

6
2e.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

COMISION DE GEOGRAFIA

SISTEMA DE UNIVERSIDAD ABIERTA

EVALUACION Y ZONIFICACION DEL RIESGO DE HUNDIMIENTO
DE TIERRAS MINADAS EN EL MUNICIPIO DE NICOLAS
ROMERO, ESTADO DE MEXICO.

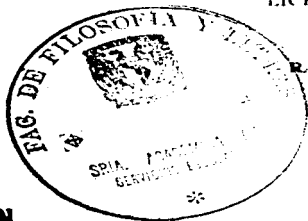
T E S I S

PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A:

RAFAEL ARZATE AGUIRRE

MEXICO, D.F. 1997



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Los señores nos cargan con imágenes.
Nos dan libros, conciertos, galerías,
espectáculos, cines. Especialmente cines.
A través del arte ellos confunden y
ciegan nuestra esclavitud. El arte decora
las paredes de nuestra prisión,
manteniéndonos silenciosos, entretenidos
e indiferentes.

JAMES DOUGLAS MORRISON

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
-------------------	---

CAPITULO 1. MARCO CONCEPTUAL.

1.1 La geografía y los riesgos.....	7
1.2 Conceptos básicos.....	10
1.2.1 Riesgo.....	11
1.2.2 Fenómeno o amenaza.....	13
1.2.3 Vulnerabilidad.....	15
1.3 Clasificación de los riesgos.....	16
1.4 Impacto ambiental, deterioro ambiental y susceptibilidad a riesgos.....	22

CAPITULO 2. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

2.1 Ubicación del municipio.....	25
2.2 La actividad minera dentro de Nicolás Romero.....	28
2.2.1 Explotación subterránea.....	29
2.2.2 Explotación a cielo abierto.....	32
2.3 Impacto de la minería sobre los ecosistemas a nivel general.....	33
2.4 Evaluación del deterioro ambiental provocado por la minería en Nicolás Romero.....	38
2.4.1 Deterioro de los recursos abióticos.....	40
2.4.2 Deterioro de los recursos bióticos.....	51
2.4.3 Deterioro de los factores ambientales-culturales.....	60

CAPITULO 3. EVALUACION Y ZONIFICACION DEL RIESGO.

3.1 La vulnerabilidad y el riesgo.....	66
3.1.1 Antecedentes de hundimientos en los alrededores de Nicolás Romero.....	69
3.1.2 Crecimiento demográfico y asentamientos irregulares sobre áreas minadas.....	75
3.1.3 El riesgo y los fenómenos detonantes.....	80
3.2 Localización del riesgo.....	90
3.3 Evaluación del riesgo.....	93
3.4 Zonificación del riesgo.....	104
3.5 Medidas de prevención y mitigación.....	105

CONCLUSIONES.....	111
--------------------------	------------

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	114
--	------------

MATERIAL FOTOGRAFICO Y CARTOGRAFICO.....	120
---	------------

INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y MAPAS

CUADROS

Cuadro 1.	Riesgo según agentes causales.....	18
Cuadro 2.	Matriz de evaluación del deterioro ambiental provocado por la minería.....	40-a
Cuadro 3.	Matriz A de evaluación del deterioro ambiental provocado por la minería subterránea en Nicolás Romero.....	41-a
Cuadro 4.	Matriz B de evaluación del deterioro ambiental provocado por la minería subterránea en Nicolás Romero.....	42-a
Cuadro 5.	Matriz A de evaluación del deterioro ambiental provocado por la minería a cielo abierto en Nicolás Romero.....	43-a
Cuadro 6.	Matriz B de evaluación del deterioro ambiental provocado por la minería a cielo abierto en Nicolás Romero.....	44-a
Cuadro 7.	Especies arbóreas de los alrededores de Progreso Industrial.....	55
Cuadro 8.	Especies faunísticas de los alrededores de Progreso Industrial.....	59
Cuadro 9.	Relación del deterioro y el riesgo.....	65
Cuadro 10.	Incremento de la población no nativa de Nicolás Romero, desde 1930 a 1990.....	77
Cuadro 11.	Sismos de importancia generados en el Estado de México de 1882 a 1994.....	83
Cuadro 12.	Precipitación total en la estación Presa Guadalupe.....	88
Cuadro 13.	Precipitación total en la estación Vicente Guerrero.....	89
Cuadro 14.	Precipitación total en la estación Cahuacán.....	89
Cuadro 15.	Factores para la evaluación final.....	101
Cuadro 16.	Matriz de evaluación del riesgo.....	102

FIGURAS

Figura 1.	Explotación subterránea por túnel único.....	30
Figura 2.	Explotación subterránea por red de túneles.....	31-a
Figura 3.	Incremento de la población inmigrante en Nicolás Romero.....	78
Figura 4.	Rehabilitación de minas.....	109-a
Figura 5.	Rehabilitación de minas con drenes.....	109-b

MAPAS

Mapa 1. Localización del área de estudio.....	26
Mapa 2. Vialidades primarias de Nicolás Romero.....	27-a
Mapa 3. Cuerpos de agua afectados por la minería.....	46-a
Mapa 4. Zonificación por precipitaciones.....	91-a
Mapa 5. Zonificación sísmica.....	91-b
Mapa 6. Zonificación por infraestructura humana.....	92-a
Mapa 7. Areas con terrenos minados.....	92-b
Mapa 8. Zonificación del riesgo.....	93-a
Mapa 9. Niveles de riesgo.....	93-b

Mapas 10, 11 y 12 en anexo.

INTRODUCCION

Hablar de riesgos es hablar de una condición que aqueja a una comunidad en un lapso de tiempo específico, ante un fenómeno capaz de alterar significativamente las condiciones normales de vida. Entre los fenómenos naturales predominantes más comunes están las lluvias abundantes, los huracanes, los ríos y volcanes, que ponen en riesgo a un gran número de poblaciones de la República Mexicana.

Una de las áreas del país más afectadas por los fenómenos naturales es la ciudad de México y su Zona Metropolitana. Este espacio es la porción central del país, se ubica en una de las zonas sísmicas más activas del mundo (Bolívia, Italia), además de encontrarse dentro del cinturón sísmico, más activo, del Eje Neovolcánico Transversal, que cruza al país desde Toluca hasta Veracruz. A esto se puede agregar que se encuentra rodeado de una cuenca anti-ciclónica, por lo cual las precipitaciones tienden a provocar inundaciones año con año.

En este territorio, ya se por sí son elevados índices de peligrosidad, de manera que un fenómeno acelerado que termina por romper el precario equilibrio existente entre el riesgo y el medio, eleva los valores de riesgo a niveles superiores a los umbrales de seguridad. El crecimiento de este núcleo urbano se inició en los tiempos prehispánicos y desde entonces hasta hoy la población no ha dejado de crecer, debido a las constantes migraciones y al crecimiento natural de la población, lo que da

por resultado una población mayor de 20 millones de personas en una Ciudad de México con espacios cada vez más reducidos.

Esta concentración demográfica representa una demanda constante y creciente de empleos, servicios y vivienda que no ha logrado satisfacer por completo el Distrito Federal, sobre todo en el último decenio. Por ello, y ante el incremento del valor del suelo y la vivienda en la gran urbe, la población indigente y parte de la del Distrito Federal, han buscado nuevas opciones dentro del Estado de México. Estas demandas han sido satisfactorias, en gran parte, por los municipios vinculados al D.F., que tienen la posibilidad de quedar cerca de los centros de trabajo, que son las áreas familiares, y están al alcance de las posibilidades económicas de la clase baja.

El problema del poblamiento periférico del Distrito Federal y de los municipios vinculados, así como ha reducido el tiempo para realizar una planeación adecuada del crecimiento urbano, por lo cual la gente ha ido ocupando de manera indiscriminada los terrenos no habitados, aunque estas se encuentran en espacios inundables, con peligros de derrumbes o de deslizamientos. Los poblados que se ubican dentro de las áreas antes mencionadas propician que se incremente la peligrosidad de algunas tendencias naturales dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, lo cual genera riesgos y, muchas veces, desastres.

Esta situación se ha venido agravando en los últimos años en los municipios vecinos del D.F., y uno de los problemas principales relacionados con los asentamientos humanos sobre terrenos minados. Municipios como Tlalnepantla, Atlixpán de Zaragoza y Nicolás Romero, entre otros, tuvieron una intensa explotación minera

subterránea de materiales arenosos, entre los años 1948 y 1953, lo cual dejó como resultado una gran cantidad de torresones, las galerías y túneles, que los hacen poco aptos para las actividades, aunque actualmente se los usaron colonizadas.

Debido al terremoto de 1975, se han hundido varias en grado de deterioro avanzado, lo cual ha provocado algunos derrumbes de importancia, como el ocurrido en las fundaciones construidas en la escuela Lázaro Linares, en el Municipio de Atlixpán, de Tlaxcala, entre 1977 y 1981.

Regularmente, por cuestiones ideológicas y políticas, cuando se da un caso de riesgo, se desastre o cuando antes mencionados, se trata a los problemas con el objetivo de reducir de los fenómenos mencionados, así como también se realiza un potencial destructivo de estos y se minimiza el papel de la vulnerabilidad. Es por esto, que se analiza la relación popular a los fenómenos naturales y los riesgos de los desastres. Sin embargo, para elaborar un estudio completo de este tipo, es necesario analizar los factores que condicionan al riesgo: la susceptibilidad o la exposición de las comunidades involucradas (vulnerabilidad), y los fenómenos potencialmente destructivos (amenaza).

En este trabajo se intenta un análisis de los fenómenos naturales que pueden ocasionar el proceso de hundimiento de tierras citadas en el Municipio de Nicolás Romero, así como se analizan las causas más comunes en las que han propiciado la aparición de eludido en tierra, evidentemente no precisa. Mediante el estudio de estos dos factores se elabora una evaluación semi cuantitativa del riesgo, así como se realiza una clasificación, la siguiente:

las colonias afectadas de acuerdo al grado de riesgo al cual están expuestas.

Con este trabajo se pretende realizar aportaciones en la detección, identificación y mitigación del riesgo dentro del municipio de Nicolás Romero, las cuales podrían ser válidas en su aplicación para otros municipios que presenten la misma problemática y tengan características físicas similares.

El trabajo de investigación se compone de tres capítulos. En el primer capítulo se hace un análisis de los conceptos básicos del tema de los riesgos, atendiendo las definiciones principales más comunes de cada uno, para posteriormente elaborar los conceptos que servirán de base.

El segundo capítulo se divide en tres partes: primeramente se veía al municipio de Nicolás Romero en el Estado de México y en la República Mexicana, para situarlo en un contexto general, asimismo se hace mención de los aspectos físicos y sociales que son útiles en la investigación para analizar el proceso histórico que dio origen al riesgo. Posteriormente se analizan las etapas de explotación minera utilizadas en el municipio en cuestión, desde 1940 hasta la fecha, observando las técnicas, ventajas y desventajas de cada una, así como los materiales explotados. Por último, se elabora una evaluación del deterioro provocado por la actividad minera a nivel general y a nivel particular, atendiendo cada uno de los elementos naturales afectados. Con ello se pretende contar con mayor detalle los daños provocados al medio que ocasionaron directamente al riesgo, además de identificar el deterioro que, de manera secundaria, contribuye al aceleramiento de los derrumbes.

El tercer y último capítulo, es la parte modular de la investigación. En éste se realiza un estudio del deterioro provocado por la actividad minera en el medio, con la finalidad de señalar como el origen del riesgo de hundimiento de áreas habitadas. Así mismo se analiza el comportamiento de los hundimientos en tierra, en los municipios de Atlix, San Jerónimo y Nicolás Romero, observando cuáles son las características notorias. Partiendo de esto, se analiza el comportamiento de la zona de Sibero y Hicoteo, donde se encuentran las áreas afectadas, así como los fenómenos naturales que pueden ocasionar los hundimientos. Como resultado de esta investigación y de los trabajos efectuados, se realiza una primera modificación del riesgo a nivel municipal, que sirve de base para realizar la eventual.

Para evaluar el riesgo se toman en cuenta factores como la concentración de agua gratis de las colonias afectadas por minas, el tipo de material de la vivienda, la vulnerabilidad económica de los habitantes y el grado de intemperismo de las minas, entre otros, a los cuales se les asigna un valor entre de una escala de evaluación.

Los resultados son sintetizados en una escala de categorización, donde se especifica el grado de riesgo que corresponde a cada una de las colonias afectadas. Este mapa es la modificación definitiva del riesgo de hundimientos en el municipio.

Como complemento, se proporcionan algunas medidas de rehabilitación de los terrenos afectados, con propuestas de acuerdo a las condiciones de intemperismo de los túneles y las distancias existentes entre el techo de la mina y la superficie.

Cabe aclarar que dentro del proceso de investigación se tuvieron algunas limitaciones, como la falta de datos sobre las condiciones físicas de la cabecera municipal, antes de la explotación minera; y la falta de acceso a algunas minas, por lo cual en varias zonas no se pudo determinar la extensión de los yacimientos. Antes de que se elaboró un estudio de recarga de aguas.

La investigación se complementa con algunas ilustraciones, cuadros y figuras que ejemplifican y permiten comprender de una manera más rápida la parte escrita.

CAPITULO UNO

BASE CONCEPTUAL DE LA GEOGRAFIA DE LOS RIESGOS

1.1.- LA GEOGRAFIA Y LOS RIESGOS.

La geografía, desde su origen, se interesa por temas tanto del mundo físico, como por temas del mundo social. Esto le da origen a una división interna de esta ciencia en las partes la geografía física y la geografía humana, que se han desarrollado de manera paralela a través de varias disciplinas y cursos.

Este paralelismo ha generado la inquietud de buscar temas geográficos que sirvan de vínculo o puente, entre ambas ramas, entre los cuales se pueden mencionar a la geografía de los paisajes y a la geografía regional, entre otros.

La geografía de los paisajes es uno de los primeros intentos de estudiar al hombre y a la naturaleza en forma conjunta. En esta se analiza la organización del espacio, se delimitan áreas naturales, áreas de cultivo, áreas urbanas, etc., y se crean una serie de monografías que muestran el estado momentáneo de los espacios naturales y socioeconómicos analizados (Troli, 1982).

Esto es retomado posteriormente por la geografía regional, la cual busca explicar la funcionalidad de esas áreas naturales, urbanas y agrícolas a través del estudio de la dinámica que

prevalece dentro de una región determinada y entre ésta con las demás regiones, para explicar la evolución del paisaje a nivel general. En otras palabras, estudia al espacio en mosaicos o áreas a manera de respectoberas, para después dar una visión general de la dinámica de un territorio.

Sin embargo, el desarrollo experimentado a nivel mundial en el último medio siglo, lo ha dado un alto grado de complejidad a las nuevas sociedades y a los espacios naturales.

En la actualidad, la población mundial crece a ritmos muy acelerados, lo cual representa un problema serio, ya que disminuyen proporcionalmente los espacios habitables, las áreas naturales y los terrenos dedicados a la producción de alimentos y de artículos para satisfacer sus necesidades.

Asimismo, la industrialización y la falta de una planificación adecuada en el desarrollo económico ha traído consigo una degradación de las condiciones ambientales, lo que implica graves peligros para la salud y la seguridad del hombre.

A partir de la década de los sesenta varios geógrafos, entre los cuales podemos mencionar a Burton, Kates (1964) y Calvo (1964), se interesaron por esta problemática, dándole a la geografía otro tema de estudio o un nuevo enfoque: la geografía de los riesgos.

Cabe dar aquí una explicación del carácter geográfico del tema de los riesgos.

El riesgo, como tal, es la posibilidad de que un fenómeno perturbador natural, humano o mixto (combinación de los

anteriores) daña a un espacio poblado o un área utilizada por la sociedad, vulnerable a este fenómeno.

En esta definición destaca el hecho de que el riesgo se manifiesta sólo en un espacio social, es decir, en áreas habitadas por el hombre o con trascendencia social. Pero no en todas ellas se manifiesta de igual forma el fenómeno potencialmente destructivo, por lo que el área de estudio se reduce a un espacio concreto. Ello nos habla del carácter espacial bien definido que tienen los riesgos.

Por otro lado las condiciones para que exista el riesgo van cambiando con el tiempo, por lo que... "se describen los mismos peligros en las diferentes etapas históricas..." (Serrat 1964). Con ello se delimita el estado de riesgo en un lapso de tiempo específico, en el cual las condiciones de vulnerabilidad social generan mayores probabilidades de que ocurra un desastre, ante la presencia de un fenómeno determinado.

Entre los aspectos que surgen de los riesgos dentro de esta investigación, el más importante es que se plantea el estudio de los fenómenos naturales y se analizan sus repeticiones en un espacio social vulnerable a estos. Los fenómenos naturales considerados potencialmente destructivos, los hidrometeorológicos y los geomorfológicos, son abordados como los detonadores de un posible desastre dentro de algunas áreas pobladas, marcadas como vulnerables por las condiciones de inestabilidad del terreno y por sus condiciones socioeconómicas. Es decir, se parte de la idea de que el riesgo se genera en un largo proceso de desestabilización social que deja expuestos algunos sectores de

la población a la presencia de los fenómenos geodinámicos antes mencionados.

Esta investigación, por lo tanto, pretende involucrar tanto aspectos físicos como sociales para obtener una visión integral de la problemática y de las probables soluciones al mismo.

1.2. CONCEPTOS BASICOS.

Como se ha mencionado, el estudio de los riesgos es relativamente nuevo dentro de las primeras investigaciones geográficas, las más trascendentes son las realizadas por Burton y Hates en 1964, que retoman los trabajos realizados, en los años 40, dentro del campo de la ingeniería para sentar las bases del tema de los riesgos dentro de la geografía, que posteriormente fue adoptado en Europa y en el resto del mundo. El desarrollo del tema a nivel mundial favoreció la generación de investigaciones y de la terminología base. Sin embargo, la misma novedad del campo de estudio ha provocado enfrentamientos en el terreno de la conceptualización por los distintos enfoques que le han dado a las investigaciones.

El presente trabajo no pretende convertirse en un diccionario de la terminología del tema de los riesgos, pero resulta necesario aclarar los conceptos que van a tomarse como base en la investigación.

Para ello se tomarán como punto de partida algunas de las distintas conceptualizaciones que ya existen sobre el tema.

1.2.1. RIESGO

Hablar de riesgo, es hablar de una condición cotidiana en la que se encuentran muchas áreas pobladas de la República Mexicana, tal es el caso de las poblaciones costeras en la época de ciclones, las ciudades de la costa pacífica y las grandes ciudades del centro por la presencia constante de los terremotos, a los cuales son vulnerables, los poblados más cercanos a los volcanes activos, o las colonias expuestas a la actividad humana potencialmente generadora de desastres, como las gaseras, plantas nucleoelectricas, industrias químicas y petroleras, entre otras.

La falta de atención hacia estas condiciones de riesgo, ha culminado en desastres que involucran cuantiosas pérdidas económicas y humanas. Por ello, los trabajos referentes a este tema han adquirido importancia en los últimos años dentro de nuestro país y en el resto mundo.

Burton y Kates definen el riesgo natural como "aquellos elementos del medio físico y biológico nocivos para el hombre y causado por fuerzas ajenas a él" (Calvo, 1984).

Esta definición presenta a los elementos del medio (amenaza) no sólo como los generadores del riesgo, sino como el riesgo en sí. En otras palabras, para Burton y Kates, el riesgo está determinado por la presencia o ausencia de ciertos fenómenos naturales, sin importar las condiciones de vulnerabilidad de las poblaciones afectadas por dichos fenómenos.

Se puede decir que esta definición es muy sencilla, por no tener en consideración los procesos socioeconómicos, históricos y

políticos que muchas veces generan el riesgo, pero también cabe resaltar su importancia por servir de base para las definiciones que se realizan posteriormente.

Para Turner (1978), el riesgo es "un evento concentrado en tiempo y espacio, el cual amenaza a una sociedad con consecuencias mayores no deseadas como resultado del colapso de las precauciones culturalmente aceptadas como adecuadas."

La Oficina de las Naciones Unidas para el Socorro en caso de Desastres (UNDRP, 1981), define al riesgo como "el número previsto de vidas perdidas, personas lesionadas, daño a las propiedades y perturbación de las actividades económicas debido a un fenómeno determinado."

Las dos últimas definiciones son inadecuadas para el presente trabajo, pues mientras la primera se centra en el fenómeno o amenaza, la segunda sólo atiende los daños potenciales ocasionados por un fenómeno determinado.

Francisco Salvo (op. Cit.) presenta una definición más adecuada: "desde el punto de vista geográfico, riesgo es la situación concreta en el tiempo de un determinado grupo humano frente a las condiciones de su medio, en cuanto este grupo es capaz de aprovecharlas para su supervivencia, o incapaz de dominarlas a partir de determinados umbrales de variación de estas condiciones."

Si bien esta definición es la más completa para los fines que se persiguen, aún falta integrar un factor básico del riesgo: la vulnerabilidad.

Andrew Maskrey (1989) propone que la condición de riesgo está determinada por la suma de dos factores, el fenómeno o amenaza y la vulnerabilidad. Esto es:

ESTADO DE RIESGO = FENOMENO O AMENAZA + VULNERABILIDAD

Con esta fórmula se resalta el hecho de que no existe riesgo si no hay una sociedad cuyas condiciones socioeconómicas la hagan vulnerable a un fenómeno determinado o amenaza.

Tomando como base la definición de Galvo y la fórmula de Maskrey, se puede concluir que el riesgo es una condición que prevalece en un espacio social expuesto a ciertos fenómenos o amenazas y que se acrenta en un lapso de tiempo específico en el que las condiciones socioeconómicas y la magnitud de la amenaza hacen inminente un desastre.

1.2.2 FENOMENO O AMENAZA

Por lo que respecta al término "amenaza", éste se refiere básicamente al fenómeno o evento que tiene peligro potencial para una población. A continuación se citan algunas definiciones.

"La amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructivo durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado", (UNEP, 1979. Cit. en Palacio, 1985).

Para Wilches-Chaux (1988), la amenaza "es la probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual una comunidad es vulnerable."

En las anteriores definiciones no se contemplan de manera conjunta las dimensiones espacio y tiempo, que son básicas en todos los estudios geográficos, además de que no dejan completamente claro el concepto de amenaza, por lo cual resultan inadecuadas para esta investigación.

Enrico Cordano (1983), ofrece una definición más completa: amenaza es un "factor de riesgo externo de un sujeto o un sistema representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre, que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o en el medio ambiente. Matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un fenómeno con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un periodo de tiempo determinado."

En otras palabras, la amenaza es la presencia de un fenómeno natural o antrópico potencialmente destructivo en un poblado vulnerable.

En cierto momento podrían llegarse a confundir riesgo y amenaza. Sin embargo, existe una diferencia fundamental: la amenaza se relaciona con la presencia de un fenómeno perturbador, mientras que el riesgo se relaciona con las repercusiones o consecuencias que este fenómeno pueda tener en un poblado determinado.

1.2.3. VULNERABILIDAD.

Existen muchas definiciones de vulnerabilidad, cada una de las cuales se refiere a un interés particular.

Para S. Hildreth (1966) la vulnerabilidad es la "incapacidad de una comunidad para absorber mediante el ajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente. Inflexibilidad ante el cambio. Incapacidad de ajustarse al cambio, por parte la comunidad constituye, por sus partes expuestas, un riesgo."

La definición que se usará como base para el presente trabajo, es la de Friedrich C. Cony (1982, cit. en Mackey, 1994): "Vulnerabilidad es la condición en la cual los asentamientos humanos y las edificaciones se encuentran en peligro en virtud de su proximidad a una amenaza, la calidad de la construcción o a áreas."

Se puede concluir, entonces, que la vulnerabilidad es el grado de susceptibilidad que tiene un área poblada a ser afectada por algún fenómeno perturbador.

De lo anterior se desprende que no todos los poblados son vulnerables ante el mismo fenómeno y, que dentro de un poblado vulnerable, existen varios niveles de susceptibilidad. Esto último quiere decir que dentro de los espacios considerados bajo riesgo, existen áreas en las cuales el fenómeno perturbador se puede manifestar con mayor intensidad o puede causar daños más graves a la población y a sus bienes materiales.

Cabe también hacer la observación de que los fenómenos naturales amenazantes, en la mayoría de los casos, son características físicas de las áreas donde se presentan, es decir, no son eventos que se salgan de la normalidad (Mackrey, 1969). Por lo tanto, la peligrosidad se genera cuando las poblaciones se asientan en las áreas de acción de estos fenómenos, lo cual, en muchos casos, viene precedida por presiones económicas, sociales o políticas.

1.3 CLASIFICACION DE LOS RIESGOS.

Hablar de riesgos es hablar de un tema muy amplio, debido a que son muchos los fenómenos naturales y antrópicos involucrados en situaciones de riesgo, así como, con varios los enfoques que se le han dado al tema. Por ello, los investigadores de los riesgos han tratado de agruparlos o clasificarlos de acuerdo a sus intereses particulares.

Es importante, para un estudio como este, basarse en alguna clasificación de riesgos, debido a que en estas se identifica plenamente a los fenómenos involucrados en las situaciones de riesgo de la zona de estudio. Con base en esto, se pueden tomar las medidas necesarias para minimizar el efecto de estos fenómenos con lo cual mitiga el riesgo.

Existen varios criterios para clasificar a los riesgos:

a) Por su origen.- Esta clasificación pretende encontrar los agentes causales del riesgo, por lo que los divide en dos grandes grupos: riesgos de origen natural y riesgos de origen antrópico, cada uno con sus respectivas subdivisiones, que en combinación da origen a un tercer grupo, que es el de los riesgos mixtos.

Entre las clasificaciones más difundidas de este tipo, se encuentra la de Burton y Eaton (Caive, 1984), la de Fagundes (1991) y la del Sistema Nacional de Protección Civil (1990); esta última fue elaborada con base en las condiciones naturales y sociales que prevalecen en la República Mexicana y, por lo tanto, es la que se aplica en este país.

b) Por sus efectos o consecuencias.- Esta analiza tanto el daño potencial de los riesgos, como la frecuencia con que se presentan los fenómenos amenazantes. Elaboran clasificaciones de este tipo Burton (1978) y Macías y Galman (1987), entre otros.

c) Por su tiempo de advertencia.- La mayoría de los fenómenos geodinámicos relacionados con los riesgos son previsible en mayor o menor grado, por lo que se puede elaborar un plan de previsión para mitigar los efectos. Larnat (1990) y el Sistema Nacional de Protección Civil (op. cit.) han realizado este tipo de clasificación.

A manera de conclusión se podría elaborar una clasificación con las bases antes mencionadas. Así, se tendrían dos grandes grupos: los riesgos naturales y los antrópicos. De estos nacería un tercer grupo que albergaría a los riesgos de origen mixto, es decir, a cualquier combinación que se de en o entre los anteriores.

En los dos primeros grupos antes mencionados caben algunas subdivisiones, en las que se ubican los fenómenos perturbadores, como se indica en el siguiente cuadro:

RIESGOS SEGUN AGENTES CAUSALES		
RIESGOS NATURALES		
GEOFISICOS		BIOLOGICOS
CLIMAT-METEOROL ventiscas nevadas heladas inundaciones nieblas heladas lluvias rayos tormentas etc.	GEOMORFOLOGICOS volcanes terremotos huracanes deslizamientos tsunamis maremotos etc.	FLORISTICOS FAUNISTICOS enfermedades y plagas
RIESGOS ANTROPICOS		
QUIMICOS incendios explosiones radiaciones contaminación etc.	SANITARIOS contaminación epidemias enfermedades etc.	SOCIO-ORGANIZATIVOS desplazamiento migraciones asentamientos actividades industriales explotación minera, hidroeléctrica y hidrotermales, actividades pesqueras, etc.
RIESGOS MIXTOS		
cualquier combinación de los anteriores		

Cuadro 1. Fuente: Base de la clasificación de Burton y Kates (Galvo, 1984) y complementado con la clasificación de sectores del CENAPRED (1990).

a) Riesgos Naturales: De acuerdo con esta clasificación, este tipo de riesgos está asociado con una serie de fenómenos geodinámicos, hasta cierto punto cotidianos, que se presentan con magnitudes mayores a las normales, y que encuentran condiciones de vulnerabilidad en ciertos poblados. Se entiende por fenómenos

geodinámicos aquellos eventos naturales que modelan la superficie terrestre de dos maneras: desde el interior de la tierra (fenómenos geodinámicos internos), y desde el exterior de la misma (fenómenos geodinámicos externos) (Medina, 1991).

Dentro del primer grupo podemos ubicar algunos de los riesgos asociados con fenómenos geofísicos, como son los terremotos, las maremotos y las erupciones volcánicas, pertenecientes al bloque de fenómenos geológicos-geomorfológicos. Estos son fenómenos que liberan una gran cantidad de energía y que pueden ocasionar desastres mayores que los fenómenos hidrodinámicos "accidentales" (como la lluvia o el viento), debido a la sorpresa de su aparición y a la violencia de su génesis.

En el subgrupo de los fenómenos geodinámicos externos encontramos al resto de los riesgos de origen natural: algunos geomorfológicos, los climático-meteorológicos y los biológicos, tanto florísticos como faunísticos. Estos no se presentan de manera tan espectacular como los primeros, pero sí son percibidos fácilmente por el hombre.

Joséval Medina (1991) subdivide este grupo en dos partes: fenómenos de remoción en masa y fenómenos de flujos líquidos. En el primer subgrupo se encuentran los riesgos que complementan al bloque de los riesgos geomorfológicos, como son las avalanchas y hundimientos, entre otros, mientras que el segundo pertenece al grupo de los riesgos climáticos-meteorológicos.

A estas divisiones se puede agregar un tercer subgrupo: los fenómenos biológicos. Estos se manifiestan básicamente por la propagación de enfermedades y plagas, tanto animales como

vegetales, que restan calidad de vida y ponen en riesgo la salud de una sociedad. Ejemplo de ello son la malaria, el dengue y la presencia masiva de roedores.

Con la era de la industrialización, la carrera tecnológica y el uso de energéticos minerales, nace un nuevo tipo de riesgos: los de origen antropico.

b) Riesgos Antropicos: El mundo actual, está conformado por una red compleja de relaciones entre sociedades, lo que incluye modos de producción de bienes, modelos de vida, sistemas de transporte y necesidades de servicios públicos, entre otras cosas, que rompen el equilibrio natural de los ecosistemas y provocan fenómenos que ponen en riesgo la existencia de la sociedad en los mismos.

Para el CENAPRED (1990) "Los riesgos de origen humano son consecuencia de la acción del hombre y de su desarrollo", y los divide en químicos, sanitarios y socio-organizativos. Cabe hacer la aclaración que se pueden presentar riesgos químicos y sanitarios de origen natural, como algunos incendios forestales y plagas.

Los riesgos químicos están asociados al uso inadecuado de energéticos, productos corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos e inflamables, y se manifiestan en forma de incendios, explosiones, radiaciones, fugas tóxicas, envenenamientos, etc.

Los riesgos sanitarios, por su parte, encuentran su origen en la aglomeración humana, lo que genera actividades económicas, y

medios de transporte que, a su vez, provocan contaminación ambiental, epidemias, lluvias ácidas, ruido, etc.

Los riesgos socio-organizativos se manifiestan principalmente como aglomeración humana en áreas poco seguras y como medios de transporte deficientes, que ponen en riesgo la vida de algunas poblados. Este tipo de riesgos reflejan, de manera fiel, la problemática socioeconómica de los países tercermundistas en general.

c) Riesgos Mixtos.- Estos, como se señala en la tabla anterior, son el resultado de combinar dos o más riesgos de cualquier origen.

Sea para los investigadores que incluyen este grupo de riesgos en sus clasificaciones debido a que se considera obvia la presencia del hombre en todo tipo de riesgo. Y en efecto, cualquier fenómeno pierde su potencial de peligro al ubicarse en áreas inhabitadas, aunque se presente en magnitudes excepcionalmente superiores a las normales.

Para el estudio de caso, podemos decir que el riesgo se origina de una actividad humana (la minería), que deja terrenos hundidos, a los cuales posteriormente se les da un uso habitacional. Este riesgo se incrementa con la presencia de algunos fenómenos geodinámicos que aceleran el proceso de resquebrajamiento de tierras que pone en riesgo a la población adyacente. Los fenómenos geodinámicos son los terremotos o los períodos lluviosos excepcionalmente largos.

1.4 IMPACTO AMBIENTAL, DETERIORO AMBIENTAL Y SUSCEPTIBILIDAD A RIESGOS.

Deterioro e impacto pueden utilizarse como sinónimos cuando se habla de algún cambio provocado en el medio ambiente. Sin embargo, a pesar de que los dos términos expresan una alteración en el medio, existe una notable diferencia entre ambos que es el tiempo de acción.

El impacto ambiental es un conjunto de efectos adversos y beneficios que pueden causar en el medio las actividades a implantar (a priori). Es decir, es el grado potencial de perturbación de un ecosistema que puede reducir su capacidad de autorregulación, más los beneficios futuros generados en favor de la sociedad.

El deterioro ambiental, en cambio, es la manifestación espacial de los efectos adversos previstos, y/o no previstos, sobre el medio, que son provocados por la actividad implantada o por negligencia de las personas que la desarrollan (a posteriori).

Dentro de esta investigación se elaboran análisis de impacto y deterioro ambiental, sin embargo, cabe señalar que en esta sólo se manejan impactos negativos debido a que se busca identificar el deterioro que, finalmente, genera el riesgo; y al no existir deterioro ni riesgo positivo, los impactos positivos quedan eliminados del tema. Por lo tanto, de aquí en adelante, cuando se hable de impacto ambiental, se estará hablando únicamente del impacto negativo, que es, a la postre, todo tipo de deterioro de la calidad de vida de una población, provocado por cualquier acción del hombre mal planeada.

Los impactos ambientales, en cuanto al tiempo y modo en que se presentan, pueden ser primarios o secundarios (Farra, 1985). Los impactos primarios son las alteraciones del ambiente que se presentan de forma inmediata, mientras que los impactos secundarios se derivan de los primarios, por lo que requieren de análisis más profundos para ser percibidos, y muchas veces logran escapar al proceso de planeación.

Los efectos secundarios son muy importantes debido a que pueden tener repercusiones mayores, a largo plazo, que los efectos primarios. Pueden incluso poner en peligro vidas humanas y bienes materiales. Lo anterior se observa de una manera clara en la actividad minera, la cual no sólo es de las actividades humanas más importantes (en este se mandara más adelante), sino que además, sus repercusiones continúan después de cerrar el proceso de extracción de materiales. Esto se manifiesta en la degradación del paisaje, la inutilidad de las áreas explotadas, la pérdida de suelo y de los recursos hídricos, la creciente inestabilidad de las laderas, etc. Esta última, asociada con poblaciones cercanas o sobre las áreas minadas, ha por resultado un conjunto de zonas muy propensas a sufrir daños por colapsos de tierras.

Esto significa que los territorios deteriorados por la minería, muchas veces se convierten en áreas susceptibles a riesgos una vez cesan esta actividad, debido a que son utilizadas con fines habitacionales.

Una vez que se han analizado los principales conceptos en torno a los riesgos, se estudiarán en el siguiente capítulo las condiciones geográficas del área de estudio, para posteriormente realizar la evaluación del riesgo en el último capítulo.

CAPITULO DOS

CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Antes de iniciar el análisis del desarrollo de las áreas minadas, es importante estudiar las características físicas y sociales del municipio a través del tiempo, así como la forma de explotación minera y sus efectos en el medio ambiente. Con esto se logra entender el desarrollo del proceso histórico, que se determina mediante el conocimiento de algunas áreas del municipio y por las tendencias e impactos de las actividades.

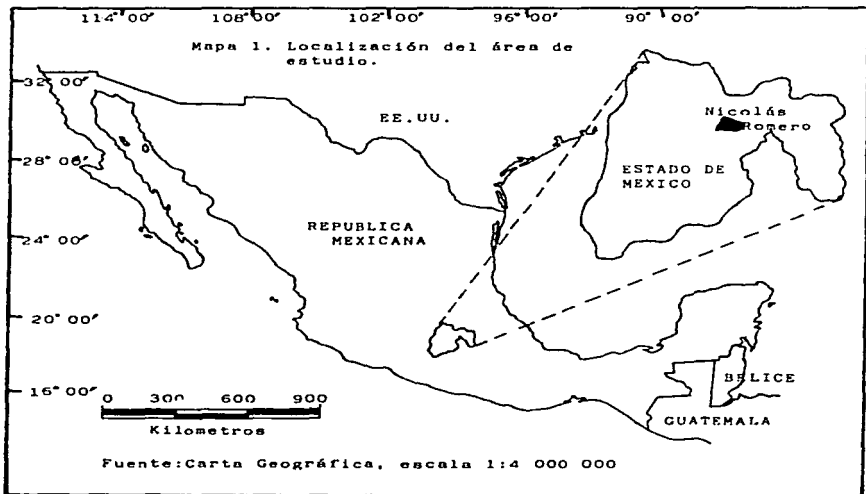
2.1 UBICACION DEL MUNICIPIO

El Municipio de Nicolás Romero tiene sus orígenes a finales del siglo XII, cuando un grupo de Guemes fundan el pueblo de Axcaputzalongo. Este nombre proviene de "axcaputzalli", hormigueros, "talli", imitativo despectivo, y "co", en, por lo tanto su significado es "en los hormigueros".

A partir de 1820 el Estado de México lo reconoce como municipio, bajo el nombre de San Pedro Axcaputzalongo. El nombre actual se le da en abril de 1896 cuando la Legislatura del Estado de México decretó que el Municipio se llamase en lo sucesivo Nicolás Romero, como homenaje a un caudillo de la Guerra de Reforma (Esparza, 1994).

El municipio de Nicolás Romero se localiza en la porción noreste del Estado de México, entre la Sierra de las Cruces y la Sierra

de Monte Alto, y tiene una extensión territorial de 243.67 km. cuadrados, lo que representa apenas el 1 % de la superficie total del estado (mapa 1).

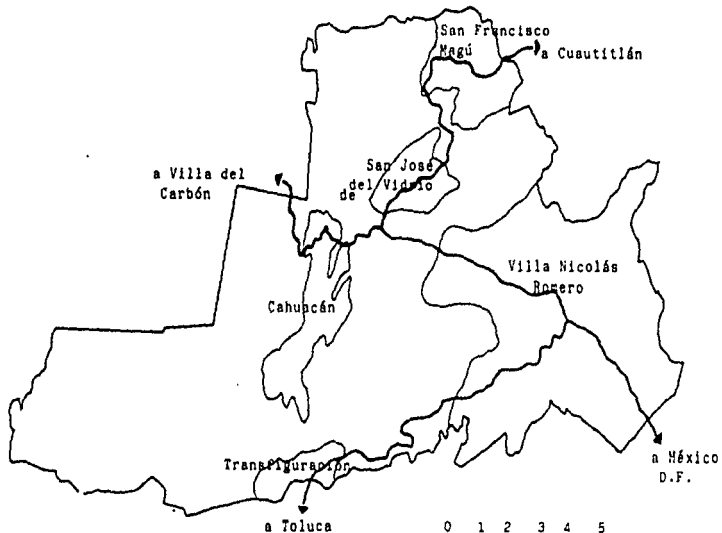


A pesar de que Nicolás Romero no colinda con la Ciudad de México, si tiene comunicación directa con Tlalnepantla, Naucalpan y Vallejo, tres zonas fabriles que han funcionado como fuentes regulares de trabajo para la gente de provincia que migra a las ciudades en busca de mejores oportunidades; y por su cercanía a estos centros de trabajo y a la misma Ciudad de México, juega un papel importante como receptor de población inmigrante de escasos recursos, por lo que el número de personas que vive en este municipio se ha incrementado notablemente en las últimas décadas, lo que ha por consiguiente la recuperación del municipio a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en 1963 (Amara, 1980).

El enlace de Nicolás Romero con los centros industriales antes mencionados, además con los municipios vecinos, se realiza mediante tres vías de comunicación primaria que forman una red de comunicaciones poco eficiente. Cabe señalar que el flujo automovilístico cada vez es mayor. La primera, y más importante, es la carretera México D.F. - Tlalnepantla - Atlixpán de Zaragoza - Nicolás Romero - Villa del Carbón - Chapa de Mota y Jiltepec. A través de esta vía circula prácticamente todo el tránsito. La segunda es la que va de Nicolás Romero a Toluca, a través del poblado de Tlaxala, que está muy poco transitada. La tercera va de Nicolás Romero a Cuautitlán Izcalli a través de la vía Tepojaco (mapa 11). Existe además el proyecto de la vía corta a Morelia, que cruzará la retícula urbana de oriente a poniente; en la actualidad se tienen construidas sólo algunas tramos de terracería.

El municipio de Nicolás Romero se encuentra dividido actualmente en 33 colonias. Estas son el resultado de subdividir cinco de las diez localidades que se manejaban hace diez años.

Mapa 2. Viaridades Primarias de Nicolás Romero



Base: GEM, 1989. Plano Índice

Con el objeto de simplificar y distinguir las áreas riesgosas en este trabajo, se manejarán sólo las colonias afectadas de las localidades originales que son : Villa Nicolás Romero (la cabecera municipal), La Colmena, Barrón, San Ildefonso, Progreso Industrial, San Miguel Hill, Transfiguración, San José del Vialic y San Francisco Nido. De estas las primeras cuatro son las que tienen mayor interés para el desarrollo de este trabajo, por ser las principales asentamientos de flujos de inmigrantes y porque en estas se encuentran los terrenos tumbados.

2.2 LA ACTIVIDAD MINERA DENTRO DE NICOLÁS ROMERO.

Entre los años 1940 y 1960 se llevó a cabo una intensa explotación de minerales pesados en la porción noreste - oeste de la zona de estudio. Esta zona se caracteriza por presentar tener, a través de amplios afloramientos de arenas pumíticas, cuya explotación es atractiva por lo suave, poco compacto y mínima contaminación que presenta.

La explotación del lugar, por lo menos, a cinco municipios del Estado de México: Chautitlan, Ixcalli, Tlalnepantla, Naucalpan, Atizapán de Zaragoza y Nicolás Romero. (El Universal, octubre 26 de 1992, sección Estudios).

De acuerdo a un estudio realizado por una empresa particular, (GEM 1993-A), las Sierras de Monte Alto y de las Cruces, al igual que las lomas que se encuentran en los municipios de Nicolás Romero y Atizapán de Zaragoza, están conformadas por abanicos aluviales de material volcánico y elementos litológicos que constituyen a la Formación Tarango. Dicha formación es producto

de un periodo eruptivo particular que afectó la mayor parte del Estado de México, y se caracteriza por albergar materiales tanto arenosos como líticos de una manera irregular.

El espesor que alcanza la formación, dentro del área de estudio, es de 300 a 400 metros y sus elementos litológicos más ampliamente reconocidos son los horizontes de cenizas volcánicas, las arenas puniticas, los laterales, las ignimbritas y los depósitos fluviales y lacustres. Estos elementos se encuentran interestratificados y corresponden a varios periodos de emisiones SEM, 1963-A.

En las áreas donde afloran los horizontes de arenas puniticas se han explotado hasta la fecha, materiales para la construcción de viviendas como la grava, la arena, la piedra y los bloques. Estos últimos son una especie de tabicón pero de mayores dimensiones, que se obtienen practicando cortes verticales al yacimiento arenoso y aprovechando la estratificación horizontal para darle la forma de cubo.

Se han utilizado dos métodos para extraer estos materiales del subsuelo: mediante la excavación de túneles o galerías y por medio de talas a cielo abierto.

2.2.1 EXPLOTACION SUBTERRANEA.

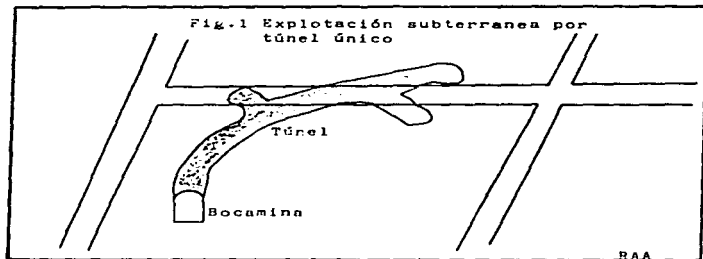
Este método fue el más utilizado durante la primera etapa de explotación, de 1940 a 1955, y consistió básicamente en excavar túneles o galerías de dimensiones y distribución erráticas. Los materiales que se explotaron eran arenosos en su totalidad. Cabe mencionar que esta explotación se llevo a cabo de manera

clandestina, por lo cual no se tienen registros de ninguna mina, y solo han sido detectadas, por las autoridades municipales actuales, las más visibles y algunas que presentan colapsos importantes a lo largo de sus galerías.

El municipio de Nicolás Romero se caracteriza por tener una topografía e linderos oncos, interrumpidos por escurrimientos temporales permanentes que drenan hacia el oriente, formando barrancas en forma de "V". Las bocaminas se encuentran en las laderas que forman estas barrancas, que son los sitios donde los materiales siempre afloran y desde el hombre los puede recoger.

De acuerdo a las visitas de campo realizadas, se puede deducir que la explotación subterránea se llevaba a cabo:

a) Mediante el desarrollo de un túnel único que regularmente es muy corto y hasta la pizoma del Banco de arena (Fig.1).

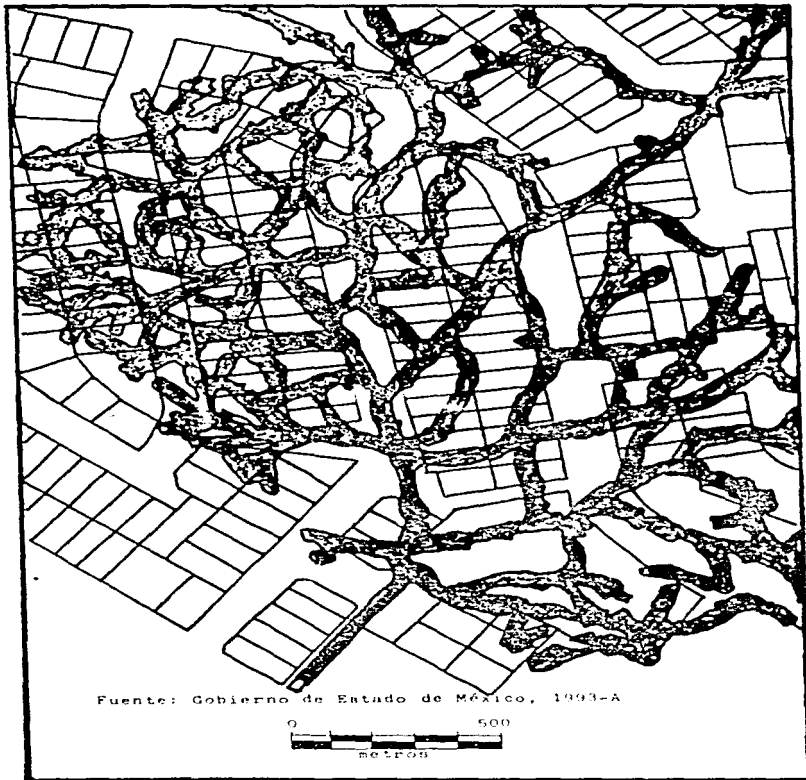


b) A través de una compleja red de túneles que se comunican entre sí y que tienen una o varias entradas. En la mayoría de los casos se abrieron varias bocaninas alrededor de la loma donde se detectaba el banco de arena, y una vez que se iba extrayendo el material, los túneles llegaban a encontrarse.

En los lugares donde el material explotaba era de alta calidad y el espesor de los estratos resultaba particularmente atractivo, se llegaron a encontrar galerías con alturas mayores a cuatro metros y anchuras de diez a más metros, dejando apenas unos soportes naturales (G.M. 1965-A). Estos galerías son las que representan mayor peligro de colapso porque tienen menor estabilidad por la falta de soportes (Fig. 2).

Las técnicas de explotación utilizadas en este método fueron las más rudimentarias. No se hacía uso de unos cuantos hombres, uno o dos camiones de carga que transportaban el material, y algunas herramientas básicas como picos, palas y tarretas. No se llegó a hacer uso de explosivos por la poca remoción ya mencionada de las arenas, y por la accesibilidad a los depósitos de material. En algunos lugares este material era tan fácilmente desprendible que se labraba el túnel lo suficientemente amplio para que pasara el camión de carga, y solo se iba raspando el techo de la mina con una pala, de tal manera que el material caía dentro del camión, con lo que se ahorraba el trabajo de recolección del mismo (Grimaldo Fide con. pers.).

El método de explotación subterránea es inadecuado para la extracción de materiales arenosos por la distribución horizontal y poco profunda de los yacimientos, que en su mayoría no excede



Fuente: Gobierno de Estado de México, 1993-A

Fig.2. Explotación subterránea por red de túneles.

los ocho metros de distancia con la superficie. En este caso resulta más efectiva la explotación a cielo abierto.

Cabe la posibilidad de que la explotación se haya realizado de esta manera por falta de maquinaria para remover los terrenos exteriores o de requerimiento, además de que entonces no existía, como ahora, ningún tipo de reforestación con respecto a la explotación de bancos de agregados pétreos, entendiéndose por estos los materiales comunes que se utilizan para la construcción de viviendas e infraestructura en general: grava, arena y piedra.

2.2.2 EXPLOTACION A CIELO ABIERTO.

Este método de explotación adquiere una mayor frecuencia a partir de los años 1970-80, después de que las autoridades federales prohibieron la explotación de bancos de agregados pétreos, y también se eliminara la cubierta vegetal y los materiales de fertilizantes para cubrir los filones o depósitos horizontales, que usualmente son muy extensos (Bermejo, 1983).

El laboreo a cielo abierto parece ser el método ideal para la explotación de bancos de agregados pétreos, por la distribución horizontal que presentan, mientras que la minería subterránea es la más eficiente en la explotación de metales preciosos, debido a que resulta más barato abrir una galería que siga la veta del mineral, a tener que remover las inmensas cantidades de terrenos estériles.

La explotación a cielo abierto tiene ciertas ventajas: mejores condiciones de iluminación y ventilación, se reduce el riesgo de accidentes por colapsos, permite la utilización de explosivos (en

el caso de explotación de algunos bancos de material consolidado), etc. Pero también tiene algunos inconvenientes con respecto a la explotación subterránea: expone a los obreros a la inclemencia del tiempo, por lo cual se pierden días de trabajo y en algunas ocasiones una buena parte del año, exige remover grandes cantidades de materiales inservibles, no es rentable en el caso de depósitos profundos, etc. (Bernstein, 1963).

Las técnicas de explotación para este método son las más modernas, se hace uso de retroexcavadoras y cargadores mecánicos, máquinas trituradoras de material, mayor cantidad de relaciones de carga para el transporte del material, y también un número mayor de personas empleadas. Cabe mencionar de este método, que la minería subterránea ha representado una fuente importante de empleos para el municipio, a pesar de que fueron más de 16 las minas explotadas de manera subterránea entre 1940 y 1968, y de que son por lo menos tres las minas que se explotan a cielo abierto actualmente. Esto se debe a que la explotación subterránea se lleva a cabo de una manera discontinua y a que la actividad no requiere de mucha mano de obra. A manera de ejemplo, cabe mencionar que la minería a cielo abierto, actualmente sólo ocupa entre 15 y 20 personas para realizar el trabajo, de las cuales únicamente la mitad es personal no calificado que se emplea de las poblaciones vecinas.

2.3 IMPACTO DE LA MINERÍA SOBRE LOS ECOSISTEMAS A NIVEL GENERAL.

El desarrollo de una región determinada suele proporcionar mejores niveles de vida a los pobladores. Esto muchas veces, a cambio de la modificación de su entorno, es decir, se sacrifica

al hábitat y sus recursos en aras del avance económico, lo que a la postre resulta nocivo para la seguridad del hombre.

En México, en las últimas décadas, se ha buscado impulsar a varios sectores productivos, entre ellos el industrial y el agrícola, para acelerar el crecimiento económico nacional; sin embargo, la falta de planeación y la amplitud de las actividades económicas y de las áreas en donde se desarrollan, han culminado con el deterioro del ambiente.

Con el fin de mitigar este deterioro, se ha tratado evaluar el impacto que pueden generar las diversas actividades económicas sobre el medio ambiente y sobre algunos factores socioeconómicos.

Producto de ello tenemos los trabajos elaborados por las oficinas gubernamentales, entre ellas SEMINOL (actualmente SEMARNAT). De los trabajos elaborados por esta Secretaría destaca el "Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio" (SEMUE, 1988) en el cual se incluye la tabla de actividades impactantes que a continuación se enlistan:

- 1.- Puertos
- 2.- Turismo
- 3.- Plantas Hidroeléctricas
- 4.- Minas a cielo abierto
- 5.- Agricultura
- 6.- Explotación y transformación del petróleo
- 7.- Minas subterráneas
- 8.- Carreteras
- 9.- Industria básica
- 10.- Ferrocarriles

- 11.-Acuacultura
- 12.-Geotermoelectricas
- 14.-Termoelectricas
- 15.-Industria pequeña y mediana

Las actividades importantes fueron ordenadas de manera dependiente, de acuerdo con el grado de impacto que ejercen en el medio. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes elementos ambientales:

- a. Aire. Procesos de acidificación rápida, deposición en masa, y alteración de la química.
- b. Suelo. Erosión y alteración físico-química.
- c. Agua superficial y subterráneas. Agotamiento, contaminación, salve, alteración en la recarga de mantos acuíferos y modificación del drenaje.
- d. Atmósfera. Contaminación y ruido.
- e. Biota. Deforestación, desertificación, alteración de la flora y fauna, disminución y/o pérdida de biodiversidad y densidad.
- f) Elementos costeros. Contaminación, alteración de la hidrodinámica, alteración de la flora y fauna costeras, acumulación de sedimentos.
- g. Efectos socioeconómicos. Cambio en el uso del suelo, aparición de asentamientos, industrialización, demanda de servicios, crecimiento urbano, relocalización de la población, cambio de

actividades económicas, impacto socioeconómico (SEDUE, 1988).

Como se puede apreciar en el listado anterior, el sector minero es considerado entre las actividades que mayor impacto provocan en el medio ambiente; dividida en dos partes, se encuentra a la minería a cielo abierto en la cuarta posición, mientras que la minería subterránea se ubica en el séptimo lugar.

En términos generales, el deterioro que origina la actividad minera sobre el medio que la lleva a estar entre las actividades más importantes, son las siguientes:

a) Los mayores impactos se dan durante la fase de extracción, y los elementos afectados son los suelos, a los que se destruye, en gran parte y se cubren con materiales de desecho, lo que crea a su vez condiciones de encharcamiento de los cuerpos de agua; las redes de drenaje se ven modificadas por los depósitos de desechos de extracción; la flora y la fauna, que se ven alteradas en la mayoría de las actividades mineras, en esta fase se ven eliminadas o desplazadas, lo cual disminuye la biodiversidad del entorno de las minas.

b) Alteran el relieve en la fase de construcción con la apertura de caminos y con las perforaciones iniciales de las minas, lo que genera cortes verticales de poca estabilidad.

c) De manera un poco menos intensa, la minería daña a la atmósfera con la presencia de partículas volátiles (en el caso de las cementeras y de las minas de explotación a cielo abierto),

asi como por el ruido provocado por la maquinaria y por el uso de explosivos.

d) En el caso de la explotación de materiales peligrosos (como es el Uranio), se puede dar una contaminación radiactiva por falta de una infraestructura adecuada para llevar a cabo la explotación o por el mal manejo de residuos dañinos.

e) Por las minas en mayor o menor grado, precipitan la erosión y la desertificación por eliminar la cobertura vegetal que obstruye las actividades; contaminan el aire y el agua por medio de los bancos de material no controlados; provocan cambios en el uso del suelo; modifican el relieve y deterioran irreversiblemente el paisaje.

Cabe señalar, además, que las actividades mencionadas con frecuencia se realizan dentro de que el terreno trabaja con laderas inestables y frentes hundidos que ocasionan los movimientos de masa. Entre movimientos con parte del impacto secundario que se da, algunas veces, después de que esos terrenos han sido explotados al descubierto, lo que implica pérdida de bienes materiales y de vidas humanas.

El deterioro ocasionado por la minería en el área de estudio es analizado en el siguiente apartado.

2.4 EVALUACION DEL DETERIORO AMBIENTAL PROVOCADO POR LA MINERIA EN NICOLAS ROMERO.

Antes de iniciar la evaluación del deterioro ambiental provocado por la minería dentro del territorio en cuestión, es importante señalar cual fue la metodología que usó para este fin.

En el primer capítulo de este trabajo se desarrollaron los conceptos de impacto y deterioro ambiental, así mismo se buscó despegar cualquier duda con respecto al uso de estos términos. Como complemento a estos se debe señalar que para realizar la evaluación del deterioro ambiental, se consideraron dos parámetros temporales y dos especiales:

a) Parámetro Temporal. Se utilizaron para determinar el tiempo de permanencia de los cambios provocados por la minería. Se utilizaron de la siguiente manera: deterioro temporal, cuando los cambios son reversibles; y deterioro permanente cuando no lo son.

b) Parámetro Espacial. Con estos se delimitó la escala del deterioro provocado por la actividad minera. Es deterioro local cuando se manifiestan los cambios en un área no mayor a un radio de un kilómetro alrededor de la zona minada; y deterioro regional cuando las consecuencias se manifiestan en una extensión mayor.

Entre las metodologías que existen para elaborar evaluaciones de impacto y deterioro ambiental, se seleccionó el sistema de matrices causa-efecto, que son métodos de identificación, o métodos cualitativos, en los que se realiza un análisis de las

relaciones de causalidad entre una actividad y sus consecuencias sobre el medio ambiente. (PROTEAM s/f).

La importancia de este método radica en que aborda la problemática desde un punto de vista espacio-temporal, dado por la extensión y la duración del deterioro.

La más conocida de estas es la Matriz de Leopold, la cual se elaboró para guiar los informes y las evaluaciones de impacto ambiental del Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos, en 1970.

Esta matriz consiste en una tabla donde se tienen dos entradas: una vertical o de columna que son las actividades humanas que alteran el medio, y una horizontal o de fila que son los factores del medio que pueden ser alterados.

Originalmente en la matriz figuran 100 actividades humanas impactantes y 60 factores ambientales, de los cuales resultan 6000 interacciones. Para elaborar el presente estudio, la matriz se redujo a los factores ambientales y a las acciones humanas involucradas con el área de estudio y con la actividad minera, por lo cual las interacciones se ven disminuidas notoriamente.

A través de este método se pretende identificar las alteraciones provocadas por la minería para, posteriormente, relacionar estas alteraciones con el riesgo de réplicas de terrenos dentro del área que comprende Nicolás Romero, los resultados de la matriz serán complementados con las observaciones realizadas en las visitas de campo.

En la modificación de la matriz original, se obtuvo la que se muestra en el cuadro 1.

2.4.1 DETERIORO DE LOS RECURSOS ABIOTICOS.

La particular situación geológica del Estado de México, ha dado la pauta para que algunas zonas importantes de agregados pétreos en varias de sus zonas locales.

Como ya se ha mencionado, estos materiales comenzaron a explotarse a principios de la década de los años 40, de manera simultánea en varios municipios, y en algunos de ellos no ha cesado. Tal es el caso de Nicolás Romero, el cual alberga por lo menos 4 plantas de explotación de agregados pétreos.

La explotación de estos bancos de material ha generado una serie de cambios negativos en el ambiente, que van desde la pequeña alteraciones locales y transitorias, como el enrarecimiento del aire, hasta las repercusiones regionales y permanentes, como los espolvamientos de mantos acuíferos y la inutilidad de las áreas explotadas.

Esas alteraciones negativas al medio y la generación casi nula de empleo y de ingresos económicos, lleva a evaluar a la actividad minera como altamente nociva para el municipio en cuestión. A continuación se describen los daños provocados por las actividades mineras en cada uno de los factores ambientales.

**EVALUACION DEL DETERIORO AMBIENTAL
PROVOCADO POR LA MINERIA SUBTERRANEA**

SIMBOLOGIA		ACTIVIDADES MINERAS								
		Apertura de Caminos	Despalle	Operación de Máquina- ria	Extracción de Material	Flujo Vehicular	Mantenimiento de Vías de acceso	Generación de Residuos Sólidos	Generación de Residuos Líquidos	Emisiones Caseosas
<input type="checkbox"/>	No significativo									
<input checked="" type="checkbox"/>	Poco Significati- vo.									
<input checked="" type="checkbox"/>	Significativo									
FACTORES AMBIENTALES:										
SUELO	Característi- cas Físicas									
	Característi- cas Químicas									
	Erodabilidad									
RELIEVE	Modelado Geomórfico									
	Inestabilidad de Vertientes									
AGUA	Patrones de Drenaje									
	Contami- nación									
	Infiltración									
ATMOS- FERA	Microclima									
	Calidad del aire									
	Emisiones de ruido									
FLORA	Diversidad									
	Densidad									
	Agrosistemas									
FAUNA	Hábitat									
	Abundancia									
	Diversidad									
	Distribución									
FACTORES CULTURA- LES	Áreas de recreo									
	Valor Estéti- co del Paisa- je									

a) Deterioro de los Suelos.

En la zona que comprende la cabecera municipal y su periferia, que es el área específica de estudio, se distinguen tres tipos de suelo:

- 1.-Litosol, en las áreas altas y de mayor pendiente.
- 2.-Vertisol, en los lugares que aun conservan vegetación y su pendiente es más suave.
- 3.-Cambisol, en las áreas más bajas o de acumulación.

(Fuente: Carta Sotológica E14A10 y E14A12. SPP, 1982).

La mayor parte de las minas subterráneas se localizan en las áreas de litosoles y algunas más en el área de los vertisoles. Ambos grupos han venido experimentando un proceso de degradación natural provocada por las pendientes más o menos abruptas y por las primeras lluvias torrenciales que se registran durante los meses de abril y mayo, cuando el suelo se encuentra más vulnerable por falta de cobertura vegetal. Este proceso natural fue acelerado por las actividades mineras en algunos puntos del municipio, debido a que se elimina la cobertura vegetal por la apertura de caminos y terracerías, y por el desmonte que se realiza en las explotaciones a cielo abierto, antes de iniciar la fase de extracción.

En el momento en que se elimina la vegetación, la fuerza erosiva de la lluvia incide de forma directa sobre el suelo, lo cual aumenta su erodabilidad. Esto, a su vez, tiene repercusiones sobre la flora y la fauna porque se destruyen hábitats; asimismo la recarga de los mantos acuíferos es más lenta debido a que los suelos sin vegetación tienen menor capacidad de retención del

EVALUACION DEL DETERIORO AMBIENTAL
PROVOCADO POR LA MINERIA SUBTERRANEA

SIMBOLOGIA		ACTIVIDADES MINERAS								
		Apertura de Caminos	Despalle	Operación de Máquina- ria	Extracción de Material	Flujo Vehicular	Mantenimiento de Vías de acceso	Generación de Residuos Sólidos	Generación de Residuos Líquidos	Emisiones Gaseosas
<input type="checkbox"/> No significativo <input checked="" type="checkbox"/> Poco Significati- vo. <input checked="" type="checkbox"/> Significativo										
FACTORES AMBIENTALES										
SUELO	Característi- cas Físicas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Característi- cas Químicas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Erodabilidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RELIEVE	Modelado Geomórfico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Inestabilidad de Vertientes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AGUA	Patrones de Drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Contami- nación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ATMOS- FERA	Infiltración	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Microclima	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Calidad del aire	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
FLORA	Emisiones de ruido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Diversidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Densidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FAUNA	Agrosistemas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Hábitat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Abundancia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTORES CULTURA- LES	Diversidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Distribución	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTORES CULTURA- LES	Áreas de recreo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Valor Estéti- co del Paisa-	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

agua, por lo que se incrementa el volumen de los escurrimientos y, de manera proporcional, disminuye la cantidad de agua infiltrada.

Además de las actividades antes mencionadas, las prácticas de evaluación muestran que la estructura y composición de los suelos se ven alterados por las depósitos de materiales inservibles que llegan a cubrir áreas importantes en las bocanillas de la explotación subterránea y que son dispersados por la fuerza de la lluvia, especialmente a regiones más amplias; el almacenamiento de material en la minería a cielo abierto, que tapa al suelo de manera similar al anterior; la explotación de los campos a cielo abierto que eliminan al suelo como material inerte; el constante flujo vehicular que impide la regeneración del campo vegetal y del suelo; la generación de residuos sólidos y líquidos como aceites, resacas y combustibles que alteran la composición química.

Cabe mencionar que, de acuerdo con los cuadros 4 y 6, los daños de mayor extensión y permanencia fueron ocasionados por la apertura de caminos. Estos daños trascienden a nivel regional y tienen un carácter de permanentes.

b) Deterioro del Relieve.

Las características del relieve del municipio ya han sido comentadas brevemente: en términos generales la topeforma dominante es el lomerío suave, en la cual se encuentran intercaladas las formas suaves con algunas abruptas, que son propias de los terrenos de origen volcánico y de la erosión

EVALUACION DEL DETERIORO AMBIENTAL
PROVOCADO POR LA MINERIA SUBTERRANEA

SIMBOLOGIA		ACTIVIDADES MINERAS									
Deterioro Regional	[R]	Apertura de Caminos	Carpalre	Operación de Máquinari	Extracción de Material	Flujo Vehicular	Mantenimiento de Vías de Acceso	Generación de Residuos Sólidos	Generación de Residuos Líquidos	Emisiones Gaseosas	
Deterioro Local	[L]										
Deterioro Temporal	[T]										
Deterioro Permanente	[P]										
FACTORES AMBIENTALES:											
SUELO	Características Físicas	P	L	T							
	Características Químicas										
	Erodabilidad	P	L	T							
RELIEVE	Modelado Geomórfico	P			L	P		P			
	Inestabilidad de Vertientes	P	T		L	T		P	T		
AGUA	Patrones de Drenaje	P	L					P	P		
	Contaminación									P	
ATMOSFERA	Infiltración	P	P	L	P						
	Microclima	P	P	L	T			P	P	L	
	Calidad del aire	P	T					P	T	P	
FLORA	Emisiones de ruido	P	T	L	T			P	T	P	
	Diversidad	P	P	L	P	L	T	P	T		
	Densidad	P	P	L	P			P	P		
FAUNA	Agrosistemas	L	T			L	P				
	Hábitat	P	P	L	T	P	P	P	T		
	Abundancia	P	P	P	T	P	T	P	T		
	Diversidad	P	P	P	L	P		P	T		
FACTORES CULTURALES	Distribución	P	T	L	T	L	T	P	T	P	
	Áreas de recreo			L	T		L	P		P	
	Valor Estético del Paisaje	P	P	L	T	L	T	L	P	P	

diferencial de los materiales que se hallan sedimentados de una manera una tanto caótica, debido a su génesis.

En el deterioro del relieve participan dos actividades principalmente, la primera de ellas es la apertura de vías de acceso a la mina, con lo cual se crean pendientes inestables y se elimina la cubierta vegetal dejando al suelo expuesto a la acción del viento y la lluvia, los cuales van a modificar los patrones del drenaje. Sin embargo, las repercusiones más fuertes se dan durante la explotación del material, debido a que se genera escape que a su vez continúa el golpeo y la tracción abrupta con los vehículos producidos por la extracción del material, en la explotación a cielo abierto. De la misma forma, en la minería subterránea se crean derrumbes y caídas, las cuales una vez abandonada la actividad de extracción, se ven agravadas por las fuerzas interstanciales de la gravedad y la expansión por el peso del material, lo que ocasiona un proceso de resquebraje de material, hasta que se alcanza nuevamente la estabilidad. Estos movimientos pueden ser bastante rápidos y se pelean para el hombre. De ahí es, en este factor el que a la postre genera el riesgo de hundimiento de viviendas en la zona de estudio y del cual se hablará en el capítulo tres.

Otras actividades que ocasionan deterioro en el relieve son el mantenimiento de las vías de acceso, la operación del equipo y el almacenamiento de material. Si bien estas no provocan daños de la magnitud de las anteriores, sí contribuyen a la degradación estética y funcional del relieve.

EVALUACION DEL DEGRADO AMBIENTAL
PROVOCADO POR LA MINERIA A CIELO ABIERTO

SIMBOLOGIA		ACTIVIDADES MINERAS											
		Apertura de Caminos	Desfalco	Cercado	Exposición a Meteoritos	Vertido de Residuos	Operación de Puentes	Elas. Vehicular	Atravesamiento de Matanzas	Construcción de Puentes Sólidos	Operación de Puentes Líquidos	Emisiones de Gases	Mantenimiento de Maquinaria
<input type="checkbox"/> No Significativo <input checked="" type="checkbox"/> Poco Significativo <input checked="" type="checkbox"/> Significativo													
FACTORES AMBIENTALES													
SUELOS	Características Físicas												
	Características Químicas												
	Erodabilidad												
RELIEVE	Modelado Geomorfológico												
	Inestabilidad de Vertientes												
AGUA	Patrones de Drenaje												
	Contaminación												
	Infiltración												
ATMOSFERA	Microclima												
	Calidad del Aire												
	Emisiones de Gases												
FLORA	Diversidad												
	Densidad												
	Agrosistemas												
FAUNA	Hábitat												
	Abundancia												
	Diversidad												
	Distribución												
FACTORES CULTURALES	Acceso de Puentes												
	Valor Estético del Paisaje												

c) Deterioro de los cuerpos de agua.

De los recursos afectados, uno de los que sufre mayores alteraciones es el de los cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneas.

1.- Aguas Superficiales

Las aguas superficiales del municipio están representadas por una red de ríos tanto permanentes como intermitentes, que se agrupan en tres cuencas hidrográficas: Arroyo Grande y Chiquita, San Pedro y Hinta. La mayor concentración de escurrimientos pluviales se registra en la primera sucesión.

En las matrices de evaluación del deterioro, aparecen nuevamente la apertura de caminos y la extracción de material, además del despaldo, como las actividades principales de perturbación, debido a que éstas reducen la cobertura vegetal, lo que trae consigo un aumento en el número de escurrimientos, como ya se explicó, y estas a su vez provocan la formación de nuevas corrientes, modificándose así los patrones de drenaje del área. El aumento en el número de escurrimientos le proporciona mayor fuerza erosiva al agua, por lo que resquebraja con más facilidad el sustrato, dando pie al aumento de partículas suspendidas en las corrientes, lo que origina la alta infiltración y retención del agua.

A este transporte de sólidos en suspensión se le pueden sumar los desperdicios líquidos y sólidos de tipo doméstico que se generan durante la explotación a cielo abierto, los cuales son conducidos

EVALUACION DEL DETERIORO AMBIENTAL
PROVOCADO POR LA MINERIA A CIELO ABIERTO

SIMBOLOGIA		ACTIVIDADES MINERAS												
Deterioro Regional	[R]	Apertura de Caminos	Despalle	Cercado	Exposición de Materiales	Uso de Explosivos	Operación de Espesos	Flujo Vehicular	Abracamiento de Material	Generación de Residuos Sólidos	Generación de Residuos Líquidos	Emisiones Gaseosas	Mantenimiento de Maquinaria	Mantenimiento de Vías de Acceso
FACTORES AMBIENTALES														
SUELOS	Características Físicas	P			P				P					T
	Características Químicas					T							P	
	Erodabilidad	P	P		P	P	T							T
RELIEVE	Modelado Geométrico	P			P	P	T							P
	Inestabilidad de Vertientes	P	T		T	T	T							
AGUA	Patrones de Drenaje	P			P	P			T					P
	Contaminación									P				
	Infiltración	P	P		P				T					T
ATMOSFERA	Microclima	P			T				T			P		
	Calidad del aire		T		T	T						T		T
	Emisiones de ruido	T	T		T	T			T					T
FLORA	Diversidad	P	P		P				T		P		P	P
	Densidad	P	P		P				T			P		P
	Agrosistemas	P	T		T				T		T			
FAUNA	Hábitat	P	P	P	T	P	P	P	T	P				P
	Abundancia	P	P	P	P	P	P	P				P		P
	Diversidad	P	P	P	P	P	P	P		P	P	T		P
	Distribución	P	P	P	T	P	P	P		T				T
FACTORES CULTURALES	Áreas de Fuego		P	T	P	T	T	T	T					
	Valor Estético del Paisaje	P	T	T	P	T	T	T	T	P		P		P

hacia los arroyos y rios, los que a su vez los depositan en los cuerpos de agua mayores de la zona: las presas.

Se pueden contar cuatro presas importantes entre las cañadas por la actividad: La Colmena, Las Estrias, Guadalupe y La Concepción. De estas solo la primera esta dentro del municipio de Nicolás Romero, la segunda pertenece al municipio de Atizapán de Zaragoza, la tercera al municipio de Cuautitlan Izcalli, y la última al municipio de Tepequilitlan de Zaragoza.

La presa de La Colmena tiene un grado de aprovechamiento de aproximadamente al 75% de su volumen original. Esto ha sido provocado por tres factores básicos: el arrastre natural de sedimentos en suspensión por el río Xinté; por la construcción de las colonias residenciales de San José de Sayavedra, en las que se removieron volúmenes importantes de tierra para emparejar los predios, la cual fue arrastrada por las lluvias hasta el río Xinté y por este hasta la presa; y por el arrastre de materiales estériles de desechos generados por la minería artesanal dentro de la zona residencial antes mencionada y a lo largo de toda la línea divisoria con Atizapán de Zaragoza.

La Presa Las Estrias también se ha visto afectada por los aprovechamientos generados por las actividades mineras, desarrolladas en los límites entre Nicolás Romero y Atizapán de Zaragoza. Según información recibida en los trabajos de campo, esta presa ha tenido que ser reconstruida un par de ocasiones para que pueda seguir funcionando como un espacio atractivo para el recreo y la pesca deportiva. Actualmente se tiene a ese embalse prácticamente como una medida estratégica para alejar a la gente que hace uso de esta Area con fines recreativos, debido a que se

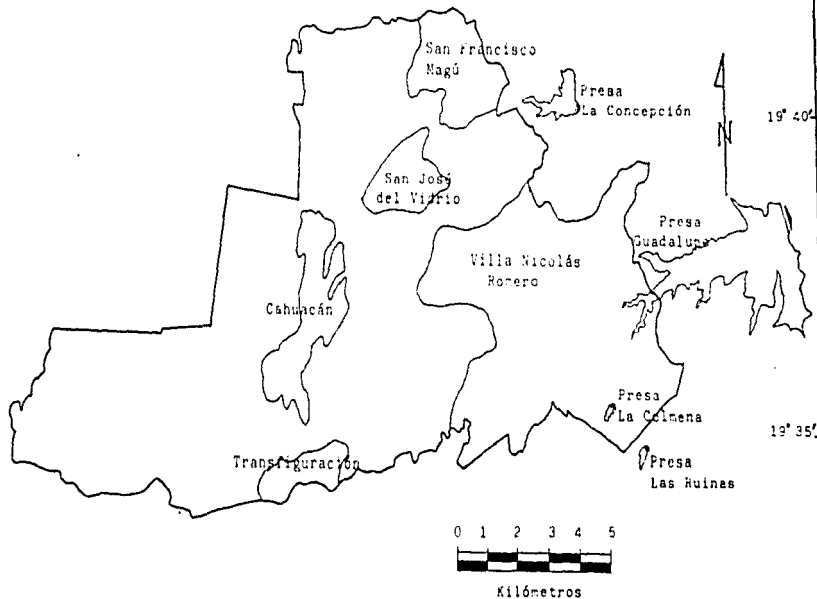
esta explotando un banco de piedra a escasa distancia, en el cual se hace uso de explosivos para arrancar el material, lo cual implicaría peligro para esas personas.

Por otra parte, la Presa Guadalupe representa el cuerpo de agua superficial más importante de la zona, por su extensión. En ella vierten sus aguas los arroyos Grande, Chiquito y Xisté. Estos arroyos a lo largo de las décadas pasadas, constituyeron el medio de transporte de los desechos y materiales de desecho de las minas ubicadas en las poblaciones de la Zona, Barrón y San Ildefonso. Proyectos de ese transporte son las terrazas acumulativas que se localizan en las orillas de los ríos Grande y Chiquito, así como en las márgenes de la presa. Estas terrazas son utilizadas para el desarrollo de actividades agrícolas a nivel de autoconsumo.

Actualmente esos ríos, además de transportar los materiales de desechos de las minas subterráneas abandonadas y de las minas a cielo abierto del área de Frías Industrial, son también las principales fuentes de contaminación. En esa presa por el transporte de agua, además del vertimiento, lo cual está generando procesos de acidificación y eutrofización del agua, con sus respectivas consecuencias para la flora y la fauna acuáticas.

Por último se tiene a la Presa La Integración ubicada en los límites de Nicolás Romero con Tepotzotlán, en las cercanías del poblado San Francisco Magú. Esta presa está recibiendo los materiales volidos que se generan en la mina a cielo abierto "La Conchita", que son transportados por el arroyo Agua Caliente, y aunque aún no se tienen niveles importantes de acoplamiento, en un futuro no muy lejano el problema puede tener dimensiones

Mapa 3. Cuerpos de agua afectados por la minería



Basado en GEM, 1989. Plano índice

99° 30'

99° 20'

importantes, en combinación con la generación de basura doméstica del poblado mencionada. Este es un proceso que, además de degradar las condiciones de vida de la flora y la fauna de ese cuerpo de agua, altera de manera negativa ese espacio que se utiliza como sitio de recreo y esparcimiento.

El deterioro de las aguas superficiales tiene repercusiones a nivel regional, en la mayoría de los casos, debido a que los ríos transportan sólidos y líquidos a kilómetros de distancia. Por lo que perjudican en los cursos de agua de tipo regional.

1.1. Agua subterránea.

Lineas arriba fue expuesto que la litología del municipio se compone de materiales volcánicos finos, como las arenas y las cenizas volcánicas poco cementada. Esta formación es muy permeable por lo cual la zona de estudio debe tener altos índices de infiltración, convirtiéndose como una importante zona de recarga de los mantos acuíferos de la Cuenca de México. Esto lo confirma la existencia de varios pozos de agua dentro del municipio, uno de los que se abastece a una parte de la población de Nicolás Arista (SEM, 1991-A).

Determinar el grado de alteración que tienen los cuerpos de agua subterráneos es más complicado en relación con los superficiales. Sin embargo, se puede suponer que los mantos acuíferos perdieron volumen una vez que se iniciaron las actividades de explotación minera, debido a la disminución de la cobertura vegetal que, como ya se explicó, propicia la turbidez del agua y, por lo tanto, disminuye la infiltración de esta en el subsuelo.

Otra forma de alteración se da por la generación de residuos líquidos tóxicos de las máquinas extractoras, en el caso de las minas actuales a cielo abierto, y por el paso constante de los vehículos por las terracerías que entroncan con las vías de comunicación principales. Estos líquidos son arrastrados por las escorrentías hasta los cuerpos de agua superficiales y, en los lugares de aporte continuo, se pueden filtrar en el subsuelo hasta alcanzar y contaminar los cuerpos de agua subterráneos.

d) Contaminación Atmosférica.

En el sector "atmósfera" se emiten: la calidad del aire, el microclima y las emisiones de ruido derivadas de la explotación minera.

1.- La calidad del aire se pierde por la presencia de sustancias que pueden resultar tóxicas para la vida, y que provocan cambios químicos en el interior de la masa de aire (SEM, 1983-A). Estas sustancias son producto de la operación de maquinaria, vehículos de transporte y utilización de combustibles fósiles.

Los métodos de explotación subterránea utilizados hasta hace unos 30 años seguramente generaron sustancias volátiles que alteraron la calidad del aire de los alrededores de las minas. Sin embargo, las fuentes principales de contaminación son las plantas de agregados pétreos que laboran actualmente a cielo abierto. Estas plantas utilizan mayor cantidad de maquinaria que la rudimentaria explotación subterránea que se practicó en los años 40, por lo tanto, se utilizan cantidades mayores de combustibles fósiles y son mayores también las emisiones gaseosas tóxicas.

Asimismo, cuando se elimina la cobertura vegetal para iniciar la explotación, y durante la misma, el suelo queda expuesto a la acción del viento, el cual pierde calidad al arrastrar los polvos y materiales volátiles.

Las alteraciones que pueda tener el aire como resultado de las actividades mineras, no es un problema tan grave. Si bien su presencia es alta, tanto en los cuadros 4 y 5, en una escala regional, el tiempo de permanencia está limitado a las horas de trabajo de la mina y a la duración del proyecto. De esta manera, cuando cesan las fuentes de contaminación tanto fijas (agruparía de extracción, cribado, y el muestreo de material), como las móviles (vehículos distribuidores), el aire recupera la calidad original (SOT-199-81).

3.- El clima. Para realizar una evaluación adecuada de las modificaciones que ha tenido el microclima como consecuencia de las actividades mineras en el municipio, es necesaria una base de datos y observaciones realizadas en los alrededores de la mina, desde su aparición hasta el presente. Esta base de datos no existe, y lo se tienen las observaciones de las estaciones meteorológicas del municipio, las cuales son insuficientes. Además, para los fines de este trabajo no es necesario realizar un laborioso estudio cuantitativo respecto a las variaciones climáticas, basta con elaborar un análisis cualitativo.

Se puede afirmar que el clima está definido por la suma de las condiciones atmosféricas de un área determinada, y estas condiciones atmosféricas están ligadas a otros elementos ambientales, como son la vegetación y la topografía; en el momento en que estos últimos sufren modificaciones, las

condiciones atmosféricas también cambian y, por lo mismo, lo hace también el microclima.

Por consiguiente, se puede afirmar que las alteraciones producidas por la actividad minera sobre el relieve, los suelos y la vegetación, registradas en las figuras 3 y 5, ocasionaron cambios microclimáticos que afectan las áreas explotadas de Nicolás Romero. El efecto de esta minería es de carácter local, en la mayoría de los casos, pero es muy prolongado debido a que el clima es estable hasta por el resto de los factores ambientales alterados de manera.

Las modificaciones microclimáticas tienen, por su parte, repercusiones directas sobre la fauna y la flora, debido a que los hábitat también se modifican. Asimismo, lo cual determina la desaparición de las especies vegetales y animales más sensibles, así como la introducción y reproducción de especies nocivas que alteran la composición de la fauna.

3.- Emisión de Ruidos: En los efectos negativos que aparecen en la mayor parte de las actividades de explotación minera, está la emisión de ruidos. Estos se dan desde la apertura de caminos hasta la distribución del material.

Dentro de las actividades de la minería subterránea, la generación de ruidos fue mínima debido a que la explotación de material se llevó a cabo con herramientas manuales como picos y palas. Por lo tanto, las únicas fuentes de generación de ruidos fueron los camiones distribuidores del material y las máquinas que se usaron en la apertura de caminos.

La minería a cielo abierto que se practica actualmente en el municipio, tiene una mayor cantidad de actividades y maquinaria generadora de ruidos. Primeramente, los bancos de material que se explotan son de mayores dimensiones, por lo que la circulación de vehículos en capas también tiene actividades que se realizan con maquinaria, como la excavación y carga, pero como tal, estas bancas tienen máquinas subterráneas para retirar el material, actividad que produce ruidos que difunden por el territorio (SEM, 1988-A), además se utilizan explosivos, con lo cual se crean niveles de perturbación considerable.

Este tipo de perturbaciones al medio, lo mismo que la contaminación atmosférica, tienen repercusiones a nivel local y temporal, durante el día, y que producen efectos a largo uso de la respiración y los vehículos. Sus efectos se manifiestan en la migración de los animales hacia otros zonas, como también los papayos dañados por las aves que se cranean, algunas de esas migraciones son las variables por las que los efectos del ruido pueden ser más o menos perjudiciales.

2.4.2. DETERIORO DE LOS RECURSOS BIOTICOS.

La evaluación de estos ruidos resulta más complicada que las anteriores, debido a que no existen estudios de flora y fauna previos a la explotación minera, y se requiere de un largo periodo de tiempo y de estudios para lograr un análisis preciso de las modificaciones que las actividades mineras provocan en estos recursos. Por lo tanto, los resultados obtenidos de las muestreos, son de carácter general y están sacados en comparación de estudios de flora y fauna previos, como el inventario forestal de 1964, las cartas de vegetación y

uso de suelo de INEGI (1986), en las fotografías aéreas escala 1:20 000 y 1:50 000, de 1994 y 1978 respectivamente, así como en las visitas de campo.

a) La Flora.

Nicolás Romero, hasta la década de los años 40, era un municipio predominantemente rural y su entorno se encontraba poco modificado. Las Sierras de Monte Alto y Monte Bajo se hallaban totalmente cubiertas de bosques de coníferas, de encinos y de bosques mixtos, lo que representó durante mucho tiempo la fuente de alimentación y de recursos forestales de los primeros pobladores del municipio y sus alrededores (Anuara, 1997).

Se puede considerar que estos recursos permanecieron preservados solo en la porción sur-suroeste del municipio. Las actividades que más los han afectado son la explotación forestal con fines energéticos, la apertura de carreteras y, sobre todo, el cambio de uso de suelo para fines habitacionales y agrícolas.

De acuerdo a la cartografía existente de la zona y a las fotografías aéreas consultadas, se puede dividir al municipio en tres partes según el tipo de vegetación:

1.- Las áreas medias-altas de las sierras del sur-suroeste. En éstas se concentra una remanida bien conservada de pinos, que inicia desde la curva de nivel de los 2600 mts. y termina en las cumbres más altas.

3.- Las áreas que van desde la parte media de estas sierras (2600 mts.) hasta la zona de leñerios (2400 mts. aprox.), cubiertas por vegetación de encinos con cierto grado de disturbio.

4.- En áreas bajas, cercanas a los centros poblados (menos de 2400 mts. de altitud), en las que se encuentran vestigios de bosque de robles y pastizales inducidos. En esta última se realizan el total de las áreas minadas.

El que las áreas de explotación subterránea estén ubicadas en la zona florísticamente más heterogénea, al parecer, no implica que la actividad minera tenga relación directa con esas alteraciones. Se llega a esta conclusión por dos motivos: primero, en algunas de estas actividades se respeta del uso de métodos y, segundo, no se necesita eliminar la estructura vegetal para iniciar la explotación del banco de material.

En las visitas de campo que se realizaron, se observó que existen restos de vegetación primaria (bosque de encinos) rodeando algunas de las áreas, mientras que otras se encuentran colonizadas por especies arbóreas de disturbio, como el pino y el tepalcán, o tienen gran cantidad de gramíneas machucadas por la fuerte erosión. En decir, no existe un indicador constante del disturbio ocasionado por estas actividades.

En las áreas de influencia de las minas subterráneas que se encuentran a las zonas de vegetación primaria, se observó que el mayor grado de deterioro fue provocado por la apertura de caminos, como lo muestran los cuadros 3 y 5, debido a que se eliminaron algunos elementos arbóreos junto con el resto de la cobertura vegetal, la cual después de 30 años aún no se ha

regenerado. También los terrenos de los alrededores de las bocaminas se encuentran estériles debido a que se eliminó la vegetación que impedía las maniobras de los vehículos de carga y, sobre todo, porque en estas áreas se repartieron los materiales inservibles que cubrían los bancos de arena.

De la comparación de los cuadros 1 y 2 se deduce que las actividades de la minería a cielo abierto alteran de manera significativa el recurso florístico, debido a que se elimina totalmente la cobertura vegetal del suelo a explotarse. Además de que se hace uso de equipos mecánicos y de explosivos, en el caso del material consolidado, lo cual genera residuos sólidos y líquidos que alteran la composición química de los suelos circundantes, retardando así la regeneración de la vegetación.

El cuadro 3 muestra que el impacto de la minería a cielo abierto, además de deteriorar la flora en mayor medida que la minería subterránea, provoca alteraciones que persisten en el paisaje por lapsos de tiempo considerablemente superiores. Sin embargo, la explotación de bancos de arenas y péndulos actualmente está muy limitada a las áreas ya deterioradas, donde sus repercusiones no pueden causar daños tan significativos.

Dentro del municipio de Nicolás Romero, se puede decir en conclusión, que las actividades de la minería subterránea deterioraron la flora de manera poco significativa. Sin embargo, la minería a cielo abierto sí ha tenido repercusiones de importancia, debido a que las minas se localizan en las estribaciones de las masas boscosas: una en el poblado de Progreso Industrial y dos en San Francisco Nagú. Estas minas, además de reducir el área boscosa, están dejando los terrenos

planos y accesibles, con posibilidades de uso habitacional a futuro, por lo que se ve difícil la reestructuración del bosque. Por el contrario, la vegetación de los alrededores también se ve amenazada.

Una empresa particular realizó un estudio climático de los alrededores del pueblo de Progreso Industrial, en 1995, el cual se puede encontrar entre IV y V de los libros de los Almededores a que se encuentran más o menos a la misma altura y en condiciones climáticas y de relieve similares. Con esta investigación se puede tener una referencia de la diversidad florística que se perfiló en las áreas de explotación minera.

Según esta investigación, no existen en el territorio especies vegetales en peligro de extinción, pero sí existen algunas especies de árboles ornamentales, por lo que se debe cuidar las variedades por su alto costo y calidad y la planta a la que se les da presentan características especiales.

ESPECIES ARBÓREAS DE LOS ALMEDEDORES DE PROGRESO INDUSTRIAL	
<ul style="list-style-type: none"> 1. <i>Alseodaphne</i> 2. <i>Alseodaphne</i> 3. <i>Alseodaphne</i> 4. <i>Alseodaphne</i> 5. <i>Alseodaphne</i> 6. <i>Alseodaphne</i> 7. <i>Alseodaphne</i> 8. <i>Alseodaphne</i> 9. <i>Alseodaphne</i> 10. <i>Alseodaphne</i> 11. <i>Alseodaphne</i> 12. <i>Alseodaphne</i> 13. <i>Alseodaphne</i> 14. <i>Alseodaphne</i> 15. <i>Alseodaphne</i> 16. <i>Alseodaphne</i> 17. <i>Alseodaphne</i> 18. <i>Alseodaphne</i> 19. <i>Alseodaphne</i> 20. <i>Alseodaphne</i> 	Yucatán
<ul style="list-style-type: none"> 21. <i>Alseodaphne</i> 22. <i>Alseodaphne</i> 	Yucatán

Elaboración: SEMI, IMA A.

Por la falta de información ya comentada, no se pueden precisar los porcentajes de cobertura vegetal perdidos por causa de la explotación minera, pero sí se puede decir con certeza que se redujo la cobertura vegetal en varios puntos del municipio, resultando afectadas las especies que se citan en el listado anterior.

b) La Fauna.

Los recursos faunísticos del área de estudio han decrecido en proporción directa a la disminución de la cobertura vegetal; en las últimas cinco décadas la actividad minera, junto a otras actividades económicas, han degradado los recursos faunísticos de Nicolás Romero, hasta hacerlos desaparecer en algunos puntos. Al ser removida la cobertura vegetal, el hábitat se ve afectado de manera directa, exponiendo la fauna a todo tipo de peligros, por lo que muchas de las especies migraron hacia zonas alejadas y otras fueron exterminadas, en una gran parte por sus depredadores naturales o por el mismo hombre.

Si la evaluación del deterioro de los recursos faunísticos resulta complicada por la falta de información, la evaluación del deterioro de los recursos faunísticos resulta aun más, debido a la migración natural constante, sobre todo de aves, que se presenta en casi todo el país.

Lo anterior lleva a recordar que los resultados obtenidos de la matriz anterior son muy generales y totalmente cualitativos, ya que no se puede decir cuántas especies y, mucho menos, cuántos individuos fueron eliminados o migraron de las Áreas de

explotación minera. Aclarado lo anterior, se puede pasar al análisis de la matriz.

Dentro del cuadro 3, se tiene que las actividades mineras que afectan a la fauna, son todas las que deterioran a la flora más las actividades que generan ruidos, de hecho estas últimas con las actividades que mayores repercusiones tienen sobre la fauna. Entre ellas tenemos la apertura de cabinas y su mantenimiento, así como el transporte de material.

Las actividades ruidosas afectan a la fauna debido a que obligan a las especies más sensibles a buscar sitios más tranquilos donde vivir, lo cual provoca pérdida de la biodiversidad en las áreas afectadas. Asimismo, estas actividades ruidosas llegan a interrumpir los ciclos reproductivos de los animales que migran, por lo que influye directamente en la disminución de individuos.

En la matriz de identificación del deterioro ambiental provocado por la minería a cielo abierto cuando se le tiene un número mayor de actividades perjudiciales de la fauna. Además de las mencionadas en la explotación subterránea, se tienen actividades como el despalme, la extracción y el almacenamiento de material, actividades que degradan a la flora con sus respectivas repercusiones en la fauna. A éstas se debe sumar que algunos predios se cercan con malla de alambre antes de explotarse, lo que ocasiona a las especies de mayor tamaño la extracción de material que termina por aniquilar a los animales aprisionados sobre la superficie y a los que tienen sus madrigueras en el

subsuelo; el uso de explosivos con las repercusiones ya explicadas y el cribado y triturado de material así como el flujo vehicular que también con actividades generadoras de ruidos muy intensos.

En conclusión, se puede decir que las actividades de la minería a cielo abierto tienen repercusiones mayores sobre la fauna, que las actividades de la minería subterránea. Esto se debe a que las primeras se desarrollan en profundos valles amplios que las segundas, además de que ocupan mayor cantidad de vehículos y herramientas mecánicas, lo cual genera mucho más ruido.

Sin embargo, las dos formas de explotación coinciden en que dan cabida a la introducción de fauna nativa: los socavones y galerías, por su cercanía a las áreas urbanas, son utilizadas por la gente como depósitos de la basura doméstica, ante la escasez de servicio municipal de recolección. Esto se provocó la aparición de fauna nativa, como las ratas, moscas y mosquitos, transmisoras de enfermedades y epidemias, lo cual disminuye el nivel de vida de los habitantes.

La ya mencionada investigación de la empresa particular arrojó el listado faunístico, de los alrededores de Progreso Industrial, que muestra el cuadro 5:

En concordancia con el acuerdo que establece el calendario cinegético correspondiente a la temporada 1993-1994, publicado por SEDESOL, las especies de interés cinegético son:

- a) El Conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*)
- b) Liebre (*Lepus sylvaticus*)
- c) Coyote (*Canis latrans*)
- d) Huijilote (*Canis macrotis*)
- e) Paloma de alas blancas (*Coturnix coturnix*)
- f) Codorniz común (*Coturnix coturnix*)

Al parecer no existen especies de interés comercial, pero sí existen especies raras: *Scolopax grammacus* y *Barisus imbricata*, ambas son lapartijas. De las especies amenazadas sólo está el *Leptonycterus alaudis*, murciélago.

Se puede concluir que, al estar las actividades tan alteradas los recursos faunísticos de otras regiones, han desaparecido también la fauna del municipio en cuestión, siendo las anteriormente citadas las más afectadas.

2.4.3. DETERIORO DE LOS FACTORES AMBIENTALES-CULTURALES

Cuando se habla de los factores ambientales-culturales se está haciendo referencia a las actividades y formas de vida humana que se venían dando puesto que afectadas por la explotación de bancos de agregados petrosos en el municipio de Nicolás Romero.

Dentro de este bloque se van a considerar dos factores básicos: las Áreas de recreo y esparcimiento y la calidad estética del paisaje.

31 Las Áreas de Recreo y Esparcimiento.

El municipio de Nicolás Romero, así como toda la porción noroeste del Estado de México, puede ser considerado como una zona atractiva para la realización de actividades de recreo por el valor escénico de la contrastante topografía que posee, por sus paisajes forestales, por los embalses y ríos que alberga, y porque ofrece las comodidades de la ciudad con la cabecera municipal, con el ambiente de provincias vecinas, por la distancia que guarda con la ciudad de México, ciudad que requiere de un mayor número de zonas de recreo en sus proximidades.

Se han considerado estos factores culturales dentro de la matriz de evaluación de deterioro ambiental porque las áreas de recreo actuales, y las áreas potenciales, de Nicolás Romero, son atractivas para los habitantes de los municipios cercanos del Estado de México y para algunos más de D.F., lo cual le da un potencial turístico que pudiera ser de importancia para la economía municipal.

Las áreas de recreo más afectadas por las actividades mineras, son los embalses, los ríos y las masas forestales; las primeras por la aceleración de procesos de encharcamiento y eutrofización, y las segundas por la eliminación parcial de la cobertura vegetal. Estas alteraciones afectan el desarrollo de actividades como los campamentos y la pesca. Asimismo, la presencia de materiales sólidos en suspensión le resta pureza a las aguas corrientes y a la de los embalses que se utilizan con fines recreativos en la temporada primavera-verano.

De acuerdo con las matrices de evaluación, las actividades de la minería que más afectan estos factores ambientales-culturales son todas aquellas que modifican el relieve terrestre y la cobertura vegetal, así como las que generan residuos sólidos y líquidos. En otras palabras, son la apertura de sitios, la apertura de caminos de acceso a las minas, la tala y limpieza del área que se va a explotar, la operación de la maquinaria y la circulación de vehículos de carga, las operaciones de mantenimiento de las vías de acceso y de la maquinaria, el almacenamiento de material y el uso de explosivos, etc.

b) Calidad Estética del paisaje.

Este factor está ligado de manera muy íntima con los anteriores, por lo que las actividades mencionadas van a ser casi las mismas: todas aquellas acciones que eliminan la cobertura vegetal y que provocan los microclimas áridos, las que modifican la estructura del relieve y los patrones de drenaje, las que generan residuos sólidos, líquidos y gaseosos, etc.

Las alteraciones en la calidad estética del paisaje son mucho más complejas que las demás, por su permanencia mucho tiempo después de cesadas las actividades de extracción y si bien la mayoría son de carácter local, sus repercusiones pueden extenderse a una escala regional si se asocian con acciones de otras actividades degradantes.

Asimismo, este factor se ve alterado de dos maneras: por los daños directos, que son los que se manifiestan durante la realización de las actividades de explotación; y por los daños indirectos, que se presentan después de que se abandona el sitio

explotado y como consecuencia de los primarios. Dentro del primer grupo se encuentran todos los mencionados, y en el segundo, se evidenciarían procesos de involucramiento de embalses y los movimientos de remoción en masa provocados por la inestabilidad de vertientes. Estos daños indirectos suelen tener repercusiones a mayor escala y de importancia superior. La inestabilidad de las pendientes provocada durante la apertura de caminos y la explotación subterránea y a cielo abierto, suele generar procesos de resquebrajo de material, hasta que se alcanza nuevamente la estabilidad. Esto representa una extensión, a largo plazo, de la secuela de las actividades mineras sobre el habitat.

Estos datos son los factores principales que generan el riesgo en varias colonias de Nicolás Romero, por lo cual son analizados con mayor profundidad en el capítulo siguiente.

CAPITULO TRES

EVALUACION Y ZONIFICACION DEL RIESGO

La evaluación del deterioro ambiental provocado por la minería, que se realizó en el capítulo anterior, muestra cómo esta actividad ha contribuido de manera importante al deterioro que existe actualmente en las minas, tanto físicos como abióticos, del municipio de Nariño. Estas alteraciones, además de poseer un alto carácter de funcionalidad al paisaje, se ven reflejadas de manera clara en los tipos de tipo secundario que representan riesgos para la población. Así, se podrían afectar a las actividades mineras, con la aparición de plagas vegetales y/o animales, provocadas por la alteración de los hábitat, o con efectos pluviales ocasionados por la contaminación de los cuerpos de agua que se usan para riego o para uso doméstico. Sin embargo, la estrecha relación que se da entre el deterioro y el riesgo, se nota más claramente en el caso del riesgo por hundimiento de terrenos.

Los hundimientos o colapsos de tierras son asentamientos verticales de material, con poco movimiento horizontal. Estos procesos, en general, tienen efectos geomórficos de escala pequeña y en ocasiones puntuales. Su origen puede ser natural, como los hoyos ciclópicos o los sumideros de las regiones calcáreas, o antrópico, como la extracción y reposición de materiales por explotaciones mineras subterráneas. (Theobaldy, 1960).

En el caso de estudio, la inestabilidad de vertientes provocada por la explotación subterránea, asociada con el poblamiento de

los terrenos minados y con fenómenos como las lluvias o los sismos, están generando hundimientos que pueden llegar a dañar a los habitantes de varias colonias del municipio en cuestión.

La relación deterioro-riesgo, aplicada al caso de estudio, se puede conceptualizar de la siguiente manera:

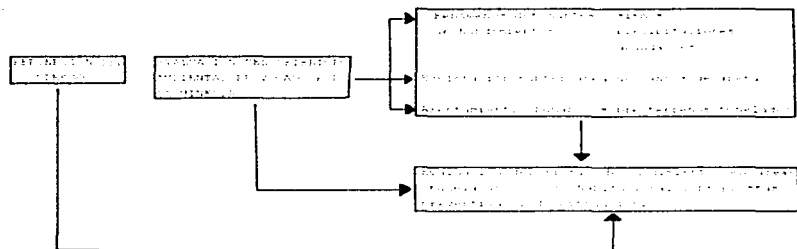


Figura 1. Relación del deterioro y el riesgo.

En el cuadro exterior se muestra que la investigación parte de la percepción de un riesgo relacionado con la minería, lo cual lleva a realizar una evaluación del deterioro ambiental provocado por esta actividad para tener un conocimiento más detallado tanto de las alteraciones de los factores ambientales que originaron directamente el riesgo (inestabilidad de vertientes), como del deterioro de otros factores ambientales que contribuyen indirectamente a la aceleración de los hundimientos, como son la

deforestación de algunas áreas minadas y el deterioro del suelo, entre otros.

La evaluación realizada muestra que dentro de las actividades mineras, el laboreo a cielo abierto ocasiona mayores trastornos en los ecosistemas, sin embargo, es la explotación subterránea la que da origen de manera directa a los hundimientos de terrenos, lo cual se transforma en riesgo al afectar los asentamientos humanos sobre las áreas hundidas. Al riesgo que representa el sobrepeso ejercido por las viviendas sobre los túneles se suman dos factores naturales, los sismos y las precipitaciones abundantes que podrían acelerar el proceso de hundimiento.

Con base en el análisis de estos factores se realizará una evaluación del riesgo y se darán propuestas para minimizarlo.

Una vez que se tiene conocimiento de los daños que originaron los hundimientos, hoy ahora realiza un análisis de los factores que precipitaron que estos hundimientos se transformaran en riesgo: los asentamientos humanos y los fenómenos naturales detonantes, los sismos y las precipitaciones.

3.1 La Vulnerabilidad y el riesgo.

Los fenómenos naturales han alterado, positiva o negativamente, la vida "normal" del hombre desde que éste existe. Diversos fenómenos geodinámicos han sido, y son aprovechados por la sociedad para su beneficio, como las lluvias para cultivar, por ejemplo. Asimismo, existen otros que, asociados con situaciones socioeconómicas propicias, han detonado situaciones catastróficas en varias sociedades y en distintas épocas, entre los más

notorios, por su espectacularidad, se encuentran las erupciones volcánicas, los terremotos y los huracanes.

Esto ha llevado a la sociedad a estudiar detalladamente a la naturaleza, lo que le ha permitido tener un mayor conocimiento de los fenómenos geodinámicos que le rodean y, en ocasiones, un mejor aprovechamiento de los mismos. Sin embargo, y como una contrapartida, los casos de desastres van en aumento, así como el número de personas y bienes afectados.

En la búsqueda de las causas de este incremento en el número de desastres, el pensamiento científico ha retomado el tema y le ha examinado desde distintos puntos de vista. Así, existe una línea de investigación que busca encontrar la solución al problema en las causas de la naturaleza (línea dominante), a través del conocimiento de los fenómenos geodinámicos.

En otra línea de investigación, se busca el desarrollo de obras de ingeniería que permitan disminuir los efectos destructores de los fenómenos.

En estas dos líneas de investigación se han canalizado la mayor parte de los recursos económicos y humanos, y se han obtenido resultados positivos, pero no del todo eficientes, puesto que la recurrencia de los fenómenos geodinámicos siguen causando estragos en las áreas vulnerables donde se presentan.

Hace unos años apareció una línea de investigación (la teoría social emergente) que se dedica a analizar las condiciones socioeconómicas que propician que algunos sectores de la población sean especialmente frágiles ante algunos fenómenos, lo

que desencadena las catástrofes. En otras palabras, en estos estudios se pone énfasis en la vulnerabilidad socioeconómica de las poblaciones que son afectadas por los fenómenos potencialmente destructivos.

De esta manera, los desastres son explicados con base en todo un desarrollo económico, político y social de la región afectada, en combinación con algún fenómeno natural recurrente e anticipable.

De acuerdo con esta teoría, las situaciones de riesgo y de desastre nacen del rompimiento del frágil equilibrio que existe entre una población y los fenómenos geodinámicos característicos de esa zona, lo cual propicia la vulnerabilidad de la población hacia dichos fenómenos.

Tomando como base esta teoría, los hundimientos de viviendas en el municipio de Nicolás Romero, obedecen a causas antrópicas como las siguientes:

a) La explotación predatoria de los recursos naturales del área, lo que trae consigo la subutilización de los recursos y el deterioro ambiental.

b) Procesos migratorios que van de los espacios rurales hacia las zonas urbanas. Estas, sumadas al crecimiento natural de la población urbana crean problemas de insuficiencia de servicios, asentamientos irregulares en áreas poco seguras, falta de fuentes de trabajo para absorber la mano de obra migrante, etc. condiciones que marcan a estos sectores como vulnerables.

c) Falta de seriedad de los gobiernos locales, quienes realizan obras de tipo ingenieril poco eficaces, y después permiten el asentamiento de población en áreas inequívocamente seguras.

d) Falta de atención al desarrollo de procesos socioeconómicos y ambientales en áreas naturalmente peligrosas.

e) Carencia de unidades u organismos técnicamente capacitados para afrontar situaciones de emergencia (Lorenz, 1968).

Como resultado de la interacción de estos factores se han producido una serie de hundimientos de viviendas en los alrededores de Nicolás Romero, y en el mismo municipio, que han representado pérdidas de tipo económico y de las educacionales y laborales de las familias afectadas. La interrupción de vías y medios de transporte, han sido otros.

3.1.1 Antecedentes de Hundimientos en los alrededores de Nicolás Romero.

Antes de analizar los hallazgos del movimiento demográfico de HUDA, conviene recordar algunos antecedentes relacionados con el riesgo, que han sido ya señalados en breve inventario de los hundimientos ocurridos en los alrededores de la zona de estudio.

El problema de los hundimientos que se ha observado sobre áreas minadas no es un fenómeno nuevo del municipio de Nicolás Romero. Según la Dirección General de Protección Civil (El Universal, Octubre 25 de 1961), existen por lo menos otros cinco municipios conurbados a la zona metropolitana de la Ciudad de México, en los que se abrieron minas subterráneas para extraer materiales de

construcción, como arena y tepetate. Estos municipios son Huixquilucan, Tlalnepantla, Naucalpan, Cuautitlan, Izcaili y Atizapán de Zaragoza.

Este problema es complicado porque las autoridades municipales actuales desconocen la ubicación de las áreas afectadas y porque la mancha urbana las va ocultando al expandirse, lo cual dificulta su detección. Por ello se les va localizando, en la mayoría de los casos, a través de los colapsos de tierra que se presentan o a través de las grietas y hundimientos de las paredes y las bardas de las viviendas.

Dentro del Estado de México, se han presentado hundimientos de tierras que han puesto en situación de alerta a varias localidades. Los municipios más afectados son Atizapán de Zaragoza y Nicolás Romero. En el primero se han presentado los casos más graves.

Atizapán de Zaragoza colinda con Nicolás Romero en su parte noroeste, y es precisamente en esta porción donde se han presentado la mayoría de los casos de hundimientos. Las colonias afectadas son Lomas Lindas, La Higuera y Tierra de Enmedio, donde se han evacuado por lo menos 400 familias, por utilizarse sus predios en zonas de alto riesgo.

En la colonia Tierra de Enmedio, la población fue evacuada de una forma total y definitiva, a principios de la presente década, debido a que los raneles se encuentran apenas a unos metros bajo las construcciones. Mientras que en La Higuera y Lomas Lindas la evacuación fué parcial y provisional.

Por la magnitud de los daños y por la cercanía a la zona de estudio (menor de 5 km.), se decidió realizar una breve reseña de los hundimientos en esta última colonia.

Leona Vicario es una colonia que se fraccionó en 1975 por la compañía INKIBUSA. Dos años después de esto se dio el primer hundimiento, sobre la calle de Mar Rojo, el cual afectó a dos viviendas adyacentes. Sin embargo, tanto las autoridades municipales como la constructora hicieron casi nada, más allá de apuntalar y sólo se pagaron los daños de las casas afectadas (El Universal, 1 de abril de 1981).

En el año de 1981 se presentó un nuevo hundimiento sobre la misma calle de Mar Rojo, por lo que el municipio decidió hacer una inspección. La línea después de ésta se llegó a la conclusión de que los hundimientos, aún leves, "eran provocados por la mala calidad del "relleno del terreno" (Grimaldo Pina, com. pers.).

En 1981 los trabajos se extendieron por la calle Mar Rojo hasta la calle Mar Rojo, lo que afectó sólo el pavimento de las calles. Sin embargo la amplitud de los hundimientos obligó a las autoridades municipales a realizar una investigación más profunda del área, por lo que en abril del mismo año convocaron a un grupo de geólogos, los cuales determinaron que la zona estaba minada, pero no era peligrosa.

La noche del 10 de marzo de 1980 se registró el cuarto derrumbe, sobre la calle Golfo de Finlandia. En éste se hundió un bloque de siete departamentos del patio de una casa, además de otros hundimientos menores y cuarteaduras de otras ocho casas en una amplia zona de las manzanas. El colapso coincidió con un periodo

lluvioso intenso que se combinó con la ruptura de un tubo de drenaje sanitario, lo cual sobresaturó de agua los soportes de la mina y propició el movimiento de tierra. Esto motivó que se realizara una investigación seria del lugar, la cual arrojó datos más realistas: "las venas de las minas de arena atraviesan principalmente por Golfo Arribo, Golfo de California y Mar Rojo.... los tiros de estas minas que atraviesan el cerro de Lomas Lindas tienen profundidades que van desde los 20 metros y con una longitud de dos a cuatro kilómetros, en los cuales caben dos camiones materialistas al mismo tiempo" (El Universal, 1 de abril de 1968).

Como consecuencia de estos movimientos, setenta y dos casas fueron desalojadas de manera voluntaria por sus habitantes, para restarle peso a los techos de las galerías, además de que se desvió el tráfico de la zona para evitar cualquier vibración en el subsuelo que pudiera generar nuevos desprendimientos.

A pesar de esto, las medidas que se desarrollaron para rehabilitar las áreas sinadas se tomaron hasta después del quinto y último colapso de tierras. Este se presentó en la noche del 7 de octubre de 1992, "tras una lluvia muy intensa que reblandeció la mina que se ubica bajo la cerrada de Mar Rojo. Sobre la superficie de esta había alrededor de 30 toneladas de tierra, que el Ayuntamiento de Atizapán de Zaragoza había llevado al lugar para rehabilitar la calle, y este peso fue finalmente el que provocó el vencimiento del techo del túnel donde, por cierto, se coló toda esta tierra convertida en lodo, ocasionando lesiones a dos personas". (G.P. comunicación personal)

Un nuevo deslave de tierra se registró la madrugada del 12 de octubre del mismo año que, en combinación con el movimiento anterior, reblandeció la estructura de por lo menos trece viviendas de las cuales dos quedaron en situación crítica.

Otros daños ocasionados por el percance fueron: deterioro de postes de luz, rotura de cables y de una escuela, lesiones de tres personas, desvío del tránsito vehicular, y una serie de inconformidades de las 31 familias que tuvieron que ser evacuadas como medida preventiva. (El Universal, 13 octubre de 1993)

Las constantes demandas de los colonos presionaron a las autoridades municipales a emprender una serie de medidas definitivas para rehabilitar esa zona sísmica. Ello proyectó ser así por terminarse el ciclo de un año de trabajo constante y tuvo un costo aproximado de 4000 millones de viejos pesos.

Esto parece alejar la posibilidad de un nuevo colapso en el poblado de Lomas Lindas. Sin embargo, "las zonas minadas que se han detectado en Atizapán de Zaragoza afectan a un total de 51 colonias de las 240 que componen el municipio, es decir una cuarta parte" (Grimaldo Piña, com. pers.), por lo que el riesgo de hundimiento de tierras en zonas habitadas sigue latente dentro de ese municipio.

Algo muy similar, aunque a menor escala, ocurrió en el Municipio de Nicolás Romero, donde se vienen presentando hundimientos desde la década de los 70, afortunadamente la gran mayoría han sido en terrenos no colonizados, por lo que no se tiene registro de personas o bienes afectados, hasta la década de los 90.

A partir de julio de 1993 los colapsos de tierra empezaron a involucrar algunas viviendas de las calles Marte y Nogales de las colonias Francisco Sarabia y Guadalupe, respectivamente, en la localidad de La Colmena, en las que además de las casas afectadas, se dañaron postes de energía eléctrica y algunas calles. El área más afectada ha sido la que comprende a la colonia Francisco Sarabia, en esta se han presentados por lo menos dos hundimientos que han afectado a 30 personas aproximadamente.

El recién creado Programa de Protección Civil del municipio (Cerritos en 1993) ha tomado participación de manera activa en la rehabilitación de estos terrenos. A partir del primer hundimiento en el año urbano se contrató a un grupo de ingenieros geólogos de la empresa ICA, que se encargó de analizar las condiciones en las que se encuentran las galerías.

Los resultados de los estudios realizados no fueron del todo satisfactorios, ya que no se determinó la extensión de los túneles, y por lo tanto se hizo una evaluación parcial de las condiciones de las galerías y del riesgo que corren las personas que viven sobre esos terrenos.

Sin embargo, con los resultados obtenidos se determinaron una serie de medidas que, oportunamente, rehabilitan esos terrenos. Las medidas tomadas fueron:

- a) Colocar con costales de tierra la entrada de la mina.
- b) Entrar sobre la mina una plancha de concreto.

Esto puede llegar a proteger las construcciones que se localizan justo por encima de esta parte del túnel, pero el resto de las casas de esa colonia, la Campestre Liberación, siguen en peligro.

Otros casos de hundimientos se han dado en la colonia Francisco I. Madero, sin consecuencias mayores ya que se presentaron en áreas dehabilitadas y solo afectaron una terracería que corre hacia el sur, al poblado Las Lavanderas.

En el límite municipal con Atlixpán de Zaragoza, cerca de la zona residencial Condado de Sayavetra, también se han hundido áreas forestales sin consecuencias mayores.

Sin embargo, las áreas minadas que se han afectado, son apenas una parte de las que pueden existir tanto en la zona urbana que han pasado por alto por las autoridades municipales y que no se detectaron durante la realización de este trabajo.

3.1.2 Crecimiento demográfico y asentamientos irregulares sobre áreas minadas.

De manera casi general, se puede decir que las situaciones de riesgo se dan en forma de un proceso largo de desestabilización social, que deja algunas poblaciones vulnerables a ciertos fenómenos naturales o antropicos.

El riesgo de hundimiento de tierras habitadas en Nicolás Romero no es la excepción. Este riesgo nace de la crisis económica que vive el país desde hace varias décadas y que le ha llevado a adoptar medidas, a veces poco eficientes, para tratar de hacerle frente a dicha crisis.

Una de esas medidas ha sido la industrialización acelerada que se viene dando desde 1940 en los centros urbanos de nuestro país, y que se manifiesta de manera más notoria en los años 70, con la que se busca crear nuevas fuentes de trabajo en las urbes y en puntos específicos donde se implantan enclaves industriales.

Esta estrategia económica viene a desestabilizar al país, debido a que es menor el apoyo que se da a los enclaves industriales que al campo rural, por lo que se provocan una serie de movimientos migratorios del campo a la ciudad que se manifiestan en casi todo el territorio nacional, siendo más acentuado en las grandes metrópolis industriales: la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla y algunos municipios conurbados a la zona metropolitana de la Ciudad de México.

La Ciudad de México fue, sin duda, el principal polo de atracción de los flujos migratorios, esto ocasionó que en un lapso menor a 20 años se sobrecargarán las especies reservadas a su expansión urbana, por lo que la gente inmigrante comenzó a buscar nuevos espacios donde habitar, en los cuales buscan dos características básicas:

- 1) que estuvieran cerca de los centros de trabajo
- 2) que estuvieran dentro de sus posibilidades económicas.

Estas características las encuentran en los terrenos de los municipios cercanos de la Ciudad de México, por lo cual varios de éstos empezaron a recibir cantidades importantes de inmigrantes.

Uno de esos municipios es Nicolás Romero, cuya población inmigrante se ha incrementado paralelamente a la población total, hasta constituir una tercera parte de la misma ciudad. Su origen era la explotación del centro del país, vinculando al Distrito Federal.

**INCREMENTO DE LA POBLACIÓN NO NATIVA DE NICOLÁS ROMERO
DESDE 1930 HASTA 1990**

	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990
POBLACIÓN	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000	35,000	40,000
POBLACIÓN NATIVA	---	---	---	---	---	---	---
POBLACIÓN NO NATIVA	---	---	---	---	---	---	---

Declaración de la Secretaría de Estado de México, D.F., 1990, p. 10.

Este crecimiento demográfico, que se debe a la teoría de partir de la década del 30, convergen sobre las principales localidades del municipio y en combinación con el crecimiento natural de la población urbana nativa, elevan considerablemente el número de habitantes de Nicolás Romero. Esto trae consigo una serie de problemas principalmente la rebasa la oferta de vivienda por lo que empieza a aparecer la construcción improvisada de casas habitación que se van a levantar en la periferia de la zona urbana, donde no existe ninguna infraestructura. Con ello se inicia un déficit de servicios que se manifiesta de manera más rotunda en la década del 80. Entonces el 40% de la población

carecía de agua potable y el 26% de energía eléctrica, además de que sólo el 60% del área urbana contaba con alumbrado público. A estos problemas se sumó la falta de vialidad y la pavimentación de calles, lo que convirtió en críticas las comunicaciones intermunicipales, ya que el 60% de la población debía trasladarse a otros municipios a trabajar, comprar o obtener servicios de educación y salud. (Ayto. Municipal de Nicolás Romero, 1967).

INCREMENTO DE LA POBLACION INMIGRANTE EN NICOLAS ROMERO

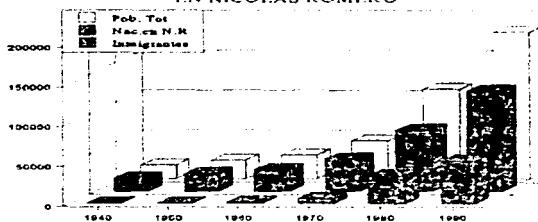


Fig. 3. Incremento de la población inmigrante en Nicolás Romero.

Para la década del 90, el XI censo general de Población y Vivienda registra mejoras en el sector residencial: el 82.9% de las viviendas cuentan con agua entubada, el 90% con energía eléctrica y el 71.5% tiene drenaje sanitario. Asimismo, el número de calles pavimentadas aumentó sensiblemente y las vialidades primarias han

sido mejoradas, lo cual hace un poco más eficientes las comunicaciones terrestres de Nicolás Romero con los municipios vecinos.

Esto hace esperar una mejoría en los niveles de vida de los habitantes del municipio, sin embargo esto no es del todo cierto.

Los servicios antes mencionados son representativos de la mancha urbana que alcanza a más de dos terceras partes de la población: la cabecera municipal, así como de algunos predios de importancia por su tamaño, como el sector Industrial.

El resto del municipio, se compone por áreas rurales con población dispersa, así como por los asentamientos espontáneos en cuertón, que son especies no incluidos en la cobertura de los servicios antes señalados.

Esta apreciación histórica, muestra cómo un proceso económico-político-social puede repercutir de manera negativa en los sectores pobres de la población.

En el caso de Nicolás Romero, se conjugan dos factores en la generación de poblados poco seguros: la presencia de los terrenos minados que se distribuyen en el área urbana y en la periferia de la misma, y la pobreza de la gente inmigrante, que es el resultado de la crisis que experimenta el país desde hace ya varios años y que ha propiciado un deterioro gradual y continuo de la calidad de vida de enormes masas de población a nivel nacional.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

La falta de opciones dentro del mercado de tierras ha llevado a la población migrante a centrar su atención en los terrenos situados en zonas inundables y en los terrenos minados, sitios que van siendo ocupados algunas veces de manera legal, otras de forma ilegal, y que generan la aparición de núcleos de población extremadamente pobres, a manera de ciudades perdidas, sobre áreas poco seguras.

El riesgo inminente en el que se encuentran los poblados que se ubican en terrenos minados, está condicionado por un factor interno, es decir, la vulnerabilidad social que presentan, y por un factor externo que es la amenaza natural, de la cual se hablará en el siguiente apartado.

3.1.3. El Riesgo y los Fenómenos Detonantes.

Muchas de las grandes catástrofes registradas en la historia de México y del mundo están vinculadas con fenómenos geodinámicos de carácter extraordinario, por lo que se relaciona, de manera popular, a los fenómenos naturales con los desastres. Sin embargo, estos fenómenos no son peligrosos por sí solos. En general son procesos naturales que participan en la evolución del modelado de la superficie terrestre y con los que convivimos de manera habitual. Ejemplos de ellos son la lluvia, el viento, la gravedad o la luz solar. Estos sólo adquieren peligrosidad cuando el hombre levanta poblados vulnerables en sus áreas de acción, como las zonas habitacionales en áreas inundables, en la cercanía de volcanes activos o en terrenos fallados.

De esto se deduce que el riesgo es una situación que está condicionada por dos factores, uno interno y el otro externo. El

interno es la vulnerabilidad de la sociedad hacia ciertos fenómenos naturales o antrópicos, mientras que el factor externo está representado por el fenómeno amenazante (COIPEVER, 1994).

Dentro del grupo de los fenómenos naturales, se pueden señalar a tres de ellos como los detonadores de las más grandes catástrofes: los terremotos, las erupciones volcánicas y las inundaciones.

Para el caso de estudio, el factor externo del riesgo, o amenaza, lo representan dos de estos tres fenómenos geodinámicos: los sísmos y las lluvias intensas.

a. Fenómenos Sísmicos.

Hasta mediados del siglo pasado se tenía la creencia popular de que la Tierra era un sinónimo de estática perpetua, donde las montañas y los valles conservaban sus dimensiones por siempre. Sin embargo, la Tierra no ha dejado de moverse, y continuamente se están formando nuevas montañas y desgastándose las ya existentes.

Los movimientos que modifican la superficie de la Tierra de manera más visible y espectacular, son los procesos geodinámicos endógenos (de origen interno), debido a que liberan cantidades mayores de energía que se manifiestan en la generación de nuevas estructuras del relieve, fenómenos magnéticos o sísmicos.

Por la violencia con que se presentan estos fenómenos y, muchas veces, la sorpresa de su aparición suelen representar serios riesgos al desarrollo de algunos asentamientos humanos.

Los fenómenos sísmicos se generan con el movimiento de una placa contra otra, lo cual produce compresiones y tensiones que son liberadas en forma de vibraciones ondulatorias violentas que se propagan en forma horizontal e vertical y hacen el movimiento a las partículas que forman la corteza terrestre (Espindola, 1980).

Estas ondas producen un efecto similar al de las olas del mar: mueven todo lo que hay sobre la superficie de la tierra, por lo que las cosas que se encuentran instaladas tienden a perder la verticalidad. Entre ellas tenemos construcciones artificiales de todo tipo, árboles, puentes de cables y autopistas, etc. Estos efectos que pueden producir los sismos son los maremotos y los movimientos de remoción en masa.

Cuando se presentan en áreas habitadas, con magnitudes mayores a cinco grados en la escala de Richter, suelen ocasionar pérdidas significativas tanto materiales como humanas. Esto lo confirma el registro que se tiene de los sismos y sus estragos en México y el mundo.

Por las condiciones del sustrato del Municipio de Nicolás Romero y por la peligrosidad geológica, los sismos no representan una amenaza seria para los habitantes. De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México, (SEM, 1979), el municipio se localiza en una región sísmica de riesgo medio, afectado por los movimientos tectónicos que se generan en el mismo Estado de México y en las costas.

En el Estado de México, la actividad sísmica se genera por 5 sistemas de fallas principales, tres de ellas atraviesan al

Estado con rumbo este-oeste y dos grandes fallas orientadas de noreste a suroeste. Las primeras tres se conocen como fracturamientos Zapopan-Amambay-Omorochacan, Jacotitlán-Malinche y Nevado de Toluca-Papanatácul. Las últimas dos son Nevado-Pachuca y Huinquiluzán. A estas se pueden agregar las innumerables fracturas de carácter local que existen dentro del municipio.

A pesar de ello, son pocas las sísmos de consideración generados en los alrededores de Nicolás Romero y del Estado de México, como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

**SISMOS DE IMPORTANCIA GENERADOS EN EL
ESTADO DE MEXICO DE 1882 A 1994**

FECHA	INTENSIDAD	EFECTOS	NOTICIA
19-01-1882	3.0		L.P.-Fuerza
19-02-1882	3.0		Est. Mex.
22-02-1882	3.0		Mancha de Juchitán
17-02-1882	3.0		
11-02-1882	3.0		
20-02-1882	3.0		
09-02-1882	3.0		Alfredo López de H. Romero.
07-02-1882	3.0		
07-02-1882	3.0		

Centro de Estudios Científicos, Sísmicos y Volcánicos, Instituto de Geología, UNAM.

Son varias las localidades del Estado de México que pueden verse afectadas por los movimientos telúricos generados en las fallas cercanas, entre ellas está Nicolás Romero, sin embargo la peligrosidad de estas es mínima, por la baja intensidad y frecuencia con que se presentan.

Es importante señalar que la mayoría de los macrosismos (sismos que rebasan los 4 grados en la escala de Richter) que se han percibido en Nicolás Romero, tienen su origen fuera del área de estudio y del Estado de México. Estos macrosismos representan una amenaza constante y latente para las ciudades costeras y para varias de las grandes ciudades centrales, como la Ciudad de México.

Sin embargo, como ya es bien sabido, las ondas sísmicas no afectan por igual a los terrenos donde se perciben: tienen mayores repercusiones sobre los terrenos suaves debido a que el movimiento de las partículas que lo componen es de mayor amplitud que el de un terreno duro, puesto que se requiere más energía en este último para producir el mismo desplazamiento. Es decir, los terrenos suaves amplifican la vibración de las partículas y provocan mayores daños a la infraestructura asentada sobre ellas (Espínola, 1990). Es por ello que el sismo del 19 de septiembre de 1985 afectó más al zona centro de la Ciudad de México, cuyo subsuelo está formado por arcillas y otros materiales suaves, que los asentamientos de los barrios que la circundan, cuyos terrenos son más sólidos.

Se debe anotar, también, que no se necesita de un sismo mayor de 7 grados Richter para causar estragos en un poblado; bastará con que éste se encuentre muy cerca del lugar donde se libera la energía del sismo (epicentro) para permitir daños. Tal es el caso de la Ciudad de Managua que fué prácticamente destruida por un terremoto de 6.2 grados Richter, el 23 de diciembre de 1972, con epicentro precisamente en esa ciudad.

Es por esto que se consideran importantes, para este trabajo, tanto los sismos que se generan en las costas, como los que se puedan generar en las fallas y fracturas existentes en el municipio y en el Estado de México.

El subsuelo de Nicolás Romero no representa ningún peligro, en caso de sismo, para la infraestructura que sobre este se asienta. De acuerdo a las cartas geológicas (S.P.F 1970), de manera casi homogénea, este se encuentra compuesto por tobos y areniscas, materiales volcánicos que le dan la suficiente solidez al terreno como para soportar edificaciones considerablemente pesadas. Lo que hace vulnerables a los sismos a varias colonias del municipio es la presencia de terrenos minados: los túneles provocan que el terreno pierda firmeza y estabilidad, y corra el riesgo de colapsarse en caso de un fenómeno sísmico, por la presión de los asentamientos humanos, que muchas veces es mayor al peso que pudiera soportar el terreno en esas condiciones.

A pesar de esas condiciones, y de que se presentan los macrocismos (sismos de 4 o más grados en la escala de Richter) con frecuencia aproximada de uno cada dos o tres años, no se han registrado colapsos de terrenos minados en Nicolás Romero, ni en el municipio vecino de Atinapu de Zaragoza, por acción directa de los sismos. (Germelindo Pina, com. pers.).

Los daños más frecuentes provocados por los fenómenos sísmicos son la ruptura de tuberías de drenaje sanitario y de agua potable, debido a que estas se extienden de manera subterránea y sufren la presión directa del movimiento del suelo. Este es el principal peligro para las colonias minadas, debido a que las fugas de agua

y las precipitaciones pluviales abundantes han sido las causantes de la mayoría de los colapsos de tierras minadas de esta área.

Se puede concluir entonces que las altas condiciones por la actividad sísmica pueden aumentar la peligrosidad de las precipitaciones intensas, debido a que participaría directamente en el saturamiento de agua de los terrenos minados, lo cual provoca la pérdida de estabilidad. Asimismo, la presencia de un macroclima en términos con estas condiciones puede llegar a provocar el colapso.

b) Fenómenos Hidrometeorológicos.

Hablar de fenómenos hidrometeorológicos es hablar de una serie de fenómenos atmosféricos asociados a la presencia o ausencia de precipitación pluvial es, entre los que pueden llegar a los ciclones, inundaciones, nevadas, granizadas, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, sequías, tormentas eléctricas e inversiones térmicas (SERNAGEL, 1993).

De estos, y para el caso de estudio, solo interesa analizar uno: las lluvias intensas, que representan las principales amenazas para los habitantes de las colonias minadas del municipio en cuestión.

Las lluvias torrenciales afectan directamente al sector cuando este hace uso de terrenos inundables, sin desarrollar medidas preventivas. Además de estos impactos directos, las precipitaciones pluviales sucesivas provocan otros daños a los que podrían llamar secundarios, que son los derrumbes de casas habitadas y otras obras de infraestructura, por el

reblandecimiento de las mismas o del subsuelo donde yacen; y la detonación de movimientos de resaca en masa: deslizamientos de tierras, derrumbes de porciones de tierras y hundimientos. Todos ellos propiciados por las condiciones climatológicas y geológicas del subsuelo y aceleradas por las tumbas gravitacionales.

Los hundimientos de tierras son un fenómeno que se viene presentando con cierta frecuencia en los terrenos aludados del Estado de México, a partir de la década de los 30. El caso más conocido es el ya mencionado de la zona gravitacional de Lomas Lindas, donde varios procesos de terreno se colapsaron debido a que se saturaron de agua. Este saturamiento se dio por lluvias intensas o por rupturas en la red de drenaje sanitario y del agua potable. El exceso de agua multiplicó el peso de la tierra, que sumado al que tenía en la superficie (edificadas), provocó la compactación de las áreas hundidas.

Por la relación que existe entre el saturamiento del suelo por agua y los hundimientos, en Nicolás Romero las lluvias intensas pueden representar un riesgo para las colonias minadas, debido a que suelen alcanzar los 50 y hasta los 70 milímetros de precipitación pluvial en 24 horas.

Estas precipitaciones abundantes se deben a la altura que tiene el municipio (2400 msnm. en promedio), y a las corrientes húmedas, sobre todo del Golfo de México, que penetran y chocan con la Sierra de Monte Alto, transformando al municipio en una de las regiones más lluviosas de la Cuenca de México, con una precipitación pluvial anual de 1400 milímetros (Ayto. Mpal. 1967).

Sin embargo, el clima del municipio no es uniforme, debido a los contrastes geográficos que van desde la zona de planicies y lomeríos de la porción este, donde se asienta la mancha urbana, hasta las elevaciones de considerable altura del sureste: Cerro Frio y Los Potrerillos (3600 metros), y Cerro de la Cruz (3620 metros).

El tipo de clima predominante es el templado subhúmedo con fórmula climática C (w), el cual se puede dividir de acuerdo al grado de humedad en tres subtipos: C (w0) (w) el menos húmedo, que cubre la zona este del municipio; C (w1) (w), localizado en la porción centro-este, donde se encuentra la cabecera municipal; y C (w2) (w) el más húmedo, que abarca la mayor parte del municipio: toda la zona que va del centro hasta los límites del oeste.

ESTADÍSTICA DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
A	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
H	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
C	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1

Origen: INEGI, Censos de Población y Vivienda, 1961 y 1970.

ESTACION VICENTE GUERRERO (CLAVE 15614)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
A	2	2.6	3.1	4.1	1.6	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	11.9
B	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	12.1
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11

Cuadro 12. Clima C (w), W, B, S, A, H, T, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z.

ESTACION SANTA MARIA DE GUASIMA (CLAVE 15615)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	12.7
B	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	12.4
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

Cuadro 13. Clima C (w), W, B, S, A, H, T, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z.

Porcentaje:

A= Número de días con lluvia.

B= Precipitación mensual.

C= Número de días con lluvia media superior a 5 mm en 24 hrs.

Fuente: Observatorio Meteorológico Nacional.

Las colonias minúsculas se distribuyen a lo largo de la cabecera municipal, y preferentemente en los alrededores de la porción este de la misma, por lo que podemos considerar que se encuentran entre el subtipo de clima intermedio, C (wl) (w), y el más seco, C (w) (w). Es decir, se ubican en el territorio menos peligroso, en cuanto a la precipitación pluvial se refiere. Esto no significa que se encuentren fuera de peligro. De acuerdo con los cuadros 12 y 13, en esta área se han rebasado los 50 mm. de

precipitación en un lapso de 24 horas, en 19 ocasiones, de las cuales 10 veces se han rebasado los 60mm. y tres veces los 70. Lo que hace más peligrosas estas precipitaciones abundantes es que se presentan, en un 50% aproximadamente, en los meses de agosto y septiembre, cuando la tierra está bien humedecida por las lluvias de los meses anteriores, lo cual facilita que se sature y pierda estabilidad.

Sin embargo, son varios los factores que influyen para que las lluvias intensas y las siembras puedan convertirse en amenazas para la población, por lo que los terrenos minados del municipio, estos factores son los que se toman en cuenta para la evaluación del riesgo, pero se realiza posteriormente.

3.2 Localización del Riesgo.

Para elaborar la zonificación del riesgo, se eligió la metodología cartográfica, que consiste en plasmar los principales factores que determinan la situación de riesgo en mapas analíticos, para después elaborar una sobreposición que de por resultado un mapa sintético, que integre la información de los mapas anteriores y delimite las áreas de riesgo (Palacio, 1995).

Los mapas analíticos, por lo tanto, son los que contienen información específica, y se elaboró uno por cada factor involucrado en la determinación del riesgo, por lo que se tiene un mapa de precipitaciones pluviales, uno de sismicidad, uno de asentamientos humanos y uno de terrenos minados.

La zonificación por precipitaciones pluviales se elaboró atendiendo a la información obtenida de las estaciones

meteorológicas antes mencionadas: Santa María Magdalena Cahuacán y Vicente Guerrero, del municipio de Nicolás Romero, además de la estación Preca de Guadalupe de Cuautitlán Izcalli, que por su cercanía al área de estudio se considera representativa de la porción del municipio que queda al este de la cabecera municipal. Con esta información se determinó que el municipio quedaba dividido en tres zonas, una con altas precipitaciones, una con precipitaciones medias y una con precipitaciones moderadas (mapa 4). Para trazar las líneas divisorias, se recurrió al método de interpolación de isoyetas. Asimismo, se realizaron observaciones de los cambios en el tipo de vegetación. Con esto se determinó a la curva de nivel de los 2500m. para delimitar la zona más seca con valor 1, y a la curva de nivel de los 1500 m. para delimitar las áreas de precipitación media y alta, con valores de 2 y 3 respectivamente en el mapa analítico.

La división física se elaboró atendiendo únicamente a la morfología del relieve; se determinó a la zona de lomeríos como una región de intensidad media, con valor 2, y a la zona de la sierra como una región de intensidad baja, con valor 1 (mapa 5). Esto debido a la diferencia que existe en la firmeza de los materiales que componen a cada una; la sierra está compuesta de materiales compactos, mientras los lomeríos son una mezcla de sedimentos, cenizas volcánicas y rocas.

Para elaborar el mapa de asentamientos humanos, se tomaron en consideración los siguientes parámetros: la densidad poblacional, la calidad de las construcciones y la concentración de las vías de comunicación. Con base en esto se determinaron zonas con valor 3, que tienen concentraciones altas de vías de comunicaciones y de población, además de contar con las edificaciones de mayor

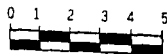
MUNICIPIO DE NICOLÁS ROMERO, EDO. DE MÉXICO

ZONIFICACION POR PRECIPITACIONES

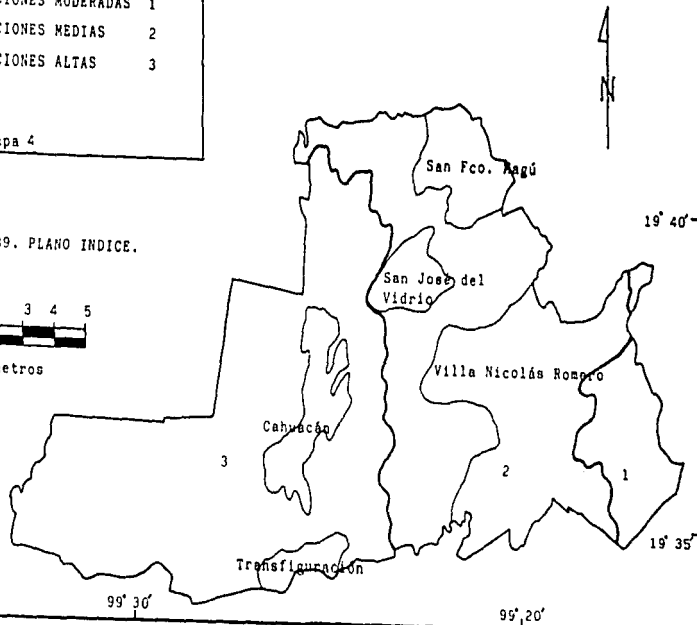
- PRECIPITACIONES MODERADAS 1
- PRECIPITACIONES MEDIAS 2
- PRECIPITACIONES ALTAS 3

Mapa 4

Base: GEM, 1989. PLANO INDICE.



Kilómetros



MUNICIPIO DE NICOLAS ROMERO, EDO. DE MEXICO

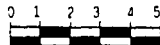
ZONIFICACION SISMICA

Intensidad baja 1

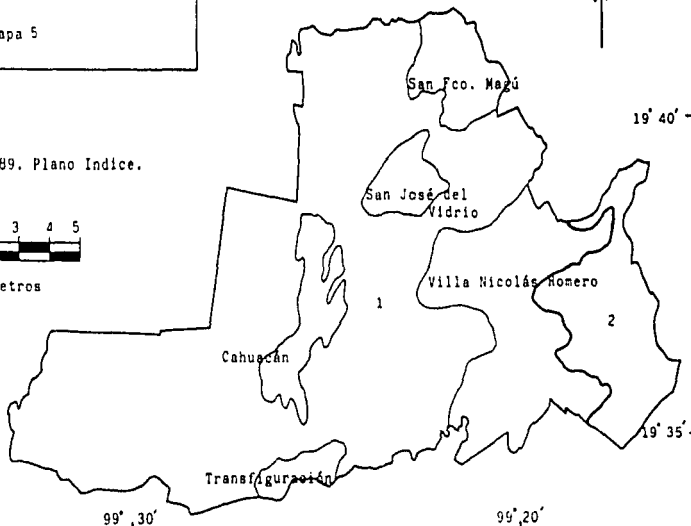
Intensidad media 2

Mapa 5

Base: GEM, 1989. Plano Indice.



Kilómetros



calidad; zonas con valor 2, en las que los factores en cuestión tienen valores medios; y áreas con valor 1, cuyas edificaciones son de tipo rústico, tienen una densidad poblacional baja y cuentan con sólo una vía de comunicación primaria (mapa 6).

El mapa analítico de terrenos minados se elaboró atendiendo la distribución espacial de las minas y sólo se encuentra dividido en dos partes, una zona con terrenos minados y otra donde no se comprobó la existencia de minas subterráneas. A la primera zona se le dio el valor 1 por ser el factor de mayor peso en la generación del riesgo, y a la segunda el valor cero debido a que no existe riesgo al no existir tándes (mapa 7).

La sobreposición de los mapas de peligrosidad (sísmicidad y precipitaciones) y vulnerabilidad (áreas minadas e infraestructura humana), originó una clasificación muy general de los riesgos por colapsos de tierras minadas en el municipio, en la que se distinguen tres rangos:

R I E S G O

Rango	Valores
Alto	3 y 4
Medio	1 y 2
Bajo	5 y 6

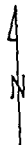
Los valores más altos, se localizan al interior de la cabecera municipal, cubriendo parte de las localidades La Colmena, Barrón, San Ildefonso y Nicolás Romero (cabecera municipal). Los valores

ZONIFICACION POR INFRAESTRUCTURA
HUMANA

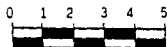
Uso no habitacional	0
Asentamientos rurales	1
Asentamientos periféricos	2
Núcleo urbano	3

Mapa 6

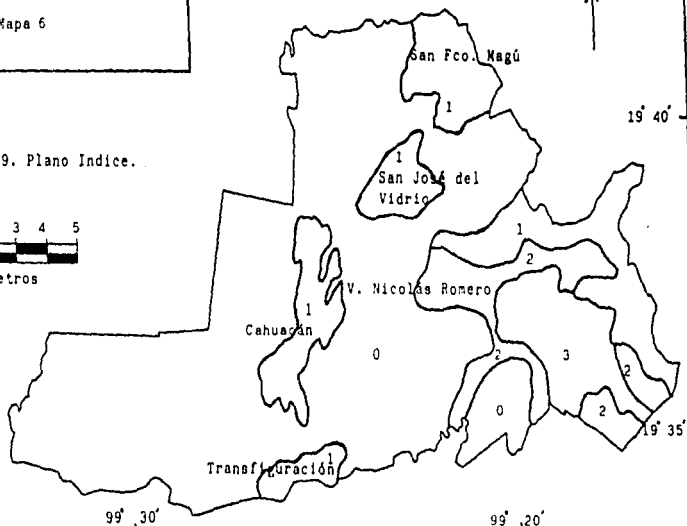
MUNICIPIO DE NICOLAS ROMERO, EDO. DE MEXICO



Base: GEM, 1989. Plano Indice.



Kilómetros



AREAS CON TERRENOS MINADOS

Areas sin minas 0

Areas minadas 2

Mapa 7

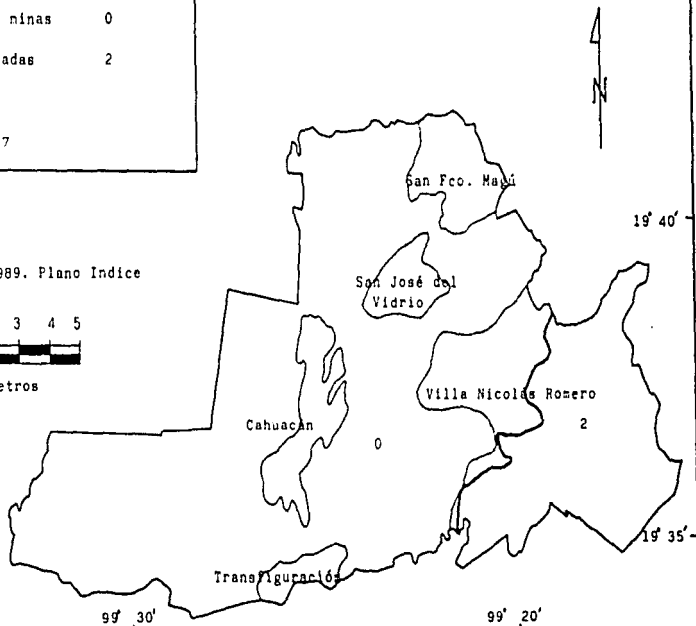
MUNICIPIO DE NICOLAS ROMERO, EDO. DE MEXICO

Base: GEN, 1989. Plano Indice

0 1 2 3 4 5



Kilómetros



medios se encuentran en los alrededores de esta primera zona; y los valores bajos cubren la mayor parte del municipio, iniciando en el poblado de Progreso Industrial y hasta los límites municipales del noroeste-suroeste (mapa 8).

A partir de la primera zonificación se elabora un nuevo mapa en el cual se muestran de manera más simple los resultados obtenidos. Este segundo mapa sintético ilustra de manera más global las áreas riesgosas, debido a que en este caso se toman en cuenta los rangos, sin atender los valores obtenidos en la jerarquización (mapa 9).

La expresión cartográfica obtenida, resultado de las regionalizaciones cuantificadas parciales, establece una diferenciación espacial aproximada del riesgo, en la cual se delimitan las áreas del municipio que tienen condiciones naturales y sociales similares, sin establecer diferenciaciones específicas de vulnerabilidad. Es decir, en esta escala de análisis aún se busca determinar los rangos de riesgo que existen en el municipio, para delimitar la zona de trabajo en la cual se realizará una evaluación del riesgo con mayor detalle.

3.3 Evaluación del Riesgo.

Una vez que se elaboró el mapa general de riesgos, se pudo delimitar a la cabecera municipal y su área periférica como las zonas más vulnerables a los hundimientos de tierras blandas.

A partir de esta zonificación muy general, se llevó a cabo un análisis más detallado, de las áreas que aparecen dentro de los

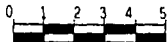
ZONIFICACION DEL RIESGO

Riesgo alto 9 y 8
Riesgo medio 7 y 6
Riesgo bajo 5, 4 y 3

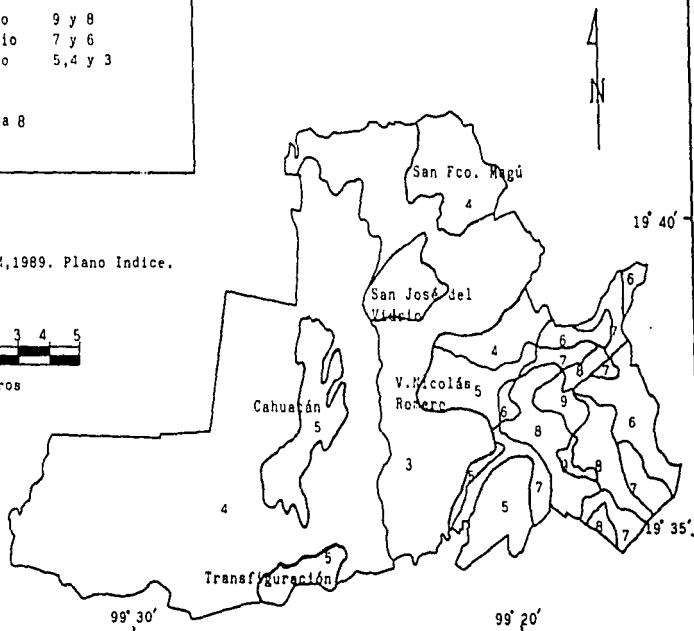
Mapa 8

MUNICIPIO DE NICOLAS ROMERO, EDO. DE MEXICO

Base: GEM, 1989. Plano Indice.



Kilómetros



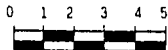
MUNICIPIO DE NICOLAS ROMERO, EDO. DE MEXICO

NIVELES DE RIESGO

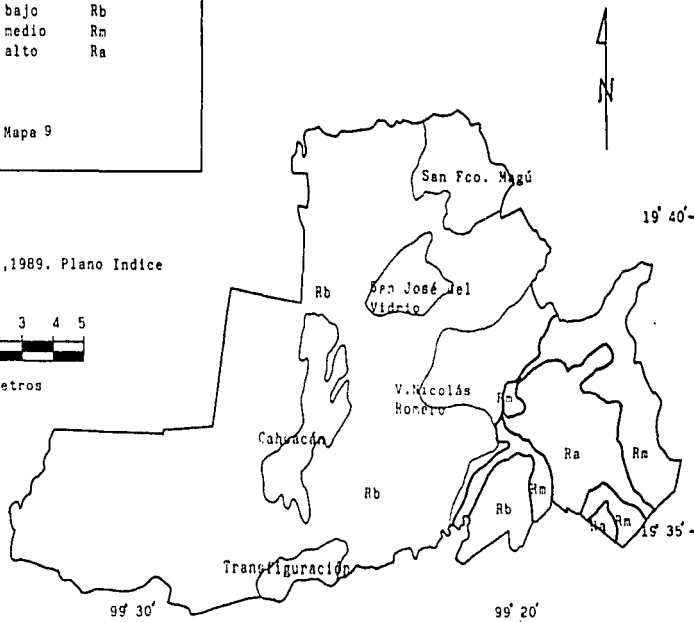
Riesgo bajo	Rb
Riesgo medio	Rm
Riesgo alto	Ra

Mapa 9

Base: GEM, 1989. Plano Índice



Kilómetros



rangos de riesgo medio y alto, para determinar el riesgo real de cada uno de los terrenos minados.

Para elaborar esta evaluación se tomaron en cuenta los factores siguientes:

- a) La concentración demográfica de las colonias afectadas.
- b) El tipo de material de las viviendas.
- c) Los servicios municipales.
- d) La vulnerabilidad económica de la población.
- e) El grado de intemperismo de las minas.
- f) Las distancias que hay del techo de las minas a la superficie.
- g) La extensión de la red de galerías.

Estos factores se agruparon en dos planos de la cabecera municipal:

1.- Tipo de Vivienda. En este se realiza una zonificación de las viviendas de Nicolás Romero, atendiendo a la densidad demográfica, tipo de material de las construcciones y servicios municipales (mapa 10).

De acuerdo a un estudio elaborado por el Ayuntamiento Municipal, existen cuatro tipos de vivienda en Nicolás Romero:

-Residencial. No aparece en el plano debido a que se localiza fuera de la cabecera municipal, pero se le encuentra en el fraccionamiento Loma del Río y de manera dispersa, en algunas áreas de la porción sur del municipio. Esta vivienda es de tipo campestre y no tiene problemas con los servicios municipales, y

al parecer tampoco se ve afectada por el hundimiento del subsuelo.

-Media. Este tipo de vivienda integra la parte central del área urbana, cuenta con todos los servicios y no presenta problemas con la tenencia de la tierra, al igual que la anterior, está elaborada con materiales sólidos (paredes de tabique y losas de concreto), por lo que suele tener dos niveles. Tiene una densidad de población de 110 habitantes por kilómetro cuadrado, aproximadamente.

-Popular. Es el tipo de vivienda predominante. Son casas construidas en forma progresiva en las que hay deficiencias de los servicios municipales. Alberga al grueso de la población y, al igual que la vivienda precaria, se caracteriza por ser de autorreconstrucción, sólo que sus materiales son más resistentes, es decir, son semipermanentes o permanentes. Su densidad poblacional aproximada es de 34 habitantes por kilómetro cuadrado.

Debe señalarse aquí que una parte de la vivienda popular depende por ser parte de los asentamientos ilegales y, por supuesto, de la vivienda precaria. Sin embargo, los terrenos han sido legalizados durante el régimen pasado, en el cual se promovió el programa de regularización de propiedades que se mantiene hasta el presente.

-Precaria. El saturamiento de los espacios habitables, dentro de la cabecera municipal, ha involucrado al suelo en el juego de la oferta y la demanda, es decir, los predios urbanos se han encarecido de manera significativa escarpando del alcance de la gente de bajos recursos, por lo que a principios de la década de los ochenta la población migrante empezó a ocupar, sin

autorización, terrenos de propiedad privada y ejidal, en la periferia de la zona urbana. Dichos terrenos carecen de cualquier servicio o infraestructura, lo que les hace inhabitables, además de que algunos de ellos se localizan en áreas poco seguras: zonas inundables o terrenos minados. Sobre éstos, de la noche a la mañana, se improvisan colonias con casas construidas de materiales provisionales y distribuidas de manera desordenada sobre una red vial discontinua.

El Ayuntamiento Municipal observa, en su estudio, una densidad poblacional de 14 habitantes por kilómetro cuadrado en este tipo de vivienda. Sin embargo, durante los recorridos de campo se observó un marcado hacinamiento dentro de estos poblados: la mayor parte de las casas se componen de tres piezas o ceras y en ellas viven entre 4 y 10 personas. De esto se deduce que la densidad poblacional de la vivienda de tipo precario es mucho mayor, y por ello se considerará como la de mayor valor alto dentro de la matriz de evaluación.

Además del uso habitacional existen algunas áreas dedicadas al uso forestal que no tienen consideración, dentro de los planes municipales de desarrollo, como reservas para la expansión de la mancha urbana.

Por lo que se refiere a la vulnerabilidad económica, ésta recae en las dificultades que tendría la población para superar una crisis económica provocada por el hundimiento de sus viviendas. Y en este sector, el grupo más vulnerable es el delimitado por la vivienda de tipo precario, porque si bien los demás grupos de población también están expuestos al desastre, su problema sería pasajero, sólo en lo que concierne otra casa o se cambian a la de

algun familiar; mientras que en los asentamientos humanos espontáneos viven sectores sociales que sobreviven gracias a empleos como obreros, encargados de tiendas pequeñas o almacenes pequeños, albañiles, vendedores ambulantes, choferes de taxis y autobuses y ayudantes en todo tipo de oficios. Los ingresos que perciben son inferiores a dos salarios mínimos, más del 80% de ellos, lo cual sirve apenas para cubrir las necesidades básicas de una familia. (Ayto. de Nicolás Romero, 1987). Además de esto, cabe recordar que las familias que habitan en viviendas provisionales son inestables, por lo cual no tienen familiares dentro del municipio que les pudieran ofrecer una casa de manera provisional.

A lo anterior se suma el hecho que una gran parte de la fuerza laboral de esta colonia actualmente se encuentra desocupada. Esto se debe a que sus fuentes de trabajo, que son las áreas rurales de los municipios conurbados al Distrito Federal, han cerrado o recortaron el personal por la actual crisis, y el municipio se ve obligado de atender toda la mano de obra inmigrante y nativa. De hecho dentro del municipio sólo existen alrededor de 4500 empleos, que ocupan apenas al 5% de la FEA aproximadamente, la mitad en el sector comercial y el resto se divide entre manufacturas y servicios. Esto quiere decir que la mayoría de los trabajadores tienen, o tenían, sus centros de trabajo fuera del municipio, lo que convierte a este en una especie de "ciudad dormitorio" para la población trabajadora. (Ayto. de Nicolás Romero, 1987).

Se podrían agregar, como factores de vulnerabilidad de estas colonias, la falta de vialidades primarias y de servicios. Sin embargo, las experiencias de Atizapán de Zaragoza y de la Colonia

Francisco Sarabia muestran lo contrario: una vez que el Ayuntamiento Municipal reconoce como legales los nuevos asentamientos, comienza a dotarlos de servicios, lo que acentúa las condiciones de riesgo de colapsos debido a las siguientes causas:

a) La red de drenaje sanitario. La mala calidad del material utilizado y la falta de métodos o materiales especiales para conducir las aguas negras por terrenos minados, terminan por ocasionar una serie de fallas en este servicio, ocasionadas por las presiones ejercidas por el paso de vehículos y por sísmos que terminan por romper las tuberías.

b) La red de agua potable. Lo mismo ocurre con este servicio, en el que se tienen fugas casi permanentes y que, en combinación con la humedad de las precipitaciones pluviales, ocasionan pestanzas como los sucedidos en Lomas Lindas, Municipio de Atlixpán de Zaragoza.

c) Por último se sumarían las constantes vibraciones producidas por el paso de los vehículos de carga que llegan a ofrecer sus servicios en las nuevas colonias.

Todos estos factores hacen de los habitantes de viviendas precarias, la población más vulnerable dentro del grupo de gente que se puede ver afectada por los colapsos de tierra; aunque cabe hacer mención que los habitantes de la vivienda popular tienen una problemática similar a la mencionada anteriormente, por lo que también son muy vulnerables.

Es importante señalar que, de acuerdo con los trabajos de campo realizados, en la mayoría de los casos la gente está conciente que bajo sus casas existe una red de galerías, que en un momento dado puede "tragarse sus viviendas." Sin embargo, esa situación de peligro se veía como algo lejano, "algo que puede que ocurra o puede que no." En realidad, el riesgo de que se ocurran esos terrenos es una situación que pasa a segundo plano debido a que viven en una situación de emergencia económica permanente.

1.- Inventario de las minas. En este plano se lleva a cabo un cuidadoso inventario de las minas localizadas dentro del municipio, así mismo se distinguen aquellas que fueron explotadas de las que no se pudieran explotar, y se señala el grado de interpenetración de cada una y su extensión aproximada (mapa 11).

Debe decirse que desde mediados de la década de los sesenta, años en que se comprendió la explotación subterránea de materiales para construcción en esta zona, quedaron abandonadas las minas y con el paso del tiempo los materiales de las galerías se han alterado y debilitado, lo cual ha dado lugar al fenómeno de la migración (dependiente) de cavernas.

La migración de cavernas se inicia con los caídos de los techos. Estos se producen por el fracturamiento de la roca y tepetate, lo cual se relaciona con la estratificación horizontal del material y conforma bloques inestables que caen fácilmente.

Adecuado al deterioro de los techos, algunas minas muestran grietas en las paredes, consecuencia de la concentración del esfuerzo de la carga sobre el túnel, y en casi todas se detectaron grandes cantidades de bloques producto de los derrumbes de algunas

bóvedas que han progresado varios metros hacia la superficie. En algunos lugares los derrumbes alcanzan la superficie, como en los casos de las colonias Ampliación Juárez Barrón, Balcones de Santa Ana, Casa Blanca y Campestre Liberación, además de las zonas minadas localizadas como Zonas A, B y C, donde no existen asentamientos humanos.

Las bocaninas visitadas tienen un amplio desarrollo, en su mayoría en todas direcciones. En algunas se pudo realizar el recorrido interno completo, gracias a la estabilidad que presentan, mientras que en otras no se pudo realizar debido a los numerosos derrumbes de techos y paredes que obstruyen totalmente el paso. En este caso se determinó la extensión y dirección de los túneles siguiendo la secuencia de los derrumbes que llegaron hasta la superficie, y la de los tragaluzes labrados para proporcionar oxígeno y luz a las galerías.

En cuanto a las distancias que existen entre el techo de las minas y la superficie, se puede decir que sus valores varían desde los tres o cuatro metros hasta los diez o doce, aproximadamente. Estos valores se obtienen de las observaciones realizadas en los respiraderos o tragaluzes y en los escarpes de la bocanina.

Cabe señalar que dentro del municipio hay áreas donde la mancha urbana tipo suburbanas y borró los vestigios del minado. De tal manera que dentro de la cabecera municipal pueden existir asentamientos de vivienda de tipo medio, popular o precario, ubicados en áreas minadas, con un potencial de riesgo de colapso, sin que las autoridades, ni los habitantes tengan conocimiento de ello.

Dentro del mapa de ubicación de minas, se marcaron dos áreas que han sido señaladas como minadas aunque no hubo forma de verificarlo debido a que las bocaminas quedaron ocultas entre las viviendas o fueron selladas: la colonia Ampliación Vista Hermosa y San Ildefonso. La ubicación y extensión de estas áreas se determinó con base en las encuestas realizadas a los habitantes de las colonias vecinas, algunos de los cuales, por curiosidad, llegaron a explorar parte de los túneles de las minas.

Para realizar la evaluación final de las áreas minadas se elaboró una matriz, donde se distribuyen de manera horizontal las colonias afectadas por los terrenos minados y de manera vertical los factores de vulnerabilidad física y económica, designados con las letras que aparecen en el cuadro 15 y con valores porcentuales a los que se expresan en el mismo.

LETRA REPRESENTA	FACTOR	VALOR MÁXIMO
A	Ubicación de la mina	3
B	Extensión de la mina	3
C	Extensión de las minas	3
D	Tipo de material de la vivienda	2
E	Características del terreno	2
F	Distancia entre techos y superficie	2
G	Condiciones de intemperismo	2

Cuadro 15. Factores representados para la evaluación final.

Dentro de la matriz no se incluyen las colonias minadas "Granjas Guadalupe", "San Ildefonso" y "Ampliación Vista Hermosa", debido a que no se tienen datos acerca de la extensión, intemperismo y distancia vertical de las minas, por lo cual no pueden ser evaluadas junto a las demás. En cambio se incluyeron tres áreas

de uso forestal designadas como Zona A, B y C que presentan problemas de terrenos hundidos (cuadro 16).

COLONIAS	FACTORES DE EVALUACION						TOTALES
	A	B	C	D	E	F	
CASA BLANCA	1	1	1	1	1	1	14
ELITE ITALIANA	1	1	1	1	1	1	14
COM. LIBER.	1	1	1	1	1	1	14
A. MANEJ. B.	1	1	1	1	1	1	14
AMPL. BARRON	1	1	1	1	1	1	10
E. MANEJ.	1	1	1	1	1	1	11
ZONA A	0	1	1	1	1	1	7
ZONA B	0	1	1	1	1	1	6
ESCOLARIZ.	0	1	1	1	1	1	4
ZONA C	0	1	1	1	1	1	1

Cuadro 16. Matriz de evaluación del riesgo.

Siendo 17 el valor más alto posible en la en la matriz de evaluación elaborada, se decidió tomar los valores 17, 16, 15, 14 y 13 para designar el riesgo alto, 12, 11, 10, 9 y 8 para riesgo medio y 7 o menos para riesgo bajo.

De la matriz se obtienen cuatro colonias en riesgo alto, tres de las cuales pertenecen al grupo de vivienda de tipo precario: Balcones de Santa Ana, Casa Blanca y Ampliación Juárez Barrón; y una de vivienda de tipo medio: Campestre Liberación. Cabe hacer mención que dentro de esta última zona minada se encuentra la escuela de educación primaria Francisco Sarabia, plantel de dos niveles que puede verse afectado por los colapsos e involucrar

vidas humanas si los hundimientos se presentan en horas y días hábiles.

En términos generales, se puede decir que estas cuatro colonias se caracterizan por tener las minas más extensas y más interconectadas.

En las zonas minadas de riesgo medio se encuentran sólo las colonias Benito Juárez y el Ejido San Juan Tilihuaca. La primera alberga una mina con galerías de extensión media y en condiciones de estabilidad aceptable, ya que no presenta ningún derrumbe reciente. La segunda tiene un área minada mucho más extensa, pero las galerías más deterioradas están en el área de cultivo del ejido, mientras que las minas que se encuentran en el área urbana son poco extensas y estables.

Es importante aclarar que dentro de este ejido existe una mina localizada en el predio de una familia que se negó a la exploración de la mina, por lo cual se incluye dentro de las minas no exploradas.

A la zona de riesgo bajo pertenece la colonia Francisco I. Madero, cuya zona mina tiene galerías muy cortas y muy estables y no tiene ningún asentamiento humano sobre la superficie. Además de esta, se encuentran las áreas A y B que se localizan en los límites municipales con Atlixpán de Zaragoza, y el área C en el límite con Tezcuiclán Incalli. Estas zonas se caracterizan por tener minas de túneles extensos muy deteriorados, cuyos derrumbes internos alcanzan muchas veces la superficie. Sin embargo son de riesgo bajo por tener un uso forestal (área A y B) y/o deportivo

(Área C), además de localizarse lejos del Área urbana (mapa 12).

3.4 Zonificación del riesgo.

En el mapa 13 se muestran tres rangos de riesgo obtenidos de la matriz de evaluación, que son el resultado de la sobreposición de los mapas de localización de minas y del tipo de vivienda.

A estos tres rangos se agregan dos más: uno es el riesgo no generalizado que afecta a las colonias Ampliación Vista Hermosa, San Ildefonso y Granjas Guadalupe. Este es un riesgo que se percibe por la existencia de las minas y de las construcciones humanas sobre las mismas, al cual no se le puede evaluar por falta de datos.

El segundo comprende un área de riesgo potencial que involucra el resto de la cabecera municipal, en el cual se deja abierta la posibilidad de que existan otras minas no detectadas durante la elaboración de este trabajo. En esto podríamos incluir las zonas A, B y C, que si bien están contempladas dentro de la zona de riesgos bajos, podrían considerarse también como de riesgo potencial por la rapidez con que se está poblando el municipio y por la insuficiencia de medidas precautorias del Ayuntamiento de Nicolás Romero.

En este mapa final se sintetiza la vulnerabilidad física y económica de cada zona minada y se expresa de manera sencilla el grado de riesgo de cada una.

3.5 Medidas preventivas y de mitigación.

Sería utópico esperar a que los habitantes de las áreas minadas resuelvan esta problemática por cuenta propia, pero también es de suponerse que las autoridades estatales y municipales han visto disminuido su campo de acción en los últimos años, como consecuencia de la crisis que se vive a nivel nacional, por lo cual también se ven limitadas en la resolución del problema. Por ello es necesario proponer medidas integrales, en las que se involucre tanto a las autoridades municipales como a la población afectada.

De las observaciones de campo se concluye que existen minas con un grado aceptable de estabilidad, mientras que en otros casos los volúmenes de derrumbes en las galerías son muy grandes. De acuerdo a estas inspecciones, las galerías que se sitúan por debajo de los 10 metros de espesor entre la boca de la mina y la superficie, tienen mayor peligro potencial, porque sus derrumbes internos pueden alcanzar la superficie, debido a que los materiales volcánicos que se encuentran interestratificados sobre ellas son muy porosos y de baja resistencia, lo cual propicia una alta infiltración que se manifiesta con encharcamientos en algunas minas. Estas condiciones, sumadas a los derrumbes ya ocurridos, hacen difíciles los trabajos de rehabilitación. Sin embargo, en algunas zonas esta es necesaria y urgente, por lo cual se necesita la continuación una serie de medidas preventivas y de mitigación.

1.- Dentro de Nicolás Romero existen terrenos minados que aún no han sido colonizados, lo cual abre la posibilidad de destinar

esos espacios a usos no habitacionales, como áreas de recreo, zonas forestales, jardines o campos deportivos.

Si bien es una medida preventiva muy sencilla, también es muy importante ya que, dentro de los riesgos, las medidas más económicas se basan en impedir que la mancha urbana crezca sobre zonas riesgosas (TORRENER, 1994). En otras palabras, con esta acción se está minimizando el riesgo de que se presenten pérdidas humanas y económicas de consideración y, por otro lado, se está evitando que se realicen las altas inversiones que se requieren para reubicar a las comunidades y rehabilitar los terrenos hundidos.

Esta medida es aplicable en las zonas de los terrenos manejados como Áreas A, B y C, de este trabajo. Las áreas A y B son dos zonas semicubiertas de gramíneas, a la que se puede venturar el uso forestal que tienen mediante una reforestación. Las especies vegetales locales para este fin son los árboles pequeños con crecimiento horizontal de sus raíces, lo que minimizaría los procesos de heterización. En el caso del área C, tiene un uso deportivo-forestal que debe de mantenerse.

2.- Una vez que se han identificado las amenazas, que se conoce la vulnerabilidad de la gente afectada y que se ha evaluado el riesgo, sería conveniente que en las minas ya colonizadas el Gobierno Municipal, a través de su Departamento de Protección Civil, programara recorridos por el interior de los túneles y realizara levantamientos topográficos para establecer de manera exacta cuáles son las áreas y las familias más vulnerables, así como las zonas más seguras dentro de cada colonia. Con esta información se pueden tomar las siguientes medidas:

a) Elaborar planes de susceptibilidad a los hundimientos para cada colonia con problemas de hundimientos, mismos que deben mostrarse a los habitantes de dichas colonias, para que se entere la gente de su situación real de riesgo.

En una zona que se tienen localizadas las áreas más riesgosas dentro de una colonia, el Gobierno Municipal podría financiar parte del valor de un terreno seguro a las familias más vulnerables y más necesitadas, con lo cual se eliminarían los factores de riesgo en esa colonia.

El Departamento de Protección Civil y/o los representantes de una colonia pueden formar una comisión que se encargue de limpiar los túneles, de los posibles caídas, y de vigilar su estado de deterioro, sobre todo después de cada sismo fuerte o de lluvias abundantes.

En el caso de una comisión, el Gobierno puede formar una alianza de trabajo en pro de la rehabilitación de las minas: las autoridades municipales podrían cooperar con el personal capacitado para dirigir los labores y con el material necesario (cemento, costales, varillas, mallas de acero, etc.), mientras que los mineros aportarían la mano de obra. Cabe aclarar que, debido a que la población adulta se dedica a actividades remunerativas, entre semana, los trabajos de rehabilitación sólo pueden realizarse los fines de semana.

Del análisis en las últimas reuniones se deduce que los trabajos de rehabilitación serían lentos, por lo cual es conveniente elaborar un plan de medidas preventivas en caso de

que se presenten hundimientos durante el proceso. En este se debe especificar, para cada colonia, cuáles son las rutas de evacuación más seguras y las Areas estratégicas donde puede concentrarse la gente sin ningún peligro.

De las experiencias obtenidas en la rehabilitación de minas del municipio de Atizapan de Zaragoza (SEB 1993-A) se obtuvieron medidas aplicables a la zona de estudio como las siguientes:

3.- Para las galerías que se encuentran a menos de diez metros de distancia de la superficie, se recomienda:

a) Realizar una limpieza de los túneles para eliminar los caídos locales y el material de residuo del piso de las minas.

b) Con el mismo material eliminado se llenan costales para retacar las galerías o túneles secundarios de la mina.

c) Una vez retacadas las túneles secundarios, se coloca un muro-tapón en la conexión con el túnel primario. En caso necesario se debe colocar un arco soporte de acero y muros de concreto cada que se requiera.

d) En cada quiebre del túnel principal se deben levantar muros, traveses, columnas de acero o de concreto para minimizar el esfuerzo del sobrepeso en las paredes.

e) Ya que se han colocado los soportes necesarios, se rellenarán los costados del túnel con costales de tierra y se cubrirá todo con una malla de acero de 6.6/6.6 pulgadas, como refuerzo para

concreto lanzado, que debe cubrir un espesor promedio de diez centímetros (Fig.4).

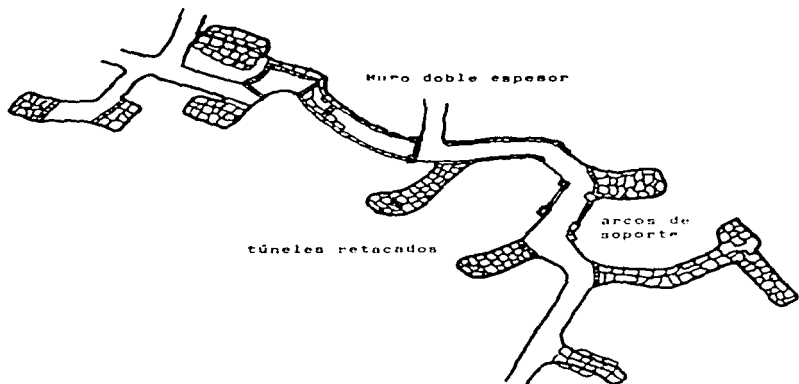
4.- Para minas cuyo espacio entre la superficie y el techo de la misma es de 11 a 15 metros, las actividades de rehabilitación son mucho menos intensas. En estas, sólo se pueden levantar los muros, traveses y columnas en todos los túneles, siguiendo el mismo proceso de encofrado y lanzamiento de concreto sobre la malla de acero, sin necesidad de rellenar por completo los túneles secundarios.

5.-En el caso de que las distancias del techo de la mina a la superficie superen los 15 metros, las vibraciones y el esfuerzo ejercido por el peso de las construcciones son mínimos, por lo cual la rehabilitación sólo consiste en colocar rejillas de acero o dienes en las paredes y el techo de la mina, con la finalidad de que los embudos de agua de las infiltraciones se eliminen sin provocar caídas (Fig.5).

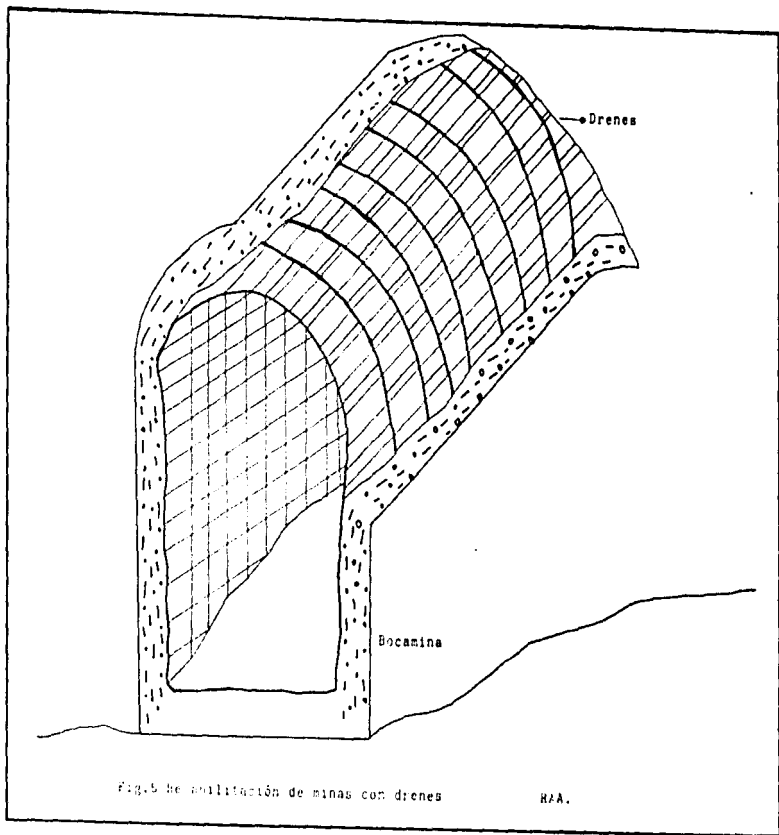
Es importante señalar que para realizar cualquiera de las actividades de rehabilitación propuestas anteriormente, es necesario efectuar un estudio de mecánica de suelos para conocer la resistencia de los materiales y el peso máximo que pueden tolerar éstos bajo la condición de hundimiento. Para el caso de Nicolás Romero es probable que sólo tengan aplicación las tres primeras medidas propuestas, por las condiciones ya mencionadas de sus minas.

Por último, sería conveniente que el Ayuntamiento Municipal de Nicolás Romero amplie y mejore su Departamento de Protección Civil, con miras a prevenir y mitigar no sólo los riesgos por

Fig. 4 Rehabilitación de minas.



Fuente: Gobierno del Estado de México, 1993-a



hundimientos, sino todo tipo de riesgo que se les presente. Asimismo, dentro de este departamento debe de contarse con una base bibliográfica que capacite al personal para tomar las medidas más adecuadas para cada tipo de riesgo o de desastre.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado en los últimos años que los países en vías de desarrollo son los más afectados por los desastres, debido a que sus limitaciones técnicas y económicas no les permiten desarrollar programas para disminuir la vulnerabilidad de la población o para aumentar su resistencia a los fenómenos potencialmente desastrosos.

Tradicionalmente los gobiernos de estos países adoptan una actitud de impotencia en la espera de que ocurran los desastres, para después adoptar una postura sobreviviente o remedialista; o en el mejor de los casos, buscan solucionar los problemas mayores con los ciertos presupuestos que tienen. Con esta actitud se da la pauta para que los conflictos menores crezcan en importancia y se transformen en graves problemas socioeconómicos, que llegan a generar desastres.

Los hundimientos de viviendas en las zonas mineras del Estado de México, son uno de esos problemas que no ha tenido la atención que merece. La presencia de terrenos hundidos en municipios como Atlixpán de Zaragoza y Nicolás Romero ha motivado la improvisación de programas de rehabilitación de minas, sin embargo, no se ha buscado entender la problemática económica y social que provoca la susceptibilidad de algunas comunidades hacia los hundimientos de tierras; ni tampoco se han analizado a fondo las repercusiones que pueden tener los fenómenos sísmicos e hidrometeorológicos sobre los terrenos hundidos y que, en un momento dado, pueden intervenir como detonantes de los hundimientos. Por ello en este trabajo de investigación se busca estudiar el riesgo generado por los hundimientos desde su origen,

Analizando los factores que lo componen: los terrenos hundidos, el crecimiento demográfico y los fenómenos naturales antes citados.

Como primer paso, se realizó la evaluación del deterioro ambiental provocado por la minería en el municipio de Nicolás Romero, se lo cual se concluye que son muchos los deterioros provocados por la minería en los factores ambientales de esa región. Sin embargo, son pocos los que se ven relacionados con los hundimientos ya citados. Las alteraciones que se encuentran más íntimamente ligadas a estos movimientos son las ocasionadas al relieve (inestabilidad de vertientes), pero también participan, de manera secundaria, las dañadas ocasionadas a otros factores ambientales, como la eliminación del suelo y de la cobertura vegetal, entre otros.

Con base en esto se realizó un análisis del crecimiento demográfico municipal y de los fenómenos naturales que en un momento más pueden detener los hundimientos. Como complemento a lo anterior, se lleva a cabo una exploración de las minas detectadas, para determinar el grado de intemperismo de cada una de ellas.

Todo esto permitió generar la información suficiente para realizar una evaluación específica de cada una de las áreas minadas, determinando el grado de riesgo para cada caso. Resultados de ello es el plano final, en el cual se resaltan a La Colmena, Barrón y San Ildefonso como las localidades de mayor riesgo, propiciado por la concentración de minas y de asentamientos humanos vulnerables.

Debido a la falta de información ya comentada líneas atrás, no se descarta la posibilidad de que existan otras minas en los espacios de riesgo potencial, que no se detectaron durante la elaboración de este trabajo y que pueden representar altos riesgos para algunas comunidades.

A cambio de estas carencias, la investigación muestra como la detención por parte de las autoridades municipales de Nicolás Romero hacia la explotación de sus recursos mineros, originó daños severos a sus ecosistemas. Muchos daños se convirtieron, algunos años después, en los generadores de los riesgos que actualmente se tienen en algunas colonias.

Cabe agregar que la misma actitud pasiva de las autoridades municipales, ha provocado que el problema se complique, debido a que no se ha controlado el crecimiento anárquico de la mancha urbana sobre las zonas minadas. A esto se puede sumar la falta de una visión preventiva de riesgos, ya que no se han tomado las medidas correctas para reducir el grado de vulnerabilidad de los terrenos minados y, mucho menos, el de la población.

Por último, se podría considerar a este trabajo como una aproximación para elaborar investigaciones más a fondo de los problemas de terrenos tunelados en Nicolás Romero, así como en otros municipios del Estado de México que presentan la misma problemática.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AYUNTAMIENTO MUNICIPAL DE NICOLÁS ROMERO, ESTADO DE MEXICO. Archivo Interno. 1985. Plan Estratégico de Población. (Sin Fechas).
- AGUIRRE VERA, T. 1993. El espacio geográfico de Nicolás Romero, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Ciencias. UNAM. Págs.11-41.
- BELLIA, S. 1992. El Valle de México. Consideraciones preliminares sobre riesgos geológicos y análisis hidrogeológico de la cuenca de Chalco. Instituto Italo-Latinoamericano. Roma 1992. Pág. 7-43.
- BERNER, JUAN I. 1963. Información las zonas para peritos. ISSAT.S.A. Madrid, España. Págs.7-74.
- BURTON, I.; HATES, K. W. 1964. The perception of natural hazards in resource management. "Natural Resources Journal", No.3(3) pág.413-441.
- CALVO GARCIA-TORNEL, F. 1994. La geografía de los riesgos. Geográfica No. 84, Noviembre. Universidad de Barcelona. Barcelona, España, 30 pag.
- CAPEL, HORACIO. 1974. Percepción del medio y comportamiento geográfico. En Revista de Geografía, volumen II. No. 1 y 2. Department de Geografia de la Universidad de Barcelona, España, pág. 56-116.

CAPEL, H. Y URTEAGA L. 1991. Las nuevas geografías. Salvat Editores. Barcelona, España, pág. 44-67.

CORPORACION PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL DESARROLLO (CORPREVER). 1994. Desarrollo humano riesgos y crisis sociales. Santafé de Bogotá, Colombia. (Sin páginas)

CUNY F. 1982. Disasters and Development. Citado en Mackrey, A. 1993, pág. 13.

CHERLEY J. P. 1972. Nuevas Tendencias en Geografía. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid, España. Pág. 309-310.

CENAPRED, 1987. La Evolución de los Desastres en México. Fascículo 1. Eners. Mexico, D. F. Pág. 1-3.

CENAPRED, 1991. Revista "Previsión." No. 2. Mayo, México, D.F.

D'LUCA FUENTES C. A. 1995. Evaluación del paisaje para el ordenamiento territorial en el área de conservación "La Esperanza," Chiapas. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras, División de Postgrado. UNAM. 161pág.

DARIO CARLOTTA, D. 1993. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En Mackrey A. 1993.

ESPARZA SANTIBARRÉS, X. I. 1994. "Identidad Municipal Nicolás Romero, México." Ayuntamiento Constitucional 1994/1996. 103p.

ESPINDOLA, J.M. 1990. Las catástrofes geológicas. Cuaderno del Instituto de Geofísica No. UNAM. México, D.F. 72 pág.

FAUGERES LUCIEN. 1991. La géodynamique, géocience du risque. En Bulletin Assoc. Geogr. Franc. Paris, Francia. Pág.179-193.

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1979. "Plan de Desarrollo Urbano del Edo. de México."

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO. Dirección General de Normatividad Reordenamiento e Impacto Ambiental. Archivo interno. 1989. "Estudio de estabilidad de galerías. Fraccionamiento Rancho Viejo en Atlacomulco de Zaragoza."

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO. Dirección General de Normatividad Reordenamiento e Impacto Ambiental. Archivo interno. 1993-A. Manejo de Recursos Silvestres S.A. "Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto de Minería de las Esfandrinas," en Atlacomulco de Zaragoza.

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO. Marco de 1993-B. "Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México," publicada en la Gaceta del Gobierno del Estado de México.

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO. Dirección General de Normatividad Reordenamiento e Impacto Ambiental. Archivo interno, 1995-A. Triton S.A. y Miliendi, S.A. de C.V. "Manifestación de Impacto Ambiental de la Mina La Cocinita, en Progreso Industrial, Nicolás Romero."

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO. Dirección General de Normatividad, Reordenamiento e Impacto Ambiental. Archivo interno, 1995-B. SEPIASA. "Manifestación de Impacto Ambiental de la mina Xometla, en Apulman, Estado de México."

INEGI. 1994. El Censo general de población y vivienda. Datos del Estado de México.

INEGI. 1991. El Censo general de población y vivienda. Datos del Estado de México.

LEVON CAVALA, G. Y OTROS. 1988. Desastres naturales y sociedad en América Latina. Grupo Editorial Latinoamericana, Buenos Aires Argentina, 198 p.

MACIAS, J.M. 1990. Identificación de la vulnerabilidad social frente a los desastres. En la Revista Mexicana de Sociología. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. México, D.F.

MASKREY, A. 1990. El impacto popular de los desastres naturales. Estudio de vulnerabilidad y mitigación. Tecnología Intermedia ITDS. Lima, Perú. 108 pág.

MASKREY, A. (compilador). 1993. Los desastres no son naturales. La REE ITDS. Tercer Mundo Editores, Colombia. 175 pág.

MEDINA, J.R. 1991. Procesos geodinámicos. Estudio y medidas de tratamiento. Tecnología Intermedia ITDS. Lima, Perú. 68 pág.

FALACIO APONTE, A. G. 1995. Ensayo metodológico geosistémico para el estudio de los riesgos naturales. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Postgrado. UNAM. México, D.F. 119 pág.

HARRA GARCÍA, M. 1985. Impacto ambiental en el puerto industrial Laguna Garduñas, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, UNAM. México, D.F. pág.75-83.

FRUTKIN, s/n. Estudio metodológico de las tecnologías de evaluación de impacto ambiental. Tomo III, s/n. México, D.F.

RIVAS BUSTAMANTE, I.A. 1986. Proposición metodológica para el análisis de la Geografía de los Riesgos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, UNAM. 167 pág.

SECRETARÍA DE LA ECONOMÍA NACIONAL. Dirección General de Estadística, 1943. Septim. censo de población. Datos del Estado de México.

SECRETARÍA DE LA ECONOMÍA NACIONAL. Dirección General de Estadística, 1953. Septim. censo de población. Datos del Estado de México.

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA, 1966. Tipología de las calamidades y qué hacer en caso de desastres. México, D.F. Pág. 17-23.

SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Dirección General de Estadística, 1963. Octavo censo general de población. Datos del Estado de México.

SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Dirección General de Estadística, 1971. IX Censo general de población. Datos del Estado de México.

SERRAT VIDAS, S. 1963. Catástrofes naturales y antropogénicas. Búsqueda de un enfoque en Geografía. Tesis de doctorado. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. 165 pág.

THORNBURY, W.D. 1960. Principios de Geomorfología. Editorial Kapelusz. Buenos Aires Argentina. Pág. consultadas 88-100.

TROLL, C. 1982. El paisaje geográfico y su investigación. En: El pensamiento geográfico. Gómez-Mediana, G. Ed. Págs. 312-320. Madrid, España.

TURNER, B.A. 1976. The development of disasters: a sequence model for the analysis of the origin of disasters. The Sociological Review 24 (4). Pág. 753-774.

WILCHES-CHAUX, 1960. La vulnerabilidad global. En Maskrey, A. 1993 (op. cit.).

MATERIAL FOTOGRAFICO Y CARTOGRAFICO

AEROFOTO, Diciembre de 1964. Fotos aéreas a escala 1:20 000.
Línea 11, fotografías 81 y 82. Zona Ciudad de México.

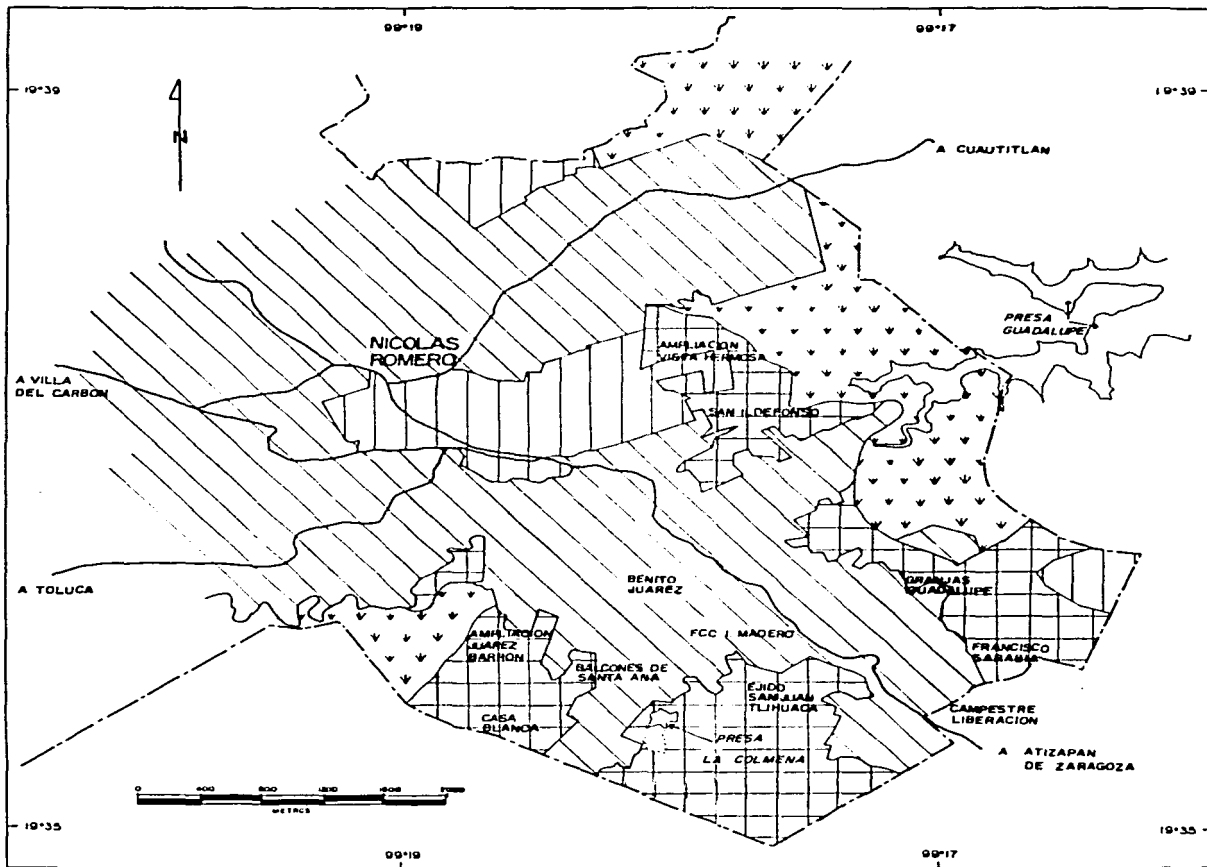
DETENAL, febrero de 1976. Fotografías aéreas a escala 1:30 000.
Línea 1 (fotografías 8, 9, 10 y 11) y línea 3 (fotografías 9, 10 y 11) Zona Ciudad de México.

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO. Secretaría de Finanzas y
Planación. Instituto de la Información e Investigación
Geográfica, Estadística y Catastral. 1988. Plano Índice No. 099,
Nicolás Romero, escala 1:10 000.

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO. Secretaría de Finanzas y
Planación. Dirección del Sistema Estatal de Información. 1969.
Fotomapas a escala 1:5000, hojas 1986 (Nicolás Romero y Atzacapan
de Zaragoza), 1907 (Nicolás Romero, Cuautitlán Izcalli y Atzacapan
de Zaragoza) y 1951 (Nicolás Romero y Cuautitlán Izcalli).

INEGI, 1990. Cartas topográficas, escala 1:50 000, claves E14A28 y
E14A29.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1980. Cartas
edafológicas y geológicas a escala 1:50 000, claves E14A28 y
E14A29.



CABECERA

M

Vivendo

Vivendo

Vivendo

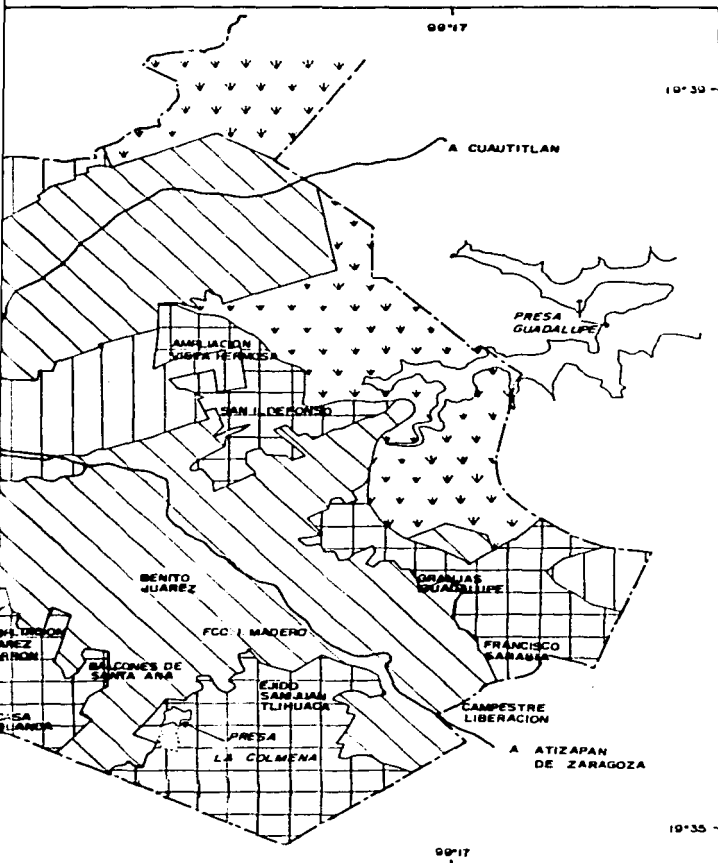
Use

UNIVER

F

S

EL



CABECERA MUNICIPAL DE NICOLAS ROMERO ESTADO DE MEXICO

MAPA DE TIPOS DE VIVIENDA

SIMBOLOGIA



Vivienda de Tipo Medio. Esta es elaborada con materiales sólidos, cuenta con todos los servicios y no presenta problemas con la tenencia de la tierra. Tiene una densidad de población de 110 hab por Km².



Vivienda Popular. Esta es elaborada con material permanente o semipermanente y tiene deficiencia de los servicios municipales. Su densidad de población es de 94 hab por Km².



Vivienda Precaria. Son casas construidas con materiales provisionales y distribuidas de manera desordenada sobre una red vial discontinua. Carecen de cualquier servicio e infraestructura y muchas veces presentan problemas de tenencia de la tierra. Su densidad de población es muy variable.

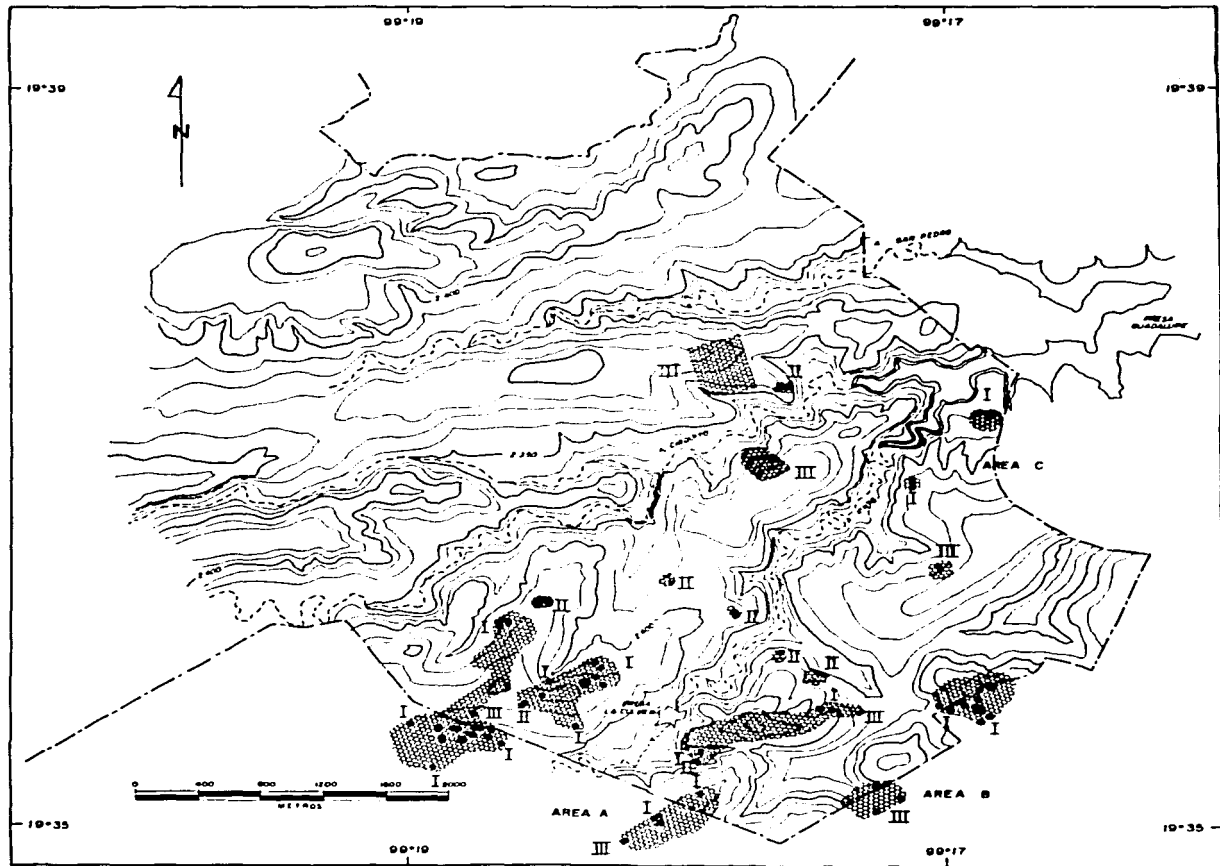


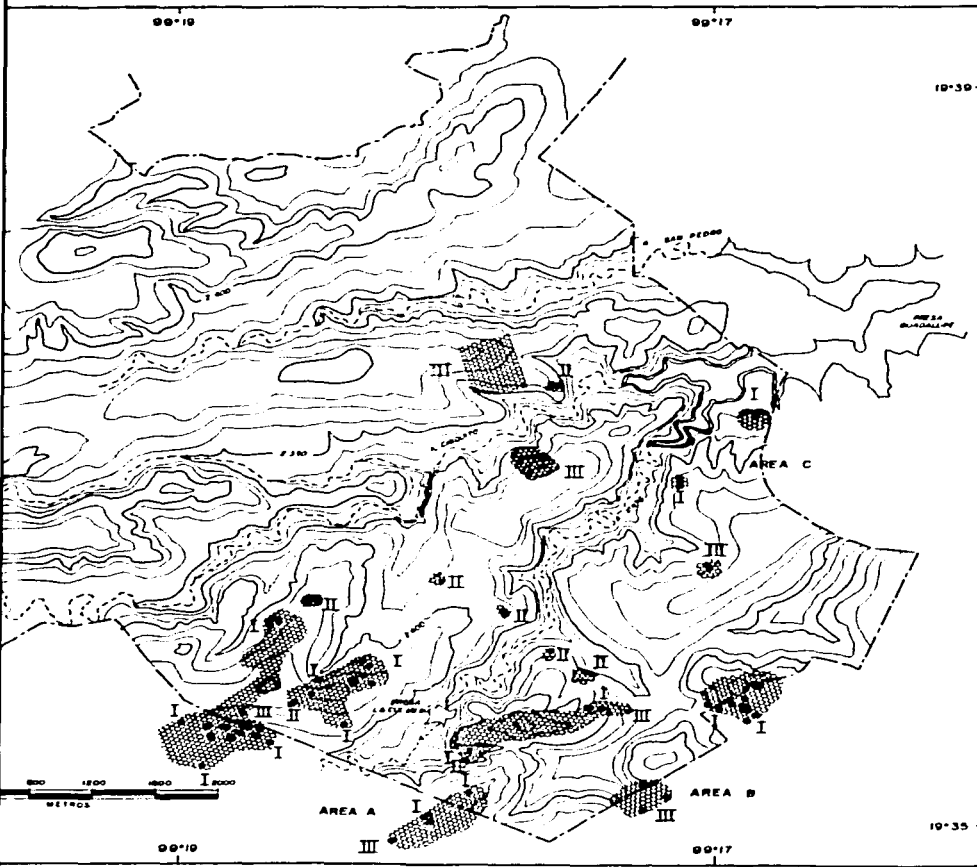
Uso Forestal. Areas de reserva para la expansión de la mancha urbana.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COMISION DE GEOGRAFIA
SISTEMA DE UNIVERSIDAD ABIERTA

ELABORO: RAFAEL ARZATE AGUIRRE

MAPA 10











**CABECERA MUNICIPAL DE NICOLAS ROMERO
ESTADO DE MEXICO**

**MAPA TOPOGRAFICO CON LA UBICACION
Y EXTENSION DE LAS MINAS**

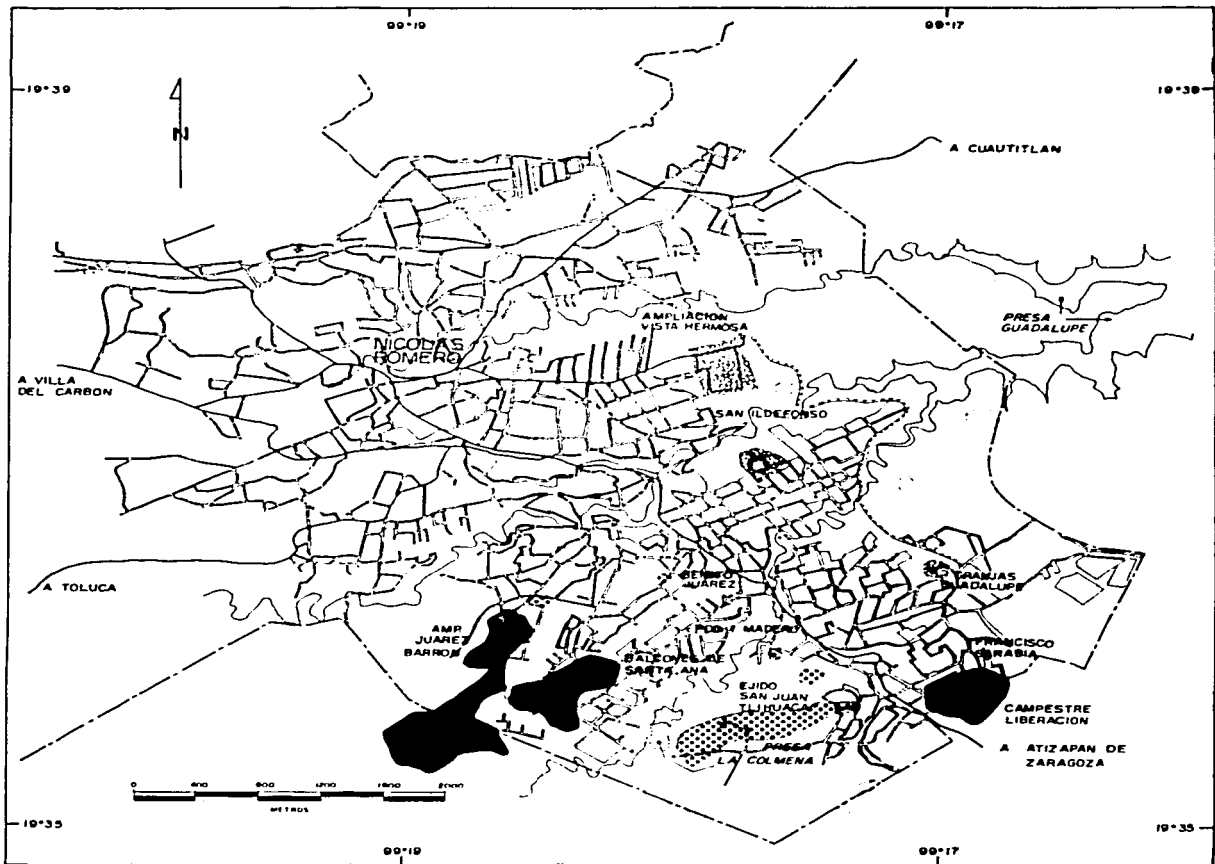
SIMBOLOGIA

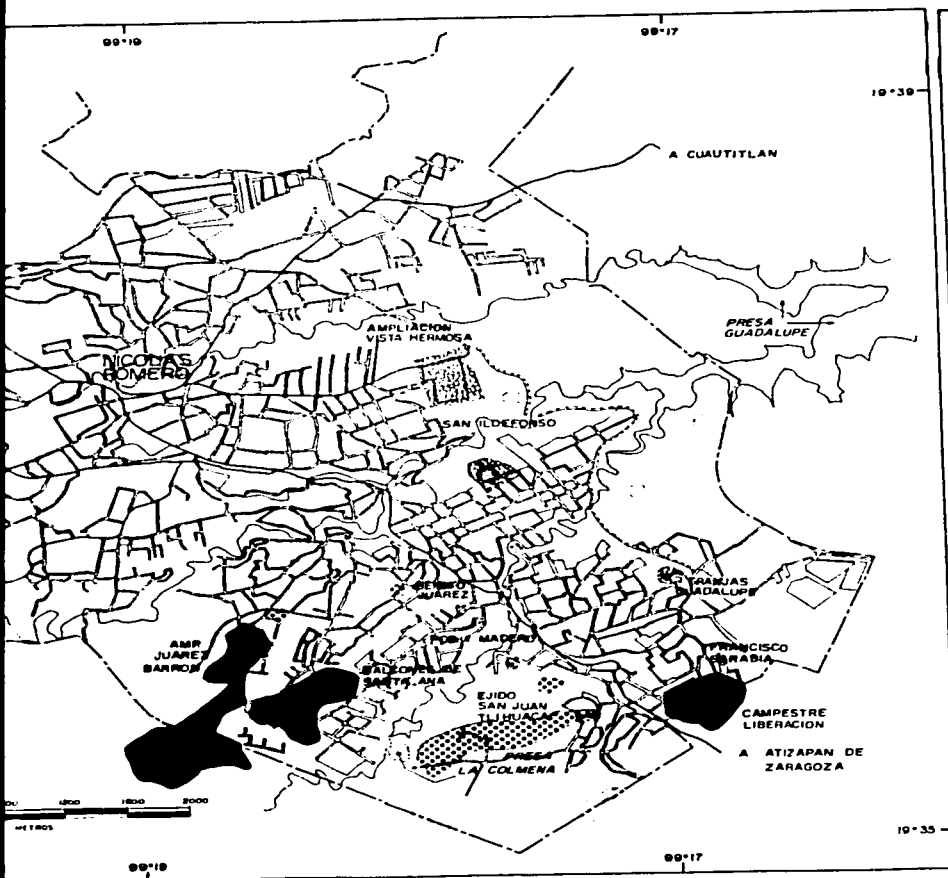
-  Ubicación de la bocamina
-  Extensión de las minas
-  Areas con hundimientos
-  Curva de nivel acotada en metros
-  Curva de nivel ordinaria
-  Corriente de agua permanente
- I** Minas muy intemperizadas
- II** Minas poco intemperizadas
- III** Minas no exploradas

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COMISION DE GEOGRAFIA
SISTEMA DE UNIVERSIDAD ABIERTA

ELABORO: RAFAEL ARZATE AGUIRRE

MAPA II












**CABECERA MUNICIPAL DE NICOLAS ROMERO
ESTADO DE MEXICO**

**MAPA DE EVALUACION Y ZONIFICACION
DEL RIESGO.**

SIMBOLOGIA

-  Riesgo alto
-  Riesgo medio
-  Riesgo bajo
-  Riesgo indeterminado
-  Corriente de agua permanente
-  Límite municipal
-  Vía corto a Morelia

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COMISION DE GEOGRAFIA
SISTEMA DE UNIVERSIDAD ABIERTA

ELABORO: RAFAEL ARZATE AGUIRRE

MAPA 12