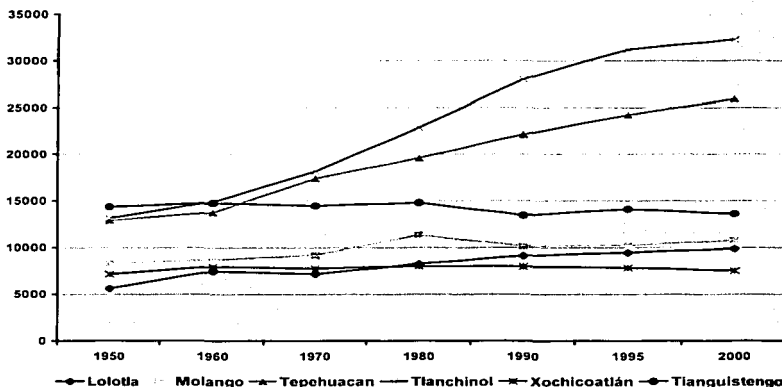
Municipio	Lat. Norte	Long. Oeste	Altitud m.s.n.m.	% Territorial del Estado	Principales Localidades
Lolotla	20° 51'	98° 43'	1,520	0.87	Chalma, Chiquitla, Acatepec, Huitznopala, Tlalpepingo, Chiconcoac, Xuchitlán, Chantasco.
Molango	20° 47'	98° 44'	1,620	0.96	Cuxhuacán, Acayuca, San Antonio, Ixcuicula, Naopa, Tlatzintla.
Tepehuacán	21° 01'	98° 51'	860	2.4	Acuyula, Texcapa, Cuatohol, San Juan Abucheco, Zacualpamuto, Acoxcatlan.
Tianguistengo	20° 44'	98° 38'	1,640	1.43	Atecoxo, Cholula, Coamelec, Habitacional Ruperto Alarcón, Ixcotlán, Pahuatlán, Santa Mónica.
Tlanchinol	20° 59'	98° 40'	1,520	1.88	Santa María Tepezintlán, Temingo, Huitepec, Hueyapán, San José Tlapachuca.
Xochicoatlán	20° 47'	98° 41'	1,680	0.82	Nonhalco, Texaco, Tuzancoac, Tlaxcoyán.

m s n m = Metros sobre el nivel del mar
Fuente: INEGI, 1994, 1995, 1997, 1998, 1999

Población municipal

Los Municipios de Tlanchinol y Tepehuacán han mantenido un ritmo de crecimiento constante que a partir de 1970 se intensificó (Gráfica 1), por su parte los municipios de Lolotla, Molango, Xochicoatlán y Tianguistengo han conservado un crecimiento estable, lo que nos permite suponer que dichos municipios son expulsores de población ya que su tasa de crecimiento media anual es negativa o cercana a cero (INEGI, 1994, 1995, 1997, 1998, 1999, 2001).

Gráfica 1. Población municipal total 1950-2000 (miles de habitantes).

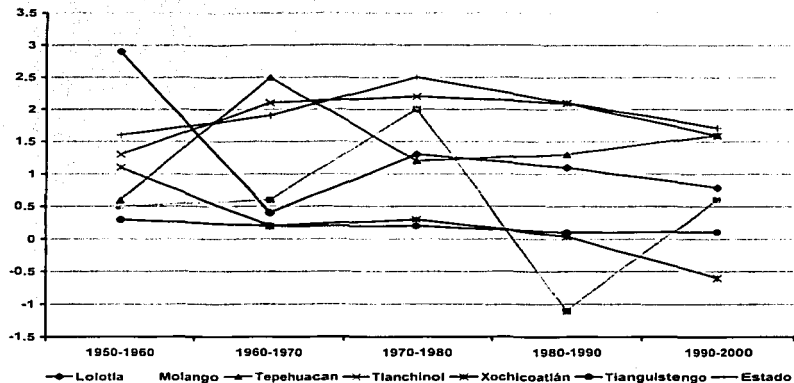


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

La tasa de crecimiento media anual en los municipios del distrito manganésifero de Molango ha tenido comportamientos variados a lo largo del tiempo (Gráfica 2). Podemos apreciar que durante el período que va del año de 1980 a 1990, a tasa decreció en todos los municipios siendo el caso más extremo el del municipio de Molango donde la tasa paso de 2 para el periodo 1970-1980 a -1.1 en el periodo de 1980-1990, lo que indica que Molango tuvo una fuerte expulsión de población que se redujo en el periodo 1990-2000.

De manera similar en el municipio de Xochicoatlán a partir de 1970-1980 se inició una disminución de la tasa de crecimiento media anual que cayó de 0.3 a -0.6 en el periodo 1990-2000.

Gráfica 2. Tasa de crecimiento media anual



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Migración.

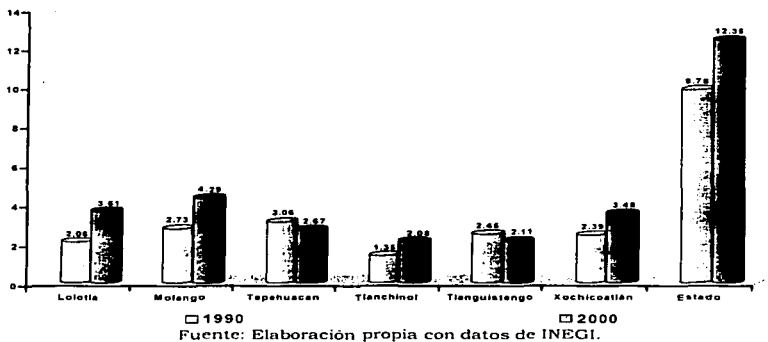
Al parecer a partir de la década de los 70's se inició un proceso de emigración en los municipios de Lolotla, Molango, Xochicoatlán y Tianguistengo ya que el crecimiento poblacional para dicho periodo se encuentra estable.

La población municipal la podemos dividir en dos partes: la primera esta referida a todas aquellas personas que nacieron en otra entidad y que actualmente viven en el municipio (inmigrantes).

La segunda se refiere a la población del municipio que reside ya sea en otro municipio, en otra entidad o país (emigrantes).

Para el primer caso, los municipios del Distrito Manglesífero de Molango se encuentran por debajo del porcentaje que a escala estatal se registra. Mientras en el Estado de Hidalgo en el año 2000 se registró que el 12% de la población era nacida en otra entidad, en los municipios de estudio el valor más alto al respecto corresponde al municipio de Molango donde se registró un valor del 4% (Gráfica 3).

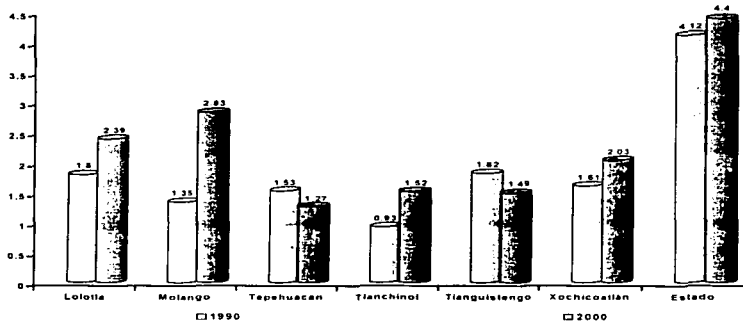
Gráfica 3. Población nacida en otra entidad



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

La migración municipal en población de 5 años y más hacia otra entidad, Molango ocupa el valor más alto con el 2.83%, mientras que en el Estado es de 4.4%. El registro mas bajo es en Tepehuacán con 1.27% (Gráfica 4).

Gráfica 4. Población de 5 años y más residente en otra entidad



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

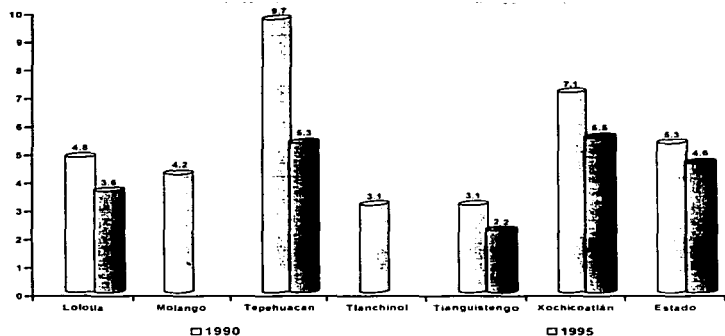
Desafortunadamente la anterior gráfica no muestra la información referente a la población que salió de los municipios y reside actualmente en la entidad o en otro país por lo que no podemos clarificar el grado de migración municipal dado que solo tenemos un tipo de migración.

Mortalidad

Los datos de mortalidad disponibles para los municipios a la fecha de elaboración de este informe son hasta el año de 1995. En ellos destaca la disminución de la mortalidad en el municipio de Tepehuacán que pasó de 9.3 en 1990 a 5.3 en 1995 (Gráfica 5).

En 1995 el municipio de Tianguistengo fue el que registró una menor tasa bruta de mortalidad, mientras que los de Tepehuacán y Xochicoatlán estuvieron por encima de la tasa estatal.

Gráfica 5. Tasa bruta de mortalidad

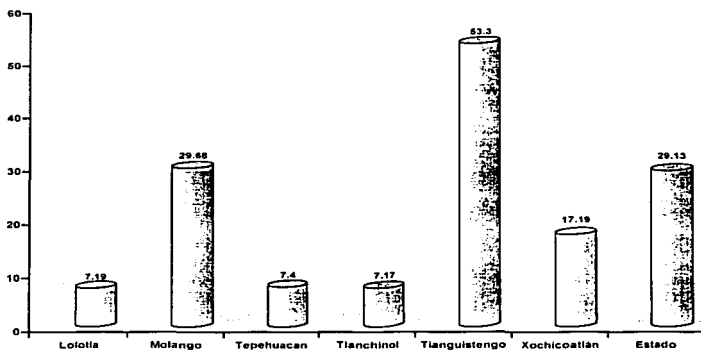


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Porcentaje de población derechohabiente

Tepehuacán, pese a ser uno de los municipios con mayor tasa bruta de mortalidad es el de mayor porcentaje de población derechohabiente a los servicios de salud superando al doble de lo que registra el Estado. Molango por su parte iguala en porcentaje al que el Estado registra. El resto de los municipios se ubica por debajo del nivel estatal siendo los más bajos Lolotla y Tlanchinol con 7.1% (Gráfica 6).

Gráfica 6. Porcentaje de población municipal derechohabiente (2000).



La población derechohabiente esta referida a la población con acceso a los servicios de salud del IMSS, ISSTE, PEMEX, Defensa, Marina y otras instituciones.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

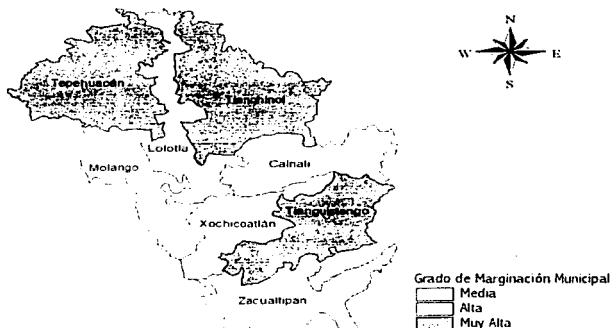
Marginación municipal

La gran diversidad persistente en el Estado de Hidalgo (climática, ambiental, geográfica, económica, cultural, etc.) facilita que en cada una de sus regiones y subregiones persistan distintos niveles de desarrollo que han dado lugar a la existencia de diferencias que son fácilmente perceptibles entre una región y otra.

Regionalmente, Hidalgo se caracteriza por sus notorios contrastes entre ciudad y campo, así como entre región y región. Algunas zonas concentran servicios y actividades de gran dinamismo, pero en otras se advierten condiciones desfavorables que dificultan en gran medida la subsistencia.

Ejemplo de lo anterior se aprecia en el *Mapa 7* donde a pesar de que los municipios pertenecen una misma región (Región IX. Molango y Distrito Manganésifero de Molango) la diferencia en el nivel de marginación varía de manera importante entre unos y otros. Mientras algunos municipios están calificados con un grado de marginación "muy alto", otros por el contrario son considerados en un nivel de marginación "Medio" (*Mapa 7*), (CONAPO, 1995).

Mapa 7. Grado de marginación municipal



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

El *Grado de Marginación* surge a partir de un índice que genera el Consejo Nacional de Población (CONAPO); este índice es una medida sintética construida mediante el método de componentes principales, que caracteriza entidades federativas, municipios y localidades, según el impacto global de las carencias en educación elemental, las condiciones y tamaño de las viviendas, la distribución de la población y la percepción de ingresos insuficientes para adquirir una canasta básica.

Las variables consideradas para generar este índice son las siguientes:

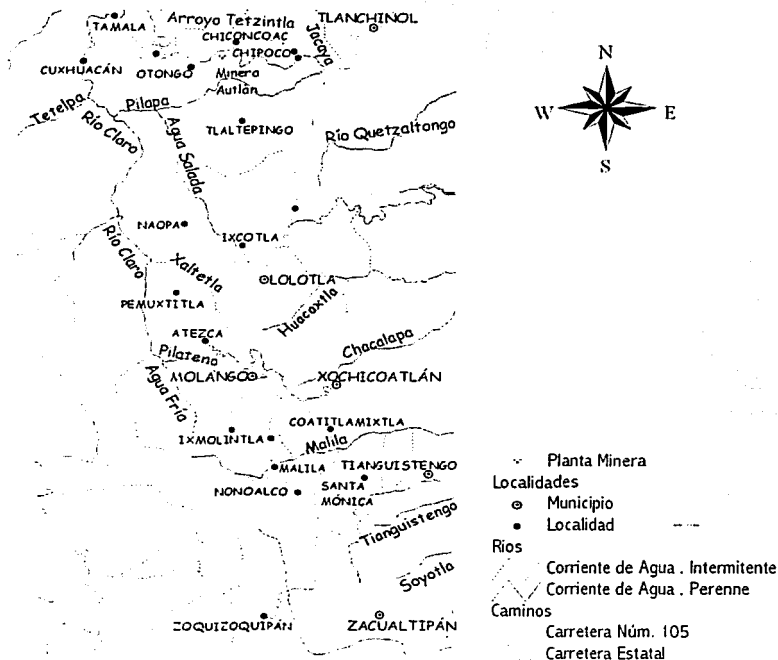
- % de población mayor de 15 años analfabeta
- % de población mayor de 15 años sin primaria completa
- % de ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado
- % de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica
- % de ocupantes en viviendas sin agua entubada
- % de viviendas con hacinamiento
- % de ocupantes en viviendas con piso de tierra
- % de población ocupada que gana hasta 2 salarios mínimos
- % de población en localidades menores a 5,000 habitantes

El *Grado de Marginación* es una agrupación de las entidades, municipios y localidades, según la intensidad de la marginación y se estratifica con la técnica *Dalenius y Hodges*.

Corrientes de agua

La zona de estudio se encuentra comprendida dentro de la Región Hidrológica "Río Panuco" No. 26 (RH26), cuya región en su totalidad abarca una superficie de 19,793.60 km². El *apa 8* facilita la ubicación geográfica de los principales afluentes de la zona.

Mapa 8. Corrientes de agua



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Las principales corrientes de agua se resumen en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Corrientes de agua en municipios del distrito manganífero

Municipio	Nombre	Ubicación
Lolotlán	A. Cunte, Xalpa, Río Claro, Temesa, Amaxatl, Ixtlapala, Agua Salada, Huaxcatlán, Chiro-Agua Fría, Agua Salada, Xaltetán, Platero, Huaxcatlán, Malia, Moloicotlán, Cuerpo de Agua, L. Atreza	RI126
Molango	Amajac, Claro, Temesa, San Miguel, Acoyopua, La Reforma-Apancatl, Chicoyoc, Seco, Agua Bendita-Acuereyos, Cuentecatí, Tenango, Atlamaxa, Tezelizingo, Ojo de Agua, Cuaxcatlán, Amola, Tlacuilala, Olostlán, Apanatán	RI126
Tepehuacán	Río Tlachutla, Río Contintla	
Tanguistengo	Xalpa, Amaxatl, Jacuya, Tehuetlán, Quitzalzongco -Acuapa-, Tlatemaltlatepec, El Campanario, Ajacayac, Metaltzintla, Acuilco, Claro, Santa María, Talol, Pautla,	RI126
Tlachinol	Chacalapa-Huachichinco, Huaxcatlán-Chachada, Pochula, Contintla, Tenango, Puente Alto, La Cañada, Trozo de Agua	RI126
Xochicotlán		

Fuente: INEGI, 1994; INEGI, 1995; INEGI, 1997; INEGI, 1998; INEGI, 1999.

Clima

El clima prevaliente en el distrito minero es de los tipos semicálido húmedo y templado húmedo. De manera específica la *Tabla 4* describe el clima predominante por municipio.

Tabla 4. Clima en municipios del distrito manganífero.

Municipio	Tipo o Subtipo de Clima	Símbolo	% de la Sup. Municipal
Lolotlán	Semicálido húmedo con lluvias todo el año	Acf	64.50
	Templado húmedo con abundantes lluvias en verano	C(m)	3.30
	Templado húmedo con lluvias todo el año	C(f)	32.20
Molango	Semicálido húmedo con lluvias todo el año	Acf	52.83
	Templado húmedo con lluvias todo el año	C(f)	7.31
	Templado húmedo con abundantes lluvias en verano	C(m)	24.50
	Templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad	C(w2)	15.36
Tepehuacán	Semicálido húmedo con lluvias todo el año	Acf	82.35
	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad	ACw2	2.21
	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media	ACw1	15.44
Tlachinol	Semicálido húmedo con lluvias todo el año	Acf	90.41
	Templado húmedo con lluvias todo el año	C(f)	9.59
Xochicotlán	Semicálido húmedo con lluvias todo el año	Acf	18.65
	Templado húmedo con lluvias todo el año	C(f)	61.42
	Templado húmedo con abundantes lluvias en verano	C(m)	19.93

Fuente: INEGI, 1994; INEGI, 1995; INEGI, 1997; INEGI, 1998; INEGI, 1999.

Deforestación

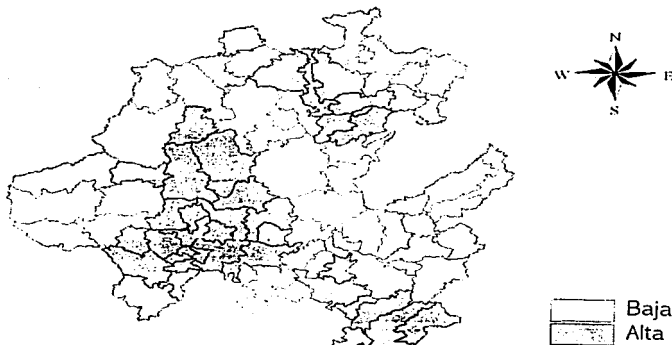
En el Distrito Manganífero de Molango, la transformación del entorno natural originado por la instalación de actividades productivas, ya sea por la ganadería intensiva y extensiva, la intensificación de las actividades agrícolas (en la mayoría de los casos productores de autoconsumo bajo el sistema de roza-tumba-quema), deforestación acelerada, el crecimiento

demográfico no planificado y la inadecuada aplicación de programas que estén dirigidos a atender la diversidad natural de la zona, hacen de ésta una de las regiones con mayor transformación de sus ecosistemas en el Estado de Hidalgo (*Mapa 9*).

Actualmente, la tasa de deforestación estatal anual oscila entre los 0.2 y 0.5% (*COEDE, 1999*), hecho que ha redundado en la pérdida de cubierta vegetal propia del estado. El Diagnóstico Estatal Ambiental marca a la zona de estudio como una de las regiones con mayor pérdida de cubierta vegetal hecho que podemos observar en el (*Mapa 9*).

La pérdida de cubierta vegetal en la región, tiene como causas principales a la actividad agrícola, ganadera y a la presión demográfica excesiva sobre terrenos poco aptos para el cultivo. Esto ha sido factor determinante para la transformación ambiental y social para el medio rural de la zona.

Mapa 9. Pérdida de cubierta vegetal en el estado



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Incendios

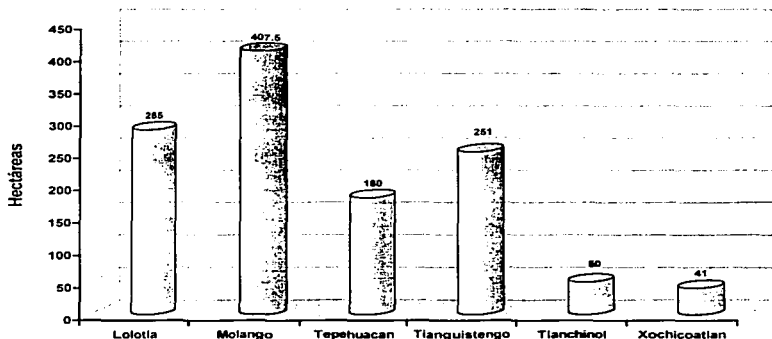
Aunado a la deforestación y pérdida vegetal debemos considerar la pérdida de superficie originada por los incendios forestales. Tan sólo en el año de 1998 se registraron un total de 420 incendios de los cuales 34 correspondieron a los municipios del Distrito Manglesífero de Molango (*Gráfica 7*).

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manglesifero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Cabe destacar que durante la última década el año de 1998 fue el año con mayor número de incidencia de incendios forestales en el país.

En 1998, los incendios forestales en los municipios del distrito manganesífero afectaron a un total 1,214.5 ha, que representaron el 8.3% de la superficie estatal impactada por dicho fenómeno. (COEDE, 1999)

Gráfica 7. Superficie afectada por incendios forestales (1998)



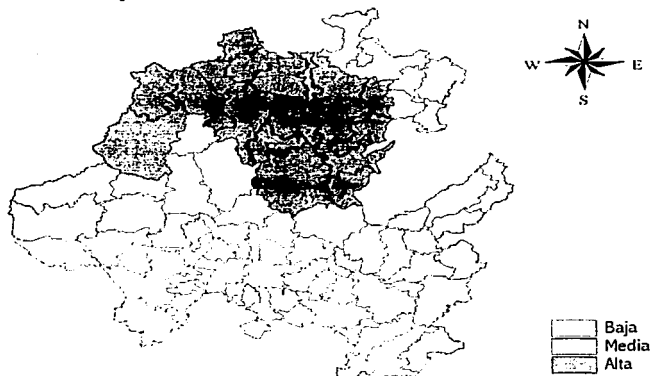
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Biodiversidad

El uso intensivo y extensivo de los recursos naturales y las prácticas realizadas por las distintas actividades productivas que se llevan a cabo en la zona, han conllevado a que la región sea una de las zonas con mayor pérdida de vegetación natural en el Estado. Una de las consecuencias de esta situación es la tendencia a la degradación de los sistemas biológicos, hecho por demás difícil de solucionar y más si a ello se añade el desconocimiento de dichos fenómenos y sus efectos multicausales.

Además de las transformaciones del hábitat por las causas ya referidas, esto trae consigo también la pérdida de especies. Esta pérdida de la riqueza biótica es tanto más preocupante por sus implicaciones en el desconocimiento, relaciones ecológicas y evolutivas, y flujo de energía. El *Mapa 10* muestra la pérdida de biodiversidad en el Estado y se puede observar como los municipios de la zona de estudio forman parte de aquellos con mayor afectación en este rubro.

Mapa 10. Pérdida de la biodiversidad por municipio



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Problemas ambientales relevantes

El Distrito Manganesífero de Molango se encuentra inmerso dentro de la región IX y según el Diagnóstico Ambiental Estatal entre los principales problemas ambientales de región están: la deforestación y destino de tierras; la explotación y uso de bosques; la disponibilidad de agua; la explotación y usos de recursos naturales, y la explotación y uso del suelo. En *Tabla 5* podemos observar y comparar la problemática ambiental persistente en cada una de las regiones del estado. (COEDE, 1999).

Tabla 5. Principales problemas ambientales de las regiones del estado

Problemas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Erosión y Pérdida de fertilidad de suelos	M	M	A	M	M	A	A	M	B	B	M	A	B
Deforestación y destino de las tierras	B	M	B	B	M	A	A	M	A	M	B	M	A
Explotación y uso de bosques	M	A	B	B	M	B	B	A	A	A	M	B	A
Degradación de cuencas	M	B	A	M	B	M	M	B	M	M	M	M	B
Contaminación del agua	B	M	A	B	B	A	A	M	M	M	B	B	M
Disponibilidad de agua	B	M	M	B	B	B	B	M	A	A	M	B	A
Contaminación del Aire	M	M	A	B	M	B	B	B	M	B	M	M	B
Migración rural y tenencia de tierras	B	B	B	M	M	A	A	M	M	A	M	B	A
Generación de residuos sólidos municipales	A	M	A	B	B	M	M	B	B	B	M	B	B
Explotación y uso de recursos naturales	M	M	B	M	M	M	M	M	A	A	B	M	A
Pérdida de biodiversidad	M	M	A	M	B	M	A	B	B	M	A	M	M
Diversidad cultural y étnica	B	B	B	B	M	A	M	M	M	A	B	B	A

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manglesífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Problema	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Deterioro de ecosistemas y paisajes	A	M	A	B	B	M	M	B	B	B	M	M	B
Agricultura y uso de tierras	A	M	A	M	B	A	A	M	B	A	M	M	M
Contaminación de suelo	A	B	A	B	M	B	M	M	B	B	B	B	B
Desertificación SI/NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Generación de residuos industriales peligrosos	M	M	A	B	B	B	B	B	B	B	M	M	B
Explotación y uso del suelo	M	M	A	M	M	M	M	B	A	B	M	M	B

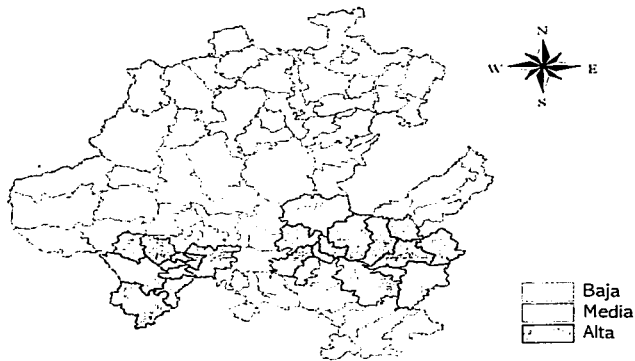
A = Alta; M = Media; B = Baja
 Fuente: Diagnóstico Ambiental del Estado de Hidalgo

Residuos peligrosos

En el Estado, se estima una generación mensual de 18 toneladas de residuos peligrosos, provenientes básicamente de 12 empresas (petroquímica, generación de electricidad, química, siderúrgica y minera) ubicadas en la región sur. Además, se calcula que solamente el 25% de los materiales son manejados y dispuestos de acuerdo a la normatividad ambiental vigente, problemática que se ve acrecentada por la disposición clandestina de residuos provenientes de industrias del Estado de México, en barrancas y socavones de minas fuera de explotación. (CNA, 2001)

Los residuos sólidos municipales son generados en mayor cantidad por zonas que muestran un desarrollo urbano e industrial importantes (Pachuca, Tula y Tulancingo), mientras que los municipios de la zona de estudio se encuentran en nivel medio (Mapa 11).

Mapa 11. Generación de residuos sólidos municipales



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

En el caso de la compañía minera autlán, según información de ésta, los residuos generados por las diversas operaciones en sus distintas unidades se encuentran controlados y dentro de las normas que establecen las autoridades competentes.

3.4 La compañía minera autlán

Generalidades de la compañía minera autlán

La compañía minera autlán es una empresa mexicana con sedes administrativas en la ciudad de Monterrey, Nuevo León y el Distrito Federal. Ésta se dedica a la producción y comercialización de minerales de manganeso y ferroaleaciones a través de sus diversas plantas y unidades ubicadas en Hidalgo, Veracruz, Puebla y Durango.

Principales cualidades por las cuales destaca esta empresa:

- Es la única productora de nódulos de manganeso para las industrias de ferroaleaciones y de acero en el mundo.
- La principal proveedora extranjera de ferroaleaciones medio carbón en la Unión Americana.
- La 3ª. productora mundial de bióxido de manganeso grado batería.
- La representante de las industrias de ferroaleaciones y de minería de manganeso en México.
- Una de las exportadoras más importantes de México.
- Generadora de aproximadamente 1,700 empleos.
- Empresa cuyas acciones se cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores.
- Reservas probadas de 30 millones de toneladas de Mn y con 200 millones de toneladas posibles en el Distrito Manganesífero.

Entre los principales clientes de la empresa destaca la industria de ferroaleaciones, acereras y de producción de pilas; por su importancia sobresalen Elkem Metals, Hevensa, Frit Industries, Trichem, American Minerals y Agroindustrias en el extranjero y Altos Hornos de México S.A. (AHMSA) y Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas, S.A. de C.V. (SICARTSA) en México.

Orígenes de la empresa

Esta compañía toma su nombre del municipio de Autlán en el oeste del Estado de Jalisco, lugar donde inició la explotación de Manganeso en el año de 1953. Al agotarse los yacimientos de Jalisco, inician la exploración y explotación de los yacimientos del Distrito Manganesífero de Molango. En el año de 1959 les fue otorgada una concesión para la explotación de yacimientos de Mn por la extinta Secretaría de Energía, Minas e Industrias Paraestatales (SEMIP) por una superficie de 177 hectáreas ubicadas en el Distrito Manganesífero de Molango, de las cuales aproximadamente se han

explotado 50 hectáreas (Santos-Burgoa C et al, 1998; COEDE, 1997). La explotación de los mantos Manganésíferos inicia en la modalidad de explotación de tajos a cielo abierto como los de Tetzintla, Acayules y Popoala y años después inician la explotación en Minas Subterráneas.

De manera cronológica el desarrollo de la Compañía Minera Autlán se puede resumir de la siguiente manera:

- 1953 Fundación de la compañía para la explotación de la mina de manganeso de San Francisco, municipio de Autlán, Jalisco.
- 1960 Inicio de la explotación del Distrito Manganésífero de Molango en el Estado De Hidalgo.
- 1964 Inicio de la explotación de bióxido de manganeso grado batería en la mina de Nonoalco.
- 1968 Después de corroborar la riqueza de Manganeso en la zona, la empresa instaló un horno de nodulización con lo que dio inicio a la producción de Nódulos de Mn en la zona.
- 1973 Adquisición de Ferroaleaciones Teziutlán, en Puebla.
- 1976 Inauguración de la primera fase de la planta de ferroaleaciones de Tamós, Edo. de Veracruz.
- 1980 Inicio de la operación de la planta de refinación de ferromanganeso alto carbón en Tamós, Veracruz.
- 1989 El Gobierno Federal toma posesión de la empresa para su administración.
- 1993 El Grupo Ferrominero adquiere a Minera Autlán en el mes de julio. Se adquieren los activos de Ferroaleaciones de México en Gómez Palacio, Dgo. consolidando así la posición preponderante de la empresa a nivel nacional.
- 1994 Las acciones de Minera Autlán vuelven a cotizar en la Bolsa Mexicana de Valores. SKW Metals and Alloys se convierte en el nuevo agente comercial para los mercados de Estados Unidos y Canadá.
- 1994 Grupo Ferrominero materializa una alianza estratégica con The Broken Hill Proprietary - BHP - de Australia, para beneficio técnico y comercial de la compañía. Las oficinas corporativas se cambian a la Ciudad de Monterrey.
- 1995 Inicio de operaciones de la planta de ferroaleaciones de Gómez Palacio, Dgo. Preparación de la mina de Terrenates, Chih. para obtener mineral de manganeso de alta relación Mn-Fe.
- 1996 Continúa el programa de consolidación con el proyecto SIDEA (Sistema Integral de Extracción y Acarreo) en la Unidad Molango y el programa de mantenimiento y eficientización en toda la empresa. Las plantas de ferroaleaciones de Teziutlán y Gómez Palacio obtienen la certificación ISO 9002.

- 1997 Inicia la explotación del Tajo Naopa y se convierte en la segunda unidad minera en importancia de la División. Consolida operaciones la planta de óxido manganoso de Malila en el Estado de Hidalgo. Inicia operaciones el SIDEA. Se obtiene la certificación ISO 9002 en las Unidades Mineras y en la planta Tamós.
- 1998 Se concluye la instalación del Horno II en Tamós. Entró en operación la planta de aluminotermia para fabricar ferroaleaciones especiales. Inicia construcción de la planta de espirales en Nonoalco para optimizar el aprovechamiento de reservas de bióxido de Manganeso grado batería.

Procesos mineros

Las operaciones de extracción, explotación y beneficio de Manganeso por parte de la compañía minera autlán se lleva a cabo a través de dos divisiones Ferroaleaciones y Minería.

Ferroaleaciones

Minera Autlán tiene 3 plantas de ferroligas, cuya capacidad en conjunto sitúa a la empresa como una de las productoras más importantes de ferroaleaciones de manganeso en todo el continente americano. En estas plantas el mineral de manganeso extraído de las minas o el ya procesado como nódulo de manganeso, se transforma en ferroaleaciones mediante la fusión de estos con otros materiales en hornos eléctricos de arco sumergido. La capacidad instalada de la división ferroaleaciones es de 149,900 Kva. que representa 212,900 toneladas equivalentes de ferromanganeso anuales.

División minería

La División Minería se encarga de extraer carbonatos de manganeso de las minas, nodulizando parte de la producción a través de un proceso metalúrgico que es único en el mundo. Aquí, el mineral natural es calcinado, reducido y aglomerado, incrementando de esta manera su contenido de manganeso. Estos productos se destinan tanto a la industria de ferroaleaciones, como a la del acero.

Unidad molango

Su historia se remonta a principios de los años 60s, cuando se comenzó a explorar la zona conocida como el Distrito Manganífero de Molango, el cual tiene una extensión de 50 Km. norte-sur y 15 Km. este-oeste. En la actualidad, existen cinco áreas en ese lugar que contienen reservas probadas de 30 millones de toneladas de carbonatos de manganeso.

Aquí se llevan a cabo procesos de extracción de carbonatos de manganeso en tajos a cielo abierto y en minas subterráneas. La producción de carbonatos destinada a la comercialización es ajustada a la granulometría

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manglesifero de Molango en el Estado de Hidalgo.

requerida por los clientes, mediante un proceso de trituration y clasificacion conforme a rigidas especificaciones.

El mayor volumen de produccion de carbonatos es enviado directamente a la zona industrial de la Unidad (Foto 1) para ser triturado antes de someterlo a un proceso de calcinacion y nodulizacion en un horno rotatorio con quemadores de gas natural, eliminando los materiales volatiles y las impurezas, elevando de esta manera el contenido de manganeso de los nodulos. La capacidad instalada de esta unidad es de 560,000 toneladas por año de mineral comercializable.

Foto 1. Vista de la unidad molango



La Unidad Molango cuenta con tres minas subterraneeas en operacion (Tetzintla, Acuatitla y Tetlaxco) y un tajo a cielo abierto (Tajo Naopa). La produccion del mineral en esta unidad tiene dos destinos principales, la venta directa como carbonatos de manganeso a la industria siderurgica y como alimentacion del horno para la produccion de nodulos de manganeso que seran usados en su mayoria por las plantas de ferroaleaciones de la propia empresa.

Informacion general de la Unidad Molango

- Produccion de Carbonatos: 750,000 ton/año
- Produccion de Nodulos: 400,000 ton/año
- Obreros (En operacion de mina): 326

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganésífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

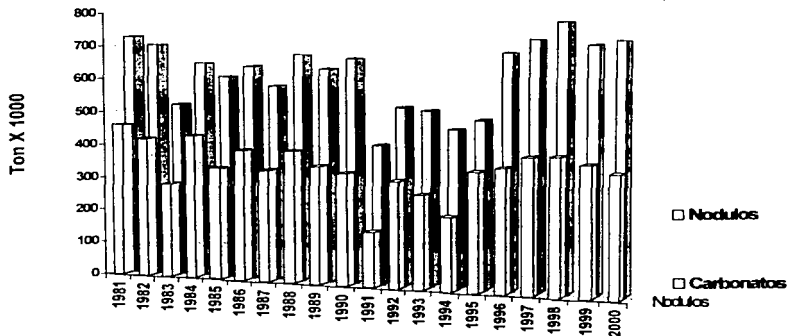
- Empleados: 160
- Días trabajados de trabajo por año: 300
- Servicios adicionales: Colonia para empleados y trabajadores, Escuelas (Preescolar, Primaria y Secundaria), Iglesia, Hospital, Hotel, Sistema de Bombeo (Suministro Agua Potable), Planta Generadora de Energía, Telégrafo, Teléfono, Correo.

Capacidad de producción de la unidad molango

La Unidad Molango produce 50,000 ton/año de carbonatos de Mn para la industria siderúrgica y 410,000 ton/año de Nódulos de Mn para las plantas de ferroaleaciones de la propia empresa (Cia. Minera Atlán, 2000).

La política de exploración de la compañía les exige garantizar reservas para por lo menos 20 años de producción constante. Cabe resaltar que las reservas potenciales son alrededor de 200 millones de toneladas. La extracción de los carbonatos de manganeso se realiza en la mina subterránea, utilizando el método de corte y relleno con tepetate, de acuerdo a las características estructurales que presenta la roca encajonante del manto del mineral. Actualmente, las minas de la Unidad Molango cuentan con una capacidad instalada de 1, 200,000 ton/año y la capacidad utilizada es de 750,000 ton/año. En la Gráfica 8 podemos observar la producción histórica de Nódulos y Carbonatos de manganeso por parte de la empresa.

Gráfica 8. Producción histórica de carbonatos y nódulos de manganeso



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Sistemas de minado

La extracción de manganeso en la zona se realiza bajo dos modalidades de sistemas de minado, una es en tajos a ciclo abierto y la otra en minado subterráneo. De manera general, se puede decir que en la primera se extrae el manganeso que se encuentra de manera superficial o a bajas profundidades, mientras que en la segunda se obtiene el mineral que se encuentra a una profundidad mayor.

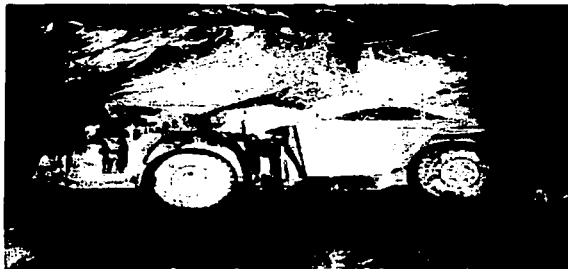
Minado subterráneo

En la Unidad Molango existen tres minas subterráneas en operación que son las de Tetzintla, Acuatitla y Tetlaxco; en ellas se están implementando sistemas de "corte y relleno", es decir mientras se perforan los yacimientos de explotación, los espacios vacíos remanentes se rellenan con el material extraído en las excavaciones anteriores. El minado subterráneo se caracteriza por ser altamente mecanizado (*Foto 2*) y se utilizan camiones y maquinaria de alta capacidad que funciona tanto a control remoto y con sistema electro-hidráulicos. Actualmente se tiene una capacidad instalada de producción en la mina de 900,000 ton/año, sin embargo la capacidad utilizada es solo de 600,000 ton/año.

Información General de la Unidad

- Producción: 1,600 ton/día
- Obreros (en operación de mina): 79
- Empleados: 14
- Días de trabajo por año: 300
- Turnos por día: 3
- Departamentos de control y servicio: Mantenimiento, planeación e ingeniería, geología, control de calidad, administrativos y seguridad.

Foto 2. Vista de maquinaria en minado subterráneo



Tajo a cielo abierto

El Tajo Naopa (Foto 3), tiene una capacidad instalada de 300,000 ton/año, sin embargo la capacidad utilizada es solo de 150,000. Actualmente suministra aprox. el 15% de los carbonatos de la producción total.

- Producción: 430 ton/día
- Obreros (en operación de mina): 9
- Empleados: 3
- Días de trabajo por año: 175
- Turnos por día: 1
- Departamentos de control y servicio: Mantenimiento, planeación e ingeniería, geología, control de calidad, seguridad y administrativos.

Foto 3. Vista del tajo Naopa



Planta de nodulización de manganeso

La capacidad instalada en la planta de nodulación es de 460,000 ton/año y actualmente la capacidad utilizada por la planta es de 400,000 ton/año.

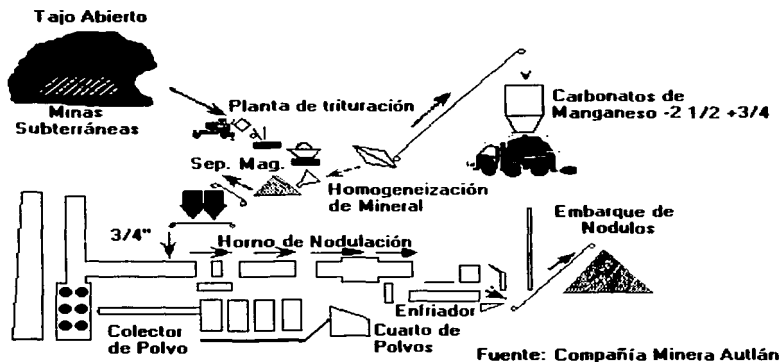
- Producción: 1,360 ton/día
- Obreros (en operación de mina): 35
- Empleados: 10
- Días de trabajo por año: 221
- Turnos por día: 3

- Departamentos de control y servicio: Mantenimiento, control de calidad, seguridad y administrativos.

Para la producción de nódulos de Mn el mineral es acarreado y vaciado en los patios de almacenamiento, alimentando y dosificando los diferentes tipos de mineral a una quebradora primaria de quijadas donde es reducido a un tamaño menor a 4". Después se envía a una quebradora de cono secundaria, donde es reducido a un tamaño menor a 2". Una vez que ha pasado por las quebradoras se utiliza una criba para eliminar todo el mineral que tenga un tamaño menor de 3/4".

El mineral mayor a 3/4" es alimentado a una quebradora giratoria terciaria que le da el tamaño final requerido que debe ser menor a 3/4", con el que es alimentado el horno de nodulización (*Imagen 1*).

Imagen 1. Diagrama de la planta de tratamiento de manganeso



Los carbonatos contienen un 39% de manganeso y el incremento de este porcentaje se logra mediante la calcinación gradual de algunos materiales durante su transporte a través del horno rotatorio. El horno rotatorio, está conectado a un colector de polvos con un sistema limpiador de aire de tiro inducido, el cual fue instalado en 1992.

Como los carbonatos alcanzan una temperatura de 1,070 °C la calcinación se alcanza en la sección ensanchada del horno. Después, el mineral es

aglomerado a 1,350 °C en la sección final del horno, donde la acción de la rotación así como la flama de los quemadores forma los nódulos antes de ser vaciados al enfriador a una temperatura de 1,000 °C.

Características de los nódulos de manganeso

Los nódulos de Mn (Foto 4) tienen como característica que no absorben agua; incluso en condiciones de alta humedad solo absorben un 2%. La composición química de los nódulos es la siguiente: Mn 38.21%, Fe 9.32%, Mn/Fe 4.10%, SiO₂ 14.71%, Al₂O₃ 3.08%, CaO 10.49% y MgO 9.14%.

Según la compañía minera autlán los beneficios generados por el uso de estos nódulos en la producción de ferroaleaciones son: mezclas, sin grandes cambios en los compositos, operación estable, operación más eficiente, calidad constante en la producción, menor consumo de energía y menor consumo de electrodos.

Foto 4. Nódulos de manganeso



Características únicas de los nódulos de manganeso

Una de las características que tienen los nódulos que se producen en la Unidad Molango es que poseen ciertas propiedades únicas que los hacen tener calidad reconocida a escala mundial. Las características son:

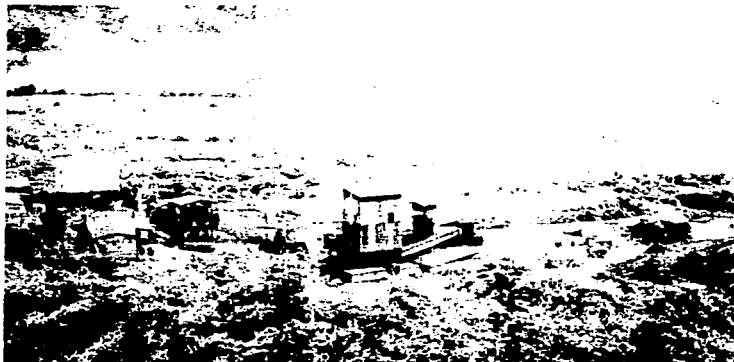
- Granulometría consistente y homogénea: Excelente porosidad de la mezcla, permite un mejor escape de los gases, permite una mejor mezcla con los otros materiales y operaciones más seguras, especialmente en los hornos cerrados.

- Variaciones mínimas en la composición química: Desviación estándar del Mn menor a 0.22, bajo contenido de fósforo (0.08%) y álcalis, y contenidos por debajo de otros minerales de manganeso.
- El Mn es en forma de óxido (MnO): Debido a esto, se reduce el consumo de gas natural y además tiene otros beneficios adicionales: como es la menor eficiencia calorífica, menor generación de gases y humo, menor pérdida de manganeso en las chimeneas y menor generación de gas, con respecto al uso de minerales de Mn crudos. Estas últimas características han beneficiado a la empresa, ya que esto requiere un colector de polvos más pequeño y económico.

Unidad Nonoalco

Cerca de la Unidad Molango, se localizan los depósitos de bióxido de manganeso natural de Nonoalco (*Foto 5*), localizados en el municipio de Xochicoatlán. El bióxido de manganeso grado batería (utilizado en la fabricación de pilas secas) se ha explotado desde 1964 y Minera Autlán es el tercer productor mundial de este mineral. En 1985 se construyó una planta de secado, molido y envasado con el objeto de darle un mayor valor agregado al producto, el cual no es muy abundante en el planeta. En 1994 comenzó la producción y comercialización de un nuevo tipo de bióxido de manganeso; el grado cerámico, mismo que sirve como pigmento para la industria de la construcción y del vidrio.

Foto 5. Vista de la unidad Nonoalco



Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganésífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

La extracción de este mineral se realiza a través del sistema de minado a cielo abierto. Posteriormente se transporta a una planta concentradora donde es triturado y sometido a diferentes procesos para separar los compuestos que no son útiles. Una vez efectuado lo anterior, se seca en un horno rotatorio para eliminar la humedad y se reduce al tamaño requerido en el mercado. Finalmente, el producto ya molido es envasado en sacos para su venta.

Las reservas probadas de Nonoalco ascienden a un millón de toneladas y la capacidad instalada de producción es de 26,000 toneladas anuales.

Situación actual de la compañía minera autlán

El año 2001 fue un año de múltiples dificultades para la empresa pues los precios internacionales del Mn se fueron a la baja, lo que disminuyó sustancialmente la rentabilidad de la empresa y ello repercutió en la caída del valor de las acciones de la compañía en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). Aunado a esto, el principal insumo energético para el funcionamiento del horno (el gas natural) tuvo un incremento en su precio, lo que obligó a la empresa a reducir sus actividades hasta en un 70% según información de la SEMARNAT-Hidalgo.

Durante varios meses del 2001 se suspendió un turno de trabajo debido a la difícil situación por la que atravesaba Minera Autlán. Incluso algunos trabajadores fueron suspendidos temporalmente de sus empleos con goce de sueldo del 30%. Algunos otros laboraron en actividades como limpieza de caminos, y otras labores.

A finales de noviembre del año 2001, la actividad de Minera Autlán se reinició con cierta regularidad, aunque se desconoce si está trabajando al 100% de su capacidad. Según cometarios de algunos mineros de la localidad de Chiconcoac durante el periodo de noviembre 2001 y enero 2002 se han despedido a más de 100 obreros de la empresa.

**3.5 Investigación y datos generados en la zona de estudio
Universidad de San Luis Potosí**

La Universidad de San Luis Potosí en el año de 1996 efectuó un estudio denominado "Inspección de Sitios Peligrosos" para el Estado de Hidalgo. El trabajo se realizó en la comunidad de Chiconcoac y tuvo como finalidad investigar el impacto de la actividad minera sobre dicha comunidad.

En el periodo que se realizó el trabajo de campo para este proyecto, no se identificó actividad agrícola importante, por lo que asumieron que la principal actividad de la comunidad era la minería. Se hace mención de las quejas de la población con respecto a las emisiones de contaminantes

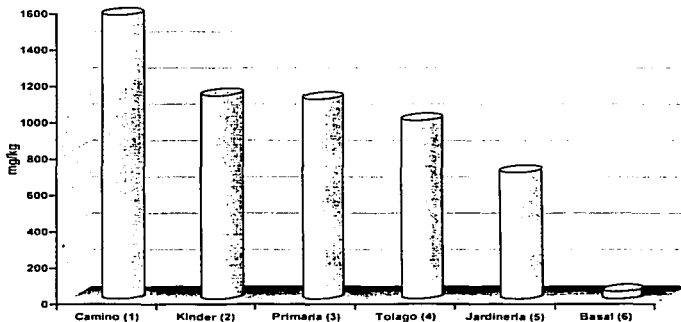
Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manglesifero de Molango en el Estado de Hidalgo.

originadas por la compañía minera autlán. Las sintomatologías reportadas son: irritación de ojos, nariz y garganta, sabor metálico en la boca, cuadros ocasionales de asma en niños y problemas no especificados de piel. Destacan también el descontento de la población por la contaminación de cuerpos de agua superficial.

El estudio pone énfasis en 4 puntos de exposición: Suelo, polvo residencial, agua subterránea, agua superficial. Sin especificar cifras asumen la presencia de bióxido de azufre ya que los yacimientos de manganeso están combinados con pirita.

Efectuaron un muestreo de acuerdo al Manual de Muestreo Ambiental publicado por la Agencia norteamericana para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), colectando muestras de suelo, agua subterránea y del arroyo de la mina. Las muestras de suelo superficial fueron tomadas entre 1 y 3 cm. de profundidad en áreas de recreación infantil, en caminos y en patios caseros (Gráfica 9).

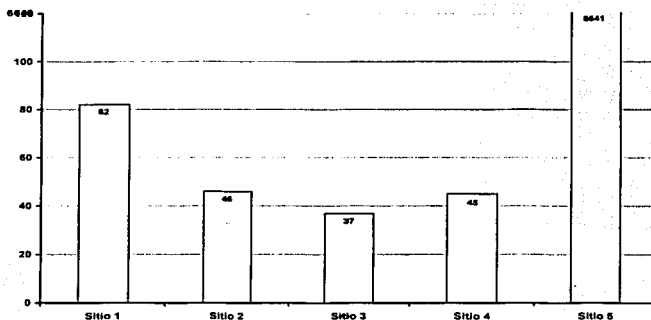
Gráfica 9. Manganeso en muestras de suelo superficial de Chiconcoac



(1) Camino poblado cubierto con mineral, (2) Área recreación del centro preescolar, (3) Área recreación de la primaria, (4) Punto adyacente a una casa, (5) Jardinería centro de Chiconcoac, (6) Tierra colectada a un metro de profundidad

Fueron tomadas tres muestras de agua subterránea, de las cuales una provino de un manantial y las dos restantes de depósitos de almacenamiento provenientes de otros dos manantiales (Gráfica 10).

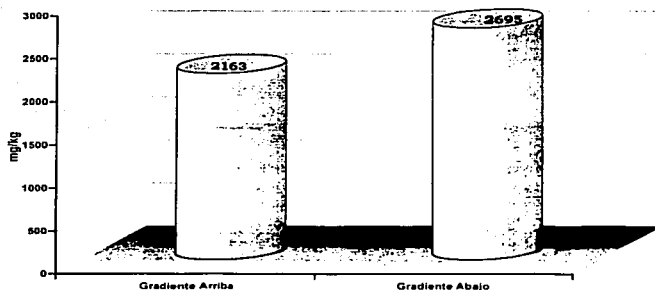
Gráfica 10. Manganeso en fuentes de agua en Chiconcoac



Sitio 1: Tinaco del Centro Preescolar; Sitio 2: Manantial ubicado a orillas de la carretera; Sitio 3: Depósito en el barrio de Tobago; Sitio 4: Arroyo gradiente arriba de la mina; Sitio 5: Arroyo gradiente abajo de la mina.

También se tomaron muestras en los sedimentos del denominado "Arroyo de la Mina", uno gradiente abajo y otro gradiente arriba (*Gráfica 11*).

Gráfica 11. Manganeso en sedimento superficial del arroyo de la mina



Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manglesfero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Los resultados del estudio señalan que, al tratarse de un estudio diseñado bajo la metodología de inspección rápida de sitios peligrosos, los resultados tienen un carácter preliminar. A continuación resumimos algunos de los resultados de este trabajo.

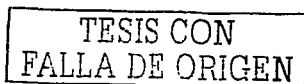
- La "contaminación" por manganeso encontrada fue de niveles que implican riesgo de daño neurológico.
- La fuente más importante de contaminación fue la actividad minera y los yacimientos de manganeso. Dicha actividad generará residuos (posiblemente polvo y gas) provenientes de los hornos de nodulación.
- Los componentes ambientales más contaminados son el agua superficial cerca de la mina y los sedimentos del arroyo de la mina.
- La exposición más importante se ubica en áreas de recreación infantil y en comunidades que gradiente abajo utilizan el agua para consumo humano.
- En suelo existe mayor cantidad de manganeso que en el agua y los niños son los que se encuentran mayormente expuestos.
- Existen condiciones en la zona que favorecen la toxicidad del manganeso, de las cuales destacan la desnutrición y el alcoholismo.
- Las concentraciones de arsénico encontradas advierten un riesgo ligero en cuanto a su presencia en agua. Ello supondría que otros metales tóxicos pueden también estar presentes.

Intoxicaciones por exposición laboral a manganeso en México

Este trabajo fue realizado por la Jefatura de Servicios de Salud en el Trabajo del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en el Estado de Hidalgo y reseña algunos aspectos fisiopatológicos del Mn por distinta exposición.

Consideraron 4 casos de manganismo detectados en los servicios de medicina del trabajo en el IMSS, el análisis clínico de tres pacientes se realizó entre los años 1982 y 1989 en la Unidad de Toxicología de la entonces Jefatura de Medicina del Trabajo, en tanto que el cuarto paciente fue estudiado en 1992 en la Jefatura de Vigilancia Epidemiológica.

Los datos clínicos más importantes fueron el temblor fino que se exagera con los movimientos propositivos; hiperreflexia y trastorno de la sensibilidad. Las pruebas cerebelosas son normales. Lentitud para actividades rutinarias como el vestirse. Pruebas psicológicas habituales resultaron compatibles con daño cerebral y deterioro moderado de las funciones cerebrales. La *Tabla 6* describe las características de los pacientes estudiados.



Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganesífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Tabla 6. Trabajadores expuestos a manganeso

Tipo de Industria	Paciente 1 54 años	Paciente 2 49 años	Paciente 3 47 años	Paciente 4 44 años
Puesto de Trabajo	Minero: 10 años Operador de secadora: 9 años	Forjador 12 años Templador: 14 años	Forjador: 2 años Templador: 9 años Jefe de Templadores: 9 años	Ayudante General: 7 años Molinerero de Mn: 1 año 8 meses
Exposición previa a diagnóstico de manganesismo	9 años	10 años	13 años	2 años
Exposición simultánea a otros contaminantes	Silice, Ruido	Monóxido de Carbono, Ruido	Monóxido de Carbono, ruido	Ruido

Fuente: Instituto Mexicano del Seguro Social, Hgo.

El tratamiento utilizado fue *Levodopa* y *Carbidopa*, aunque no se señala si dichos medicamentos bloquearon la acción del manganeso o si las lesiones son reversibles. La *Tabla 7* muestra la concentración encontrada de Manganeso en sangre y orina.

Tabla 7. Concentración de Mn en orina y sangre de trabajadores expuestos

Concentración de Mn	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4
Sangre µe/L	76	86	110	120
Orina µg/L	50	32	13.6	12

Fuente: Instituto Mexicano del Seguro Social, Hgo.

Tarjetas informativas del Consejo Estatal de Ecología (COEDE)

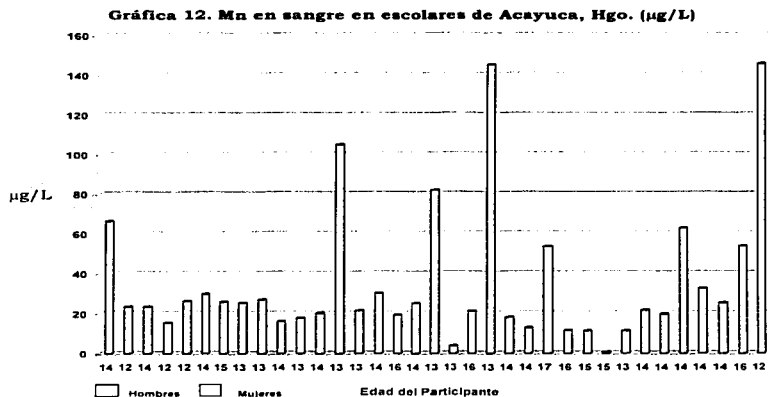
El COEDE elaboró una serie de tarjetas en el año de 1997, mismas que facilitó al Gobernador del Estado en turno en ese entonces con la finalidad de proporcionarle información resumida concerniente a la problemática originada por la actividad minera en el Distrito Manganesífero de Molango.

En ellas se describe cómo la actividad minera ha contribuido a la erosión de áreas por el desplazamiento de la vegetación y la operación de tajos a cielo abierto, así como la contaminación de arroyos y ríos por la mezcla de agua residual, desvío y abatimiento de mantos freáticos, altas concentraciones de polvos y gases contaminantes por la trituración y calcinación del mineral.

Aunque estas tarjetas describen el trabajo que han desarrollado en conjunto instituciones, dependencias estatales y federales e investigadores y comunidades, no se señalan en ellas los compromisos y no se delimitan los aspectos operativos para el cumplimiento de las medidas a ejecutar para la solución a la problemática.

Evaluación de los niveles de Mn en sangre de la población estudiantil de Acayuca, Molango, Hidalgo.

Este trabajo es una Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma de Hidalgo para obtener el título de Químico. Se realizó en el año de 1991 y se evaluó el nivel de manganeso en sangre de la población estudiantil entre los 13 y 17 años de edad; esto con la finalidad de compararlos con los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y relacionar las posibles enfermedades que puede ocasionar el metal en el organismo humano, así como conocer su incidencia por edad y sexo. La *Gráfica 12* muestra las concentraciones encontradas.



Percepción de problemas ambientales en la localidad de Chiconcoac, región minera de Molango.

En el 2001, los servicios de Salud de Hidalgo, a través de la Coordinación de Investigación, elaboraron un diagnóstico que les permitió cuantificar la percepción de la problemática ambiental en la localidad de Chiconcoac, con la finalidad de definir líneas claves para el desarrollo de un programa de comunicación de riesgo ambiental.

Destacan que, a pesar de que la metodología requiere como mínimo 4 semanas para la elaboración de este tipo de diagnósticos, por motivos de tiempo solo se realizó el sondeo durante una semana.

Las principales conclusiones de este trabajo son:

- La población percibe a su comunidad como mal situada por su cercanía a la actividad minera. La ubicación de la comunidad permite la exposición a gas y polvo a través de las corrientes de aire.
- Al entorno lo describen como un espacio gris y polvoriento, donde la naturaleza ha sido maltratada por la compañía minera autlán.
- Los habitantes identifican a los niños como los más seriamente afectados por la contaminación, pues las escuelas se encuentran en las partes más altas.
- No consideran la actividad minera como una actividad propia de la localidad, la perciben como algo ajeno a ellos y de la cual no son beneficiarios.
- La compañía minera autlán es vista como el explotador de los espacios de la comunidad y por lo cual no paga lo suficiente a sus verdaderos dueños.

Otro aspecto importante en este trabajo es el análisis de la relación existente entre la empresa y la comunidad, este punto lo dividen en dos fases, antes y después del paro organizado por la población en contra de la compañía minera autlán.

Antes de este paro, la relación era cordial y amistosa. La minera atendía las peticiones de la población de manera directa y les daba solución según el grado de relación que tuviera el solicitante con la compañía. Entre los apoyos brindados por la empresa en ese entonces destacan: materiales para la escuela, apadrinamiento al final de los ciclos escolares, material para revestimiento de calles, material para mejora de viviendas y de edificios comunitarios.

Posterior al paro la relación se volvió tensa, los apoyos con la empresa son negociados y sólo se cumplen de manera parcial, poco a poco los apoyos se fueron reduciendo hasta el mínimo y la tensión creció hasta que las autoridades tuvieron que intervenir para calmar el descontento de la población. Aún así, los apoyos se continúan solicitando ante autoridades y empresa y al no haber pronta respuesta la población asume una confabulación entre el gobierno y la empresa.

Evaluación de riesgo. Exposición a manganeso y daños a la salud

Este reporte fue realizado por la Dirección General de Salud Ambiental en el año de 1998. Consiste en una recapitulación de trabajos elaborados en la zona de estudio y basa sus conclusiones bajo la metodología de la Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (*ATSDR por sus siglas en inglés*) y definen a la actividad minera como un peligro para la salud pública explicada en dos rubros: evidencia de exposición y datos de daños a la salud específicos.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manglesífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Evidencia de exposición: Existe evidencia de exposición actual y probablemente en el pasado a Manganeseo y bióxido de azufre (SO₂), los cuales fueron identificados como de origen antropogénico. Concluyen que se excede el nivel de riesgo mínimo (MRL por sus siglas en inglés) para exposición crónica a Mn establecido por la ATSDR y esto a largo plazo puede generar problemas de tipo neuromotor en la población humana.

Se identificó un gradiente de exposición en proporción directa a la distancia de la población a la mina, siendo más elevado en la comunidad de Chiconcoac seguido de Tlaltepingo. Las concentraciones de SO₂ en la comunidad de Chiconcoac de acuerdo con la literatura se podrían asociar a problemas respiratorios en poblaciones receptoras, especialmente en grupos susceptibles como asmáticos, ancianos, niños y personas con enfermedades crónicas respiratorias y cardiovasculares.

Datos de daños a la salud específicos: Encontraron datos de efectos en la salud de tipo neuromotor en dos comunidades. Estos se relacionan con los niveles de manganeseo en sangre. No obstante señalan la necesidad de estudios epidemiológicos más profundos que controlen los factores confusores. Por otro lado, concluyen que no existe información suficiente para valorar el impacto en la salud por exposición a SO₂.

Informe de la calidad del agua en fuentes de abastecimiento y cauces en el distrito minero de molango, Estado de Hidalgo.

Este informe fue elaborado por la Comisión Nacional del Agua en el 2001 y se deriva de la inconformidad de algunas comunidades de la región por la operación de la compañía minera autlán.

En 1998, durante una gira de trabajo de la titular de la entonces Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) se establecieron compromisos por parte de dicha dependencia para dar seguimiento y solución a la problemática ambiental de la región; resultado de ello se solicitó en aquella ocasión a la CNA la realización de análisis de Mn en fuentes de abastecimiento y cauces de agua a fin de establecer si existe algún riesgo por este metal, esto dio pie a la operación de una red de monitoreo en todo el distrito manglesífero. La *Tabla 8* nos muestra las fuentes de abastecimiento de la red y su ubicación geográfica.

Tabla 8. Estaciones de la red de monitoreo de agua

Fuente de Abastecimiento	Localidad que Abastece	Municipio	Ubicación Geográfica	
			L. N.	L. O.
Manantial Amoxtitlán	Acatepec	Xochicoatlán	20°46'50"	98°37'15"
Manantial Quixtlahuac	Xochicoatlán	Xochicoatlán	20°46'30"	98°41'15"
Presa Tlaltepingo	U. H. Otonga	Tepehuacán	20°57'00"	98°49'45"
Manantial el Zapote	Tamula	Tepehuacán	20°59'55"	98°48'00"
Tanque de Distribución	Tepehuacán	Tepehuacán	20°59'55"	98°48'00"

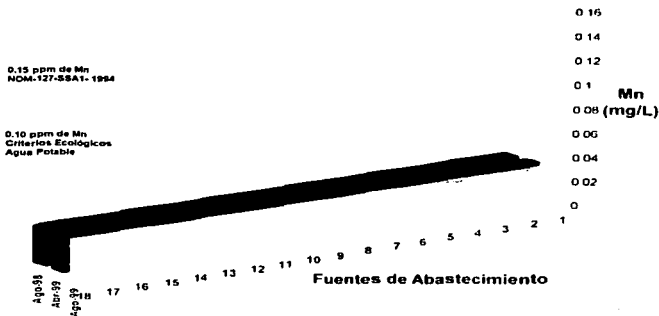
Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganesífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Fuente de Abastecimiento	Localidad que abastece	Municipio	Ubicación Geográfica	
			L. N.	L. O.
Manantial La Laguna	Cuxhuacán	Molango	20°58'05"	98°48'43"
Manantial Citlaluán	Acayuca	Molango	20°57'54"	98°46'42"
Manantial Ocotepéc	Acocxatlán	Tepehuacán	20°58'10"	98°46'22"
Toma Pública	Acocxatlán	Tepehuacán	20°58'20"	98°46'30"
Toma Domestica	U.H. Otengo	Tepehuacán	20°57'47"	98°45'30"
Manantial Xaucuala	Chiconcoac	Lolotla	20°57'04"	98°44'45"
Manantial Nahutepec	San Cristóbal A.	Tlanchinol	20°57'34"	98°39'47"
Manantial las Casetas	Chipoco	Tlanchinol	20°58'25"	98°42'03"
Manantial Tlaltepingo	Tlaltepingo	Lolotla	20°56'00"	98°43'05"
Manantial Ixtlahuaco	Ixtlahuaco	Lolotla	20°52'55"	98°42'00"
Manantial Tenango	Tenango	Molango	20°51'55"	98°42'00"
Manantial Ixcotla	Ixcotla	Molango	20°57'35"	98°39'40"
Manantial Naopa	Naopa	Molango	20°52'15"	98°45'34"

Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2001.

Los cauces de la región reciben agua negra sin tratar de las localidades que cuentan con servicio de alcantarillado y también material que por arrastre eólico o hidrico se deposita en los mismos. Las muestras de las fuentes de abastecimiento fueron calificadas bajo la normatividad mexicana en materia de agua para consumo humano (*NOM-127-SSA-1994*). En este informe se apunta que la concentración de Mn en agua se encontró dentro de lo que establece la normatividad mexicana. (*Gráfica 13*)

Gráfica 13. Concentración de manganeso en la red de monitoreo de agua



Fuente: Comisión Nacional del Agua, Hgo.

Se monitorearon en total 17 fuentes correspondientes a 5 municipios en época de lluvia y estiaje a partir de 1998. Los tanques de distribución de las comunidades de Acatepec, Chipoco y la toma pública de Chiconcoac no cumplen con el rango de pH y es atribuible a la descompresión orgánica.

Marco de Referencia

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

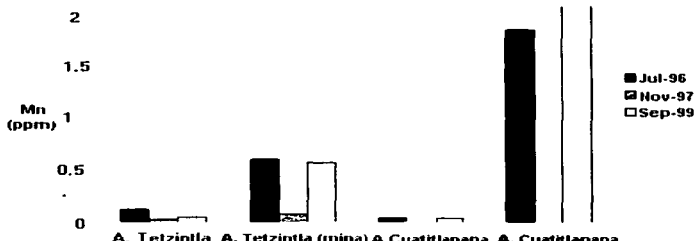
Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Los tanques de distribución de Acayuca, Tenango, Tlaltepingo y la toma pública de Chiconcoac rebasan los límites de calidad establecidos en la norma por su contenido en hierro aunque la regulación de Hierro se orienta a aspectos de corrosión y depósitos ferrosos más que a la salud. Los cuerpos de agua se calificaron según los *Criterios Ecológicos de Calidad del Agua*, destacando los siguientes aspectos:

- El Río Malila cumple con los criterios de calidad para riego.
- El Arroyo Cuatilanapa o Sin Nombre se ubica agua corriente abajo de la mina y que es un afluente al río Malila. Este arroyo rebasó los límites de sólidos disueltos, manganeso, hierro, color y turbiedad. Destaca que este arroyo recibe las aportaciones procedentes de las presas de jale ubicadas en la unidad minera. (Gráfica 14)

En la zona de la Unidad Molango, se encuentran los ríos Xalpa, Claro y la presa Tlaltepingo; éstos cumplen con los criterios ecológicos incluyendo los de uso recreativo por contacto primario, pecuario y protección a la vida acuática. El arroyo Tetzintla, ubicado aguas arriba de Minera Autlán, rebasa los límites en Sólidos Disueltos y Dureza Total. Estos parámetros no son atribuidos a la operación de la empresa (Gráfica 14).

Gráfica 14. Contenido de Mn en cauces



Fuente: Comisión Nacional del Agua, Hgo.

La compañía minera autlán según el informe, cuenta con condiciones fijadas por la CNA para cada descarga que realice en sus afluentes y las condiciones van determinadas por la procedencia de cada una de ellas.

En 1994 en la Unidad Molango se ejecutaron 3 descargas de las cuales 2 son procedentes de los servicios generales a empleados y de los servicios de la unidad habitacional. En 1996 en la misma unidad se realizaron 3

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganesífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

descargas de agua procedentes del compresor de la planta de fuerza, retrolavado de la planta potabilizadora y escurrimientos de la mina. En 1996 en la Unidad Nonoalco se instalaron 3 descargas de los servicios generales a empleados, laboratorio, comedor, oficinas y taller mecánico. Por su parte, la compañía minera autlán en diversas reuniones ha manifestado que la totalidad del agua que utiliza en sus procesos es recirculada, esto lo ha logrado por medio de sofisticados procesos que permiten reaprovechar el agua en distintos procesos.

Tabla 9. Estaciones de monitoreo en cauces

Corriente	Descripción	Municipio
A. Cuatlianapa	Aguas corriente abajo de la Unidad Minera Autlán, Nonoalco	Molango
Río Malilla	Aguas corriente arriba de la Unidad Minera Autlán, Nonoalco	Molango
Presa Tlaltepingo	Aguas corriente arriba de la U. Minera Autlán Molango	Tepehuacán
Descarga de la U. H. Otongo	(Salida de la planta de tratamiento)	Tepehuacán
Arroyo Tezintla	Aguas corriente arriba de la zona de mina	Tlatchinol
Arroyo Tezintla	Aguas corriente abajo de la descarga nivel R10 mina Tezintla	Tlatchinol
Río Jalapa	A la altura de la comunidad Tenexco	Tlatchinol
Río Claro	A la altura de la comunidad Cuxhuacán	Molango
Río Chiramecá	Aguas debajo de la U. Minera Autlán Nonoalco	Tlanguistongo

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Iiga.

Calidad del agua del arroyo Tlaltepingo, Lolotla, Hgo.

Este trabajo se gesta a partir de la petición de la Dirección de Protección Civil del Gobierno del Estado de Hidalgo para realizar una visita a la comunidad de Tlaltepingo con el fin de conocer las inquietudes de la población relacionadas con la operación de la compañía minera autlán. Dicha visita se realizó el 6 de Abril del año 2001 y durante el recorrido la CNA detectó fisuras y cuarteaduras en paredes de varias construcciones, residuos de polvos en los techos de lámina de las casas, cambios ilícitos en el uso de suelo y deforestación de terrenos forestales.

Dentro del área de competencia de la CNA se manifestó la preocupación por la contaminación del arroyo Tlaltepingo, lo que dio pie a dicho trabajo. Los habitantes de la localidad tomaron muestras de agua removiendo el sedimento del cauce; en total se recolectaron 7 muestras para su posterior análisis (Tabla 10).

El área de análisis de este trabajo fue el arroyo Tlaltepingo, afluente del Río Claro, el cual, según el artículo 278-A de la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, esta clasificado como tipo B; es decir, se utiliza como fuente de abastecimiento para consumo humano. Otros afluentes son los Ríos Xalpa y Malilla y el Arroyo Tetzintla.

El uso alterno de la población a estos cauces son el doméstico (baño público), acuacultura y abrevadero. Estos cauces reciben agua negra de

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganésifera de Molango en el Estado de Hidalgo.

las localidades aledañas a ellos y sobre todo de aquellas que cuentan con servicio de alcantarillado. Además, se tienen registradas las descargas de agua residual de la compañía minera autlán.

Tabla 10. Mn en agua del arroyo Tlaltepingo

Descripción de la Muestra	BST (mg/L)	Criterio de Evaluación	BST (mg/L)
Arroyo Tlaltepingo, aguas arriba de la descarga	0	Criterios Ecológicos para Agua Potable(1)	500
Descarga Nivel 700, Minera Autlán	48	NOM-001-ECOL-1996(2)	125
Descarga Nivel 700, Minera Autlán	48	NOM-001-ECOL-1996(2)	125
Arroyo Tlaltepingo	11,840	Criterios Ecológicos para Agua Potable(1)	500
Arroyo Tlaltepingo	5,680	Criterios Ecológicos para Agua Potable(1)	500
Arroyo Tlaltepingo	800	Criterios Ecológicos para Agua Potable(1)	500
Arroyo Tlaltepingo	2,930	Criterios Ecológicos para Agua Potable(1)	500

(1) Criterios Ecológicos de Calidad de Agua publicados en el Diario Oficial de la federación el 13 de Diciembre de 1989. (2) Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Hgo.

Como se puede observar en la *Tabla 10*, los resultados encontrados infieren el cumplimiento de la NOM-001-ECOL-1996 en la descarga del nivel 700 de la Unidad Molango. Para el caso de las concentraciones del Arroyo Tlaltepingo, el personal de la CNA manifiesta que no fueron tomadas de acuerdo a los protocolos de muestreo establecidos (los habitantes removieron el sedimento del cauce y posteriormente tomaron la muestra de agua) y ello induce una alteración de los resultados que por ende, no pueden ser atribuidos a la empresa.

Exploración de las concentraciones de manganeso, azufre y otros contaminantes en muestras de aire obtenidas en el distrito de Molango, Estado de Hidalgo

Este trabajo fue realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) a petición del Consejo Estatal de Ecología (COEDE). El estudio se realizó en dos tamaños de partícula: partícula fina PM_{2.5} (fracción respirable menor a 2.5 micrómetros) y partícula gruesa PM₁₀ (partícula entre 2.5 y 10 micrómetros). Las muestras se tomaron en días alternos durante el día y la noche entre el 28 de octubre y el 11 de noviembre del año 1997 en las localidades de Chiconcoac y Tlaltepingo.

El análisis gravimétrico realizado permitió calcular la concentración de partículas por metro cúbico de PM_{2.5} y PM₁₀. Esta información les permitió apreciar si se rebasó o no el valor permitido para esos tamaños de partícula. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) establece un promedio máximo diario de 65 µg/m³ (microgramos de partículas por metro cúbico) para partículas PM_{2.5} y un promedio máximo diario de 150 µg/m³ (microgramos de partículas por metro cúbico) para partículas PM₁₀.

Marco de Referencia

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Los resultados no muestran haber rebasado estos valores continuamente. En el poblado de Chiconcoac, solo tres días estuvieron cerca de los límites y fueron rebasados en una sola ocasión. En Tlaltepingo no se rebasó el límite en ningún día aunque sí estuvo cerca al menos en una ocasión.

La limitación de este trabajo fue que durante los días de monitoreo la compañía minera redujo sus actividades; además los cortes de energía eléctrica acortaron los tiempos de monitoreo desde una tercera parte hasta menos de la mitad. A pesar de dichas limitaciones el estudio concluye que el lugar muestra un severo deterioro ambiental que puede considerarse muy delicado y por tanto debe ser sujeto a observación y a un estudio adicional. Además, remarcan que hay una clara evidencia de concentraciones de manganeso suficientemente altas en fracción respirable para considerarlas peligrosas para la salud de los habitantes asentados en la zona de influencia de la compañía minera.

Primera caracterización de riesgos a la salud poblacional por la extracción y beneficio primario de manganeso en dos localidades del Estado de Hidalgo

Este estudio fue desarrollado por el instituto de Salud, Ambiente y Trabajo en el año de 1997 en las localidades de Chiconcoac y Cuxhuacán de los municipios de Lolotla y Molango respectivamente. Los Servicios de Salud del Estado de Hidalgo solventaron el costo de este trabajo y contribuyeron con la logística en el trabajo de campo. El Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez" (INNNMVS) se encargó del análisis neurológico de la muestra recolectada.

La muestra seleccionada fue de 73 personas de las cuales, 46 correspondieron a la localidad de Chiconcoac y 27 a Cuxhuacán. Se tomaron muestras de sangre y se aplicaron pruebas neuropsicométricas. Además, se tomaron muestras ambientales de agua, suelo y aire. La concentración de manganeso en sangre que se encontró en la población osciló entre los 7.5 y 88 $\mu\text{g/L}$. El 50% de la muestra se encontró con niveles menores a 15 $\mu\text{g/L}$ y 25% tenía niveles superiores a los 20 $\mu\text{g/L}$; 33% tenían 12.5 $\mu\text{g/L}$ ó más de manganeso en sangre. Además un 33% tuvo problemas neurológicos. Los modelos de regresión de este estudio explicaron que:

- Mientras más Mn en sangre más plomo en sangre
- Mientras más Mn menos hemoglobina
- Mn en suelo y aire predice significativamente el Mn en sangre
- Mn en agua de pozo protege contra altos niveles de Mn en sangre
- Mientras mayor Mn en río mayor Mn en sangre
- Mientras más lejos este el sitio de muestreo de la fuente de emisión puntual (Mina) menor es el riesgo de tener niveles altos de Mn

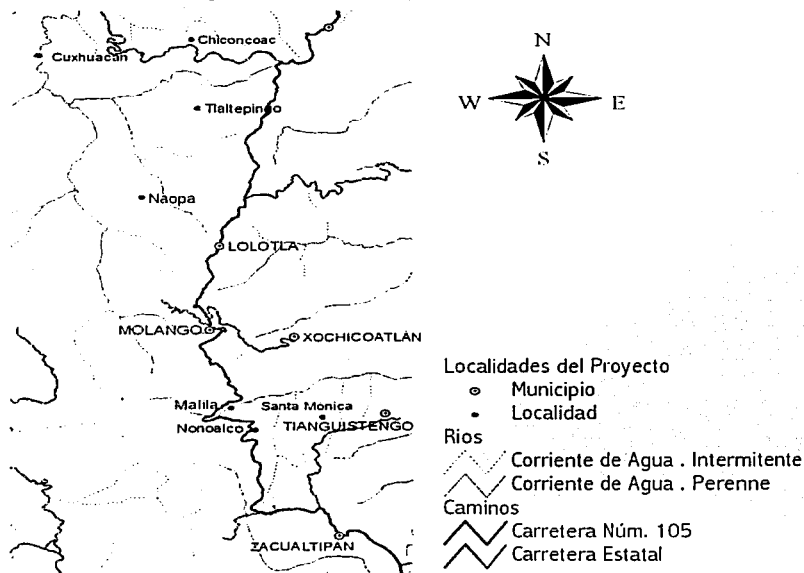
Según las curvas dosis-respuesta de este estudio se identificó:

- Capacidad mental: Cualquier nivel superior a $15\mu\text{g/L}$ es de cuidado
- Funciones motoras: Cualquier nivel superior a $15\mu\text{g/L}$ es de cuidado
- Temblor/entumecimiento: Nivel superior a los $25\mu\text{g/L}$ es de cuidado

3.6 Características de las localidades de estudio

Las localidades de Cuxhuacán y Chiconcoac se localizan en la parte norte del Distrito Manganésifero de Molango. La unidad minera más cercana a ellas es la Unidad Molango (mapa 12).

Mapa 12. Ubicación geográfica de las localidades



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

La *Tabla 11* resume las características de localización de dichas localidades.

Tabla 11. Ubicación geográfica de las localidades de estudio

Municipio	Localidad	Latitud Norte		Longitud Oeste		Altitud m.s.n.m.
		Grados	Minutos	Grados	Minutos	
Molango	Cuxhuacán	20	58	98	49	400
Lolotla	Chiconcoac	20	59	98	44	1380
m. s. n. m. - Metros sobre el nivel del mar						
Fuente: INEGI, 1994; INEGI, 1999						

Chiconcoac

La comunidad de Chiconcoac se localiza en las inmediaciones de la unidad minera de Otongo. La comunidad se divide en dos barrios (Chiconcoac y Tolago), donde para cada barrio existe un agente municipal que se encarga de atender los problemas del pueblo. Además, se cuenta con dos comités uno de salud que trabaja de manera directa con la clínica y otro de contaminación que es encargado de dar seguimiento a los asuntos relacionados con la problemática del pueblo y la mina. La clínica de salud pertenece a la secretaría de salud y es atendida por un médico, dos enfermeras y un técnico de atención primaria a la salud. Existen dos escuelas que imparten el nivel básico de enseñanza y el poblado cuenta con una caseta telefónica en cada barrio y solo la calle principal del poblado esta pavimentada.

En cuanto al clima, la época seca generalmente es de abril a junio, las lluvias se presentan de julio a septiembre y de octubre a marzo predomina el tiempo frío con densa neblina que impide la penetración de los rayos solares por varios días.

Es una zona de terreno muy accidentado donde el cultivo principal es el maíz y frijol; en cuanto a verduras y frutas de traspatio se encuentran el chayote, calabaza, rábanos, quelites, nopales, naranja, durazno, pera y cilantro.

La principal actividad económica es la agricultura de temporal, de autoconsumo y en zonas de alta pendiente; también la cría de ganado es una fuente de ingresos importante para los habitantes, ya que con la venta de un animal se satisfacen algunas necesidades esenciales como son el vestido, calzado, alimentación y otros. Los programas de apoyo a esta actividad son prácticamente nulos, solo unos cuantos ejidatarios son beneficiarios de PROCAMPO. Existen terrenos ejidales y comunales, solo los primeros están parcelados y los segundos son áreas de monte. Otras actividades de la población son la minería, la albañilería, el jornal, (aunque este generalmente es bajo el sistema de mano vuelta).

Cuxhuacán

La Comunidad de Cuxhuacán se encuentra río debajo de la planta minera de Otongo. Existe un agente municipal encargado de los asuntos del pueblo que es renovado cada dos años. Existe una clínica UMR (unidad médica rural) adscrita al IMSS, que es atendida por un médico y dos enfermeras; generalmente el médico es cambiado cada año por ser pasantes los que atienden en dichos centros. Los centros escolares son tres: kinder, primaria y secundaria. Se cuenta con una caseta telefónica y la totalidad de las calles del poblado son de terracería.

El clima de la localidad es cálido, debido a la altitud en que se encuentra el poblado (400 m.s.n.m.), la alta humedad, lo frondoso de la vegetación y el río que circunda al poblado le imprimen un gran atractivo al sitio. La época seca generalmente es de abril a junio, las lluvias se presentan de julio a septiembre y de octubre a marzo predomina el tiempo fresco con alta humedad por las mañanas.

Es una zona de terreno muy accidentado donde el cultivo principal es el maíz y frijol; en cuanto a verduras y frutas de traspatio se encuentran el chayote, calabaza, rábanos, quelites, nopales, acelga, zanahoria, papas, naranja, durazno, papaya, mango, guayaba, aguacate, tamarindo y otros.

Al igual que en Chiconcoac, la principal actividad económica es la agricultura de temporal, de autoconsumo y en zonas de alta pendiente; también la cría de ganado representa una fuente de ingresos importante para satisfacer necesidades básicas.

Los programas de apoyo a la actividad agropecuaria son nulos, pues no existe ningún productor beneficiario de programas como PROCAMPO. Existen terrenos comunales no parcelados con áreas de monte. Otras actividades de la población son la del jornal (aunque generalmente es bajo el sistema de mano vuelta).

Las localidades participantes en la investigación y algunas de sus características principales se resumen en la *Tabla 12*.

Tabla 12. Localidades y características principales

Municipio	Localidad	Población Total	Hombres	Mujeres	PEA ¹	PEI ²	Pob. 15 años o más Alfabeta	Núm. de Viviendas
Molango	Cuxhuacán	726	370	356	193	292	271	156
Lolotla	Chiconcoac	1243	616	627	320	519	510	253

1 - Población Económicamente Activa.
2 - Población Económicamente Inactiva
Fuente: INEGI, 2001

Grado de marginación de las localidades

En la Tabla 13 se muestra el grado de marginación por comunidad comparado con el grado de marginación municipal.

Tabla 13. Grado de marginación de las localidades

Municipio	Grado de
Localidad	Marginación
Molango	Medio
Cuxhuacán	Muy alto
Lolotla	Alto
Chiconcoac	Muy Alto

Fuente: CONAPO, 1995

De la tabla anterior podemos destacar la diferencia en el grado de marginación entre el municipio de Molango y la localidad de Cuxhuacán. Esto nos indica que esta localidad es de las más humildes del municipio y que el nivel de vida de sus habitantes es inferior a la registrada a nivel municipal. En el caso de la comunidad de Chiconcoac se caracteriza por ser el reflejo del nivel de marginación que en el municipio se registra.

Actividades agrícolas

La actividad agrícola preponderante en las comunidades de estudio es la agricultura de temporal con un solo ciclo de cultivo al año. Las comunidades cultivan bajo el sistema de "roza-tumba-quema", aunque actualmente existen programas que promueven el sistema de "roza-pica-incorpora". Este programa promueve entre los productores el incorporar al suelo como abono verde toda aquella vegetación que quitan y derriban al limpiar los terrenos para su aprovechamiento; dicho programa es llevado a cabo por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

La totalidad de los productores de ambas localidades de estudio son de autoconsumo y los principales productos son el maíz y el frijol, aunque en Cuxhuacán también se produce café, naranja y caña de azúcar (Tabla 14). Cuando los habitantes de las localidades llegan a vender parte de su producción es sólo para satisfacer necesidades primarias como luz, alimentos u otros. La venta de dichos productos se hace de manera local.

Tabla 14. Características productivas de las localidades de estudio

Municipio	Localidad	Tipo Productores	Producción	Rendimiento kg/ha
Molango	Cuxhuacán	Autoconsumo	Maíz	600
			Frijol	300
			Café, Caña de Azúcar	Datos no disponibles
				Datos no disponibles
Lolotla	Chiconcoac	Autoconsumo	Maíz	800-900
			Frijol	350-400

Fuente: CADER Molango, 2001, CADER Tlanchinol, 2001, CADER Zacualtipán, 2001.

Según información de la SAGARPA durante el ciclo agrícola, algunos productores llegan a utilizar los siguientes productos químicos: Malatión, Paratión Metílico, Furadán, Carbofurán, Esterón, Tordón y Tamarón.

Actividades ganaderas

Según información de los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER) de la zona, la ganadería junto a la agricultura es la principal actividad económica de las localidades del Distrito Manganesífero de Molango. Esto se puede corroborar en campo pues alrededor de las carreteras y caminos de la zona destacan las extensiones habilitadas para esta actividad.

La actividad ganadera en ambas comunidades consiste en permitir alimentarse libremente a los animales en los pastos que crecen de forma natural en los terrenos destinados a ello y en algunos casos se llega a inducir alguna variedad especial de pasto en los potreros. Algunas personas de ambas localidades llegan a rentar o prestar sus terrenos para alimentar al ganado durante un lapso de tiempo convenido.

La carga de ganado es de una cabeza por hectárea y la principal raza que se trabaja es una cruce de suizo-cebú. Prácticamente la totalidad del ganado se vende en el mercado local, siendo los principales centros de venta las cabeceras municipales de Tlanchinol y Huejutla. También en algunas zonas se trabaja con ganado ovino pelibuey, sulfo y criollo.

Actividades forestales

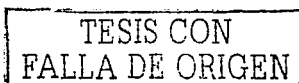
La superficie forestal de las comunidades de estudio no es destinada a la explotación comercial, el uso de los recursos maderables por parte de las localidades es para uso personal como combustible (ramas secas). Actualmente la tala de árboles esta prohibida en todos lo municipios del Distrito Manganesífero de Molango y esta regulada por las autoridades municipales, quienes además promueven la reforestación de los bosques por medio de programas de empleo temporal. Las especies predominantes en la zona son liquidámbar, cedro rojo y pino en distintas variedades.

3.6.1 Programas de gobierno en las localidades

Alianza para el Campo

Es un programa integral que coordina todos los instrumentos disponibles en el sector público; con la participación prioritaria de SAGAR, vinculados estrechamente con los productores y sus organizaciones en un esfuerzo común de trabajo para la capitalización y rentabilidad del campo.

La estrategia de la Alianza se orienta a un incremento generalizado de la productividad en el marco de una política de precios que valore adecuadamente la producción del campo, en un esquema adecuado de comercialización que permita, en un sistema financiero eficiente y



oportuno, recuperar la rentabilidad de las actividades agropecuarias fortaleciendo su capitalización y logrando el propósito de generar mayor ingreso neto para los productores del campo.

- **Roza-pica-incorpora:** Este programa, promueve la "roza y pica" de la vegetación del terreno a trabajar para reincorporarla al suelo como abono verde; esto permitirá reducir la pérdida de vegetación natural al evitar tumbar los árboles y busca reducir la incidencia de incendios forestales en la región. La institución encargada de ejecutar este programa es la SAGARPA a través de los Centros CADER de la región.
- **Kilo por kilo:** Este programa lo llevan a cabo los centros CADER de la región según la cobertura y productores que quieran participar en él. El programa consiste en intercambiar a los productores un kilo de maíz criollo por un kilo de semilla mejorada. Esto con objeto de conservar las variedades de maíz de la región y de promover mejores rendimientos en las superficies de cultivo al sembrar con semillas mejoradas. Las variedades de maíz criollo de la región serán almacenadas en el banco de germoplasma de la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH).

Procampo

El Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), es un subsidio directo que el gobierno federal otorga a través de la SAGARPA, y tiene como objetivo específico apoyar el ingreso de los productores rurales. El apoyo de PROCAMPO consiste en la entrega de recursos monetarios por cada hectárea o fracción de ésta, que se efectúa cuando el productor siembra la superficie registrada en el Programa, o bien la mantiene en explotación pecuaria, forestal o la destina a algún proyecto ecológico, y cumple con lo establecido en la normatividad operativa.

La superficie elegible para este programa, es aquella superficie ejidal y/o comunal que se cultivó con maíz, sorgo, frijol, trigo, cebada, algodón, cártamo, soya o arroz en alguno de los tres ciclos agrícolas Otoño-Invierno o Primavera-Verano anteriores a agosto de 1993.

Progresas

El Programa de Educación, Salud y Alimentación (PROGRESA) es encabezado por la Secretaría de Desarrollo Social, esta encaminado a familias en pobreza extrema. El objetivo de este programa es estimular el desarrollo de capacidades mediante apoyos en salud, educación y alimentación, con el propósito de romper los ciclos de transmisión intergeneracional de la pobreza.

- **Educación:** Apoya a niñas y niños en su inscripción en educación primaria o secundaria con especial atención en las mujeres, así ellas tendrán iguales oportunidades para su desarrollo. A partir del ciclo 2001-2002 este programa, ampliara los beneficios a las familias y otorgara becas para cursar estudios de Educación Media Superior.
- **Salud:** El Progreso ayuda a las familias para que adquieran los hábitos y las condiciones de salud que les permitan prevenir enfermedades y mejorar su calidad de vida. Proporcionando a las familias gratuitamente un paquete básico de servicios de salud.
- **Crédito a la Palabra:** Consiste en un apoyo económico donde el campirano recibe un préstamo sin más garantía que su propio compromiso para pagar. Este préstamo debe estar dirigido a rubros que ayuden a la persona a mejorar su calidad de vida (salud, educación, vivienda, producción).
- **PET:** El Programa de Empleo Temporal (PET) consiste en dar empleo temporal a los habitantes de las localidades que se inscriban al programa; dicho empleo consiste en el mantenimiento y mejoramiento de los caminos rurales, limpieza de terrenos y cafetales entre otros.
- **Alimentación:** El progreso busca que niños y mujeres tengan una mejor nutrición y apoya a las familias para que complementen su dieta. La entrega de apoyos se hace mensualmente en la unidad de salud una vez que han revisado su talla y peso. Para las mujeres embarazadas o que estén amamantando también se proporciona mensualmente un apoyo.

4 Justificación

El impacto causado por la operación de la Compañía Minera Autlán en el Estado, durante más de 40 años, es evidente; esto incluye desde la generación de empleos, obras y caminos hasta problemas ambientales y de salud pública. Sin embargo, la dimensión del impacto es aún causa de controversia entre la industria, autoridades, investigadores y los habitantes de la zona, esta serie de controversias, aunada a la hasta hace poco nula normatividad que regula la actividad de dicha industria, tiene como consecuencia el desconocimiento de la magnitud real del impacto producido por la explotación de manganeso en la región y en el Estado a lo largo del tiempo (pasado, presente y futuro). Lo anterior cobra singular importancia si consideramos los siguientes puntos:

- La compañía minera autlán es una fuente de trabajo importante en la región y actualmente genera aproximadamente 600 empleos directos distribuidos en 500 empleados de la empresa y 100 transportistas concesionarios (*Compañía Minera Autlán, 2000*).
- De las 177 hectáreas concesionadas a la compañía en 1959, solo se han explotado alrededor de 50 hectáreas (*Carrizales, 1997*).
- Actualmente, Minera Autlán cuenta con reservas positivas de 29 millones 688 mil 526 toneladas con 41% de manganeso, suficientes para una operación de 35 años; de las cuales 24'352,109 toneladas son de las minas subterráneas y 5'616,743 toneladas corresponden a los carbonatos del tajo Naopa, asimismo cuenta con reservas potenciales superiores a los 30'000,000 de toneladas de manganeso (*Dirección General de Minería, 2001*).
- La influencia de la actividad minera sobre la población circunvecina se extiende a lo largo de 26 Comunidades distribuidas en los municipios de Lolotla, Molango, Tepehuacán, Tlanchinol y Xochicoatlán.

Con esta tendencia, podemos calcular que los trabajos de explotación en la zona se pueden extender por más de 100 años, lo que equivale a mantener, acrecentar y/o disminuir los impactos que esta actividad genere. De ahí la importancia del presente trabajo, ya que a partir de éste, se obtendrá un documento de apoyo y sustento para el diagnóstico y evaluación de la situación que persiste en la zona con énfasis en el impacto que la actividad minera ha tenido en el aire, agua, suelo, en la condición socioeconómica y en la percepción de la problemática ambiental por parte de las comunidades de estudio.

5 Hipótesis

En este trabajo presumimos que a raíz de la instalación de la actividad minera en la zona comenzaron a generarse una serie de transformaciones al entorno social, económico y ambiental que no han significado un beneficio para el ecosistema y la población de la zona. Además, suponemos que la compañía minera autlán no ha funcionado como un impulsor del desarrollo que coadyuve a mejorar el nivel de vida de las localidades aledañas a la zona de explotación.

6 Objetivos

6.1 Objetivo general

Elaborar un documento que permita diagnosticar el impacto socio-ambiental que ha generado la presencia de la actividad minera en las comunidades de Chiconcoac y Cuxhuacán, que sirva de apoyo y sustento a los tomadores de decisión para corregir las fallas que se detecten e impulsen en alcances y cobertura los impactos positivos identificados, buscando siempre la armonía entre la industria, las comunidades y el medio físico natural.

6.2 Objetivos específicos

- Identificar, ordenar y sistematizar la información existente sobre datos ambientales, de salud, sociales y otros que se relacionen con la actividad minera.
- Delimitar las comunidades rurales a estudiar con respecto a la distancia de la actividad minera.
- Identificar el impacto social y ambiental que se ha generado por la actividad minera en las comunidades de estudio.
- Identificar la percepción de la problemática por parte de la población.
- Analizar la información recabada y determinar los impactos positivos y negativos generados por esta actividad.

7 Metodología

7.1 Búsqueda y recolección de información

Con la finalidad de facilitar un primer acercamiento al problema de manera rápida y eficiente, se elaboró un listado de las dependencias de gobierno que, por la naturaleza de sus funciones se encontraran relacionadas con la temática a tratar.

Los centros identificados fueron:

- Consejo Estatal de Ecología (COEDE).
- Secretaría de Marina, Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (SEMARNAT-Hidalgo).
- Servicios de Salud del Estado de Hidalgo (SSH).
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo (PROFEPA).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
- Comisión Nacional del Agua del Estado de Hidalgo (CNA).
- Procuraduría Agraria del Estado de Hidalgo.
- Registro Agrario Nacional.
- Secretaría de Desarrollo Económico. Dirección de Minería del Estado de Hidalgo.

Una vez identificadas estas potenciales fuentes de obtención de datos, se procedió a visitar cada lugar para recabar la información disponible en cada centro. A groso modo la información recabada fue la siguiente:

COEDE: Datos relacionados con el impacto ambiental originado por la actividad minera, comunidades afectadas, denuncias, talleres y seguimiento a la situación de la zona.

SEMARNAT-Hidalgo: Información descriptiva de la zona de estudio, zonas de impacto ambiental y programas de trabajo a desarrollar en la zona.

SSH: Información sobre daños a la salud generados por la actividad minera, quejas realizadas por las comunidades en el mismo sentido, concentraciones de Mn en agua, en pozos y apoyo en la logística de las visitas de campo a las distintas localidades de la zona.

PROFEPA: Se obtuvo información sobre la normatividad que debe cumplir Minería Autlán, los límites de emisión de contaminantes y denuncias presentadas por las comunidades en contra de la compañía minera.

INEGI: De este centro se obtuvo información referente a la caracterización de la zona como clima, ubicación geográfica, hidrografía y socioeconómica.

CNA: Información referente a la calidad del agua en fuentes de abastecimiento y cauces del Distrito Manganésifero de Molango. La información comprende desde 1997 hasta 2001.

De esta primera búsqueda destaca la información recabada en el INEGI, ya que en este lugar se obtuvieron datos importantes que permitieron sustentar y caracterizar la zona de estudio. Una vez realizado este primer acercamiento se procedió a realizar una segunda investigación a mayor profundidad. Esto implicó visitar nuevamente los sitios recorridos e intensificar la búsqueda de información en anuarios, estadísticas, bibliotecas, mapotecas, internet; y en general en todo aquel medio que nos proporcionase algún dato de importancia.

Esta segunda búsqueda consistió en la recolección de datos al interior del Estado de Hidalgo en distintos centros tanto estatales como municipales así como también en las localidades de estudio. En esta etapa la mayor fuente de información fue la Jurisdicción Sanitaria Molango perteneciente a los SSAH y los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER) pertenecientes a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). De estas dependencias se obtuvo información estadística, descriptiva de las localidades de estudio; de otras dependencias se obtuvieron los mapas e informes de la zona.

Se revisaron a profundidad diversas investigaciones, reportes y documentos a los cuales se tuvo acceso y que contuvieron información relevante para este trabajo. En este proceso se pudo ubicar información importante proveniente de la Universidad de Hidalgo, del Laboratorio de Toxicología Ambiental de la Universidad de San Luis Potosí, del Centro de Ecología y Desarrollo, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y de los Servicios de Salud de Hidalgo, de la Comisión Nacional del Agua. Otra fuente permanente de información fue a través de internet, donde se visitaron diversas páginas que proporcionaron datos para la realización de este trabajo. Entre las principales páginas visitadas destacan la del Gobierno de Hidalgo, la de la compañía minera autlán y la del INEGI.

De todo este proceso de recolección de materiales, destaca lo obtenido a través del Instituto de Salud, Ambiente y Trabajo, S. C. (ISAT), los datos recabados por dicho instituto en el estudio denominado "*Primera Caracterización de Riesgos a la Salud Poblacional por la Extracción y Beneficio Primario de Manganeso en dos Localidades del estado de Hidalgo*" fue de gran utilidad y sirvió de base para este trabajo de Tesis. Además el ISAT fue el medio para desplazarse, interactuar y entrevistarse tanto con las comunidades como con las autoridades y los distintos proveedores de información.

7.2 Clasificación y manejo de la información

Una vez recabada la información, se procedió a revisar cada documento y el tipo de información contenida. De esta revisión se observó que ciertos datos estaban relacionados con temas similares y/o problemas específicos por lo que, para facilitar el acceso y manejo, se hizo una división de la información por área temática. La división en áreas temáticas, se debió también a que el objetivo de este trabajo es evaluar el impacto social y ambiental. Se procedió a separar la información recabada según el contenido de la misma; esto con el fin de facilitar el análisis.

Una vez recabada la información se elaboró una matriz (*Anexo 1*) en el programa Excel XP de Microsoft (*versión 2002*) que nos permitiera visualizar la totalidad de los datos obtenidos. Los campos considerados en dicha matriz fueron:

- Área de Estudio: Área a la que se enfoca el trabajo
- Tipo de Documento: Se clasificó a cada documento según su tipo (informe, reporte, artículo, nota de periódico, estadísticas, libro, anuario, informe técnico, mapa, tarjeta informativa, tesis u otro).
- Título: Aquí se apuntó el nombre del documento.
- Año: Año de elaboración del documento.
- Datos Ambientales: Aquí se incluyeron aquellos datos que tuvieran que ver con algún impacto en la flora, fauna, aire, agua y suelo.
- Datos de Salud: Aquí se incluyeron aquellos datos que tuvieron que ver con algunos efectos en la salud humana por la actividad minera que se desarrolla en la zona.
- Datos de la Empresa: Aquí se incluyeron aquellos datos que tenían que ver de alguna manera con la empresa y las acciones que ésta lleva a cabo en la zona.
- Datos de Conflicto Social: Se incluyeron todos aquellos antecedentes que las comunidades, autoridades, empresa e investigadores han manifestado sobre la presencia de la actividad minera.
- Formato: Aquí se apuntó el formato en que se tenía el documento (papel, archivo electrónico, mapa, etc.).

7.3 Selección de localidades a profundizar

Como primer paso se identificó a aquellas comunidades que contaron con información referente a alguno de los cuatro rubros bajo los cuales se clasificó la información. Posteriormente se diseñó una matriz (*Tabla 15*) en la aplicación para computadora Excel XP de Microsoft (*versión 2002*) que permitió administrar la información obtenida de cada comunidad y facilitó ponderar los criterios de inclusión de una comunidad sobre otra, con base a un sistema de puntuación asignado a cada tipo de información disponible. A continuación se describe brevemente dicho proceso.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganésífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

1. Se concentró y dividió la información por comunidad en cuatro grandes temas: ambiente, empresa, salud y conflicto social.
2. A cada tema se le asignó un punto, por lo que aquella comunidad que tuviera información en los cuatro rubros tendría 4 puntos.
3. Se compararon las distancias entre la mina de Otongo y las comunidades priorizando a la más cercana y a la más lejana.
4. Se asignó un punto a las comunidades donde las vías de acceso fueran accesibles y cero puntos a aquella de difícil acceso.
5. Se asignó un punto a la comunidad donde se tuvieran los contactos necesarios para realizar el trabajo en la localidad y cero puntos donde no se conociera a nadie.
6. Se sumaron los puntos y se eligieron dos comunidades. La primera fue la de mayor puntuación, cercanía a la mina y contactos necesarios; la segunda fue una de las más alejadas de la unidad minera, de menor puntuación y con contactos necesarios para el trabajo de campo.

De este proceso, se determinó que las localidades a elegir para este trabajo fueran las de Chiconcoac y Cuxhuacán pertenecientes a los municipios de Lolotla y Molango respectivamente, siendo la localidad de Chiconcoac la identificada como la mayor expuesta y con mayores problemas ambientales y sociales mientras que la comunidad de Cuxhuacán se identificó como la de menor influencia en problemas ambientales y sociales, pero dentro de la zona de influencia minera.

La selección de las localidades se hizo de esa forma con la finalidad de comparar el impacto de la actividad minera a distintas distancias. En la *Tabla 15* se muestra la matriz construida para tal efecto.

Tabla 15. Matriz de selección de localidades de estudio

Localidades	Información Obtenida	Cercanía Fuente Km	Fácil Acceso	Contactos en la Comunidad	Puntaje Total
Molango	3	20	1	1	6
Chiconcoac	3	1	1	1	5
Otongo	2	<i>In Situ</i>	1	0	3
Chucontepéc	1	Sin Identificar	1	0	2
Avotetla	2	<i>In Situ</i>	0	0	2
Chuchuda	1	5	1	0	2
Chigero	1	6	1	0	2
Thanchinol	2	6	1	0	3
Acayuca	1	1	1	0	2
Huiznopula	1	5	1	0	2
Acuautla	1	3	1	0	2
Tepetlhuacán	1	11	1	0	2
Acatepec	1	8	1	0	2
Thaltepungo	1	4	1	0	2
Ixtlapala	1	Sin Identificar	1	0	2
Jalpa	1	17	1	0	2
Cuxhuacán	0	7	0	1	1
Aconacatlan	1	3	1	0	2

Unidad de muestreo

La unidad de muestreo utilizada para este trabajo fue la vivienda. El criterio de inclusión consideró a la población humana mayor de 13 años, sin distinción de género y estatus dentro de la familia. El criterio de exclusión consistió en descartar a la población que se encontrara laboralmente expuesta a manganeso (obreros y trabajadores de la mina). Todo esto con la finalidad de obtener una muestra representativa de las viviendas de ambas localidades, lo cual permitió llevar a cabo un monitoreo de aire intramuros y conocer las concentraciones existentes en el interior de cada hogar.

7.4 Tamaño de muestra

Sabiendo que las localidades se encuentran inmersas en el Distrito Manganesífero de Molango, asumimos que las comunidades de estudio se encuentran expuestas a manganeso por diversas rutas, siendo el suelo la principal.

Asumiendo lo anterior, sobre todo para la comunidad de Chiconcoac que se identificó como de alta exposición, se consideró una probabilidad de exposición (p) de 0.81 para determinar el tamaño de la muestra con una precisión típica Z entre 0.95 y 1.96; con un error aceptado $d=0.10$. La muestra se calculó asumiendo una población infinita con la siguiente ecuación:

$$N = \frac{Z^2(pq)}{d^2}$$

N= tamaño de la muestra

Z= área bajo la curva

p= probabilidad de exposición

q= no probabilidad de exposición

d= Error Beta o aceptado

El resultado obtenido fue una muestra con las características especificadas en la *Tabla 16*.

Tabla 16. Tamaño de muestra seleccionada

Comunidad	Tamaño de muestra para la toma de cuestionarios y monitoreo intramuros	Más 20% por posible pérdida de información	Total
Chiconcoac	38	8	46
Cushuncan	22	5	27
Total	60	13	73

7.5 Selección de las viviendas

Chiconcoac

Considerando la heterogeneidad de las viviendas de esta comunidad, se decidió que el muestreo debería ser estratificado de acuerdo a la densidad de viviendas para poder incluir el total y evitar así la exclusión de aquellas que se encontrarán más alejadas de la localidad.

Para esto se utilizó un mapa de la localidad ubicado en el Centro de Salud de la comunidad, lugar donde se tiene registro de todas las viviendas con un número de identificación. Además el personal del centro de salud tiene identificadas a las familias, el número de miembros de cada una de ellas, las condiciones generales de salud y otros datos de identificación por cada hogar. Basándose en dicho mapa, se dividió la localidad en cuadrantes, los cuales fueron enumerados del I al IV y posteriormente se elaboraron listados con las viviendas ubicadas dentro de cada uno de ellos.

Para seleccionar las viviendas por cuadrante, en la aplicación de computación Excel 2002 de Microsoft (*Versión 9.0*), se diseñó un programa de generación de números aleatorios bajo el cual se sortearon las viviendas. Dado que se necesitaban 46 hogares, se eligieron 12 por cuadrante y considerando la tasa de rechazo del 25% se sortearon en total 15 casas más por cuadrante. Se repitió el sorteo hasta completar la muestra necesaria cuando el número de viviendas fue escaso, porque no se encontró gente en el domicilio o porque los sujetos no deseaban participar.

Cuxhuacán

En esta localidad al igual que en Chiconcoac, existía un mapa en la Unidad Médica del IMSS con información similar sobre las viviendas y sus habitantes. En esta localidad debían de seleccionarse un total de 27 casas más 8 por las posibles pérdidas de información. Se sometieron las todos los hogares de la población a sorteo bajo una tabla de números aleatorios de Excel. Al igual que en Chiconcoac, para completar la muestra se decidió nuevamente sortear aquellos domicilios donde no se encontró a nadie o porque los sujetos no desearon participar.

Instrumentos de recolección de datos

Parte de la información utilizada en este trabajo, fue mediante el cuestionario utilizado por el ISAT en el proyecto "*Primera Caracterización de Riesgos a la Salud Poblacional por la Extracción y Beneficio Primario de Manganeso en dos Localidades del estado de Hidalgo*". La información utilizada de dicho instrumento fue la correspondiente a: Datos de identificación, registro de la vivienda, alimentación, ocupación, percepción de riesgos, alfabetismo, ingreso y uso de plaguicidas.

De este instrumento se tomó la información necesaria para el trabajo de tesis que sirvió de complemento a la información recabada con anterioridad en campo y en diversas fuentes de información.

7.6 Muestreo ambiental

Las muestras ambientales fueron recolectadas en pozos de agua potable, en agua de río, suelo, aire intramuros y aire extramuros. El análisis de las muestras fue realizado por el laboratorio de ecología industrial; el método seguido para la recolección de muestras se detalla a continuación.

Pozos

Para Chiconcoac, cuyos pozos tienen la característica de ser de filtración natural, la toma de muestras se realizó entre los 1.5 y 2 m de profundidad, conectando un tubo por donde el agua escurre, siendo ahí de donde se realizó el muestreo para su posterior análisis.

Para Cuxhuacán se tomaron muestras en 5 pozos diferentes, ubicados en distintos lugares de la comunidad, mismas que fueron recolectadas entre 30 y 40 cm. de profundidad, dependiendo de las características de cada uno de los pozos.

Río

La toma de estas muestras se realizó en la comunidad de Cuxhuacán a lo largo del llamado Río Claro, del que se tomaron 5 muestras que fueron denominadas como río 1, río 2, ... río 5, mismas que fueron tomadas a 80, 50, 30 y 30 cm. de profundidad respectivamente. Cabe mencionar que este muestreo no se llevó a cabo en Chiconcoac ya que en la comunidad no cruza río alguno.

Suelo

Para la recolección de muestras de suelo en ambas localidades se procedió en cada punto de muestreo de la siguiente manera: primeramente se retiró la cubierta vegetal del sitio elegido, posteriormente se elaboró un pozo de 30 cm. de ancho por 30 cm. de largo por 20 cm. de profundidad, para después tomar una muestra de aproximadamente 500 g de suelo y depositarla en una bolsa de plástico debidamente etiquetada y sellada para su análisis.

Intramuros

Este tipo de muestreo fue realizado de igual manera para ambas comunidades donde, básicamente se hizo monitoreo ambiental en el cual se trató de identificar las concentraciones de partículas suspendidas PM10 durante 24 horas continuas a temperatura ambiente entre 15 y 20 °C con equipo especializado.

Extramuros

Este monitoreo se realizó de forma similar que el monitoreo intramuros, con la excepción que el punto de muestreo fue un solo lugar, el cual se ubicó en la parte alta de la iglesia en construcción, mientras que en Cuxhuacán se llevo a cabo en la parte alta de la Unidad Medica Rural.

Métodos de análisis ambiental

Los procedimientos para el análisis son los estipulados en las Normas Oficiales Mexicanas y referencias internacionales que se mencionan en la *Tabla 17*

Tabla 17. Parámetros para el muestreo ambiental

Parámetro	Norma Mexicana/Método
Arsénico	Espectrofotometría por Absorción Atómica
Calcio	Espectrofotometría por Absorción Atómica
Manganeso	Espectrofotometría por Absorción Atómica
Hierro	Espectrofotometría por Absorción Atómica
Plomo	Espectrofotometría por Absorción Atómica
Dióxido de azufre	NOM-038-ECOL-1993
Dióxido de silicio	Difracción de Rayos X
Dióxido de manganeso	Fluorescencia de Rayos X
Potencial de Hidrogeno	NOM-AA-08-1980
Conductividad	NOM-AA-93-1981
Partículas Suspensas Totales	NOM-035-ECOL-1993
Partículas PM ₁₀	EPA No. 88-350-03/NIOSH 600
Temperatura	NOM-AA-07-1980

Las partículas PM₁₀, se muestrearon con equipo especializado (Personal Environment Monitors *PEM*) para partículas, con bombas universales SKC y filtros de teflón.

7.7 Fase de campo

La etapa de campo estuvo constituida por la fase de monitoreo de aire, agua, suelo, aplicación de cuestionarios y entrevistas informales a personas de las localidades de estudio.

Descripción general de la zona de muestreo

El acceso a ambas comunidades es a través de caminos pavimentados o asfaltados, una vez llegando al entronque de acceso a la localidad el camino se torna en terracería. En el trayecto se puede observar la densa vegetación definida como bosque mesófilo de montaña de acuerdo con la clasificación de Rzedowsqui (*Rzedowsqui, 1978*) además de destacar la densa niebla que cubre toda la zona durante gran parte del año.

Se pudo apreciar la topografía irregular del lugar, los caminos, asentamientos humanos y algunos usos de suelo. Destaca el desarrollo de la actividad pecuaria de tipo extensivo, ya que a lo largo de la carretera se observan extensiones de pastizal inducido. Es común encontrarse durante

el recorrido a múltiples camiones de carga transportando Mn hacia la planta de nodulización. La mayoría de estos se desplazan sin ningún recubrimiento ni humidificación que impida la emisión de polvo o la caída de mineral durante el traslado. A lo anterior se aúna la mala condición de los caminos, por tanto se pudo apreciar una estela de polvo a su paso.

Al llegar a Chiconcoac se observó una predominancia de vientos con dirección norte-sur detectado por la ruta que toma la nube de humo que surge de la chimenea de la Minera Autlán aunque se ve disminuida por la alta humedad predominante en la comunidad. La orientación de los vientos tiene una incidencia en dirección a la comunidad ubicada frente a la chimenea, a una altura mayor y a una distancia aproximada de 1 Km.

Se apreció como la vegetación natural ha sido afectada por la actividad minera a través de la construcción de caminos para el tránsito de vehículos y por la actividad ganadera que requiere de grandes extensiones de tierra para el pastoreo. Esto genera una alteración del paisaje natural e incrementa el proceso de erosión de la zona.

En el caso de Cuxhuacán, el acceso es posible únicamente por caminos de terracería. Cuxhuacán se ubica en la parte baja de la zona en la ribera del Río Claro. Se observaron plantaciones de cítricos, mangos y otras frutas regionales además de sembradíos de maíz y frijol; también se produce café y plátano. Existe ganado menor como, ovejas, cabras y de otros tipos de ganado como equino y vacuno. En esta localidad predominan las viviendas de adobe con techos de palma y la totalidad de las calles se encontraron sin pavimentar.

A primera instancia y debido a la exuberancia de la vegetación se percibe que la zona de estudio no se encuentra alterada por la actividad minera, sin embargo, se hace evidente que la planta rompe con la armonía y paisaje del lugar.

8 Resultados y Análisis

Es importante aclarar que de acuerdo con los objetivos del presente estudio, en los resultados ambientales se enfatizará esencialmente en las concentraciones de manganeso encontradas.

8.1 Generalidades de la muestra estudiada

La muestra encuestada fue de 73 personas, de las cuales 52 fueron mujeres. En total participaron 46 sujetos de la comunidad de Chiconcoac y 27 de Cuxhuacán. La actividad principal identificada en la muestra fue el hogar, debido a que el número de mujeres fue mayor en la selección de participantes; la segunda actividad preponderante fue la de campesino.

El 53% de la población no sabía leer ni escribir y el promedio de escolaridad fue de 2.15 años. La edad promedio detectada fue de 42 años y el promedio de tiempo de vivir en la casa donde se encuestó a la gente fue de 18 años. El 57% de la muestra no tiene drenaje en casa. El 100% de los participantes consume productos de la región; el 52% supone que existen problemas de salud relacionados con manganeso y el 76% identifica un problema ambiental en la zona. El 76.1% de la población de Chiconcoac vivía al momento del estudio con un ingreso mensual menor a \$1,000 pesos, mientras que en Cuxhuacán el 96.3% de la muestra compartía la misma situación (Tabla 18).

Tabla 18. Ingreso mensual de la muestra encuestada

Ingreso	Chiconcoac	Cuxhuacán
Menos de 1000	76.1 %	96.3 %
Entre 1000 y 3000	10.9 %	3.7 %
No aplica	13.0 %	0.0 %

8.2 Concentraciones ambientales encontradas

La totalidad de las muestras ambientales (agua, suelo y aire), fueron recolectadas buscando la mejor representatividad de cada comunidad a estudiar, por lo que cada muestra se tomó en el mejor sitio posible y donde la metodología lo exigía.

También, es importante recalcar en este apartado, que el análisis de la información se basará en la concentración de manganeso encontrada en cada una de las muestras ambientales, debido a que es el elemento bajo el cual la población de la zona de estudio se encuentra expuesta tanto de manera natural, como por las actividades humanas, destacando la minería entre todas ellas.

Manganeso en agua para beber

El muestreo de agua se realizó el 26 de noviembre de 1997 en distintos pozos y llaves de abastecimiento de ambas localidades. Para el caso de Cuxhuacán, el agua potable se obtiene de brotes de agua que la comunidad denomina como "pozos u ojos de agua"; en estos sitios, la muestra se tomó aproximadamente a 20 cm de profundidad. En la localidad de Chiconcoac, el agua se obtiene de manantiales que son dirigidos a depósitos de almacenamiento y de ellos se distribuye a toda la comunidad, también se muestreo un pozo del cual se abastece la población cercana a dicho sitio.

El análisis de las muestras fue realizado por el Laboratorio de Ecología Industrial y según los resultados encontramos que en cuanto al Fe y Ca el nivel se encuentra en márgenes normales, no así el caso del pH que se encontró ligeramente alcalino, el cual no se espera para la zona, por su clima, por la naturaleza del material geológico y la conductividad eléctrica que presenta. Los resultados se muestran en la *Tabla 19*.

Tabla 19. Propiedades y concentración de elementos en agua para beber.

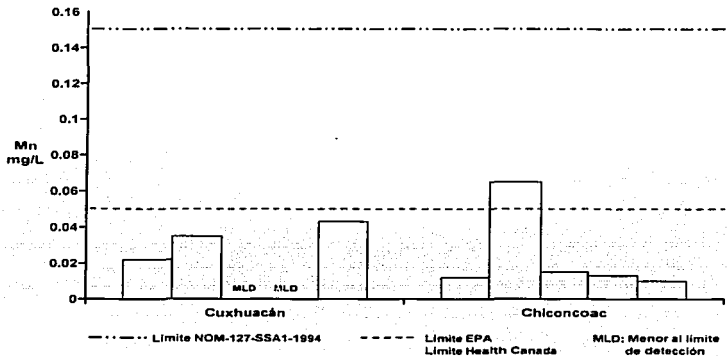
Cuxhuacán					
Parámetro	Pozo Agua Agría	Pozo El Chorro	Pozo 3	Pozo Grande	Pozo Agsimol
Manganeso (mg/L)	0.0220	0.0350	MLD	MLD	0.0430
Hierro (mg/L)	0.0680	MLD	MLD	MLD	0.0700
Calcio Total (mg/L)	11.10	67.80	53.30	54.40	81.10
Potencial de Hidrogeno (pH)	6.49	7.33	7.44	7.58	7.26
Temperatura Promedio (°C)	21.50	22.00	21.10	20.80	21.70
Conductividad (µmohs/cm)	124.50	200.00	284.00	242.00	359.00
Chiconcoac					
Parámetro	Deposito General	Deposito Acuatitla	Deposito San Juan	Proveniente de Ceja	Pozo del Hormiguero
Manganeso (mg/L)	0.012	0.065	0.015	0.013	0.010
Hierro (mg/L)	0.060	0.270	0.060	0.060	MLD
Calcio (mg/L)	17.800	20.000	29.000	4.100	45.000
Arsenico (mg/L)	MLD	0.006	MLD	MLD	MLD
Potencial de Hidrogeno (pH)	7.27	7.35	7.32	7.12	7.22
Temperatura Promedio (°C)	20.30	21.00	21.30	20.90	21.60
Conductividad (µmohs/cm)	151.00	182.00	260.00	81.80	243.00

Para manganeso en agua, encontramos tres valores de referencia que difieren mucho entre si en cuanto al máximo permisible; La EPA y Health Canada establecen un valor de 0.05 mg/L, la normatividad mexicana establece 0.15 mg/L y para la OMS es de 0.5 mg/L (EPA, 2002; Health Canada, 2001; WHO, 1998; NOM-127-SSA1-1994). A pesar de estas diferencias, todas estas recomendaciones coinciden en que al cumplimiento de la misma no existe riesgo para la salud humana y para la calidad del vital líquido.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganesífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

De los 10 sitios elegidos para muestrear agua para consumo humano, solo en un punto se encontró la concentración por arriba del límite establecido por la *EPA y Health Canada*; sin embargo, ese mismo punto está por debajo del límite que exige la normatividad mexicana en la materia y de la establecida por la OMS (*Gráfica 15*).

Gráfica 15. Concentración de manganeso en agua para beber



Considerando estos datos y los reportados por otros trabajos, encontramos que la calidad del agua para consumo humano de ambas localidades, se encuentra dentro de los márgenes que establece la norma oficial mexicana y las recomendaciones internacionales, por lo que se deduce que el consumo de agua en las fuentes estudiadas, no representa riesgo alguno para la salud de la población.

Es importante mencionar que si bien en la localidad de Chiconcoac se rebasó en un sitio la recomendación de la *EPA y Health Canada*, ello no implica riesgo alguno para la población ya que dichas recomendaciones están referidas simplemente a cuestiones de color y turbidez.

Manganeso en agua de río

El muestreo de agua de río, se realizó solamente en la comunidad de Cuxhuacán puesto que en la cercanía a localidad de Chiconcoac no cruza

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manglesifero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Esto se llevo a cabo el 26 de noviembre de 1997, se recolectaron 4 muestras en igual número de sitios a una profundidad de entre 30 y 80 centímetros de profundidad según las condiciones del río lo permitieran.

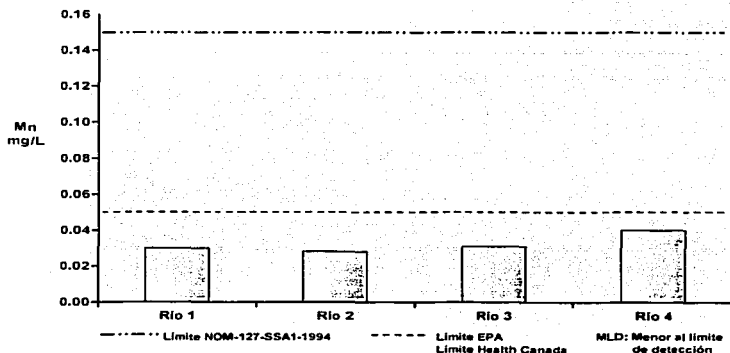
Los resultados encontrados en estas muestras, nos muestran un pH alto que solo puede ser explicado por la injerencia de alguna actividad humana sobre el río. La concentración de Fe y Ca, así como la conductividad eléctrica, se encontró dentro de niveles normales. Las propiedades y concentraciones encontradas en el agua de río, se detallan en la *Tabla 20*.

Tabla 20. Propiedades y concentración de microelementos en agua de río

Parámetro	Río 1	Río 2	Río 3	Río 4
Manganeso (mg/L)	0.030	0.028	0.031	0.040
Hierro (mg/L)	0.090	MLD	MLD	MLD
Calcio Total (mg/L)	47.80	46.70	48.00	51.10
Arsenico (mg/L)	MLD	MLD	MLD	MLD
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.82	7.85	7.61	7.99
Temperatura Promedio (°C)	20.70	21.00	20.60	21.20
Conductividad (umohs/cm)	246.00	243.00	264.00	208.00
MLD= Menor al Limite de Detección				

Al igual que en el agua para beber, la concentración de Mn en agua de río no rebasó los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana ni la establecida por las recomendaciones internacionales (*Gráfica 16*).

Gráfica 16. Concentración de Mn en agua de río (µg/L).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganésífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

La concentración que se encontró en el río de Cuxhuacán, nos dice que en caso de que la población se abastezca de este líquido en el río (hecho que pasa en época de estiaje) no existe riesgo alguno para la salud por el consumo de agua de río. Los datos encontrados en el río de Cuxhuacán, de alguna manera coinciden con lo que CNA reporta para algunos afluentes de la región y con los niveles que la universidad de San Luis Potosí encontró en su estudio.

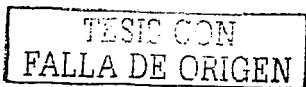
Cabe señalar que la CNA reporta al arroyo Cuatitlanapa o sin nombre que se localiza corriente abajo de la mina y que es un afluente al río Malilla (Mapa 8) como el único que rebasa los límites de sólidos disueltos, manganeso, fierro, color y turbidez. Este arroyo se localiza fuera del área de estudio, pero recibe las aportaciones procedentes de las presas de jale ubicadas en la unidad Nonoalco (localizada en la parte sur del Distrito Manganésífero de Molango), por lo que el dato es relevante, si tomamos en cuenta que la CNA monitorea 9 cauces de la región y en solo uno (el más expuesto) han encontrado concentraciones por arriba de lo establecido.

En el estudio de la Universidad de San Luis Potosí también la concentración de Mn en agua de río estuvo por encima de la normatividad mexicana e internacional. Destaca que dicho sitio se ubicó en el área de estudio del presente trabajo, gradiente abajo de la unidad minera. Lo anterior es una evidencia de que en los afluentes cercanos a donde la actividad minera se realiza, la concentración de Mn en agua se incrementa, por lo que es pertinente recomendar un adecuado manejo de las presas de jale y de todas aquellas descargas que de la actividad minera se deriven, que garantice la no afectación y contaminación de las corrientes de agua tanto superficiales como subterráneas.

Otro punto importante a destacar es el caso de los sedimentos en el río, ya que durante la recolección muestras de agua por la Universidad de San Luis Potosí, una de ellas fue tomada por los habitantes de la comunidad y antes de hacerlo agitaron el sedimento. La concentración de manganeso resultante fue altísima 6.641 mg/L.

Lo anterior, denota que la concentración de Mn en sedimentos es absolutamente superior a lo que se encuentra disuelto en agua y ante un cambio de las condiciones acuáticas este Mn puede diluirse a niveles que representen un potencial riesgo para la salud.

El depósito de manganeso en los sedimentos, puede ser originado por diversas fuentes, ya sea de manera natural (disuelto en agua de lluvia o mantos freáticos, por la erosión cólica, translocada en los diferentes espesores del suelo según sus formas químicas y tamaño de partículas y a través de las cadenas tróficas) o por consecuencia de actividades humanas



Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganésifero de Molango en el Estado de Hidalgo.

(minería, agricultura, deforestación, ganadería, etc). Por lo anterior, se hace necesario investigar el grado de responsabilidad de la actividad minera en la aportación de manganeso a los sedimentos en el río y corregir las eventuales fallas en caso de haberlas.

Otro aspecto detectado a raíz del trabajo en campo y de los muestreos realizados es la necesidad de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Cuxhuacán, pues esta comunidad acostumbra abastecerse de este líquido en un brote de agua a la orilla del río lo que potencialmente puede generar problemas de salud. Además los resultados del ISAT (*Santos-Burgoa et al, 2001*) indican que a mayor concentración de Mn en agua de río, mayor concentración de Mn en sangre y a mayor concentración de Mn en sangre, mayores problemas neurológicos, así que se hace necesaria una campaña adecuada para mejorar el abastecimiento y calidad de agua.

Manganeso en suelo

Las muestras de suelo fueron recolectadas el 20 de noviembre de 1997 en distintos sitios de la comunidad. En total se recolectaron cinco muestras por comunidad (*Tabla 21*), los puntos de muestreo se detallan a continuación:

Cuxhuacán: Suelo 1: Terrenos dedicados a la producción de café. Suelo 2: Sedimento a la orilla del Río Claro. Suelo 3: Cerca del vivero. Suelo 4: Cerca de la cancha de fútbol. Suelo 5: Cerca de la telesecundaria.

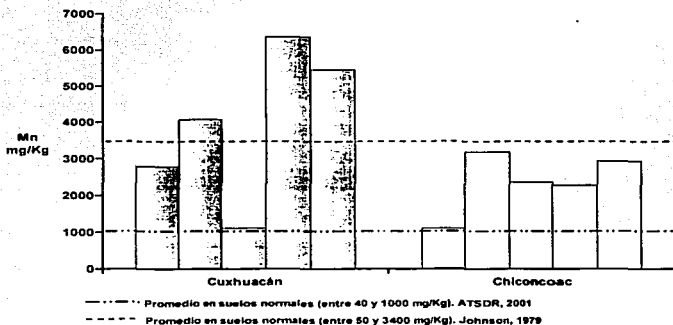
Chiconcoac: Suelo 1: Cuadrante IV, cerca de casa 65. Suelo 2: Cuadrante III, cerca de casa 131. Suelo 3: Cultivo de maíz en dirección a la mina. Suelo 4: Cerca de estación de monitoreo de la mina. Suelo 5: Junto a escuela primaria.

Tabla 21. Concentración de elementos en suelo

Cuxhuacán	Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3	Suelo 4	Suelo 5
Manganeso (mg/kg)	2782	4071	1106	6354	5454
Chiconcoac	Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3	Suelo 4	Suelo 5
Manganeso (mg/kg)	1102	3174	2364	2273	2926

La concentración de manganeso en suelos normales varía según el sitio; según ATSDR el promedio encontrado en suelos normales oscila entre 40 y 1000, y entre 50 y 3400 mg/kg (ATSDR, 2001; Jonson, 1979). Tomando como referencia dicho valor, la concentración de Mn en suelo encontrada en las comunidades de estudio estuvo por arriba de ese promedio, lo cual es de esperarse pues se trata de suelo rico en manganeso (*Gráfica 17*).

Gráfica 17. Concentración de manganeso en suelo.



A pesar de lo anterior, la concentración de manganeso en suelo en ambas localidades, no reflejan el valor esperado para un sitio con suelos ricos en manganeso, cuyos yacimientos son de los más importantes a escala mundial. El valor de manganeso en suelo encontrado en los sitios de muestreo, nos indica que de cada kilo extraído 4 gramos son manganeso y ello haría incoesteable para cualquier empresa la extracción de este metal, pues se tendrían que extraer toneladas de suelo para obtener unos cuantos kilos de dicho metal.

Lo anterior se puede deber a dos variables principales. Primera: Se realizó un incorrecto método de muestreo. Segunda: El sitio de muestreo elegido, se encuentra fuera de la facie de Mn que corre por la zona. Para validar y asegurar una confiable información al respecto, es necesaria la realización de un nuevo muestreo en suelo ajustando la metodología e incrementando la minuciosidad e intensidad del mismo.

No se encontró alguna norma o recomendación internacional que regule el límite permisibles de Mn en suelo. Sin embargo, un estudio realizado en la zona (Santos-Burgoa et al, 2001), relacionó estadísticamente que a mayor manganeso en sangre de la población, mayor exposición a manganeso en suelo; y a mayor nivel de manganeso en sangre, mayor riesgo de problemas a la salud con énfasis en los de tipo neurológico. Esto debe tomarse en cuenta, ya que las comunidades se encuentran asentadas sobre suelo rico en manganeso y las condiciones imperantes en la región

(caminos de terracería, calles sin pavimentar, desmonte de zonas habilitadas para la agricultura, actividad intensa de extracción y beneficio de manganeso, y otras) puede incrementar la exposición vía suelo y polvo que traería como consecuencia riesgos a la salud de la población.

Manganeso en aire

Los muestreos de aire se realizaron en febrero de 1998, se utilizaron filtros de teflón, monitores ambientales personales para PM₁₀ y bombas universales SKC. Los filtros fueron analizados por el laboratorio ABC. En Cuxhuacán, los monitores fueron colocados en el techo de la clínica del IMSS y en Chiconcoac se colocaron en el techo de la iglesia en construcción. La concentración encontrada se enlista en la *Tabla 22*.

Tabla 22. Concentración de manganeso en aire extramuros

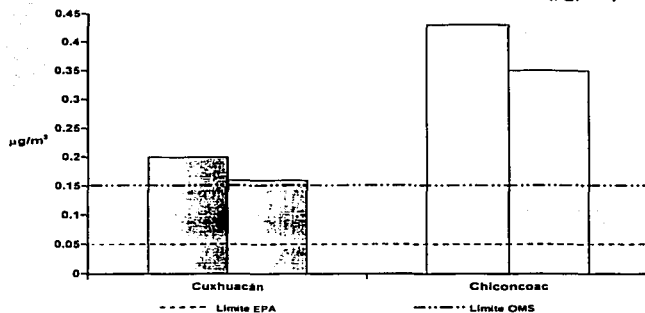
Comunidad	µg/m ³	Fecha
Cuxhuacán	0.2	11/27/1998
Cuxhuacán	0.16	11/27/1998
Chiconcoac	0.43	11/27/1998
Chiconcoac	0.35	11/27/1999

El caso del manganeso en aire es tal vez de los temas más complicados al respecto pues hasta la fecha no existe un consenso sobre el límite de concentración recomendada, aunque si se identifica a la vía inhalada como la principal fuente de exposición humana. El ministerio de salud canadiense *Health Canada* menciona que emitir un límite al respecto es difícil de determinar pues dependiendo el sitio de exposición es la concentración a considerar; por su parte la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (*EPA*) recomienda un límite de 0.05 µg/m³, mientras que la Organización Mundial para la Salud (*WHO, 2000*) establece 0.15 µg/m³. En México no existe normatividad al respecto.

La concentración de Mn en aire encontrada en las comunidades de estudio rebasó tanto la recomendación de la EPA como la de la OMS (*Gráfica 18*). Punto a destacar es el caso de la comunidad de Chiconcoac donde el nivel estuvo hasta dos veces por encima de lo encontrado en la localidad de Cuxhuacán, lo que nos hace presumir que a mayor cercanía con la unidad minera, mayor será la exposición a Mn.

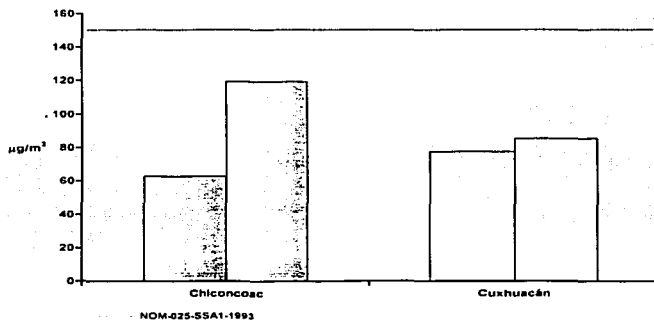
Desafortunadamente la muestra es de un solo día de monitoreo, lo que no permite inferir con certidumbre el grado de exposición de la población, considerando que el día de monitoreo la mina no trabajó normalmente y que el horno de nodulación no fue utilizado, asumimos entonces que la concentración de Mn en aire es más elevada en los días que la empresa trabaja de manera normal, lo que denota que la exposición de la población está en niveles que implican riesgos para la salud y considerando el estudio del ISAT esto implica posibles daños neurológicos.

Gráfica 18. Concentración de Mn en aire extramuros ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Para el caso del muestreo de partículas PM_{10} la concentración extramuros en las comunidades estuvo por debajo de lo que establece la normatividad mexicana (*NOM-025-SSA1-1993*) que es de $150 \mu\text{g}/\text{L}$ en monitoreos de 24 horas (*Gráfica 19*). Este dato coincide con lo encontrado por el ININ donde en sus muestreos encontraron niveles por debajo de dicha norma.

Gráfica 19. Concentración de partículas encontrada ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Aunque la concentración de partículas encontrada en este trabajo y en otros estudios en la zona no rebasa la normatividad mexicana ni las recomendaciones internacionales es necesario cuidar que estos niveles no se incrementen pues el estudio del ISAT demuestra que esta es una fuente importante de exposición. Es preciso recomendar en este apartado la realización de un plan de muestreo de mayor temporalidad y cobertura que considere diversas variables que puedan incidir en los resultados como pueden ser dirección predominante de vientos, días de operación de la empresa, geología, topografía, actividades antropogénicas y otras.

8.3 Actividades agrícolas, forestales y pecuarias

En entrevistas informales con la población de ambas localidades, se constato que solo en la localidad de Chiconcoac se percibe como un problema a la actividad minera con respecto a las labores agrícolas. Se arguye que el polvo emitido por la empresa al caer sobre los cultivos de maíz "amarillan la milpa" y, debido a ello, la mazorca no alcanza a desarrollarse completamente.

Esto es importante si tomamos en cuenta que la producción en ambas localidades es de autoconsumo y que la afectación del cultivo disminuye la producción del grano, obligando a la gente a adquirir maíz extra con recursos que pudiesen ser destinados a satisfacer otra necesidad.

En cuanto a la actividad forestal, esta no se desarrolla de manera lucrativa en la zona, y solo se limita a la recolección de ramas secas y aprovechamiento de árboles muertos para su utilización como combustible. Tampoco se pudo identificar con que son soportados muchos de los túneles de las minas subterráneas, pues es sabido que la madera es utilizada para tal fin en la actividad minera. No se identifico el traslado de troncos, aserraderos o algún indicio que nos aclarara este punto y no fue posible conseguir esta información en la empresa.

Para el caso de la actividad pecuaria, esta es una de las de mayor auge en las localidades, pues ante la baja productividad de la tierra y lo accidentado del terreno, la población esta optando por la crianza de ganado mayor para su venta en pie y con ello solventar el gasto del hogar por un tiempo. Esta actividad, tiene una gran repercusión en el paisaje y ha implicado el desmonte de varia superficie. Para la gente, la mina también afecta sus potreros, pues los cercos de alambre de púas se pican rápidamente con el polvo y hay que hacer el gasto constantemente para renovarlos.

8.4 Percepción de la problemática ambiental

Del cuestionario aplicado a la población se obtuvo la información referente a los principales problemas ambientales en la comunidad, las respuestas fueron variadas y el máximo de problemas identificados por persona fueron tres. Para el 21.9% de la población no existen problemas ambientales mientras que el restante 78.1% opinó lo contrario. La *Tabla 23* muestra los problemas identificados y el porcentaje de población que los identificó.

Tabla 23. Problemas ambientales identificados por las comunidades

Problema	% de la población que identificó el problema
Polvo proveniente de Mina	32.8
Basura	21.9
No aplica *	21.9
Horno de la Mina	19.1
Contaminación del aire	13.6
Enfermedades Varias	10.9
Contaminación del Agua	9.5
Contaminación del Río	9.5
Peces enfermos	4.1
No respondió	4.1
Explosiones provenientes de Mina	2.7
Higiene	1.3

* Se refiere a las personas que no identificaron problema ambiental alguno

De los problemas identificados, la higiene y basura no se asocian con la mina, el resto los relacionan directamente a la actividad minera, excepto enfermedades varias que las relacionan de manera indirecta. Los polvos y el horno de la mina representan los dos problemas principales de degradación del ambiente por parte de la industria extractiva de Mn.

Para el 65.7% de la población esta situación persiste desde hace más de 2 años y las principales causas atribuidas al problema son la actividad minera y la basura. La *Tabla 24* muestra las distintas causas identificadas y el porcentaje de la población que identificó cada una de ellas.

Tabla 24. Causales de la problemática identificadas por la población

Causa	% de la población que identificó la causa
La Mina	47.9
No aplica *	21.9
La Mina y Basura	15.0
Basura	6.8
No respondió	5.4
No sabe	2.7%

* Se refiere a las personas que no identificaron problema ambiental alguno

Las soluciones propuestas por la población estuvieron encaminadas al retiro de la mina de la zona y a que ésta mejore sus sistemas de control de emisiones al ambiente; además para el problema de la basura sugieren la necesidad de un plan de recolección para evitar enfermedades.

Otro hecho identificado en las entrevistas informales, fue el relativo al deterioro de viviendas por causa de la actividad minera. En el pasado se realizaron detonaciones para abrir nuevos tajos y esto trajo consigo, la afectación en la estructura de algunas viviendas (hecho evidente por la cuarteadora de paredes de algunos hogares). Ante la queja de la población, la empresa argumento, que ello no fue originado por las explosiones, que la causa de estas averías es debida a las características de las viviendas (paredes mal construidas o de adobe). Cabe destacar que a la fecha ya no se han detectado nuevas detonaciones.

En ambas localidades, con especial énfasis en Chiconcoac, se manifestó otro aspecto relativo al deterioro de las viviendas. A decir de la población, los techos de lámina de zinc (típicos y mayoría en las localidades) se pican por el polvo y la lluvia, y tienen que cambiarlas constantemente. La empresa en algunas ocasiones, repuso láminas a las viviendas afectadas, aunque para la gente esto ha sido insuficiente. Es importante aclarar que este fenómeno, se debe a que parte de las emisiones de la chimenea de la mina contienen SO_2 que al conjuntarse con el agua y precipitarse generan lluvia ácida.

Los dos puntos anteriormente expuestos, son motivo de molestia por parte de la población, pues en algunos casos, ellos mismos tuvieron que desembolsar los gastos de reparación y mantenimiento de sus viviendas, lo que implica un gasto difícil debido a las condiciones económicas de la gente.

Un hecho evidente, es que en ambas comunidades de estudio existe una inconformidad contra la actividad minera que se desarrolla en la zona. El 78.1% de la muestra, identificó problemas ambientales en su localidad teniendo como principal causante a minera Autlán. Adicionalmente identifican el problema de manejo y recolección de basura. Dos fueron las principales propuestas de solución por parte de la población que fueron: Retirar la mina o que esta mejore sus sistemas de control de emisiones al ambiente.

El trabajo de ISAT (*Santos-Burgoa, 1998*) arroja un dato curioso que tiene que ver con el punto anterior, en su análisis quienes percibieron un problema ambiental no necesariamente fueron los que presentaron mayor concentración de Mn en sangre y quienes no percibían problema ambiental alguno, tuvieron mayor concentración de Mn en sangre.

El índice de marginación del CONAPO, clasifica a ambas comunidades como de "Muy Alta Marginación", hecho que se ve reflejado al momento del estudio pues el 76% de la población de Chiconcoac y el 96% de Cuxhuacán vivían con un ingreso mensual de \$1,000 o menos. Tomando en cuenta que la muestra tuvo como criterio de exclusión el ser empleado minero, el resultado anterior nos denota que fuera de la actividad minera no existe alguna otra fuente de empleo formal que provea de ingresos económicos estables. La actividad preponderante encontrada en la muestra fue la del hogar y la de campesino. Lo anterior también se explica por qué el 71% de la muestra la constituyeron mujeres.

El trabajo de las autoridades para la resolución del problema es una fuente de desconfianza entre la población, ya que se piensa que se encuentran coludidas con la empresa o se ven amedrentadas por el poderío económico de la misma y evitan ejecutar acciones en su contra.

Esta desconfianza se ha visto reforzada por el hecho de que a través de los años diversas instituciones e investigadores han tomado muestras ambientales (aire, agua y suelo) además de Rayos X y sangre en la población y hasta la fecha no les han sido notificados los resultados de la mayoría de esos trabajos. Esto ha provocado un ambiente de suposiciones sobre lo que dichos resultados pueden contener, prevaleciendo la idea de que los resultados contienen información adversa a la empresa y que la situación de salud de la comunidad es delicada y, por ello, no se atreven a decirles la verdad.

Un punto extra que sale a relucir aparte de la mina, es el tema de la basura; para la población este problema acarrea enfermedades, moscos y malestar social. Durante nuestro trabajo en campo pudimos observar que no existe un plan de recolección y todo se limita a la campaña de la clínica de la localidad que promueve quemar dicha basura. Este punto es un foco a tratar por las autoridades locales y municipales a fin de buscar la mejor alternativa a esta situación y en caso necesario se debe buscar el sitio adecuado para el depósito de estos residuos de acuerdo a la normatividad que la rige.

8.5 Importancia de minería en la zona de estudio

La recolección de información referente a la importancia de la empresa en la región fue difícil de conseguir y estructurar, aun así se pudo constatar que es la principal fuente de empleo formal en la comunidad de Chiconcoac. Según datos de la empresa, esta genera en la zona 486 empleos directos (326 en operación de mina y 160 empleados) sin contar los empleos indirectos generados por los transportistas que se encargan del traslado de material a las distintas unidades de la zona. (Autlán, 2001).

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Estos datos contrastan con los reportados por la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de Hidalgo (*Dirección General de Minería, 2001*) donde mencionan que son 750 empleos directos y 1900 indirectos los que se generan por esta actividad en el distrito minero de molango.

La generación de empleos, es un hecho que no se puede soslayar, pues si hablamos de la escasa existencia de ellos en la zona, la compañía minera autlán se erige como la única fuente de empleo formal en la región. Según los habitantes de Chiconcoac los empleos ofrecidos a la población son los de menor jerarquía y especialización. Lo anterior, aunada a la falta de empleos formales, desalienta la preparación de los jóvenes a superarse académicamente.

En términos económicos resulta una desventaja para el Estado que una empresa que aprovecha sus recursos mineros no contribuya de manera significativa a los ingresos del Estado. Los datos de la Secretaría de Desarrollo Económico emitidos a través de la Dirección General de Minería, indican que minera autlán fiscalmente por pago de impuestos ingresó a la entidad en el año 2001 la cantidad de \$30,000.00 pesos y a los municipios la cantidad de \$6,500.00 pesos, que contrastan con los \$970,000.00 pesos que ingresó a nivel federal ese mismo año (*Tabla 25*).

Fuera de lo anterior, no existe otro ingreso monetario por parte de la empresa al Estado. Esto resulta más que sorprendente pues según dicha Secretaría las contribuciones anuales a lo largo del tiempo de la empresa fluctúan en esos montos. (*Dirección General de Minería, 2001*)

Tabla 25. Derrama económica de la compañía minera autlán en la región

Empleos	
Directos	750
Indirectos	1,900
Derrama Económica:	
Acarreo	\$ 930,000.00
Servicios	\$ 270,000.00
Proveedores	\$1,630,000.00
Sueldos y Salarios	\$2,800,000.00
Impuestos:	
Federales	\$ 970,000.00
Estatales	\$ 30,000.00
Municipales	\$ 6,500.00
Apoyo a Comunidades:	
Obra Pública y Otras	\$ 26,100.00
Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico, Dirección General de Minería 2001	

Es necesario para el Estado reevaluar la retribución económica que debe de tener por la explotación de yacimientos de manganeso en su territorio, es incoherente que una de las empresas más importantes en la producción de Mn en el mundo y que se beneficia de los recursos de la entidad, no

contribuya económicamente en igual proporción de lo que se beneficia, es lamentable que una empresa que aprovecha la mano de obra y los recursos naturales de una entidad contribuya de manera mínima en los ingresos de la misma, recursos que pudiesen ser destinados a promover el desarrollo de la zona. La *Tabla 25* muestra los aspectos anteriormente discutidos.

Durante los recorridos en campo se pudo verificar la falta de atención y promoción de programas federales y estatales que atiendan la diversidad de necesidades de la población, por lo que la problemática ambiental ha sido utilizada por las comunidades como el pilar de lucha para la atención de sus demandas de beneficio social; esto se comprueba cuando se revisan las demandas en contra de la actividad ya que siempre van de la mano con peticiones que van desde la pavimentación de caminos y materiales para el mejoramiento de la vivienda hasta el surtido de medicinas.

Por su parte, la compañía minera autlán en años anteriores y con la finalidad de tener a la población de su lado cometió el error de satisfacer muchas de las peticiones de la población que eran competencia del gobierno estatal a través de sus diversas instancias y una vez que la empresa se negó a continuar proporcionando estos apoyos lógicamente provocó el encono de la población.

La minería por su importancia económica y al ser la única fuente de empleo en la zona esta lejos de ser vista por las comunidades como un impulsor del desarrollo, es percibida más como un problema que como un beneficio. La idea predominante de las comunidades es la de una empresa que contamina ríos, el suelo, el aire, el agua, que deteriora el ambiente y el paisaje, que daña las viviendas, que afecta la salud de la población y que no proporciona empleos en cantidad y calidad para las comunidades.

8.6 Impacto de la minería en la zona de estudio

Analizar el impacto que la actividad minera ha dejado en la zona, es un trabajo arduo, amplio y puede abordarse desde diversas perspectivas según se desee, en este trabajo, nos abocaremos a trabajar con las variables que estudiamos que son: Manganeso en agua para beber, en río, en suelo y aire. También se revisará el impacto en la actividad agrícola, forestal y pecuaria, así como la percepción social de las comunidades y la dinámica económica que la empresa genera.

Manganeso en agua para consumo humano

En este rubro, se encontró que la cantidad de Mn en agua esta dentro de lo que la normatividad nacional e internacional recomienda. Considerando que el agua proviene de los mantos acuíferos de la zona y que dichos

mantos corren por suelo rico en manganeso, podemos inferir que la cantidad de Mn no depende de la actividad minera y si de la solubilidad del Mn en el suelo por donde corra el agua. Ningún pozo muestreado se encontraba expuesto de manera directa a la actividad minera puesto que el agua es entubada hacia los pozos en el caso de Chiconcoac y en Cuxhuacán son brotes naturales de agua. Por lo tanto, el impacto de la actividad minera en este rubro no puede ser ni positivo, ni negativo y lo denominaremos como "sin injerencia".

Manganeso en río

Al igual que en agua para consumo humano, la concentración de Mn en agua de río se encontró por debajo de la recomendación nacional e internacional. Sin embargo, existe un claro sentimiento por parte de la población en contra de la actividad minera, ya que a decir de ellos, esta contamina el río y ha terminado con la pesca de mojarra, bagre y camarón de río que se realizaba antes de la llegada de la empresa a la zona.

Si bien es cierto que esto puede ser tema de discusión e investigación, lo real es que con la instalación de esta actividad en la zona, se vio afectado un recurso propio de la localidad y que es motivo de quejas de algunas otras comunidades de la zona, por lo que el impacto en este apartado es negativo.

Manganeso en suelo

Para el caso del Mn en suelo, este se encontró casi en los niveles que la literatura reporta para suelos normales, hecho que resulta contradictorio para una de las zonas más ricas en manganeso del mundo. Si bien, el Mn en suelo no es injerencia de la minería y si de procesos geológicos, existe el hecho de que la empresa ha revestido caminos de terracería, en Chiconcoac ha revestido las calles principales y patios de escuelas con material de descapote⁵, que a decir de la empresa se encuentra libre de manganeso pero, debido a que solo es un proceso de separación en bruto (*Ver Imagen 1*) es muy difícil separar en su totalidad el manganeso del material de descapote.

Lo anterior, conlleva a que los sitios revestidos con dicho material, representan un foco de dispersión de Mn que de manera natural no se habría dado, aunado a ello, con la apertura de caminos y tajos se altero la condición natural del terreno y se facilitó la erosión del suelo, por lo que el impacto de la actividad minera es negativo.

⁵ El material de descapote es generado a partir de la separación del Mn del material extraído en las minas; es material en bruto, sin ningún proceso que altere su composición, en teoría es el suelo sin manganeso.

Manganeso en aire

La concentración de Mn en aire es otro caso donde podemos ver como la mina influye en la concentración ambiental. Si bien no es la única fuente, los resultados del monitoreo muestran que la comunidad de Chiconcoac (que es la más cercana a la mina y a un tajo abandonado), se encuentra expuesta casi al doble de Mn que la localidad de Cuxhuacán, recordando que ésta última, es la más alejada de la mina. Esto nos permite inferir que a mayor cercanía con la fuente puntual, mayor exposición a Mn.

Además, el revestimiento con descapote en caminos de acceso y al interior de las comunidades, aunado a la apertura de tajos, facilitó como ya dijimos la erosión del suelo, lo que incrementó la cantidad de partículas respirables por la población. Ante esto, el impacto que se genera es por demás evidente y perjudicial para la población.

Actividad agrícola, forestal y pecuaria

Actualmente no podemos hablar de cómo la actividad minera ha impactado a la actividad agrícola, forestal y pecuaria, ya que no existe trabajo alguno que evalué de manera específica este rubro. Sin embargo, para las comunidades esto es un hecho latente que afecta la producción agrícola, los cercos de potreros y a decir de los productores, la contaminación provocó la muerte de ganado en el pasado cuando las emisiones eran mucho mayores. En el caso de la actividad forestal, al no tratarse de una actividad productiva de las comunidades, no es vista como algo que la minería haya afectado a lo largo del tiempo. Mientras esta situación no sea aclarada y se defina el grado de inferencia de la mina en estos procesos productivos, se considera que la presencia de la industria minera no ha sido benéfica.

Percepción de la problemática ambiental

Como ya vimos en el apartado respectivo, la mayor parte de la población identifica a la actividad minera como la causante de varias afectaciones que van desde las productivas e infraestructura de viviendas y localidades, hasta las de contaminación del aire, agua y ríos. Sin duda, la percepción ambiental de la población es la más afectada desde que la mina se asentó en la región.

Importancia de la minería en la zona de estudio

Como se analizó anteriormente, la actividad minera no representa una fuente de ingresos importante para el estado, los municipios y las localidades. Sin embargo, es la única fuente de empleos directos e indirectos en la región, por lo que la presencia de la misma y ante la desatención de planes de desarrollo en la zona su presencia se hace importante y benéfica.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Para esquematizar cada punto discutido, la *Tabla 26* resume lo anteriormente planteado para su mejor observación.

Tabla 26. Impacto de la minería en la zona de estudio

Ambientales	Impacto Positivo	Impacto Negativo	Impacto no determinado
Mn en agua para beber			√
Mn en río		√	
Mn en suelo		√	
Mn en aire		√	
Modificación del Paisaje		√	
Socio-Económicos			
Percepción de la población		√	
Ingresos al Estado		√	
Ingresos a los Municipios		√	
Generación de empleos	√		
Actividades Agrícolas		√	
Actividades Ganaderas		√	
Actividades Forestales			√
Afectación a viviendas		√	
Vías de comunicación		√	

La anterior tabla, nos muestra que la actividad minera ha implicado para las comunidades de estudio una afectación en distintos rubros que afectan la calidad de vida de la población, sin embargo, ante la incipiente actividad económica en la región es un ente importante y necesario para la conservación de empleos.

9 Conclusiones

De manera general podemos concluir que a raíz del inicio de la extracción de manganeso en la zona, se inició una serie de transformaciones al entorno y a la dinámica socioeconómica que aunada a la pobreza de las comunidades desencadenó una serie de inconformidades en contra de la Compañía Minera Autlán.

Del muestreo ambiental podemos concluir que la exposición a Mn en agua para consumo humano resultó mayor en la localidad de Chiconcoac y solo rebasó en un sitio la norma internacional al respecto. Para agua de río, la concentración de Mn rebasó la norma en los sitios cercanos a la unidad minera lo que permite inducir que la actividad esta alterando los cuerpos de agua cercanos a ella.

Se encontró mayor cantidad de Mn en sedimentos que disuelto en agua, lo que conlleva a que ante un eventual cambio de las condiciones del cuerpo acuático el Mn se podría disolver o resuspender a un nivel que implique riesgo para la población. Un estudio en la zona demostro que a mayor Mn en agua, mayor Mn en Sangre lo que redunda en riesgo de problemas neurológicos.

La concentración de Mn en suelo fue mayor al promedio encontrado en suelos normales pero dicho nivel no representa ni corresponde a lo esperado para suelo de alto grado, ubicado en uno de los principales yacimientos del mundo, por lo que es necesario repetir el muestreo para aclarar este punto.

No se identificó un limite de referencia para niveles de Mn en suelo y en polvo intradomiciliario, sin embargo un estudio encontró que la población que se encontraba expuesta a niveles mayores de Mn en polvo o Mn en suelo, contenía mayor nivel de Mn en sangre y en consecuencia mayores riesgos de daño neurológico.

Actualmente, no existe una norma oficial mexicana que regule la concentración de Mn en aire por lo que es necesario implementar una norma emergente que regule este aspecto, ya que en ambas localidades se registraron niveles por arriba de lo que establecen las normas internacionales. En el caso de las partículas PM_{10} , estas se encontraron en niveles que no representan riesgo para la población, aunque una mayor exposición implica riesgo para la salud.

Una vez completado este análisis, es evidente la necesidad de un muestreo ambiental de mayor temporalidad y cobertura que identifique rutas, nivel de exposición a Mn y cuantificar la atribución de la actividad minera.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganesífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Del trabajo podemos desprender que ambas localidades se encuentran expuestas a Mn y que a mayor cercanía con la mina la exposición es mayor. Considerando que ambas comunidades se asientan sobre suelo rico en Mn es importante prevenir la dispersión de polvo al ambiente, principalmente el originado por la actividad minera y seguida de cualquier otra actividad que contribuya a este evento.

Del análisis social de la problemática, se observó que para las comunidades estudiadas, la minería es una actividad que contamina los ríos, el agua, el aire, que dañó a viviendas por la apertura de tajos con explosivos, que sus emisiones afectan a la salud de la población (principalmente niños y ancianos) y que los empleos que esta genera no son suficientes en cantidad y calidad; la principal propuesta para la solución a este problema dada por la población participante en este estudio fue la del retiro de la empresa.

Del trabajo también se deduce, que las comunidades tomaron a la actividad minera como el motivo de lucha para la atención de demandas de beneficio social; ello se debió a que en años pasados la empresa cometió el error de satisfacer algunas solicitudes que eran obligación y atribución del Gobierno del Estado satisfacer, y una vez que se negó a continuar proporcionando estos apoyos incrementó el encono de la población.

Actualmente existe una total desconfianza de la población hacia las autoridades encargadas de atender este problema y arguyen que estas se encuentran corrompidas por la empresa y por ello se niegan a ejecutar acciones en contra de ella. Es necesaria una comunicación más amplia y participativa entre las comunidades, la empresa y las autoridades para que cada quien asuma la responsabilidad que le corresponda, buscando siempre la convivencia, permanencia y la menor afectación a cada uno de los involucrados.

La baja retribución económica de la empresa en la zona, municipios y en el estado, es un hecho que no debe pasarse por alto; esto es del conocimiento de las comunidades y les genera el sentimiento de una empresa que se beneficia de mano de obra barata, que explota la riqueza natural a los pobladores de la región y que no genera ningún beneficio para las comunidades.

Existe un descuido, atraso y nula promoción de los programas promotores del desarrollo de las comunidades, Además no existe ni se desarrolla trabajo en comunidad por parte de las autoridades e instancias locales para solucionar la situación imperante.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganesífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Es necesario un plan de acción encaminado a buscar el bienestar social de las localidades y de la región, teniendo como objetivo primordial el equilibrio y la sana convivencia entre la sociedad, el ambiente y la actividad minera que ahí se desarrolla.

Como punto extra es necesario hacer notar la mala calidad en el abastecimiento de agua en las localidades de estudio, con mayor énfasis en la comunidad de Cuxhuacán donde es inexistente y la población tiene que recurrir a pozos naturales o en brotes a la orilla del río, lo que puede traer a la larga enfermedades relacionadas a la mala calidad y sanidad del agua para consumo humano.

También es necesario un plan de acción para el manejo y recolección de basura en las comunidades pues esto fue identificado por ellas como un problema ambiental que les puede generar daños a la salud.

Como se ha visto a lo largo de este trabajo, la importancia de esta actividad reflejada a través de distintas variables (empleos, derrama económica, explotación de recursos, apoyo a comunidades..., etc.) se ve sopesada por una serie de hechos que de atenderse puede transformar, examinar e incrementar la importancia de la minería en el Distrito Manganesífero de Molango.

10 Referencias Bibliográficas

ATSDR. *Toxicological Profile for Manganese: Draft for Public Comment (update)*. ATSDR, Department of Health & Human Services. 2000.

CADER Molango. *Información Agrícola, Forestal y Pecuaria*. SAGARPA, Centro de Apoyo al Desarrollo Rural Molango. México, 2001.

CADER Tlanchinol. *Información Agrícola, Forestal y Pecuaria*. SAGARPA, Centro de Apoyo al Desarrollo Rural Molango. México, 2001.

CADER Zacualtipán. *Información Agrícola, Forestal y Pecuaria*. SAGARPA, Centro de Apoyo al Desarrollo Rural Molango. México, 2001.

Carrizales YL, Flores L, Díaz-Barriga F. *Inspección de Sitios Peligrosos: Chiconcoac-Otongo; Molango-Hidalgo*. Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México, 1997.

CNA. *Calidad del Agua del Arroyo Tlaltepingo, Lolotla, Hidalgo*. Comisión Nacional del Agua. México, 2001.

CNA. *Informe de la Calidad del Agua en Fuentes de Abastecimiento y Cauces en el Distrito Minero de Molango, Estado de Hidalgo*. Comisión Nacional del Agua. México, 2001.

COEDE. *Ecología y Ambiente en el Estado de Hidalgo 1993-1999. Diagnóstico Ambiental Estatal*. Consejo Estatal de Ecología. México, 1999.

COEDE. *Evaluación de las Disposiciones Ambientales Establecidas a la compañía minera autlán S.A. de C.V. Mesa Sectorial en materia Ambiental*. Consejo Estatal de Ecología. México, 1997.

Compañía Minera Autlán. *Actividades y Funciones de la Compañía Minera Autlán*. Presentación Realizada en el Taller: de Adecuación del proyecto de investigación "Efectos Ambientales y a la Salud, Humana debidos a la presencia de Manganeso en un Distrito Minero. Un Enfoque Ecosistémico". Pachuca, Hgo. México, 2000.

Compañía Minera Autlán. *Bienvenidos Compañía Minera Autlán. Unidad Molango*. Presentación Realizada en las instalaciones de la empresa. México, 2001.

CONAPO. *Indices de Marginación 1995*. Consejo Nacional de Población. México, 1995.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganífero de Molango en el Estado de Hidalgo.

Cooper WC. *The health implications of increased manganese in the environment resulting from the combustion of fuel additives: a review of the literature.* J Toxicol Environ Health. 14 (1):23-46, 1984.

Cruz-González M, Mercado LA, Bellazetin SA, Chagoya SL. *Percepción de Problemas Ambientales en la Localidad de Chiconcoac, Región Minera de Molango. "Informe de Estudio Etnográfico.* Informe de Investigación de los Servicios de Salud de Hidalgo, Coord. de Investigación. México, 2001.

Davis DW, Hsiao K, Ingels R. *Origins of manganese in air particulates in California.* J Air Pollut Control Assoc. 38 (9):1152-1157, 1988.

DGSA. *Evaluación de Riesgo Exposición a manganeso y daños a la salud. El caso de la Minera Autlán.* Dirección General de Salud Ambiental, Centro Nacional de Salud Ambiental, Servicios de Salud del Estado de Hidalgo. México, 1998.

Dirección General de Minería. *Manganeso en el Estado de Hidalgo.* Presentación realizada ante el C. Gobernador de Hidalgo. Secretaría de Desarrollo Económico, Dirección General de Minería. México, 2001.

Environmental Protection Agency. *Manganese and Compounds.* En <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/manganes.html>. EPA, 2002.

Finley JW, Johnson PE, Johnson LK. Sex affects manganese absorption and retention by humans from a diet adequate in manganese. Am J Clin Nutr. 60 (6) :949-55, 1994.

Finley JW. *Manganese absorption and retention by young women is associated with serum ferritin concentration.* Am J Clin Nutr. 70(1):37-43, 1999.

Freedman W. *Environmental Science: A Canadian Perspective.* 2nd Edition, Prentice Hall. 2001.

Greger JL, Davis CD, Suttie JW, Lyle BJ. *Intake, serum concentrations, and urinary excretion of manganese by adult males.* Am J Clin Nutr. 51(3):457-61, 1990.

Health Canada. *Canadian environmental Protection Act: Human health risk assessment for priority substances.* Ministry of Supply and Services Canada, Health Canada. 1994.

Health Canada. *Manganese and your Health.* En <http://www.hc-sc.gc.ca/vhp/ehd/catalogue/general/iyh/manganese.htm>. Canada, 2001.

Referencias Bibliográficas

95

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hudnell HK. *Effects from Environmental Mn Exposures: A Review of the Evidence From non-Occupational Exposure Studies.* 20(2-3):379-398, 1999.

ICF Kaiser Consulting. *Methodology for determining allowable human exposures.*, ICF Kaiser International, 1-12. 1994.

Johnson JL. *Introductory soil science a study guide and laboratory manual.* Mc millon Publishing Co, Inc. Canada, 1979.

INEGI. *Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1998.

INEGI. *Datos por Ejido y Comunidad Agraria.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1997.

INEGI. *Lolotla, Cuaderno Estadístico Municipal.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1999.

INEGI. *Molango, Cuaderno Estadístico Municipal.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1994.

INEGI. *Síntesis de Resultados de Hidalgo. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 2001.

INEGI. *Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1992.

INEGI. *Tabulados Básicos Ejidales por Municipio.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1997.

INEGI. *Tepehuacán de Guerrero, Cuaderno Estadístico Municipal.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1998.

INEGI. *Tiangüstengo, Cuaderno Estadístico Municipal.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1997.

INEGI. *Tlanchinol, Cuaderno Estadístico Municipal.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1995.

INEGI. *Xochicoatlán, Cuaderno Estadístico Municipal.* Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México, 1997.

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganésifero de Molango en el Estado de Hidalgo.

ININ. *Exploración de la Concentración de Manganeso, Azufre y Otros Contaminantes en Muestras de Aire Obtenidas en el Distrito de Molango, Estado de Hidalgo. Informe Técnico Final.* Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México, 1998.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. México, Enero 28 de 1988.

Lucchini R, Selis L, Folli D, Apostoli P, Mutti A, Vanoni O, Iregren A, Alessio L. *Neurobehavioral effects of manganese in workers from a ferroalloy plant after temporary cessation of exposure.* Scand J Work Environ Health. 21(2):143-5, 1995.

Lynam DR. *Enviromental Effects and Exposure to Manganese from use of Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl (MMT) in Gasoline.* NeuroToxicology. 20(2):145-150, 1999.

Mena I, Marin O, Fuenzalida S, Cotzias GC. *Chronic manganese poisoning. Clinical picture and manganese turnover.* Neurology. 17:128-136, 1967.

Moran JB. *The environmental implications of manganese as an Alternative Antiknok.* (SAE Paper No. 750926):1-55, 1975.

NOM-025-SSA1-1993. *Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993. "Salud Ambiental. Criterio para evaluar la Calidad del Aire Ambiente, con respecto a las Partículas Menores de 10 micras (pm10). Valor permisible para la Concentración de Partículas Menores de 10 micras (PM₁₀) en el Aire Ambiente, como Medida de Protección a la Salud de la Población".* Diario Oficial de la Federación. México, 1994.

NOM-127-SSA1-1994. *Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.* Diario Oficial de la Federación. México, 2000.

OPS. *Evaluación del impacto ambiental; procedimientos básicos para países en desarrollo.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Panamericana para la Salud. 1988.

Pérez LC, Villegas REF, Vélez ZNM. *Intoxicaciones por Exposición Laboral a Manganeso en México.* Instituto Mexicano del Seguro Social. México.

Perezbacá UG, Martínez SC. *Evaluación de los Niveles de Manganeso en Sangre de la Población Estudiantil de Acayuca, Molango, Hidalgo.* Universidad Autónoma de Hidalgo. Tesis para obtener el Grado de Químico. México, 1991.

Referencias Bibliográficas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Post JE. *Manganese oxide minerals: crystal structures and economic and environmental significance.* Proc Natl Acad Sci. 96(7):3447-54, 1999.

Procuraduría Agraria. *Información Agraria de las localidades participantes en el Proyecto de Investigación "Impacto en la Salud del Ecosistema por Actividades Antropogénicas en una Cuenca Manganífera".* Procuraduría Agraria. México, 2001.

PROFEPA. *Informe de Acciones de Seguimiento a la Compañía Minera Autlán, S.A. de C.V. en sus Unidades de Molango y Nonoalco, a partir del 17 de julio de 1996.* Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Hidalgo. México, 1996.

Restrepo I. *Evaluación Técnica Ambiental, de Salud y Socioeconómica de cinco Municipios del Estado de Hidalgo.* Centro de Ecología y Desarrollo. A.C. México, 1994.

Rzedowski J. *La vegetación de México.* Ed. Limusa. México, 1978.

Santos-Burgoa C, Eden-Wynter AR, Villa-Barragán JP, Texcalac-Sangrador JL, Reyes CMA, Rios CC, Montes S, Rodríguez-Agudelo Y, Cruz C, Velázquez J, Arechiga-Serrano R, Mercado LA, Alfaro G. *Informe Final del Proyecto Primera Caracterización de Riesgos a la Salud Poblacional por Manganese.* Instituto de Salud, Ambiente y Trabajo, Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo. México, 1998.

Santos-Burgoa C, Rios CC, Mercado LA, Arechiga-Serrano R, Cano-Valle F, Eden-Wynter AR, Texcalac-Sangrador JL, Villa-Barragán JP, Rodríguez-Agudelo Y, Montes S. *Exposure to Manganese: Health Effects on General Population a Pilot Study in Central Mexico.* Environmental Research (Section-A) 85, -104, 2001.

Underwood EJ. *Trace elements in human and animal nutrition.* Fourth Edition. Ed. Academic Press. 170-195, 1977.

WHO. *Environmental Health Criteria 17: Manganese.* World Health Organization. Geneva, 1981.

WHO. *Guidelines for Air Quality.* World Health Organization Geneva, 2000.

WHO. *Guidelines for Drinking-Water Quality. Health Criteria and other Supporting Information.* 2nd edition, Volume 2. World Health Organization. Geneva, 1998.

11 Anexos

Información Recabada

Tipo Documento	Titulo	Autor	Año	Area Estudio							F.		
				I.E.	Aire	Agua	Suelo	A.M.	S.E.	A.F.P.		Salud	P.
Informe Preliminar	Evaluación Técnica Ambiental, de Salud y Socioeconómica de cinco Municipios del Estado de Hidalgo	Centro de Ecología y Desarrollo	1994		✓	✓	✓		✓		✓	✓	Papel
Presentación PowerPoint	Compañía Minera Autlán "Unidad Molango"	CMA	2001					✓					Papel
Presentación PowerPoint	Bienvenidos "Compañía Minera Autlán Unidad Molango"	CMA	2001					✓					Papel
Documento Informativo	Calidad del agua en los cauces de influencia de la Compañía Minera Autlán	CNA	1998			✓					✓		Papel
Informe	Informe de la Calidad del Agua en Fuentes de Abastecimiento y Cauces en el Distrito Minero de Molango, Estado de Hidalgo	CNA		✓		✓							Papel
Informe	Calidad del agua del arroyo Tlaltepingo, Lolotla, Hgo.	CNA	2001			✓							Papel
Carta	Carta dirigida al Presidente Ernesto Zedillo Quejándose por la contaminación de los Ríos Moctezuma, Amajac y Río Claro por parte de Minera Autlán	Consejo Directivo de Acción Ciudadana de Tamazunchale	1998			✓			✓			✓	Papel
Informe de Resultados	Análisis de Manganeso practicado a filtros de los equipos de medición instalados en la Unidad Molango	Consultores Ambientales	1997		✓								Papel
Libro	Cuaderno Estadístico Municipal "Xochicoatlán"	INEGI	1997	✓									Papel
Libro	Hidalgo Tabulados Básicos por Municipio (PROCEDE 1992-1998)	INEGI	1999	✓					✓				Papel
Libro	HIDALGO Datos por Ejeo y Comunidad Agraria (XI Censo General de Población y Vivienda, 1990, VII Censo Agropecuario, 1991)	INEGI	1997	✓					✓	✓			Papel

FALLA DE ORIGEN
 TRISTE CON

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganesifero de Molango en el Estado de Hidalgo

Tipo Documento	Titulo	Autor	Año	Area Estudio								F.		
				I.E.	Aire	Agua	Suelo	A.M.	S.E.	A.F.P.	Salud		P.	
Libro	Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo	INEGI	1998	✓						✓	✓			Papel
Libro	Cuaderno Estadístico Municipal "Tiangustengo"	INEGI	2000	✓						✓	✓			Papel
Libro	Cuaderno Estadístico Municipal "Tlanchinol"	INEGI	1995	✓						✓	✓			Papel
Libro	Cuaderno Estadístico Municipal "Lolotla"	INEGI	1999	✓						✓	✓			Papel
Libro	Cuaderno Estadístico Municipal "Molango"	INEGI	1994	✓						✓	✓			Papel
Libro	Cuaderno Estadístico Municipal "Tepehuacán de Guerrero"	INEGI	1999	✓						✓	✓			Papel
Informe Técnico Final	Exploración de la concentración de manganeso, azufre y otros contaminantes en muestras de aire obtenidas en el distrito de Molango, Estado de Hidalgo"	ININ	1998		✓									
Informe	Resultados del Poblado de Chiconcuac	ININ	1997	✓	✓									Papel
Informe	Resultados del Poblado de Tlattepingo	ININ	1997	✓	✓									Papel
Dictamen Preliminar	Dictamen preliminar del IPN de fecha 09 de Octubre de 1997 referente a la certificación de los estudios sismológicos y características del suelo en las inmediaciones del Tajo Naopa	IPN	1997							✓			✓	Papel
Informe	Resultados de Mn en Aire en las Comunidades de Chiconcuac y Cuxhuacan	ISAT	1998	✓	✓									Papel
Informe	Primera caracterización de riesgos a la salud poblacional por la extracción y beneficio primario de manganeso en dos localidades del Estado de Hidalgo	ISAT	1998										✓	
Hoja Informativa	Información Agraria	Procuraduría Agraria	2001									✓		Papel
Planos	Planos de Ejidos y Comunidades de Tlattepingo, Malilla, Cuxhuacan, Santa Mónica y Chiconcuac	Registro agrario Nacional										✓		Papel
Hoja Informativa	Información Agraria del CADER de Zacualtipán	SAGARPA										✓		Papel

Anexos. Información Recibida

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Impacto Socio-Ambiental Originado por la Actividad Minera en dos Comunidades Rurales del Distrito Manganésifero de Molango en el Estado de Hidalgo

Tipo Documento	Título	Autor	Año	Area Estudio								F.		
				I.E.	Aire	Agua	Suelo	A.M.	S.E.	A.F.P.	Salud		P.	
Hoja Informativa	Información Agraria del CADER de Molango	SAGARPA									✓			Papel
Hoja Informativa	Información Agraria del CADER de Tlanchnol	SAGARPA									✓			Papel
Informe	Plan Municipal de Salud 2000-2003 Mpio Tlanchnol, Hgo.	SSH	2001	✓						✓	✓	✓		Papel
Informe	Diagnóstico Municipal Sectorial de Salud Xochicoatlán	SSH	1999	✓						✓	✓	✓		Papel
Informe	Diagnóstico Municipal de Salud 2000 Molango de Escamilla	SSH	2000									✓		Papel
Informe	Percepción de Problemas Ambientales en la Localidad de Chiconcoac, Región Minera de Molango "Informe de Estudio Etnográfico"	SSH	2001							✓			✓	Papel
Informe	Diagnostico Sectorial, Lolotla	SSH	2001									✓		Papel
Tesis	Evaluación de los niveles de Manganeseo en sangre de la población estudiantil de Acayuca, Molango, Hgo.	UAH	1991	✓								✓		Papel

- I.E. Información Estadística
- A.M. Información sobre actividad minera
- S.E. Información Social y Económica
- A.F.P. Información agrícola, forestal y/o pecuaria
- P. Información sobre Percepción de las comunidades al problema
- F. Formato del documento

TESIS CON FALLA DE ORIGEN