

amplia variedad de características geológicas del suelo y el subsuelo y del desarrollo tecnológico de los medios productivos.

En el caso particular de las pedreras en la sierra San Miguel, el tipo de excavación que se utiliza es "en ladera" (una variante de las excavaciones a cielo abierto).

A continuación se presenta la descripción de cada una de las actividades básicas³³ que conforman la fase operativa de las pedreras que operan en la Sierra de San Miguel.

4.2.1 Despalme

El productor del agregado pétreo, destinado a la elaboración del concreto, tiene que explotar la roca. En los casos de explotación de bancos de cantera o pedreras, se debe eliminar el material de despalme; el despalme consiste en retirar la tierra vegetal o la roca intemperizada tepetatoso que no es requerida ni adecuada en la producción del agregado pétreo. En la operación de despalme son necesarios equipos como: tractores de oruga, motoescrapas, flotillas de camión de volteo y cargadores frontales.

4.2.2 Excavación de la tierra

El siguiente paso es la "excavación de la tierra"; esto conforma la eliminación de la capa de suelo inmediatamente debajo de la capa vegetal y encima de la roca. Suele ser fácil de mover con escrapas (traíllas) u otros tipos de equipo para movimiento de tierras.

4.2.3 Barrenación y voladura

La barrenación es la siguiente etapa en el proceso de explotación. Esta se efectúa utilizando equipo como vagondriles y treatriles que funcionan mediante aire comprimido.

Llegar a la fase de plantilla de barrenación requiere de la asesoría del proveedor de

33

Benítez Esperza, Pedro L. Tecnología Actual para la Producción de Agregados Pétreos para Concreto. Memoria Segundo Congreso Nacional del Concreto. Celebrado en México, D.F. 1982.

explosivos. Entre los parámetros involucrados en la plantilla de barrenación están: el diámetro del barreno, la profundidad, la carga de columna, la carga de fondo, las separaciones, etc.

La "excavación de la roca" o "corte" es el movimiento de una formación que no puede excavarse sin barrenos y voladuras sistemáticos. Esto permite la desintegración de las rocas en piezas lo bastante pequeñas para moverlas con facilidad y cargarlas en los vehículos de transporte.

La actividad de corte se inicia con la operación de barrenación, que consiste en la selección del sitio a barrenar; posteriormente la perforación de los barrenos con equipo de perforación (track drill) y la planeación de la voladura. Se continúa con la detonación de los explosivos cayendo el material en una área controlada dentro de la zona de corte.

4.2.4 Carga y Transporte

La finalidad de llegar a tener, una vez efectuada la voladura, una fragmentación rocosa adecuada, es la de que el material pueda ser manejado y acarreado con el equipo de carga y transporte, así como de proveer del tamaño adecuado a admitirse en la boca primaria de la quebradora respectiva. Normalmente, la operación se efectuaba por medio de grandes palas mecánicas montadas sobre orugas; pero en la actualidad se efectúa por medio de cargadores frontales sobre neumáticos. En el caso del aprovechamiento de material pétreo en los ríos, el mismo es efectuado mediante la draga que, con su cucharón y una pluma, puede lanzarse hasta el centro del lecho del río para recoger el agregado.

En el transporte de los materiales pétreos son utilizados los camiones de volteo tradicionales, en trabajo o fuera de carretera, en unidades que van desde 6 y 10 toneladas, hasta 50, 70 y 100 toneladas.

Es importante mencionar que, en una de las pedreras, la descarga del material (después de la voladura), se hace primero a un "chorreadero", es decir, un tipo de desfiladero con una altura aproximada de 230 metros por donde resbala la caliza fracturada que

posteriormente es trasladada por medio de camiones de acarreo hasta un almacén de material, alimentador de una tolva receptora, y luego hacia una quebradora.

4.2.5 Trituración Primaria

Las trituradoras primarias son las conocidas como quebradoras³⁴ de quijada simple, máquina costosa que, en los últimos años se ha desechado. El rectángulo de admisión de la roca fragmentada es de 10" x 16" hasta 50" x 60" y, en ocasiones, hasta 66" x 84"; las capacidades van desde las 10 hasta las 200 ton/hr. Aprovechando los efectos de impacto y de compresión, la quebradora de quijada simple hace pasar la roca por la cámara de trituración, haciéndole del orden de 4 a 6 acciones que provocan su ruptura y falla; luego, por la acción de la gravedad se vacía por la parte inferior. El índice de reducción óptimo, es decir, la relación de el tamaño de admisión y el tamaño de salida, es de 8 a 1: ejemplificado, si la máquina trabaja con material de alimentación de 32", puede obtener un material final de 4".

4.2.6 Trituración secundaria y terciaria

En estas, son efectuadas trituraciones de cono, de rodillo y de martillos o impacto.

La trituradora de cono es una máquina que tiene un bastidor fijo, y luego, un cono o nuez montado en una flecha que, al estar montado con un excéntrico de acciones de impacto y compresión, producen la reducción de un tamaño de admisión a un tamaño de salida 10 a 1 (índice de reducción).

Los trituradores de cono secundario admiten material de 10", proveniente de la trituración primaria, y reducen el tamaño a 1".

En las variedades de trituradoras terciarias, la reducción es de 3 a 1 del producto proveniente de una trituración secundaria, y el producto de salida tiene un tamaño entre

34

Las quebradoras son máquinas electromecánicas que se utilizan para el desquebrajamiento de las piedras, ya sea por impacto o por desgaste, corte o compresión. Son denominadas "de quijada" o "de impacto".

1/4" y 3/4".

4.2.7 Trituración cuaternaria

Por último, la trituradora de cono cuaternaria es la que se utiliza para elaborar arenas para concreto; estas son menores de 3/8" con alto contenido de material menor de 1/4". Generalmente a este producto hay que mezclarle una arena fina para que dé la curva granulométrica y módulo de finura exigidos en las normas correspondientes.

La trituración de rodillo tiene su aplicación tanto en rodillo doble como rodillo triple, recomendada únicamente para materiales no abrasivos (contenido de cuarzo menor del 6%) ya que, de lo contrario, es necesario revestirla con soldadura al finalizar cada turno, incrementándose los gastos de mantenimiento.

Las trituradoras de martillo sin impacto, de uno o dos rotores, tienen una reducción muy favorable que puede alcanzar de 30 a 1.

Por otro lado, es factible efectuar la trituración primaria y la trituración secundaria con una sola máquina, transformando la roca fragmentada en una partícula muy cúbica, pero se tiene la vulnerabilidad de que las rocas, con más de 6% de contenido de cuarzo, provocan el desgaste muy acentuado en las barras de impacto y las cabezas de martillo, implicando altos costos de mantenimiento.

4.2.8 Bandas Transportadoras (o transportador de banda)

Dichas máquinas están formadas por una banda sin fin, plana o acanalada, que sirve para transportar, elevar o distribuir los materiales que se colocan en su cara superior. El transportador de banda conduce material, según se requiera, desde la trituración primaria hacia el cribado primario y, de éste, hacia la trituración secundaria y el cribado secundario; posteriormente, dependiendo del tipo de material requerido, puede conducir hacia una trituración terciaria y hacia almacenamientos temporales de productos finales.

4.2.9 Cribado Primario

El material procedente de la tolva de trituración primera es sometido a un cribado inicial. La criba vibratoria consiste en un equipo mecánico accionado por motor, formado por una o varias mallas que sirven para separar los materiales pétreos de diferentes tamaños.

4.2.10 Cribado Secundario

El cribado secundario separa, mediante una o varias mallas, materiales pétreos provenientes de los molinos de martillo (trituración secundaria).

4.2.11 Apilamiento Temporal de Materiales

Todos los productos finales, tanto gravas como arenas, son almacenados de manera temporal, formando montículos sobre el terreno, hasta que éstos son entregados para su venta en el mercado.

4.2.12 Equipo complementario

El equipo complementario está conformado por alimentadores de banda y rejillas vibratorias; en el caso particular de agregados para concreto hidráulico, son empleados con especificaciones de control de calidad muy elevadas, ya que se requiere incluir un equipo de lavado.

Sólo en grandes obras de infraestructura para la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Comisión Nacional del Agua (CNA), etc., y algunas otras excepciones, se recurre al lavado de materiales pétreos ya que se exige una alta calidad en la producción de los mismos para el concreto.

Otros elementos que conforman el equipo complementario son: el alimentador que recibe la roca hasta las cribas vibratorias de uno, dos o tres pisos para la clasificación del material granulado con distintos tamaños para su venta al mercado. Las cribas cuentan con

dimensiones desde 3' x 6' con una área de cribar de 18 pies², hasta la más grande que es de 8' x 24', con una área de cribado de 192 pies².

Para la producción de agregados, requeridos para la elaboración de concretos hidráulicos, es recomendable la utilización del cribado por vía húmeda. La criba horizontal tiene un excéntrico doble, es compacta y ahorra espacio vertical de instalación, por lo que su uso se aconseja en los grupos móviles o plantas portátiles.

Otro equipo complementario e indispensable en una planta de producción de agregados pétreos es el transportador de banda. Este lleva el producto, de un lugar a otro, hasta su destino final, que es, en muchas ocasiones, una pila cónica de almacenamiento.

Para la generación de agregados utilizados en la fabricación de concretos hidráulicos, además del equipo ya mencionado, hay un equipo adicional: el equipo de lavado. La fracción de arena exige un contenido muy bajo, a veces nulo, de material que pase la malla No.100, o sea, en la fracción de limos y arcillas. La eliminación de los mismos se hace por lavado, es decir, además del equipo común de instalaciones por vía húmeda y por vía seca ya mencionados; si son requeridos agregados para concretos de alta especificación, generalmente se tendrá que lavar el material.

El lavado comienza en la criba, por medio de las trompas de riego dispuestas en cada piso, mismas que llevan el agua a la presión requerida y en la cantidad necesaria para la eliminación de los materiales indeseables; de lo contrario tendría que compensarse, para una resistencia dada, mediante el aumento del consumo de cemento, elevando mucho el costo del concreto. Asimismo, en la fracción arena-agua que pasa por la malla de finos de la criba, habrá que separar el agua de la arena, por medio de un gusano lavador y ciclón hidráulico. Del vertedor sale el agua con los limos y arcillas; el gusano escurre la arena y la envía con una humedad entre el 12 y el 14%, más o menos uniforme.

En un gusano lavador doble, la arena escurrida sale por la parte derecha superior, y va a la banda transportadora para su almacenamiento. Si las gravas están muy contaminadas de arcilla, muchas veces el lavado en las rocas del riego de la criba no es suficiente, y

entonces se usa el tambor desenlodador que es un tambor metálico con aspas, que da un lavado mucho más energético, evacúa la grava ya lavada y, con un cedazo, elimina el agua.

La combinación de las máquinas de trituración con el equipo complementario, da por resultado plantas que pueden ser tan complejas como la exigencia en la producción de los agregados para concretos hidráulicos lo requiera.

4.3 MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS FINALES

Básicamente, puede decirse que la única materia prima utilizada en el proceso es la piedra caliza, extraída en greña de la zona de explotación que, a su vez, constituye los productos finales al terminar el proceso de trituración. La capacidad instalada de las pedreras que se localizan tanto en la Sierra Mitras como en la Sierra San Miguel, pueden llegar a producir 1.5 millones de toneladas mensuales de caliza en diferentes presentaciones, pero debido a la contracción del mercado de la construcción, sólo se extraen de 400 mil a 450 mil toneladas por mes.

No obstante, continuando con la necesidad de materias primas para esta industria, la extracción de la caliza requiere de explosivos que fragmentan la materia prima, además de combustibles, grasas y aceites, que son empleados como materiales de insumo por fase de proceso para la maquinaria y equipo, para la operación en cada una de las plantas denominadas pedreras.

En cuanto a los productos finales, después del procesado de la caliza, entre los mismos se cuentan: arena #4, arena #5, grava#1, grava#2, sello, piedra cimiento, base, sub-base, etc.

En la siguiente página se muestra una figura que representa el esquema general del proceso de operación típico de una pedrera en la Sierra de San Miguel, así como los productos finales obtenidos para cada una de las fases que conforman el proceso.

PROCESO DE UNA PEDRERA DIAGRAMA GENERAL

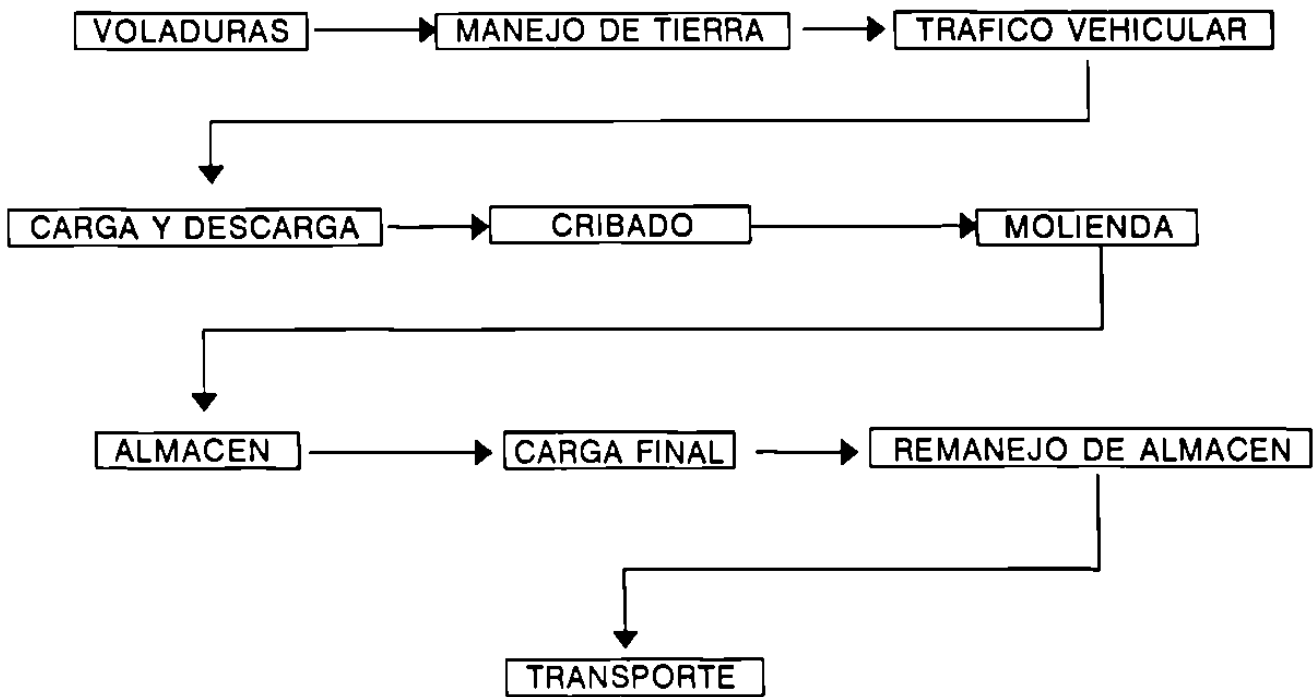
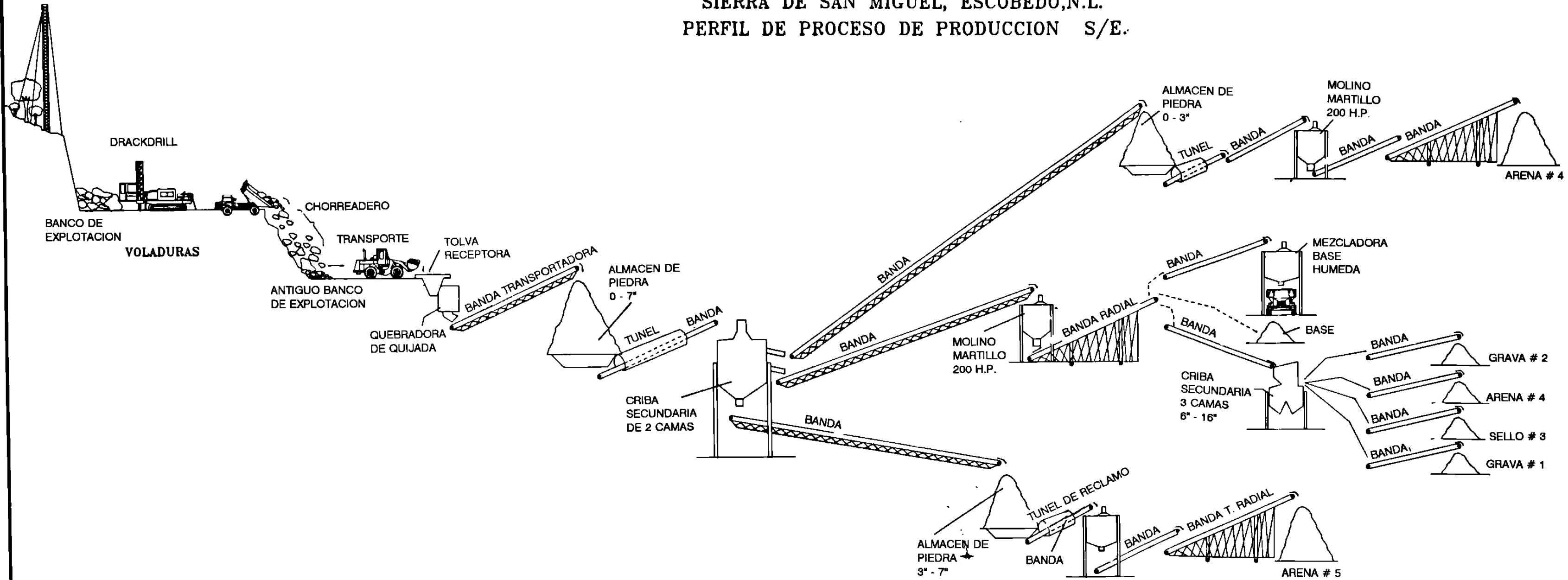


Fig. No.15 Diagrama general de proceso de una pedrera

**ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO DE OPERACION
TIPICO DE UNA PEDRERA**

SIERRA DE SAN MIGUEL, ESCOBEDO, N.L.
PERFIL DE PROCESO DE PRODUCCION S/E.



Esquema general del proceso de operación típico de una pedrera
Fig. No.16

4.4 MAQUINARIA Y EQUIPO

La operación de una pedrera requiere de equipo y maquinaria pesada, al igual que de instalaciones y ciertos equipos específicos para la explotación, carga, transporte y trituración de los materiales. Dentro de este listado se encuentran:

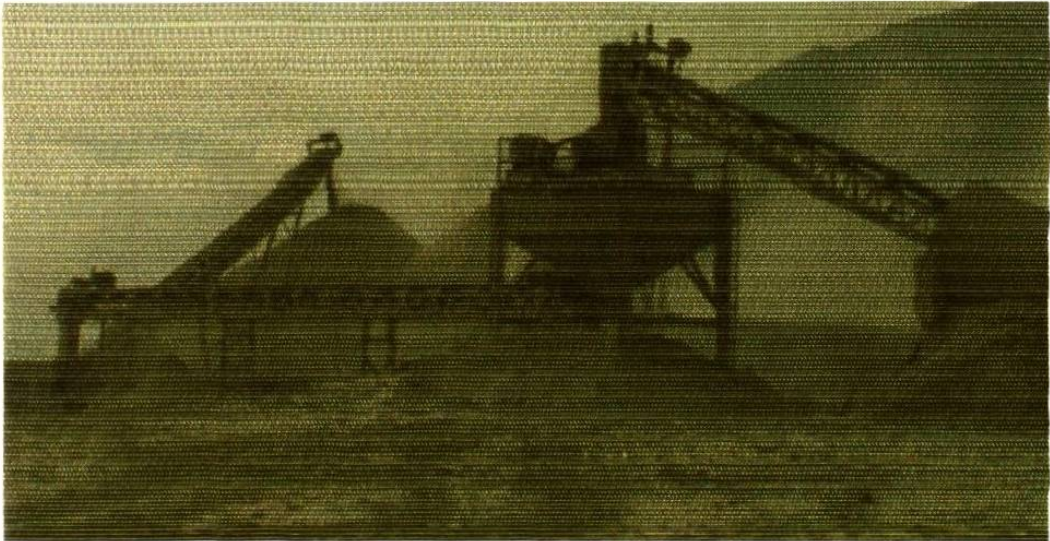
- Una subestación eléctrica
- Varios compresores para administrar presión a equipo neumático
- Pistolas perforadoras
- Cargadores frontales
- Una báscula
- Varios camiones de carga con unidades de volteo
- Unidades de cribado
- Molinos y trituradores
- Bandas transportadoras
- Otros.

Capítulo 4
SISTEMAS DE EXPLOTACION EN LA SIERRA SAN MIGUEL



Maquinaria y equipo utilizado normalmente en la industria extractora de caliza

Capítulo 4
SISTEMAS DE EXPLOTACION EN LA SIERRA SAN MIGUEL



Maquinaria y equipo utilizado normalmente en la industria extractora de caliza

Capítulo 5

FUENTES DE CONTAMINACION

5.1 EMISIONES

5.1.1 A la atmósfera

Las fuentes de emisión de humos y gases, dentro del procesamiento de la caliza en la zona de pedreras de la Sierra de San Miguel, son las llamadas fuentes móviles, constituidas por camiones de volteo y demás maquinaria y equipo pesado para movimiento de tierras.

Por otro lado, durante la fase operativa de cada una de las pedreras, se presentan emisiones de polvo altamente significativas; en tolvas de recepción, molinos y áreas de carga y descarga.

Son, también, fuentes de emisión de polvos, los caminos y demás áreas viales, por lo que se deduce que en la zona se presentan:

Fuentes regulares: Originadas por los consumos de combustibles en los equipos mecánicos y de transporte; carga y descarga de material pétreo donde se emiten polvos y partículas; trituración y cribado de material con emisiones de polvos y partículas.

Otras fuentes: Constituidas por los polvos fugitivos levantados por el movimiento de materiales y por las unidades de acarreo en su recorrido.

Las emisiones de polvos, por fase de operación, se dan primordialmente en:

- Barrenación
- Voladuras
- Carga y descarga de material fracturado
- Cribado
- Molienda
- Caídas de material
- Estaciones de transferencia

- Almacenamiento de material
- Carga y descarga de material final
- Túnel de reclamo
- Tránsito de vehículos dentro de la planta

Los estudios de impacto ambiental³⁵ efectuados a tres pedreras de la Sierra de San Miguel, determinaron las emisiones aproximadas de Partículas Suspendidas Totales, PST (iguales o menores a 30 micras) y Material Particulado PM10 (igual o menor a 10 micras) por fase de proceso. Se presenta, a manera de resumen, una tabla comparativa que refiere el % de emisión de polvos y partículas por fase de proceso, tanto para PM10, como para PST (Ver Tabla No.26).

De acuerdo a la relación de actividad por fase de proceso y el consiguiente porcentaje del total de emisión de polvos, ya sean PST o PM10, las actividades que generan mayor descarga de material particulado igual o menor a 10 micras (PM10) son:

- El cribado
- La caída libre de material
- La transportación en banda
- El almacenamiento de material
- Las voladuras
- El tránsito vehicular

El porcentaje del total anual de emisión de PM10 varía desde 9.89% hasta 54.90%, dependiendo de la actividad.

35

Elaborados por el Departamento de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil de la UANL.

Tabla No.26
PORCENTAJE (%) DE EMISION DE PARTICULAS
POR FASE DE PROCESO: PM10 Y PST

ACTIVIDAD	PEDRERA 1 (Triturados El Roble)		PEDRERA 2 (Productos de Caliza)		PEDRERA 3 (CATRINSA)	
	PM10 (≤ 10)	PST (≤ 30)	PM10 (≤ 10)	PST (≤ 30)	PM10 (≤ 10)	PST (≤ 30)
	%	%	%	%	%	%
Barrenación	0.014	0.31	0.01	0.015	0.005	0.015
Voladuras	1.73	1.70	16.56	7.36	0.77	1.03
Carga y descarga de material fracturado	0.038	0.026	0.05	0.025	0.019	0.01
Cribado	24.25	6.32	33.80	3.98	10.86	4.71
Molienda	3.36	43.42	3.56	39.62	2.15	43.51
Caídas de material	15.24	13.84	42.33	9.15	18.77	11.07
Estación de transferencia	-	4.15	-	2.71	-	1.34
Transportación en banda	54.90	-	-	-	0.46	2.32
Almacenamiento de material	-	27.00	0.33	0.61	9.89	3.47
Carga final para venta	-	3.25	-	1.066	0.102	0.64
Tránsito vehicular	0.42	0.18	0.44	0.08	53.83	31.86
Descarga en chorreadero	-	-	-	35.28	-	-
Túnel de reclamo	0.019	0.058	0.056	0.080	-	-

En lo que respecta a las Partículas Suspensas Totales, la mayor emisión de las mismas se genera en:

- La molienda
- La caída libre de material
- El almacenamiento de material
- La descarga en el "chorreadero"
- El tránsito vehicular

Asimismo, el porcentaje del total anual de emisión de PST varía desde 9.15% hasta 43.42%, dependiendo del tipo de actividad efectuada.

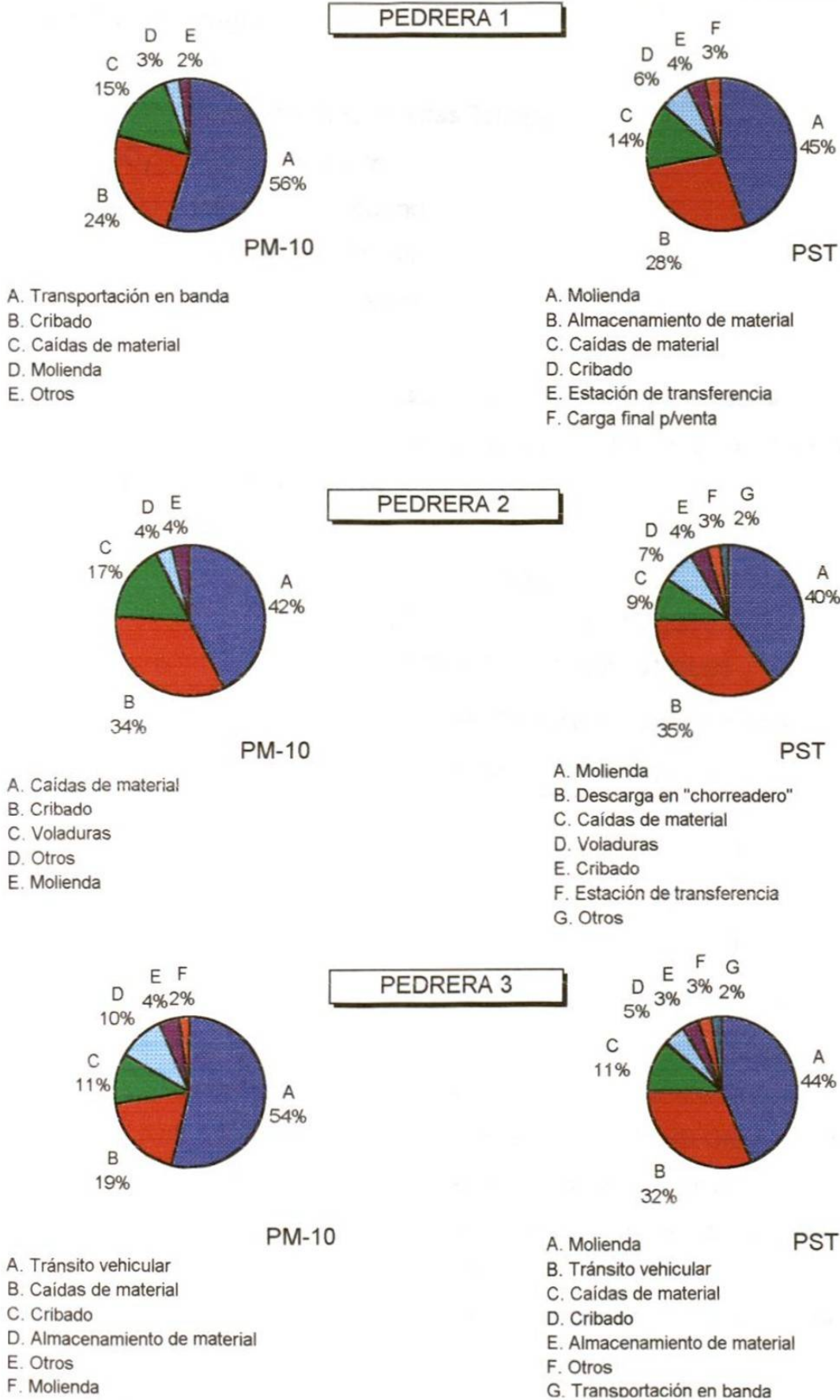


Fig. No.17 Porcentajes (%) de emisión de partículas por fase de proceso

En lo que respecta a las emisiones por consumo de combustibles, los contaminantes considerados fueron:

PST: Partículas Suspendidas Totales

SO₂: Dióxido de azufre

NO_x: Oxidos de nitrógeno

HC: Hidrocarburos totales

CO: Monóxido de carbono

El resultado del pronóstico de emisiones atmosféricas por consumo de combustibles para cada una de las tres pedreras a las que se les practicó el Estudio de Impacto Ambiental se observa en la siguiente tabla:

Tabla No.27
PRONOSTICO DE EMISIONES ATMOSFERICAS
POR CONSUMO DE COMBUSTIBLES

EMISIONES POR CONSUMO DE COMBUSTIBLES					
	PST (Kg/año)	SO ₂ (Kg/año)	NO _x (Kg/año)	HC (Kg/año)	CO (Kg/año)
PEDRERA 1	1,483.00	117.42	6,908.00	1,606.80	26,883.00
PEDRERA 2	741.60	58.71	3,399.00	803.40	13,441.50
PEDRERA 3	518.19	56.12	2,419.86	1,049.18	22,869.52

- Notas:
- Para el cálculo de las cargas contaminantes a la atmósfera, producto del consumo de combustibles, se tomaron los factores de emisión de la EPA, utilizados en E.R.F.C.A.-OPS, traducción y adaptación de WHO Offset Pub. No.62.
 - Para el cálculo de emisiones de polvo por actividad de proceso, se tomaron los factores de emisión de EPA, "AP-42 Supplement B, september 1988", Sand and Gravel Processing and Crushed Stone Processing.
 - Para la estimación de PST, producto del tránsito vehicular, se tomó el factor de emisión de una expresión empírica del "Setting priorities for control of fugitive particulate emissions from open sources". NTIS-PB80-10862-august-1979.

5.1.2 Residuos sólidos y líquidos

Los residuos generados en este tipo de actividades son de dos tipos: los domésticos e industriales.

Los del tipo doméstico son los generados por los trabajadores en el área de el comedor, las duchas, los servicios sanitarios, etc., así como los procedentes de las oficinas administrativas; ordinariamente dichos residuos están conformados por: papel, cartón, vidrio, materia orgánica, trapos, etc.

Los del tipo industrial son aquellos residuos originados por los insumos requeridos para la operación de la planta, entre ellos: aceites, restos de lubricante, botes con restos de aceite, grasas y diesel, plásticos, hules, estopas, herramienta vieja, llantas, restos de vehículos, restos de maquinaria, etc.

Otro tipo de residuos son los generados por material de caliza contaminado y/o desperdiciado de los procesos de cribado y trituración.

5.1.3 Aguas residuales

Existen las aguas residuales de tipo doméstico generadas por los empleados de la planta, mismas que presentan la caracterización típica de estas aguas ya que sólo son utilizadas para consumo humano y uso de servicios sanitarios; sin embargo, el agua dentro del procesamiento de la caliza, también es requerida para el riego superficial de los materiales finales, ya sobre los camiones de transporte, con la finalidad de controlar las emisiones de polvos durante su tránsito por carretera, a través de la ciudad o fuera de ella.

5.1.4 Ruido

Las actividades ejecutadas en la zona de pedreras presentan diversas fuentes emisoras de ruido cuyos niveles, en determinado momento, llegan a ser superiores a los 90 dB. Se tienen fuentes fijas y localizadas como lo son los molinos trituradores y las bandas, fuentes

puntuales intermitentes (voladuras) y fuentes móviles (maquinaria pesada para movimiento de tierras). Los niveles máximos de ruido en este tipo de instalaciones son:

Tabla No.28
NIVELES DE RUIDO*

FASE DE PROCESO	decibeles dBA
Carga de material en banco	75-80
Trituración	85-95
Cribado	58-93
Banda transportadora	80-85
Operación de camiones (descarga y transporte)	75-95

*Nota: Estos valores de emisión son típicos, sus valores varían de acuerdo a condiciones específicas, tales como tipo de maquinaria, mantenimiento de instalaciones e, inclusive, pendientes topográficas y distancias de traslado.

5.2 METODOS DE CONTROL

5.2.1 Emisiones a la atmósfera

Una gran parte de los polvos emitidos durante el procesamiento de la caliza, por su tamaño y peso específico, tienden a precipitarse o sedimentar dentro de las instalaciones de cada una de las pedreras; no obstante, otros son dispersados en la atmósfera, depositándose posteriormente en los alrededores de las industrias y más allá de ellas.

La mayoría de las industrias procesadoras de caliza en la Sierra de San Miguel no cuentan con métodos de control de sus emisiones de polvos y partículas en las diferentes fases del procesamiento de los agregados pétreos. La mayoría de ellas sólo practica el riego superficial del producto terminado (para venta al público) antes de salir de la planta, o el uso de camiones completamente cubiertos con lonas para evitar las emisiones fugitivas provenientes de la transportación por carretera de material a granel.

5.2.2 Residuos sólidos y líquidos

En lo que respecta a los residuos sólidos, en el caso específico de los lubricantes, algunas de las pedreras suelen reutilizar gran parte de los mismos en el proceso para la lubricación de las bandas transportadoras u otro tipo de maquinaria en operación que lo requiera, y el resto son recolectados por el mismo proveedor que se encarga de su transporte y disposición final.

Algunas otras industrias de la zona acostumbran arrojar libremente sobre el terreno los residuos provenientes de los insumos de la fase de operación -constituidos básicamente por aceites, lubricantes y restos de refacciones automotrices- .

En lo que se refiere al material de caliza residual (ya sea por contaminación o por desperdicio en proceso de trituración o molienda), el mismo es utilizado (en, al menos una industria de la zona) para rellenar arroyos dentro del mismo predio, obstruyendo los escurrimientos naturales del agua superficial.

En lo que respecta a los residuos sólidos domésticos, originados en las industrias de aquella zona, y ante la lejanía de las zonas poblacionales y los beneficios de contar con el sistema de recolección de basura, la mayoría de las empresas del área, los incineran al aire libre dentro de sus propias instalaciones.

5.2.3 Aguas residuales

Normalmente las aguas residuales descargadas por efecto de la higiene personal y de los servicios sanitarios, son canalizadas a fosas sépticas dentro de los propios predios de estas industrias.

Por otro lado, es sabido que, ciertas industrias del área, acostumbran a descargar libremente al terreno sus aguas residuales provenientes del lavado de máquinas.

5.2.4 Ruido

No obstante los altos niveles de ruido que son emitidos, éstos son, en la mayoría de los casos, prácticamente ahogados dentro de las instalaciones, debido a que, en el caso de los trabajos realizados en los bancos de explotación y debido a la misma morfología y topografía que se crea en dicho lugar, ésta funciona como pared amortiguante; por otro lado, la ubicación geográfica de la zona de pedreras y las grandes superficies que conforman cada una de las empresas, actúan como zona de amortiguamiento.

Capítulo 6
LEGISLACION

6.1 CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

6.1.1 Artículo 127

"La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a particulares, constituyendo la propiedad privada".³⁶

Dicho artículo menciona que es la nación la que regula "en beneficio social el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana".

Para ello, se dictan las medidas necesarias que permitan ordenar los asentamientos humanos y establezcan las provisiones adecuadas, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad; entre otros.

En lo que corresponde al dominio directo de la nación sobre todos los recursos naturales del país, se mencionan, relacionados con el tema que nos ocupa, "todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de material susceptibles de ser utilizados como fertilizantes;..." Podemos darnos cuenta de

36

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 27. 3a.ed. McGraw-Hill Interamericana de México. 1995. México.

que las calizas quedan liberadas del dominio directo de la Nación, por ser éstas componente del terreno, susceptibles de explotación por los particulares. Esto se complementa con la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Minera.

6.2 LEY MINERA³⁷

La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional menciona que se sujetarán a las disposiciones que dicta dicha ley, la exploración, la explotación y el beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos que constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes del suelo (Artículo 2o.).

El Artículo 5o. menciona que se exceptúan de la aplicación de la citada ley "las rocas o productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen a este fin; los productos derivados de la descomposición de las rocas cuya explotación de las rocas se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto". (Artículo 5o., Fracciones IV y V).

De esta forma se exceptúa de la aplicación de la Ley Minera a las rocas que sólo pueden utilizarse para fabricar materiales de construcción, como es el caso de la piedra caliza.

6.3 PROYECTO DE LOS CRITERIOS ECOLOGICOS PARA LA OPERACION Y FUNCIONAMIENTO DE LAS INDUSTRIAS EXTRACTORAS Y PROCESADORAS DE MATERIALES PETREOS

Como se menciona en el Capítulo I "Zona de Amortiguamiento", el Gobierno del Estado de Nuevo León publicó en el Periódico Oficial del lunes 4 de enero de 1982, el Decreto 187, donde se establecieron las bases para la reubicación de las pedreras; y además se anexó a dicho Decreto el convenio donde se establecían los compromisos de las partes que signaban el mismo.

37

Ley Minera. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 26 de junio de 1992.

Asimismo, también se mencionó en el capítulo Primero que, en febrero de 1995, se expidió un acuerdo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de Nuevo León, en el que se definió la Zona de Amortiguamiento para cada una de las áreas de reubicación de las pedreras, tanto para la Sierra Mitras, como la Sierra de San Miguel, de acuerdo con el Decreto No. 187.

Teniendo como marco legal lo anteriormente señalado, se estableció un acuerdo para el cumplimiento de ciertos criterios ecológicos para la operación y funcionamiento de las industrias extractoras y procesadoras de materiales pétreos. Dicho acuerdo se estableció ante la necesidad de promover e implantar acciones que tendieran a disminuir los índices de contaminación de la atmósfera y de prevenir y controlar dicha contaminación para propiciar a la población un ambiente adecuado para su desarrollo.

Los criterios ecológicos a cumplirse se establecieron en los rubros de: a) aguas residuales; b) residuos sólidos; c) emisiones a la atmósfera; d) evaluación y control de las emisiones fugitivas; e) contingencias; f) métodos de explotación; y g) licencias y permisos.

Al parecer, las mediciones en la calidad del aire advirtieron un proceso de contaminación de la atmósfera en el que, aparentemente, influyó de manera importante, las emanaciones generadas por las industrias dedicadas a la extracción y trituración de materiales pétreos.

Los criterios ecológicos que deberían ser cumplidos conforme al acuerdo establecido, son los siguientes:

6.3.1 En materia de aguas residuales

- Si las aguas residuales se descargan a la red de drenaje sanitario de la Ciudad, deberá cumplirse con la Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL/96, y/o con las condiciones particulares de descarga que se le dicten; si la descarga se efectúa hacia un cuerpo receptor deberá cumplirse con la Norma Oficial Mexicana NOM/001-ECOL/96.

6.3.2 En materia de residuos sólidos

- Todos los residuos sólidos deberán mantenerse en recipientes cerrados hasta su disposición final, previa autorización para ésta.
- Los residuos peligrosos provenientes de las áreas de mantenimiento de vehículos y maquinaria y, en general, todos los residuos peligrosos que se generen, deberán enviarse a un confinamiento controlado, o en su defecto, darles algún tipo de tratamiento, para lo cual se deberá solicitar autorización.

6.3.3 Emisiones a la atmósfera

- Llevar a cabo periódicamente el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas y cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos o subproductos, pueda causar grave deterioro de los ecosistemas, a juicio de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas.
- Llevar una bitácora de las operaciones y del mantenimiento de los equipos de proceso y de control de emisiones a la atmósfera.
- Dar aviso anticipado a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del inicio de operación de sus procesos, en el caso de paros programados, y de inmediato, en el caso de que éstos sean circunstanciales, si ellos pueden provocar contaminación.
- Dar aviso a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas en el caso de fallas del equipo de control, para que ésta determine lo conducente.
- Preparar planes de contingencia para los casos o acontecimientos críticos aprobados por Protección Civil.

6.3.4 Para la evaluación y control de las emisiones fugitivas

- Las industrias extractoras y procesadoras de caliza deberán determinar periódicamente la concentración de partículas suspendidas en el aire ambiente, mediante equipos y procedimientos de muestreo y calibración establecidos en la Norma Oficial Mexicana (NOM-035-ECOL-1993).

- Estas industrias cuidarán de no rebasar los límites máximos permitidos de emisión de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas, establecidas por la Norma Oficial Mexicana (NOM-043-ECOL-1993).

- Las plantas industriales, localizadas fuera de las áreas de las Pedreras de Sierra Mitras y de la Sierra de San Miguel, establecidas oficialmente o no, deberán realizar monitoreos perimetrales como lo establezca la normatividad en vigor.

- Las industrias extractoras y procesadoras de caliza de Sierra Mitras y Sierra de San Miguel, efectuarán sus respectivos monitoreos en el perímetro de las zonas de amortiguamiento, por tratarse de múltiples fuentes de emisión concentradas, y en común acuerdo remediarán los casos críticos.

- Para controlar las emisiones fugitivas de polvos u otros contaminantes, las empresas deberán:
 - Instalar en lugares estratégicos equipos y/o dispositivos supresores de polvo.
 - Efectuar las explosiones cuando las condiciones meteorológicas sean más favorables.
 - Enclaustrar, hasta donde sea posible sin entorpecer las acciones del proceso los molinos, las cribas, las bandas, las tolvas, etc.
 - Aplicar agua o algún químico adecuado (eje. cloruro de calcio) en los apilamientos de materiales y en otras superficies en que pudiera crear polvo al paso del viento.
 - Aplicar agua, en forma manual o automática, o algún químico o realizar el

cubrimiento completo de los materiales contenidos en los camiones de caja abierta, en los tráilers o en los carros de ferrocarril.

- En las superficies sin pavimentar, se recomienda la aplicación de agua, u otros productos químicos, como el cloruro de calcio.
- En las plantas de trituración, donde la carga a los camiones sea por medio de tolvas, estas actividades se deberán confinar lo más posible, (tolvas con banda de hule en la entrada y salida de los camiones) y calcular la frecuencia de las dispersiones de agua, de acuerdo con las condiciones climatológicas y con la composición de polvo en las superficies de rodamiento.
- Establecer un sistema estricto de control a la salida de los camiones y verificar que sólo se carguen hasta la altura máxima convenida con las autoridades. Exigir que los camiones cubran su carga con una lona o lámina de material plástico.
- No autorizar la salida de camiones cargados de agregados cuando la caja se encuentre en mal estado o con peligro de que, al circular el vehículo, se tire el material en vía pública.
- Restringir el tránsito interno de vehículos ligeros y de camiones que carguen menos de cinco toneladas de material pétreo, dando preferencia a los camiones de caja grande, a fin de minimizar el número de vehículos en circulación en el interior de las plantas.
- Estudiar muy bien las rutas de tránsito interior, minimizar los recorridos y establecer límites bajos de velocidad.
- Ubicar el área de mantenimiento de vehículos lo más retirada posible de las áreas de apilamiento de materiales y de las áreas sin pavimentar.
- Colocar barreras rompevientos en aquellas áreas donde sea posible, ya sea con barda o con vegetación (ésta última donde las condiciones de suelo lo permitan). Las barreras se colocarán en donde lo indique el resultado de un estudio de vientos dominantes, en el nivel del suelo.

6.3.5 Contingencias

- Para prevenir posibles derrames y/o contingencias, es indispensable contar con contenedores perimetrales en las áreas de almacén de diesel, aceite y demás. Los envases

de materiales pétreos, calizos en el Estado y en la zona de influencia de los Estados vecinos, la cual se determinará en forma mancomunada, entre el Estado y los productores.

- Después de la extracción del recurso, no deberán dejarse zonas con pendientes pronunciadas continuas, para lo cual se deberá recurrir al método de terrazas escalonadas. El ángulo que forma el plano horizontal del banco de explotación con el plano de la superficie expuesta al corte no será mayor de 85°, no permitiéndose nunca el contratalud. Se recomienda dejar una altura mínima del frente de 9 metros, y nunca mayor de 20 metros, y un ancho de escalón mínimo de 5 metros y máximo de 11 metros. Este sistema de explotación permitirá la reforestación.
- Cada empresa deberá implantar un programa de reforestación de la zona explotada, prefiriendo la vegetación nativa; según deberá estar manifestado en el estudio de impacto ambiental del proyecto.
- Dentro de los planes de operación de cada empresa, se deberá especificar la ubicación y la forma de depósito de los productos de desmonte y de los subproductos de la explotación.
- En los planes de operación deberá también programarse la construcción de la obra de ingeniería que conserve los escurrimientos naturales, tales como: pendientes adecuadas, cunetas, bordillos, cajas desarenadoras, etc.

6.3.7 Licencias y permisos

- En primera instancia, se deberá tramitar la licencia de uso del suelo ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, así como el permiso de construcción de los edificios y obras de la empresa.
- Las industrias procesadoras de pétreos deberán presentar, al solicitar la licencia de uso del suelo, el respectivo estudio de impacto ambiental. Esto no rige para aquellas

empresas que sean emplazadas o removidas a otro lugar por la autoridad gubernamental, salvo que las propias autoridades, como caso excepcional, lo demanden.

- También se ha de tramitar licencia sanitaria ante la Subsecretaría de Salud en el Estado a fin de que ésta realice inspecciones, en materia de salubridad e higiene en el trabajo o en la salud ocupacional.
- Las empresas deberán, además, contar con el permiso escrito de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) para el caso de uso, compra, transporte y otros factores de los materiales explosivos; los que suelen ser utilizados en estas industrias. Las empresas deberán sujetarse a los lineamientos y condiciones impuestas por la propia SEDENA.
- Se deberá tramitar, ante la Comisión Nacional del Agua, la concesión de uso y cubrir los derechos de explotación de los acuíferos, (registro de pozos), tanto el permiso de perforación como los de ampliación o aumento de la profundidad de los pozos.
- Respecto a los arroyos, ríos o cauces naturales de agua, se deberá solicitar ante la Comisión Nacional del Agua la autorización para explotar un banco de materiales y cubrir los derechos, conforme a la Ley de Aguas Nacionales y la Ley de Derechos en Materia de Aguas.
- Si se han de descargar aguas residuales, se procederá como sigue:
 - Si es al sistema de alcantarillado, habrá de obtenerse la anuencia de la Secretaría de Ecología.
 - Si es a cuerpos receptores, el permiso se tramitará ante la Comisión Nacional del Agua.
- Se habrá de solicitar, a la Agencia de Minería de la Dirección General de Minas de

la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, una constancia de que la explotación pretendida no contempla la extracción de metales y otros recursos controlados por dicha Dirección.

Desafortunadamente, el "Proyecto de los Criterios Ecológicos para la Operación y Funcionamiento de las Industrias Extractoras y Procesadoras de Materiales Pétreos" no prosperó; sin embargo, la propuesta sigue en pie, y lo establecido en los mismos es digno de ser considerado como parte de la solución a los problemas ambientales que se presentan en la zona de estudio.

7.1 ZONA DE AMORTIGUAMIENTO

7.1.1 Decreto 187

En 1982, siendo Gobernador del Estado de Nuevo León Don Alfonso Martínez Domínguez, mediante el Decreto 187 ³⁸, publicado el 4 de enero de ese mismo año en el Periódico Oficial del Estado, se declaró de utilidad pública la desocupación de los predios ubicados en la falda sur-este del cerro de Las Mitras y en el cerro del Topo Chico, hasta aquel momento dedicados al procesamiento -explotación y trituración- de la piedra caliza, extraída de dichos cerros desde hacía más de cincuenta años, y que surtían la demanda de material de construcción de la ciudad de Monterrey y su área metropolitana; procediéndose a la reubicación de dichas pedreras hacia el extremo noroeste del propio cerro Las Mitras, en jurisdicción de los municipios de García y Santa Catarina, N.L., así como hacia la falda sureste de la denominada sierra de San Miguel, en jurisdicción del municipio de Escobedo, N.L.

La reubicación tuvo como finalidad localizar las pedreras lo mas alejadas posible de las zonas habitacionales, y considerar dicha zona como restringida en cuanto a permitir asentamientos humanos, a fin de prever y evitar que se repitiese la situación anterior donde la zona urbana se había acercado a las áreas de explotación de caliza, afectando la salud de los habitantes y causando molestias por los ruidos procedentes de las detonaciones, así como los efectos negativos de la contaminación ambiental que producen las fábricas procesadoras de caliza.

Asimismo, se estableció en dicho decreto, que la zona de las nuevas instalaciones de las llamadas "pedreras" estuviesen alejadas de las áreas habitacionales y que, estas últimas, no fuesen permitidas cercanas a la nueva zona de explotación, evitando con ello una situación semejante a la ocurrida cuando su ubicación era sobre la falda este de la sierra Mitras y sobre el cerro del Topo Chico.

³⁸ Decreto Número 187. Periódico Oficial del lunes 4 de enero de 1982. Gobierno del Estado de Nuevo León. Poder Ejecutivo.

Capítulo 3
CARACTERÍSTICAS NATURALES Y SOCIOECONÓMICAS DE LA ZONA

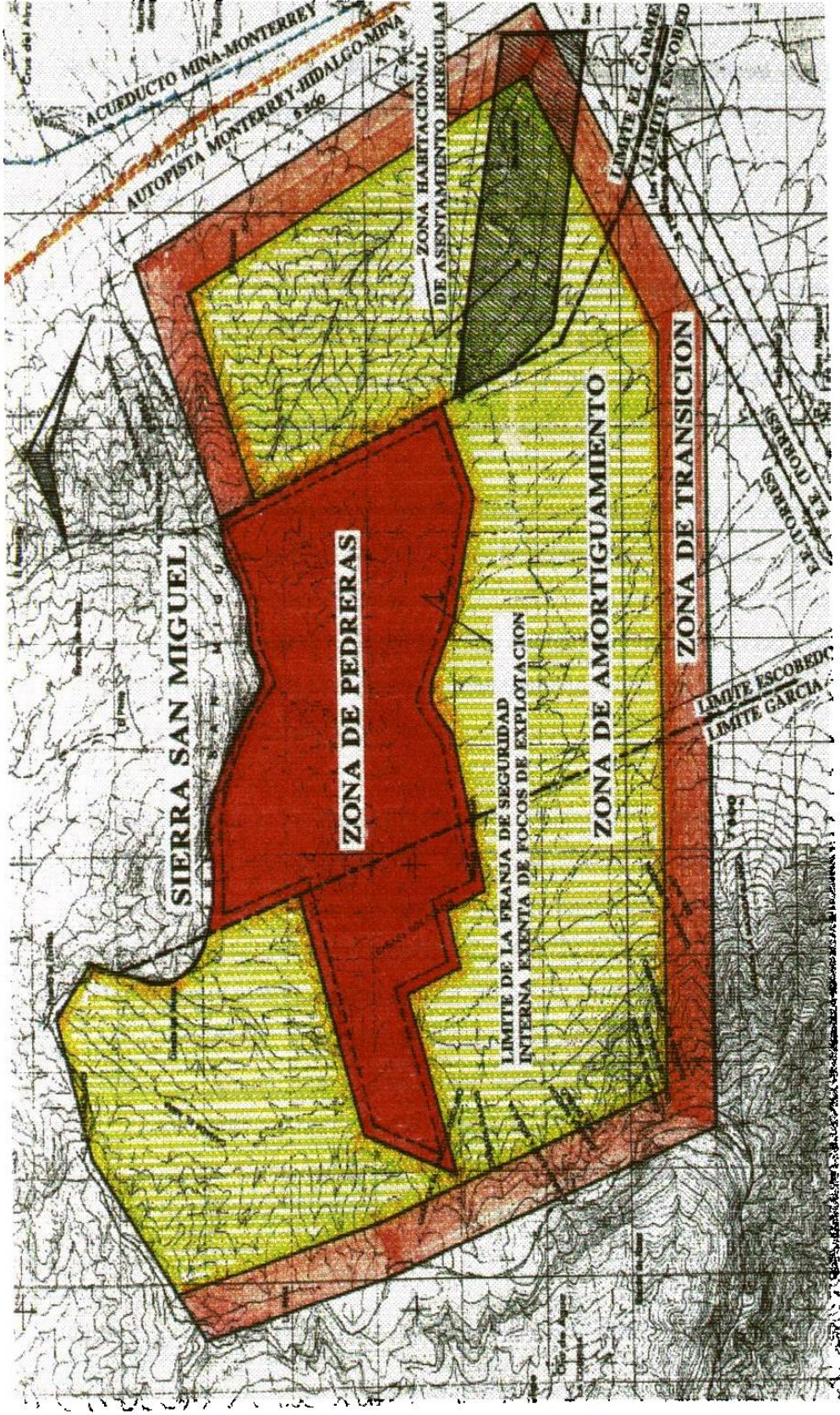


Fig. No.18 Zona de Amortiguamiento de la Sierra de San Miguel

7.1.2 Convenio para el debido acatamiento del Decreto 187

Por otro lado, el 28 de abril de 1982 se publicó en el Periódico Oficial del Estado, el Convenio para acatar el Decreto No.187 ³⁹.

En este convenio se estableció, de manera general, que:

- "La Asociación y las Empresas" cambiarían sus instalaciones, localizadas en ese tiempo sobre la falda sur-este de la sierra Mitras y el cerro del Topo Chico, hacia las áreas que señaló "El Gobierno" en el anteriormente citado Decreto, en un plazo no excedente al 31 de marzo de 1983.
- No se autorizaría ninguna nueva zona de explotación y trituración de caliza en Monterrey, Guadalupe, San Nicolás, Garza García, García, Santa Catarina, Santiago, Juárez y Escobedo en un periodo de 10 años, siempre y cuando los productores de caliza de ese tiempo satisficieran adecuadamente la demanda, en cuanto a cantidad y el precio razonable, de dichos productos pétreos.
- La Secretaría de Asentamientos Humanos y Planificación de ese tiempo, determinó, específicamente, la nuevas zonas de explotación, las que son conformadas de la siguiente manera: "serán susceptibles de explotación únicamente los terrenos comprendidos de esta sierra [Sierra de San Miguel] que queden en jurisdicción del municipio de General Escobedo, N.L. Cerro de las Mitras: los terrenos comprendidos desde el extremo noroeste de dicho cerro, hasta una línea que corte perpendicularmente el eje longitudinal del cerro, y que esté a 4,800 metros al sureste de la mohnera conocida como Puerto de El Durazno, incluido el cerro del mismo nombre, en los límites de los municipios de Villa de García y Santa Catarina, por

39

Convenio Para El Debido Acatamiento Del Decreto Número 187, firmado en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, el 28 de enero de 1982.

ambos lados del cerro..." .

- El Gobierno de aquel entonces gestionaría financiamientos a largo plazo en favor de los industriales afectados, apoyándoles con la construcción de infraestructura general de energía eléctrica, agua y pavimento de acceso sólo en la zona de la Sierra de San Miguel.
- Asimismo, el Gobierno sería el encargado de regular, mediante la Ley de Desarrollo Urbano del Estado y los planes respectivos, las áreas de protección que impidieran el establecimiento de zonas habitacionales aledañas a la nueva zona de explotación.

7.1.3 Creación de una zona de amortiguamiento

El Convenio para el Debido Acatamiento del Decreto Número 187, en su Cláusula Sexta menciona que el Gobierno sería el encargado de regular, mediante la Ley de Desarrollo Urbano del Estado y los planes respectivos, áreas de protección que prohibieran asentamientos de viviendas cercanas a la nueva zona de explotación y procesamiento de materiales pétreos.

En base a esto, surgieron las aportaciones de la Subsecretaría de Ecología del Estado para la revisión del Plan Director de Desarrollo Urbano del área metropolitana de Monterrey, entre las que se incluyó una propuesta referente a la pedreras, la cual consistió en dejar una zona de amortiguamiento a la redonda de las empresas dedicadas a la extracción y trituración de la caliza, en cuya área no podría autorizarse el uso habitacional; la distancia estimada para esta zona de amortiguamiento es de 2,000 metros a la redonda de cada empresa.

De esta forma se llega al establecimiento de una Zona de Amortiguamiento para cada una

de las sierras, Las Mitras y San Miguel ⁴⁰. Dicha zona de amortiguamiento consta de: a) una franja de seguridad; b) una zona de amortiguamiento; y c) una zona de transición.

Para la Sierra de San Miguel, las áreas que conforman la zona de amortiguamiento, se definen de la siguiente manera:

Franja de Seguridad.- en el interior del límite de los predios propiedad de las pedreras, deberá existir una franja de seguridad mínima de 100 metros, en la cual no deberá hacerse ningún tipo de explotación o extracción, sólo podrán realizarse trabajos de almacenamiento, manejo y procesamiento de material.

Zona de Amortiguamiento.- En el cerro de San Miguel la zona de amortiguamiento se define de la siguiente manera: en el extremo oriente partiendo de la esquina nor-oriental hacia el oriente se mide una distancia aproximada de 2,650 metros; de este punto hacia el sur, con un ángulo de 100° hasta la primera línea de energía eléctrica, siendo su distancia aproximada de 5,300 metros; a partir de este punto, con un ángulo de 97°, siguiendo la línea de energía eléctrica, midiendo aproximadamente 3,700 metros; de este punto, con un ángulo de 146° se propone una línea de oriente-poniente de 7,500 metros aproximadamente hasta llegar al parteaguas; en el extremo poniente y nor-poniente el límite de esta zona se define por el parteaguas. Cabe señalar que en la descripción de esta zona de amortiguamiento en el caso del cerro de San Miguel, se está incluyendo la franja de transición de 500 metros, a partir de los límites descritos hacia el interior.

En esta zona de Amortiguamiento en la Sierra San Miguel, el uso permitido será uso rústico o industrial compatible.

Zona de Transición: En el cerro de San Miguel la zona de transición tiene 500 metros a partir de los límites descritos en la zona de amortiguamiento hacia el interior, o sea, hacia la zona de pedreras.

40

Decreto de Zonas de Amortiguamiento, Sierra Las Mitras y Sierra San Miguel. Publicado en el Periódico Oficial del Estado el miércoles 5 de abril de 1995.

En las tres zonas: la franja de seguridad, la zona de amortiguamiento y la zona de transición, tanto en la sierra Las Mitras como en la sierra de San Miguel, está prohibido el uso habitacional de cualquier índole.

La siguiente figura muestra la delimitación de las zonas de pedreras, de amortiguamiento y transición, correspondiente a la Sierra de San Miguel, así como la ubicación de un asentamiento habitacional irregular dentro de dicha área.

7.1.4 Asentamientos habitacionales

A pesar de que el objetivo primordial de la creación de una zona de amortiguamiento a la redonda de la zona industrial dedicada a la explotación de la caliza en la Sierra San Miguel fue precisamente no autorizarse el uso habitacional en dicha área (tanto en la zona de amortiguamiento como en la zona de transición), la presión que ejerce el crecimiento de la población sobre la necesidad de nuevas zonas habitacionales hacia la periferia de la mancha urbana del área metropolitana de Monterrey, ha traído como consecuencia la presencia, precisamente de localidades aledañas a las mencionadas zonas de transición y amortiguamiento. Incluso una de ellas ha prosperado tanto en cuanto al crecimiento del número de viviendas que la misma ya se ubica sobre las zonas, tanto de transición como de amortiguamiento. Dicha localidad se denomina "Emiliano Zapata", perteneciente al municipio de El Carmen, N.L., según los Resultados Definitivos Tabulados Básicos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática correspondiente al Censo de Población y Vivienda del año de 1995, dicha localidad contaba con una población de 24 habitantes y 10 viviendas, las cuales carecían de los servicios básicos de energía eléctrica, agua y drenaje, debido a la irregularidad de dicho asentamiento. En la actualidad, tal localidad ya ha crecido, llegando incluso a localizarse prácticamente aledaña a la propiedad de la última empresa pedrera al oriente de la actual área de pedreras.

Otras localidades cercanas a la zona de pedreras, al sur y oriente de la misma, pero fuera de las zonas de transición y amortiguamiento; de importancia por el número de habitantes que se localizan en ellas, son las localidades pertenecientes al municipio de Escobedo: "San Miguel" con una población de 165 habitantes y 37 viviendas hasta 1995; la Unión de

Agropecuarios "Lázaro Cárdenas" con 217 habitantes y 72 viviendas; y la localidad "San Luis", con 14 habitantes y 3 viviendas.

En el municipio de El Carmen, las localidades de importancia son precisamente, la "Emiliano Zapata", con 24 habitantes y 10 viviendas; "Los Algodones" y/o "La Pelecha", con 53 habitantes y 11 viviendas.

En la siguiente tabla se resumen las localidades aledañas a la zona de amortiguamiento de la Sierra de San Miguel, pertenecientes a los municipios de Escobedo y El Carmen, N.L.

Tabla No.29

MUNICIPIO DE EL CARMEN, N.L		
LOCALIDAD	No. DE VIVIENDAS	No. DE HABITANTES
Emiliano Zapata*	10	24
Los Algodones (La Pelecha)	11	53
La Lupa (Los Doctores)	1	-
Altamira	1	-
Los Algodones	1	-
San José	1	-
El Barril	1	-
Las Cuatro "R"	1	-

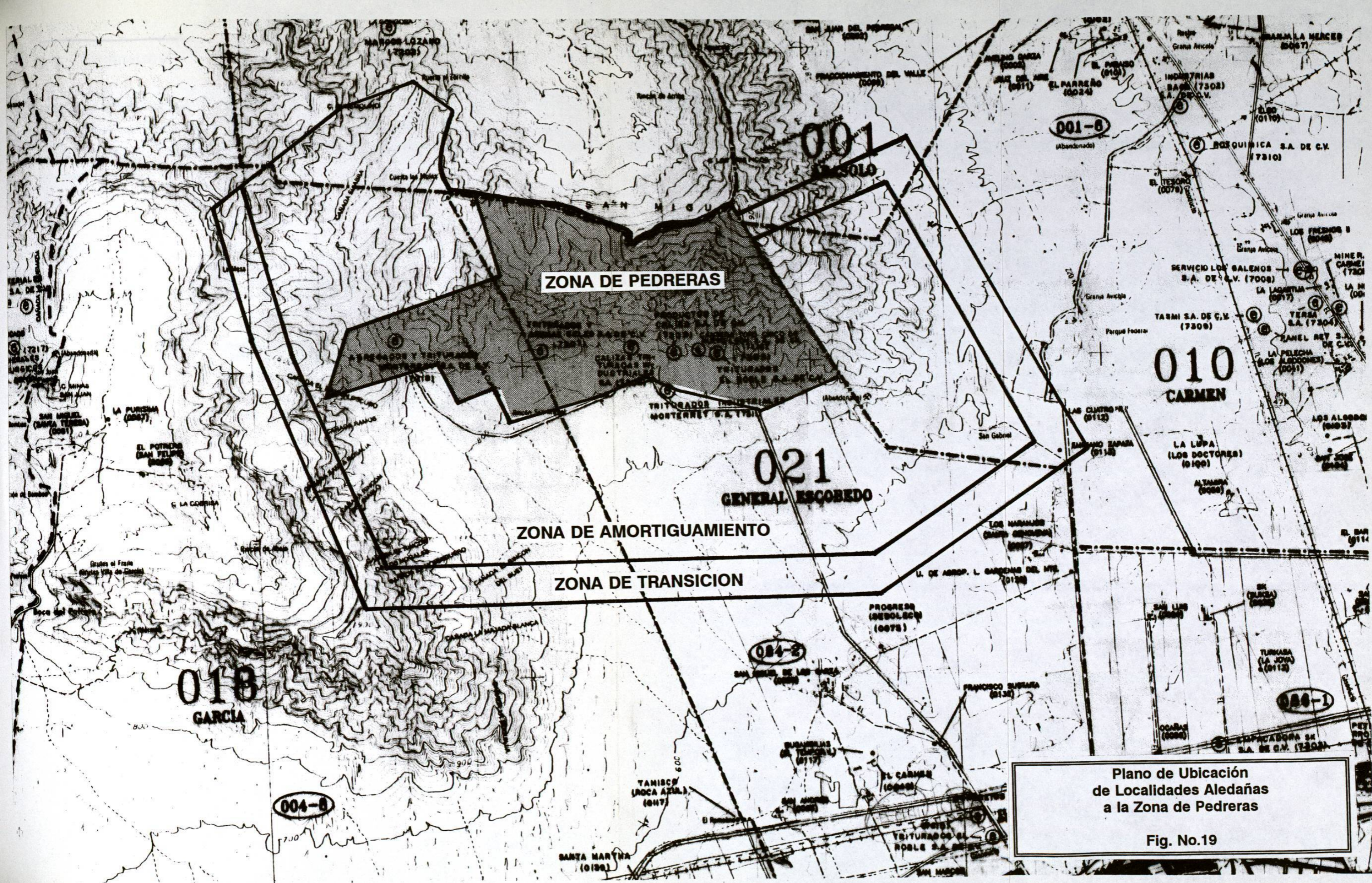
Fuente: INEGI

* Localizada dentro de la Zonas de Transición y Amortiguamiento

Tabla No.30

MUNICIPIO DE GRAL. ESCOBEDO, N.L.		
LOCALIDAD	No. DE VIVIENDAS	No. DE HABITANTES
San Miguel de los Garza	37	165
Unión de Agropecuarios Lázaro Cárdenas	72	217
San Luis	3	-
Progreso (Seboleco)	1	-
Los Naranjos (Sta. Genoveva)	2	-
San Andrés	1	-
El Carmen	2	-
Francisco Sustaita	1	-
La Joya (Turkasa)	1	-
Suksa (SK)	1	-
El Sol	1	-
Lupita	1	-
Ocañas	1	-
San Juan (Escobedo)	1	-
Bugambillas (El Temporal)	1	-

Fuente: INEGI.



Plano de Ubicación de Localidades Aledañas a la Zona de Pedreras

Fig. No.19

8.1 GENERALIDADES SOBRE LA CONTAMINACION DEL AIRE

"Se puede definir la **contaminación del aire** como la presencia en la atmósfera exterior de uno o más contaminantes o sus combinaciones, en cantidades tales y con tal duración que sean o puedan afectar la vida humana, de animales, de plantas o de la propiedad, que interfiera el goce de la vida, la propiedad o el ejercicio de las actividades".⁴¹

Asimismo, la contaminación del aire repercute, directa o indirectamente en los siguientes aspectos:

- Salud humana.
- Salud de los animales.
- Salud de los vegetales.
- Gastos de mantenimiento en edificios.
- Mayor gasto de energía eléctrica por reducción de la visibilidad.
- Disminución de la calidad de algunos productos industriales.
- Pérdidas de materiales en las emisiones.
- Gastos directos en los dispositivos de control.
- Gastos en organismos administrativos para evaluar y establecer medidas de control.
- Gastos de investigación (física, química, fisicoquímica, médica y agronómica) tendiente a conocer y disminuir o eliminar el problema.
- Gastos en relaciones públicas.
- Daños a monumentos y edificios históricos.
- Aumentos de costos en los servicios públicos y alumbrado y mantenimiento de semáforos y señales de tránsito.

La atmósfera, como los cursos y masas de agua, tiene un poder autopurificador importante cuya acción permite que, hasta ahora, pueda seguir funcionando nuestra presente

41

Wark, Keneth y Warner, Cecil F. (1990) Contaminación del Aire Origen y Control. Limusa. México.

civilización tecnológica; sin embargo, esta capacidad de autopurificación tiene un límite, que depende de las condiciones imperantes; las que, a su vez, están determinadas por las condiciones geográficas. Dependiendo de su meteorología característica, una ciudad tendrá buena o mala ventilación.

La ciudad de México está ubicada en un valle cerrado, a una altura superior a los 2,000 metros sobre el nivel del mar, y se considera entre las ciudades más contaminadas del mundo, por la cantidad y naturaleza de sus contaminantes y sobre todo, por su muy mala ventilación.

La ciudad de Monterrey, localizada en un valle abierto, a 538 metros sobre el nivel del mar, cuenta con una ventilación de características regulares, ello debido al obstáculo que representan sus montañas: en la parte poniente el cerro de las Mitras, y al sur la Sierra Madre Oriental y el cerro de la Silla, las cuales alcanzan alturas hasta de 2,000 metros. Estas elevaciones constituyen una barrera física natural para la circulación del viento e impiden el desalojo del aire contaminado hacia el exterior de la zona. Por su situación geográfica, el área metropolitana de Monterrey se halla sujeta a la influencia de sistemas anticiclónicos procedentes del Golfo de México, que provocan una gran estabilidad atmosférica, inhibiendo el mezclado vertical del aire.

Las condiciones meteorológicas se ven influenciadas por los vientos, la topografía, la existencia de ríos, masas de agua o montañas, como ya se ha mencionado. Debido a esto, es posible afirmar que cada ciudad o área de estudio posee características naturales propias y combinadas con su población, clima, concentración industrial, etc., mismas que dan, a cada problema, una fisonomía propia que debe ser estudiada en forma individual.

La composición química del aire atmosférico seco, encontrado usualmente en las áreas rurales y sobre el océano, lejos de las masas de terreno, está conformada por: nitrógeno, oxígeno, argón, dióxido de carbono, neón, helio, metano, criptón, hidrógeno, xenón, dióxido de nitrógeno y ozono. El aire atmosférico contiene también de 1 a 3% en volumen de vapor de agua, y trazas de dióxido de azufre, formaldehído, yodo, cloruro de sodio, amoníaco, monóxido de carbono, metano y un poco de polvo y polen. Por otro lado, el

monóxido de carbono, los vapores de los hidrocarburos, o el ozono en concentración mayor de 0.04 ppm, se considerarían como contaminantes del aire.

Los principales contaminantes del aire están conformados por: materia particulada o partículas, compuestos que contienen azufre, compuestos orgánicos, compuestos que contienen nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos halogenados y compuestos radiactivos.

Atendiendo al hecho de que la zona de estudio, en la sierra de San Miguel, presenta primordialmente el problema de emisiones altas de polvos de calizas por efecto de la actividad extractiva en dicha región, se describirá principalmente la contaminación del aire por material particulado.

8.1.1 Material particulado

Tanto las fuentes naturales como las antropogénicas emiten partículas. Las emisiones de partículas naturales incluyen polvos, aspersión marina, emisiones volcánicas, emanaciones de la flora e incendios de bosques. Las emisiones antropogénicas provienen de fuentes estacionarias, fuentes fugitivas (polvos de las carreteras e industrias) y fuentes móviles.

"Partícula" es un término que se emplea para describir las materias sólidas y líquidas, dispersas y arrastradas por el aire, mayores que las moléculas individuales (las moléculas miden aproximadamente $0.0002 \mu\text{m}$ de diámetro) pero menores de $500 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 1 \text{ micrón} = 10^{-4} \text{ cm}$). Las partículas en estos tamaños tienen una vida media que varía desde unos cuantos segundos hasta varios meses. Las partículas entre 0.1 y $1 \mu\text{m}$ tienen velocidades de asentamiento en el aire estático que, aunque finitas, son pequeñas, comparadas con las velocidades del viento. Las partículas mayores de $1 \mu\text{m}$ tienen velocidades de asentamiento significativas, pero pequeñas. Las partículas de aproximadamente $20 \mu\text{m}$, tienen grandes velocidades de asentamiento y se eliminan del aire por gravedad y otros procesos de inercia.

La materia particulada producida por fuentes incluye la sal de los océanos, las cenizas volcánicas, los productos de erosión por el viento, el polvo de las carreteras, los desechos de incendios forestales, el polen y las semillas de los vegetales.

Entre las definiciones de los términos que describen las partículas suspendidas en el aire, se encuentran:

- Partículas:** cualquier material, excepto agua no combinada, que existe en estado sólido o líquido en la atmósfera o en una corriente de gas en condiciones normales.
- Aerosol:** la suspensión coloidal de partículas de líquidos o sólidos en el aire. También se ha dado este nombre a algunos productos que se aplican por aspersión y que se usan como propelentes, como son los hidrocarburos clorados como el "freón". También se define como la suspensión de líquidos o partículas sólidas en aire u otro gas y cuyo diámetro es inferior a 0.003 mm.
- Polvo:** partículas sólidas de un tamaño mayor que el coloidal, capaces de estar en suspensión temporal en el aire.
- Ceniza fina:** partículas de ceniza finamente divididas arrastradas por el gas de la combustión. Las partículas pueden contener combustible no quemado.
- Niebla:** aerosol visible.
- Vapores:** partículas formadas por condensación, sublimación o reacción química, predominantemente mayores de 1 μm (humo o tabaco).
- Neblina:** Dispersión de pequeñas gotas de líquido de suficiente tamaño como para caer desde el aire.
- Partícula:** masa discreta de materia sólida o líquida.
- Humo:** partículas pequeñas arrastradas por los gases que resultan de la combustión.
- Hollín:** una aglomeración de partículas de carbón.
- Materia particulada:** partículas sólidas o gotículas de líquido suspendidas o transportadas por el aire.

PM-10: Estándar para la medición de la cantidad de materia sólida o líquida suspendida en la atmósfera, por ejemplo, la cantidad de partículas de materia que poseen un diámetro igual o inferior a 10 micrómetros; las partículas más pequeñas PM-10 penetran a las partes más profundas del pulmón, afectando a grupos de población sensibles tales como niños e individuos con enfermedades respiratorias.

La materia particulada se divide frecuentemente en subclases que incluyen:

- Polvo fino menor de 100 μm de diámetro
- Polvo grueso mayor de 100 μm de diámetro
- Vapores 0.001 - 1 μm de diámetro
- Neblinas 0.1 - 10 μm de diámetro

Los vapores son partículas formadas por condensación, sublimación o reacción química, y a veces se les designa como humo. Los vapores, humo, neblina y niebla forman una clase más amplia llamada aerosoles.

En general, las partículas presentes en la atmósfera en el intervalo de tamaños por debajo de 1 μm se producen por condensación, mientras que las partículas mayores son el resultado, o bien de trituración (pulverización) o la combustión. Los procesos de molienda en seco son rara vez eficientes en la producción de partículas menores de pocos micrómetros. Asimismo, el intervalo de tamaños de las partículas para la caliza molida (actividad que se realiza en la zona de pedreras de la Sierra San Miguel) comprende desde los 10 μm a los 1000 μm ⁴².

42

Características de las partículas y dispersoides. "Contaminación del Aire, Origen y Control", 1990. Fuente: C.E. Lapple Stanford Research Institute Journal 5, 1961.

8.2 CALIDAD DEL AIRE EN EL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY

Según datos de estándares de la calidad del aire, los contaminantes más persistentes y que rebasan la norma de calidad del aire son PST (Partículas Suspendedas Totales), Ozono y Dióxido de Azufre.

El problema de la calidad del aire en el área metropolitana de Monterrey se debe principalmente a:

- a) la gran cantidad de fuentes de emisión con escaso o nulo control;
- b) su situación geográfica;
- c) el crecimiento rápido de la población sin la debida infraestructura.

Los contaminantes de interés del AMM son aquellos que existen en la mayoría de las áreas urbanizadas.

- a) Ozono (y sus precursores, HC y NO_x)
- b) Material particulado (MP)
- c) Oxidos de nitrógeno (NO_x)
- d) Oxidos de azufre (SO_x)
- e) Monóxido de carbono (CO)
- f) Plomo (Pb) y
- g) Sustancias tóxicas.

8.2.1 La medición de partículas suspendidas totales: sus limitantes

Uno de los principales contaminantes de la atmósfera urbano-industrial del área metropolitana de Monterrey es precisamente el material particulado, entendiéndose como partículas cualquier sustancia, excepto agua pura, que, bajo condiciones normales, existe como sólido o líquido en la atmósfera y tiene tamaño microscópico o submicroscópico mayor que las dimensiones típicas moleculares. Entre los constituyentes de la atmósfera, este contaminante es único en complejidad pues es el resultado no solamente de la emisión directa de partículas, sino también de ciertos gases que se condensan en forma

de partículas directamente o sufren transformación química a una especie que se condensa en forma de partícula. Una descripción completa de las partículas atmosféricas requiere la especificación no solamente de su concentración, sino también de su tamaño, composición química, fase y morfología.⁴³

En el área metropolitana de Monterrey, la medición común de material particulado se realiza por el método de altos volúmenes, mismo que es dictaminado por la Norma Oficial Mexicana NOM-CCAM-002-ECOL/1993 ⁴⁴, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de Partículas Suspendidas Totales (PST) en el aire ambiente cuyo procedimiento para la calibración de los equipos de medición establece que el método de referencia para determinar la concentración de PST en el aire ambiente es el de muestreo de alto volumen, el cual mide solamente las partículas totales sin ninguna clasificación de acuerdo a su tamaño; por esta razón, es imposible conocer si las concentraciones muy elevadas incluyen a su vez concentraciones altas o bajas de partículas PM-10.

Las evaluaciones de PST realizadas en la ciudad de Monterrey en el periodo de febrero de 1990 a abril de 1991 mostraron una variación de veces que sobrepasó la norma en un intervalo de 1 a 10, siendo este valor observado en el mes de diciembre, cuando los vientos dominantes son del norte, correspondiendo la mayor concentración a los nitratos.

Es importante señalar que una fuente de partículas de diámetro menor a 10 μm , son las emisiones asociadas con los vehículos diesel, las cuales se presentan en números importantes del AMM debido al tránsito asociado con el transporte en la industria y el transporte público, el cual se encuentra en condiciones precarias de mantenimiento.

Los niveles de partículas suspendidas totales pueden incrementarse debido a que las áreas se encuentran desprovistas de cubierta vegetal, o cuentan con escasa vegetación

43

Subsecretaría de Ecología del Estado de Nuevo León; SEMARNAP; INE. (1997). Programa de Administración de la Calidad del Aire del Area Metropolitana de Monterrey 1997-2000. Monterrey, México.

44

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de octubre de 1993.

y suelos erosionados.

Para la protección contra los efectos nocivos a la salud, en exposiciones de corto plazo, México tiene un criterio de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas. Dicho criterio se establece en la NOM-024-SSA1-1993⁴⁵ "Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente respecto a Partículas Suspensas Totales (PST). Valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población".

En el caso del material particulado menor de 10 micras, la NOM-025-SSA1-1993⁴⁶ determina el "Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores a 10 micras (PM-10); donde el valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (PM-10) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población no debe rebasar el límite permisible de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas una vez al año y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

8.2.2 Análisis de partículas

La mayor parte de los dispositivos empleados en el muestreo de los contaminantes de partículas en el aire, son meramente colectores. Quizá el filtro constituye el colector de uso más generalizado. Se dispone de gran variedad de elementos filtrantes básicos: discos de papel, papel plegado, algodón, bolsas de lana o asbesto, fibras de vidrio o lana, rejillas de alambre, etc. Pequeñas torres empacadas húmedas, simples dispositivos de burbujeo, y lavadores venturi, se utilizan como colectores de depuración o lavado. También se dispone de precipitadores eléctricos y pequeños separadores ciclónicos.

Se puede utilizar la química húmeda para determinar la composición química de las partículas. Se trabaja actualmente en el desarrollo de dispositivos y procedimientos que

⁴⁵ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de diciembre de 1994.

⁴⁶ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de diciembre de 1994.

utilicen rayos láser a fin de poder medir las partículas arrastradas por el aire.

8.2.3 Sistemas de vigilancia de la calidad del aire

Las redes de calidad del aire son consideradas como sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Existen 2 tipos: manual y automático.

Red Manual. Se considera así por el hecho de que se emplean equipos de muestreo de los considerados continuos o automatizados, de tal forma que requieren de personal técnico que les proporcione asistencia periódica, tanto para colocación de los medios de muestreo, como para el retiro de las muestras obtenidas, mismas que son enviadas al laboratorio para su análisis físico-químico.

Los parámetros considerados para caracterizar la contaminación en una red de monitoreo manual son: partículas suspendidas totales, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y ozono.

VENTAJAS.	Bajo costo de inversión. Fácilmente se puede ampliar. El operador puede detectar problemas durante sus visitas. Requiere nómina alta por el pago de personal de laboratorio.
-----------	---

DESVENTAJAS.	Necesidad de operadores. Alta posibilidad de fallas humanas. Tiene poca flexibilidad operativa.
--------------	---

Red Automática. Se conoce así porque la toma de muestras, el análisis y el registro son efectuados "in situ". Una variante es tomar la muestra y efectuar los análisis "in situ" y luego enviar los resultados a una base de captura y proceso de información.

VENTAJAS.	Permite transmitir en cualquier momento.
-----------	--

Emplea equipo estándar.
Permite control remoto.
Se obtiene información casi en forma instantánea.
Se obtiene buena respuesta.
Sus equipos son fácilmente calibrables.

8.2.4 Objetivos del monitoreo atmosférico

Estos varían en función de la aplicación que se dé a los resultados obtenidos, por lo que se puede diferenciar:

- a) Conocer si se cumplen los Criterios de Calidad del Aire (CCA) que limitan las cantidades promedio máximas que deberán existir en un periodo de tiempo determinado.
- b) Conocer la concentración de fondo. La concentración de fondo es la cantidad correspondiente a la contribución de las diferentes fuentes: industria, tráfico vehicular, actividad urbana y comercial y de origen biogénico. Dicha contribución, sumada a la contribución de la fuente específica, produce la concentración total de un contaminante determinado.
- c) Calibrar, validar y desarrollar los modelos.
- d) Determinar la tendencia de la calidad del aire. A través de un monitoreo atmosférico se puede establecer el nivel de base o de referencia de la calidad del aire de tal manera que se prevenga el posible deterioro y se planee o mantenga la calidad del aire.
- e) Caracterizar las fuentes nuevas. El establecimiento de una fuente asociada a un proceso industrial o de bienestar común requiere de un monitoreo antes, durante y después del arranque del proceso productor de contaminantes.

- f) Revisar las prácticas de control: a través del monitoreo atmosférico se contribuye al desarrollo de varias medidas de control, por ejemplo niveles máximos permisibles de emisión.
- g) Documentar las acciones de sanción y cierre a industrias que impacten el ambiente.
- h) Identificar los periodos críticos cuando existen altos contenidos de contaminantes debido a: alta estabilidad atmosférica, orografía compleja, y alto índice de actividad urbana y/o industrial. Este punto ayuda en la aplicación de un plan de contingencias.
- i) Documentar los estudios de salud ambiental. Generalmente se mide la contaminación atmosférica en términos de los Criterios de Calidad del Aire o de los Índices Mexicanos de la Calidad del Aire (IMECA).
- j) Integrar bases de datos.

-IMECA. La información de estos índices requiere necesariamente de la información proveniente de una red de monitoreo atmosférico.

-Planeación y toma de decisiones. Con base en las tendencias, se podrá implantar programas de vigilancia y mantenimiento de la calidad del aire, así como preparar la documentación correspondiente a la manifestación de impacto ambiental.

Aunque los problemas de contaminación locales, originados por la industria, pueden resolverse con medidas relativamente sencillas de higiene industrial, la multiplicación desenfrenada de las fuentes emisoras de contaminantes, junto con la ausencia de una comunidad capacitada para enterarse y tomar las medidas pertinentes sobre el problema, propician que éstas se sitúen en primer plano y, aunque no pueden estimarse de momento cuantías de daños a la salud y a la economía, éstos son severos y el problema existe, como una seria amenaza futura.

La evidencia de la contaminación del aire empieza las más de las veces con la identificación de las fuentes emisoras de humos visibles, sean industrias y vehículos, la que contribuyen a disminuir la visibilidad; se suceden después otros tipos de molestias, como olores desagradables, sabores desagradables o irritación somática local, daño a la vegetación o bien, deterioros de bienes.

La evaluación de los efectos de los contaminantes del aire sobre la salud, resulta un valioso auxiliar para los estudios epidemiológicos.

El estudio adecuado del problema de la contaminación del aire en una localidad demanda, cuando menos, el conocimiento e investigación de:

1. Habitantes: número y dinámica de población.
2. Industria: magnitud y características.
3. Vehículos automotores: número y características.
4. Meteorología local: vientos, lluvias, humedad.
5. Topografía y fisiografía local.
6. Plano regulador: zonificación industrial.
7. Tránsito de vehículos: horas pico y puntos de conflicto.
8. Edificios y construcciones: características.
9. Basuras: cantidad, disposición, recolección.
10. Combustiones: domésticas, calefacción, incineración.
11. Calderas: clases y tipos.
12. Combustibles: consumos, composición y residuos.
13. Otras fuentes.

La cuantificación de la contaminación atmosférica es la base fundamental para lograr el establecimiento racional de un Programa de Control. La cuantificación de la contaminación del aire, incluyendo la colección y análisis, debe considerar la adopción de métodos e instrumentación adecuados a un costo razonable. Muchos instrumentos y equipos disponibles resultan limitados a causa de su costo elevado.

Si bien, el aire puro es un derecho y una necesidad básica de todo ser vivo, tenemos que empezar a considerarlo como un recurso cada vez más escaso. Como tal, tiene un precio y la calidad del que tengamos a nuestra disposición dependerá de lo que estemos dispuestos a pagar. Las comunidades que no se preocupen por conservarlo, encontrarán inevitablemente que su precio puede llegar a hacerse muy elevado, al tener que incluir en él los costos de una gran organización estatal, de los equipos para el control de las emisiones, el mayor precio por mejores combustibles, etc., o tendrán que aceptar una atmósfera contaminada y, como consecuencia, pobres condiciones de salud y una degradación general de la calidad de vida de la misma. La responsabilidad de los programas de contaminación del aire deberían de entregarse a un departamento estatal de control, con obligaciones y atribuciones bien definidas.

8.3 DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY ⁴⁷

8.3.1 Red de Monitoreo Atmosférico en el Area Metropolitana de Monterrey

Para el diseño de estrategias de control de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de Monterrey, la Subsecretaría de Ecología del Estado, inició en 1992 el proyecto del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) que incluyó un proceso de planeación para la instalación de una red de monitoreo de calidad del aire. El SIMA inició su operación a partir del 20 de noviembre de 1992.

La red de monitoreo cuenta con cinco estaciones fijas de monitoreo continuo, una estación móvil y un Sistema Sodar Doppler para la medición de las condiciones meteorológicas.

La localización exacta de las estaciones de monitoreo de basó en factores como: el tamaño del área a monitorear, la meteorología local, la concentración humana, la topografía de la zona y la dispersión de los contaminantes. Su ubicación fue determinada

⁴⁷ Subsecretaría de Ecología del Gobierno del Estado de Nuevo León; SEMARNAP; INE. (1997). Programa de Administración de la Calidad del Aire del Area Metropolitana de Monterrey 1997-2000. Monterrey, México.