

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**DIAGNOSTICO AMBIENTAL EN LA ZONA DE PEDRERAS
DE LA SIERRA DE SAN MIGUEL, NUEVO LEON.**

Por

GRISELDA GUADALUPE GUERRA GARCIA

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
Maestría en Ciencias con Especialidad en
INGENIERIA AMBIENTAL**

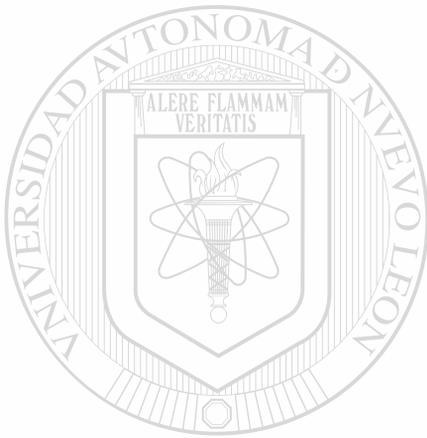
Enero, 1999

G.G.G.G.G. DIAGNOSTICO AMBIENTAL EN LA ZONA DE PEDRER
G.G.G.G.G. DE LA SIERRA DE SAN MIGUEL, NUEVO LEON.

TM
TA740
.G8
c.1



1080087048



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

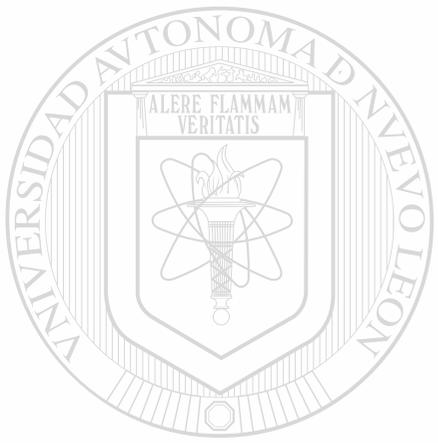


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

9473

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN [®]

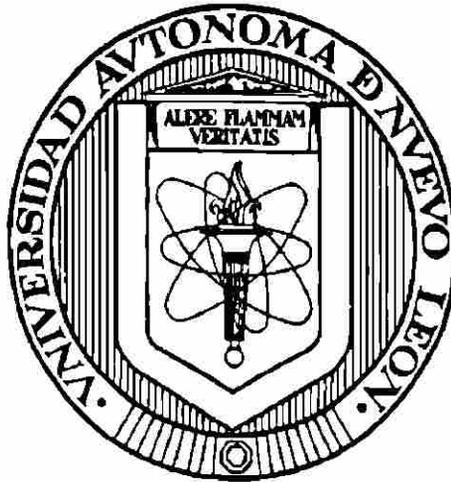
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

para obtener el
de los especí-
sustentiva

en 1970

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**DIAGNOSTICO AMBIENTAL EN LA ZONA DE PEDRERAS
DE LA SIERRA DE SAN MIGUEL, NUEVO LEON.**

Por

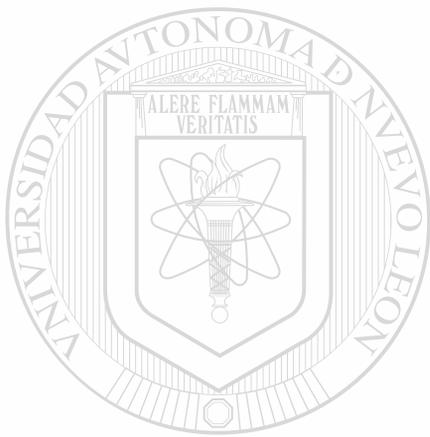
GRISELDA GUADALUPE GUERRA GARCIA

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
Maestría en Ciencias con Especialidad en
INGENIERIA AMBIENTAL**

Enero, 1999

TM
TA 4



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

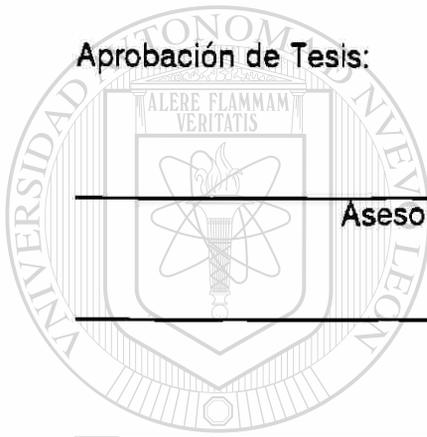
®

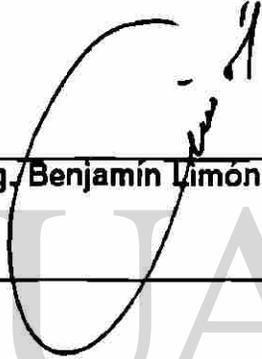
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**DIAGNOSTICO AMBIENTAL EN LA ZONA DE PEDRERAS
DE LA SIERRA DE SAN MIGUEL, NUEVO LEON**

Aprobación de Tesis:




Asesor: Ing. Benjamín Limón Rodríguez

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN


Dr. Ricardo González Alcorta
Secretario de Postgrado

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

San Nicolás de los Garza, N.L., enero de 1999.

DR. RICARDO GONZALEZ ALCORTA
Secretario de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León
P r e s e n t e . -

Estimado Dr. González:

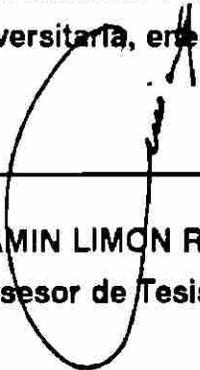
Por este conducto me permito comunicar a Usted que la Arq. Griselda Guadalupe Guerra García, pasante de la Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental, ha concluido con su tesis titulada "**Diagnóstico Ambiental en la Zona de Pedreras de la Sierra de San Miguel, Nuevo León**", por lo que, de mi parte, no hay ningún inconveniente para atender a su solicitud de Examen de Grado, con los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra institución. He de agradecerle se continúe con los trámites correspondientes para la programación del examen de la Arq. Guerra..

Sin más por el momento, y agradeciendo de antemano sus atenciones a la presente, quedo de Usted.

Atentamente.-

"Alere Flammam Veritatis"

Ciudad Universitaria, enero de 1999.



ING. BENJAMIN LIMON RODRIGUEZ
Asesor de Tesis

San Nicolás de los Garza, N.L., enero de 1999.

DR. RICARDO GONZALEZ ALCORTA
Secretario de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León
P r e s e n t e . -

Estimado Dr. González:

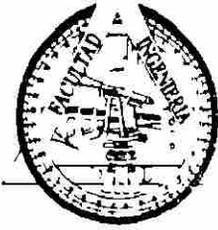
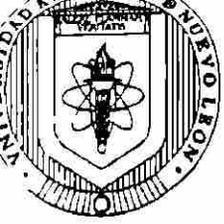
Habiendo concluido mi trabajo de tesis titulado "**Diagnóstico Ambiental en la Zona de Pedreras de la Sierra de San Miguel, Nuevo León**", elaborado como requisito para obtener el grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental, y habiendo sido aprobado en el aspecto técnico por mi asesor, el Ing. Benjamín Limón Rodríguez y, en los aspectos ortográfico, metodológico y estilístico por el Arq. Ramón Longoria Ramírez; por medio de la presente, solicito de la manera más atenta, se sirva efectuar los trámites correspondientes para sustentar mi examen de grado.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano sus atenciones a la presente, quedo de Usted.

Atentamente.-



ARQ. GRISELDA GUADALUPE GUERRA GARCIA



COMPROBANTE DE CORRECCION

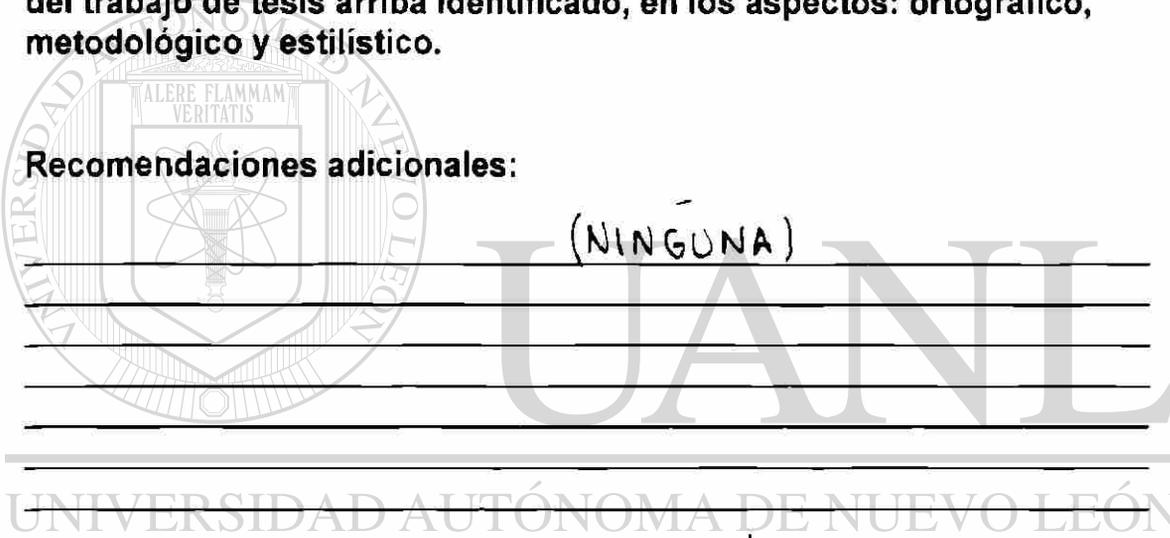
Tesista: GRISELDA GUADALUPE GUERRA GARCIA

Tema de la tesis: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN LA ZONA DE PEDRERAS DE LA SIERRA DE SAN MIGUEL, NUEVO LEON.

Este documento certifica la corrección DEFINITIVA del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográfico, metodológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

(NINGUNA)



Nombre y firma de quien corrigió:

Arq. Ramón Longoria-Ramírez

El Secretario de Posgrado:

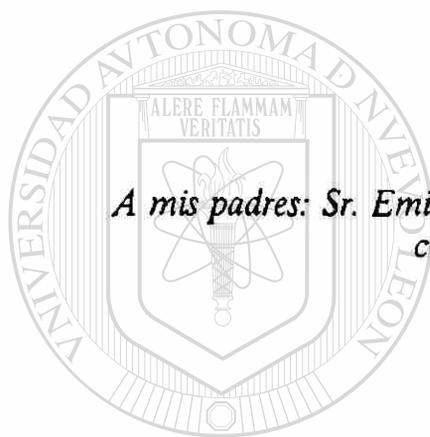
Dr. Ricardo González Alcorta

Ciudad Universitaria, a 8 de diciembre de 1998.

Dedicatoria

A mi Creador, mi Señor, por quien vivo y existo.

A César Rubén y César Emilio, mi muy amada familia.



*A mis padres: Sr. Emilio Guerra y Sra. G. Micaela García de Guerra,
con amor y gratitud eternos.*

UANL

*A mis hermanos: Martha, Gonzalo, Gaby,
Juan, Graciela y Lety ... los quiero.*

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Agradecimientos

La realización de este trabajo ha contado con el apoyo de gente muy querida por mí, colaboradores también del Departamento de Ingeniería Ambiental, a quienes agradezco infinitamente su confianza y su amistad, especialmente:

Al Ing. Benjamín Limón Rodríguez, quien me brindó mi primera oportunidad de trabajo y quien ha seguido siempre de cerca mi desarrollo profesional y personal, brindándome seguridad y confianza; asesor del presente trabajo.

A Caty y Martha, por su cariño, su amistad y su apoyo durante todos estos años, de gran valor para mí.

A los Ingenieros Luis Alberto Peña Camacho, quien me ha apoyado en la elaboración de material gráfico, y a quien agradezco su agradable compañerismo; a Elías Vázquez Godina, con su camaradería y eterno sentido del humor; y a Héctor Flores Breceda, gran amigo y un apoyo incondicional.

Al Arq. Ramón Longoria Ramírez, por sus valiosas opiniones y consejos, además de su chispeante sentido humorístico.

A mis maestros, amigos y compañeros de generación...

A todos aquellos que de una, u otra manera, hicieron posible el feliz término de este trabajo.

Mi sincero agradecimiento.

RESUMEN

Enero de 1999.

Griselda Guadalupe Guerra García
Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Civil

Título:

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL EN LA ZONA DE PEDRERAS
DE LA SIERRA DE SAN MIGUEL, EN EL ESTADO DE NUEVO LEON**

No. de páginas: 282

**Candidato al Grado de
Maestría en Ciencias con Especialidad
en Ingeniería Ambiental**

Resumen: Se habla de los antecedentes del uso del concreto en México, luego se intenta una clasificación de las rocas calizas que se explotan en las pedreras, se comentan los procesos y sistemas de explotación así como las materias primas y los productos finales. Se describen las características naturales y socioeconómicas de la zona y las principales fuentes de contaminación y los métodos de control, con un énfasis especial en la calidad del aire. Se revisa la normatividad concerniente y se analiza el uso de una zona de amortiguamiento y los posibles problemas causados por asentamientos habitacionales aledaños. Se identifican otros impactos negativos al medio ambiente y se proponen alternativas de solución para los más relevantes problemas de contaminación en la zona de pedreras.

Contribuciones y conclusiones: El desarrollo del presente trabajo ha permitido vislumbrar la realidad de la situación ambiental que prevalece en la zona de estudio, siendo indispensable tomar en cuenta las recomendaciones propuestas para evitar un mayor deterioro en el área, así como prevenir un problema de salud pública si no se evitan los asentamientos habitacionales (regulares o no) aledaños a dicha zona.

Ing. Benjamín Limón Rodríguez

ASESOR

CONTENIDO

INDICE viii
 LISTADO DE TABLAS xiv
 LISTADO DE FIGURAS xvi

**Capítulo 1
 INTRODUCCION Y ANTECEDENTES**

1.1 INTRODUCCION 2
 1.2 ANTECEDENTES 4
 1.2.1 La utilización del concreto en México 6
 1.2.2 El concreto y la arquitectura 12
 1.3 OBJETIVO 14
 1.4 JUSTIFICACION 14
 1.5 HIPOTESIS 17
 1.6 METODOLOGIA 17

**Capítulo 2
 ROCAS CALIZAS, GENERALIDADES Y PROCESAMIENTO**

2.1 LAS ROCAS CALIZAS: GENERALIDADES 21
 2.1.1 Clasificación de las rocas 21
 2.1.2 Rocas sedimentarias 22
 2.2 GENERALIDADES SOBRE EL PROCESAMIENTO DE AGREGADOS PETREOS 24
 2.3 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION EN MEXICO 28
 2.4 DEMANDA HISTORICA EN EL CONTEXTO LOCAL 29

**Capítulo 3
 CARACTERISTICAS NATURALES Y SOCIOECONOMICAS**

3.1 EL CLIMA 32
 3.1.1 BS_{hw} 32
 3.1.2 Temperaturas 34
 3.1.3 Humedad relativa 40
 3.1.4 Precipitación 41
 3.1.5 Presión atmosférica 42
 3.1.6 Nubosidad e insolación 43
 3.1.7 Comportamiento de los vientos 45
 3.1.8 Intemperismos severos 47
 3.2 GEOMORFOLOGIA 47
 3.3 GEOLOGIA 52

3.3.1	Geología histórica	52
3.3.2	Geología regional	54
3.3.3	Sierra Madre Oriental	55
3.3.4	Descripción litológica de la zona de estudio	56
3.3.5	Formaciones que conforman la estratigrafía del área de estudio	60
3.3.6	Geohidrología	66
	3.3.6.1 Reconocimientos geológicos en el área de estudio	66
	3.3.6.2 Unidades Geohidrológicas	67
	3.3.6.3 Características geohidrológicas de las formaciones	70
3.4	EDAFOLOGIA	72
	3.4.1 Características edafológicas de la región de estudio	72
	3.4.2 Perfiles representativos de suelos más importantes de la zona	76
3.5	HIDROGRAFIA	79
	3.5.1 Cuenca hidrológica	79
	3.5.2 Aguas subterráneas	85
3.6	FAUNA	87
	3.6.1 Listado de especies localizadas en la zona de estudio	87
	3.6.2 Zonas de reproducción	90
	3.6.3 Corredores	90
	3.6.4 Especies migratorias	90
	3.6.5 Especies amenazadas, raras, en protección especial o en peligro de extinción	91
	3.6.6 Especies de interés comercial	91
	3.6.7 Especies de interés alimenticio	92
	3.6.8 Especies de interés científico y/o valor estético	92
	3.6.9 Especies de interés cultural para etnias o grupos locales	93
3.7	VEGETACION	93
	3.7.1 Tipo de vegetación	93
	3.7.2 Forma de crecimiento	96
	3.7.3 Vegetación arbórea	96
	3.7.4 Vegetación arbustiva	97
	3.7.5 Vegetación herbácea	98
	3.7.6 Vegetación xerófita	98
	3.7.7 Vegetación endémica y/o en peligro de extinción	99
	3.7.8 Especies de interés científico, alimenticio y medicinal	99
	3.7.9 Especies de valor cultural para etnias o grupos locales	100
	3.7.10 Hábitats de gran productividad	100
	3.7.11 Presencia de área natural protegida	101
3.8	RASGOS SOCIOECONOMICOS	105
	3.8.1 Población	105

3.8.1.1	Población económicamente activa	107
3.8.2	Empleo	109
3.8.3	Servicios	110
3.8.3.1	Medios de comunicación	110
3.8.3.2	Medios de transporte	112
3.8.3.3	Servicios públicos	113
3.8.3.4	Centros de educación	117
3.8.3.5	Centros de salud	118
3.8.3.6	La vivienda	120
3.8.3.7	Zonas de recreo	124
3.8.4	La economía de la región	125
3.8.5	Actividades productivas	126
3.8.5.1	Actividades del sector primario	127
3.8.5.2	Actividades del sector secundario	129

Capítulo 4

SISTEMAS DE EXPLOTACION EN LA SIERRA DE SAN MIGUEL

4.1	INDUSTRIAS EXTRACTORAS DE CALIZA: LOCALIZACION	132
4.2	SISTEMAS DE EXPLOTACION	135
4.2.1	Despalme	136
4.2.2	Excavación de la tierra	136
4.2.3	Barrenación y voladura	136
4.2.4	Carga y transporte	137
4.2.5	Trituración primaria	138
4.2.6	Trituración secundaria y terciaria	138
4.2.7	Trituración cuaternaria	139
4.2.8	Bandas transportadoras (o transportador de banda)	139
4.2.9	Cribado primario	140
4.2.10	Cribado secundario	140
4.2.11	Apilamiento temporal de materiales	140
4.2.12	Equipo complementario	140
4.3	MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS FINALES	142
4.4	MAQUINARIA Y EQUIPO	145

Capítulo 5

FUENTES DE CONTAMINACION

5.1	EMISIONES	149
5.1.1	A la atmósfera	149
5.1.2	Residuos sólidos y líquidos	154
5.1.3	Aguas residuales	154

5.1.4	Ruido	154
5.2	METODOS DE CONTROL	155
5.2.1	Emisiones a la atmósfera	155
5.2.2	Residuos sólidos y líquidos	156
5.2.3	Aguas residuales	156
5.2.4	Ruido	157

**Capítulo 6
LEGISLACION**

6.1	CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	159
6.1.1	Artículo 127	159
6.2	LEY MINERA	160
6.3	PROYECTO DE LOS CRITERIOS ECOLOGICOS PARA LA OPERACION Y FUNCIONAMIENTO DE LAS INDUSTRIAS EXTRACTORAS Y PROCESADORAS DE MATERIAL PETREO	160
6.3.1	En materia de agua residual	161
6.3.2	En materia de residuos sólidos	162
6.3.3	Emisiones a la atmósfera	162
6.3.4	Para la evaluación y control de las emisiones fugitivas	163
6.3.5	Contingencias	164
6.3.6	Métodos de explotación	165
6.3.7	Licencias y permisos	166

**Capítulo 7
LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO**

7.1	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO	170
7.1.1	Decreto 187	170
7.1.2	Convenio para el debido acatamiento del Decreto 187	172
7.1.3	Creación de una zona de amortiguamiento	173
7.1.4	Asentamientos habitacionales	175

**Capítulo 8
CALIDAD DEL AIRE**

8.1	GENERALIDADES SOBRE LA CONTAMINACION DEL AIRE	180
8.1.1	Material particulado	182
8.2	CALIDAD DEL AIRE EN EL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY	185
8.2.1	La medición de partículas suspendidas totales: sus limitantes	185

8.2.2	Análisis de partículas	187
8.2.3	Sistema de vigilancia de la calidad del aire	188
8.2.4	Objetivos del monitoreo atmosférico	189
8.3	DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY	192
8.3.1	Red de monitoreo atmosférico en el área metropolitana de Monterrey	192
8.3.2	Condiciones meteorológicas prevaecientes en la zona metropolitana de Monterrey	195
8.3.3	Indices de la calidad del aire	196
8.3.4	Diagnóstico de la calidad del aire 1993-1996 en relación con el material particulado en las diversas zonas del área metropolitana de Monterrey	197
8.4	CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA SIERRA DE SAN MIGUEL	210

Capítulo 9
EFFECTOS CAUSADOS POR MATERIAL PARTICULADO EN EL AMBIENTE

9.1	INTRODUCCION	217
9.2	EFFECTOS SOBRE LA SALUD	217
9.3	EFFECTOS SOBRE LOS MATERIALES, LA VEGETACION Y LOS ANIMALES	227

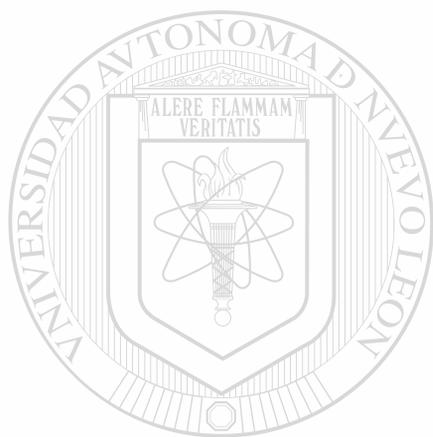
Capítulo 10
IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

10.1	IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS AL MEDIO AMBIENTE	230
10.1.1	Factores abióticos	234
10.1.2	Factores bióticos	237
10.1.3	Salud pública	239
10.1.4	Estéticos y de interés humano	240
10.2	MATERIAL FOTOGRAFICO QUE PERMITE OBSERVAR ALGUNOS DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	241

Capítulo 11
ALTERNATIVAS DE SOLUCION

11.1	FACTORES ABIOTICOS	249
11.1.1	Aire	249
11.1.2	Agua superficial	251
11.1.3	Agua subterránea	252
11.1.4	Clima	252
11.1.5	Geología	253

11.1.6	Suelo	253
11.2	FACTORES BIOLÓGICOS	254
11.3	FACTORES SOCIOECONÓMICOS	255
11.4	SALUD PÚBLICA	256
11.5	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	257
11.6	PROPUESTA DE UN PROGRAMA INTEGRAL DE MEJORA AMBIENTAL	258
11.7	EL DESARROLLO SUSTENTABLE	259
 CONCLUSIONES		 274
BIBLIOGRAFÍA		279



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

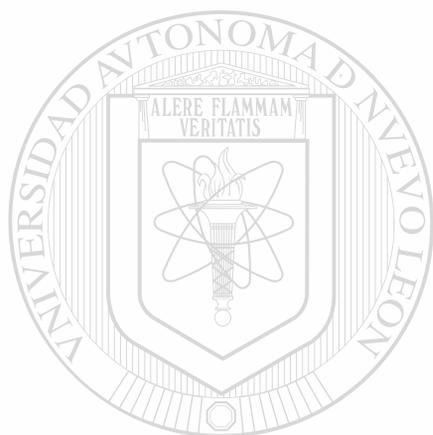
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTADO DE TABLAS

Tabla No.	Descripción	Pág. No.
1	Temperaturas, Estación San Bernabé, Noroeste, SIMA	35
2	Temperaturas, Estación San Nicolás, Noreste, SIMA	36
3	Temperaturas promedio diarias (1991), Estación "La Fama"	37
4	Temperatura promedio mensual 1991 "La Fama"	39
5	Temperaturas máximas y mínimas extremas mensuales (1991) "La Fama"	39
6	Humedad relativa	40
7	Precipitación acumulada mensual	41
8	Precipitación promedio mensual	42
9	Presión atmosférica	43
10	Nubosidad media mensual	44
11	Insolación	45
12	Descripción de las unidades fisiográficas Provincia de la Sierra Madre Oriental Subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses	51
13	Datos de aforo sobre el río Salinas	85
14	Evolución de la población en el AMM 1960 a 1990	106
15	Población económicamente activa por municipios del Area Metropolitana de Monterrey	108
16	Area Metropolitana de Monterrey Población Económicamente Activa	108
17	Empleo por rama de actividad en el AMM	109
18	Población ocupada en el AMM en los principales sectores de actividad	110
19	Tomas domiciliarias para el servicio de agua potable en el AMM	114
20	Derecho-habientes del Instituto Mexicano del Seguro Social según tipo de afiliación por municipio (AMM)	118
21	Unidades médicas de la Secretaría Estatal de Salud	119
22	Viviendas por municipio Total y Densidad por Vivienda	121
23	Material de predominante y disponibilidad de agua entubada	122
24	Disponibilidad de drenaje, cocina, combustible; tenencia	123
25	Distribución porcentual de la población por ocupación principal	127
26	Porcentaje (%) de emisión de partículas por fase de proceso: PM10 y PST	151
27	Pronóstico de emisiones atmosféricas por consumo de combustibles	153
28	Niveles de ruido	155
29	Localidades del Municipio de El Carmen N.L. aledañas a la zona de pedreras.	176
30	Localidades del Municipio de Gral. Escobedo, N.L. aledañas a la zona de pedreras	177
31	Concentraciones de referencia	196
32	Normas de calidad del aire medidas por la red automática del SIMA	197
33	Inventario de emisiones de PST para el AMM 1995	202
34	Inventario de emisiones de PST desagregado para el AMM, 1995	203
35	Resultados de monitoreo en la periferia de la Zona de Amortiguamiento	210
36	Efectos observados de las partículas	221
37	Conclusiones de estudios epidemiológicos sobre el incremento de la mortalidad por exposición aguda a niveles ambientales de Partículas Suspendidas (PS) y Bióxido de Azufre (SO ₂)	223
38	Conclusiones de estudios epidemiológicos sobre el incremento de la morbilidad por exposición aguda a niveles ambientales de Partículas	

	Suspendidas (PS) y Bióxido de Azufre (SO ₂)	224
39	Resumen de estudios epidemiológicos sobre efectos de la morbilidad por exposición crónica a partículas suspendidas (PS) y Bióxido de Azufre	224
40	Normas de Calidad del Aire	225
41	Pautas de Calidad del Aire	225
42	Interpretación de los valores IMECA	226



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTADO DE FIGURAS

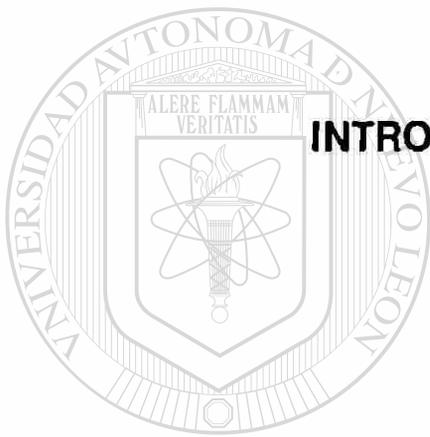
Figura No.	Descripción	Pág. No.
1	Climatología	33
2	Rosas de viento en el área de estudio	46
3	Geomorfología	49
4	Estratigrafía de la zona	61
5	Geología	62
6	Aguas subterráneas	69
7	Edafología	75
8	Aguas superficiales	83
10	Vegetación y uso del suelo	94
11	Localización de la zona propuesta para Area Natural Protegida en Potrero Chico, Hidalgo, N.L.	104
12	Evolución de la población Area Metropolitana de Monterrey	106
13	Pedreras de la Zona Mitras	133
14	Pedreras de la Zona San Miguel	134
15	Diagrama general de proceso de una pedrera	143
16	Esquema general del proceso de operación típico de una pedrera	144
17	Porcentaje de emisión de partículas por fase de proceso	152
18	Zona de Amortiguamiento Sierra San Miguel	171
19	Plano de ubicación de localidades aledañas al área de pedreras	178
20	Ubicación de la red de monitoreo de calidad del aire del AMM	194
21	Estación Santa Catarina	205
22	Estación Centro	206
23	Estación San Nicolás	207
24	Estación San Bernabé	208
25	Estación La Pastora	209
26	Localización de las estaciones de monitoreo en la zona de pedreras	211
27	Gráfica de Partículas Suspendidas Totales	212
28	Datos de meteorología Estación Restaurante "El Tío"	213
29	Rosa de vientos, Estación Restaurante "El Tío"	214
30	El sistema respiratorio humano	219

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Capítulo 1



INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

I.1 INTRODUCCION

El diagnóstico, dentro del ámbito médico, en términos generales, se define como un conjunto de medios de identificación de procesos patológicos de toda índole, a partir de la valoración de los **SINTOMAS** y de los **SIGNOS** presentados por el paciente. Es conveniente realizar una diferenciación entre síntomas y signos.

Los síntomas son todos aquellos cambios funcionales del organismo que son percibidos por el propio enfermo.

Los signos son las alteraciones que tienen lugar en un organismo y que, aunque en algunos casos pueden ser referidos por el paciente, son detectados experimentalmente por el médico.

De acuerdo con esta diferenciación de significados, e insertándola en el campo ambiental, la presente investigación se abocará a un análisis de todas aquellas alteraciones que, producto de las actividades de la extracción y la trituración de la piedra caliza en la zona de la Sierra de San Miguel, en los municipios de Escobedo y García, N.L., afectan la calidad ambiental en dicha región y, aparentemente, a cierta parte de la comunidad del área metropolitana de Monterrey.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Todavía a principios de la década de los 80's, las explotaciones más grandes de caliza de Nuevo León se encontraban localizadas en la sierra de las Mitras, en el cerro del Topo Chico, en el cañón de la Huasteca y en el área cercana a la Grutas de García.

La situación, tanto ambiental como de salud comunitaria, se vió afectada gravemente ante el crecimiento desmesurado del área metropolitana de Monterrey, hacia el área de explotación de caliza en las faldas del cerro del Topo y la sierra Mitras. La operación de las instalaciones de estas empresas -que quedaron inmersas dentro de la ciudad- representó, en aquel tiempo, graves problemas hacia la salud y seguridad de la población en general, principalmente para las zonas habitacionales aledañas a las mismas.

Ante esta situación, el Gobierno del Estado de aquel entonces, determinó la desocupación de la falda sureste de la sierra de las Mitras y del cerro del Topo Chico, tanto de las instalaciones de las empresas que explotaban y procesaban piedra, así como de sus molinos trituradores del material. Su reubicación se promovió hacia el extremo noroeste del cerro de las Mitras, en Santa Catarina y García, y hacia la sierra San Miguel, en el municipio de Escobedo, fuera de la zona urbana.

Asimismo, el Gobierno del Estado gestionó y apoyó la obtención de créditos en beneficio de las empresas dedicadas a esta actividad, evitando así todo obstáculo a su reubicación en las nuevas zonas asignadas por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Planificación. También, en aquel tiempo se gestionaron las declaraciones de beneficio fiscal ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y se construyó la infraestructura general de energía eléctrica, de agua y de pavimento de acceso a la nueva zona de ocupación de las pedreras en las Mitras y San Miguel. Todas estas obras fueron concluidas en un plazo de dos años, por lo que el traslado hacia la zona dispuesta fue finalizado a mediados de la década de los 80's.

Hace 13 años, se concluía que el problema que durante más de 50 años había prevalecido y afectado a la comunidad, estaba resuelto. La población se veía libre de la contaminación, el ruido, el polvo y las vibraciones perjudiciales a las que estaba expuesta, porque representaban serios peligros y perjuicios para la salud y seguridad de los habitantes del sector aledaño, densamente poblado.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La zona de las nuevas instalaciones de las pedreras quedó así alejada de las áreas habitacionales, debiendo considerarse restringida en cuanto a permitir asentamientos humanos, a fin de prever y evitar que se repitiesen, con el tiempo, aquellos problemas.

Desafortunadamente, en la actualidad, a finales de la década de los 90's, el área metropolitana de Monterrey sufre de problemas de contaminación ambiental, especialmente de la contaminación atmosférica, debidos a los altos niveles de particulado microscópico que, aparentemente, de acuerdo con informes de la Subsecretaría de

Ecología del Estado, el 70% del total del mismo¹, se origina precisamente en las industrias de la extracción de piedra ubicadas en las sierras de las Mitras y San Miguel.

Más aún, la mancha urbana del área metropolitana de Monterrey (AMM) se sigue extendiendo y, en la actualidad, ésta ya es vecina de las pedreras localizadas en la sierra Mitras, no así en la sierra San Miguel, localizada al noroeste del AMM, en donde sólo un asentamiento irregular, al sureste de la misma, invade la zona de amortiguamiento autorizada para la industria pedrera del lugar.

Se encuentra latente la posibilidad de que la mancha urbana, ante la búsqueda de nuevos espacios para asentamientos humanos, llegue a los linderos del área actual de explotación de caliza en la Sierra de San Miguel, repitiendo la situación del problema de antaño en el cerro del Topo Chico y la falda sureste de la Sierra Mitras, mismo que costó muchísimo solucionar, tanto a los pedreros de la zona como a las autoridades del Estado.

1.2 ANTECEDENTES

El incipiente desarrollo industrial de la ciudad de Monterrey, a finales del siglo pasado, estuvo sustentado, en principio, en el capital logrado mediante la actividad comercial. Existió un gran auge del comercio de algodón en la zona, que explica el porqué la primera industria que se estableció en la región fue la de los textiles, en 1865, en Santa Catarina, N.L.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A finales del siglo pasado se presentó la convergencia de una serie de factores políticos, económicos y administrativos que propiciaron el inicio de la marcha incontenible del desarrollo industrial regiomontano; convirtiendo, en definitiva, el desarrollo comercial en desarrollo industrial, que en lo sucesivo determinaría la fisonomía y el comportamiento de la ciudad.

Entre 1890 y 1907 se construyeron los cimientos de la moderna y progresista industria

¹

Nota publicada en el periódico local "EL NORTE", del martes 3 de octubre de 1995.

neoleonesa, que impulsó grandemente la actividad industrial:

- La "Cervecería Cuauhtémoc", fundada en 1890.
- "Vidrio y Cristales", S.A., en 1898.
- La Compañía "Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey", fundada en 1903.
- La "Fábrica de Cementos Hidalgo", fundada en 1907.

Todas ellas impulsaron la gran industria de Monterrey.

Este desarrollo industrial, que se inició antes que en el resto de la América Latina, impulsó la ampliación del ferrocarril y la construcción de otras obras de infraestructura para el apoyo de la producción industrial.

Salvo algunas interrupciones, provocadas por la Revolución, algunos conflictos laborales y la recesión industrial, la producción industrial continuó creciendo, siendo reforzada esta tendencia por la segunda guerra mundial y la necesidad de sustituir algunas importaciones. Con el transcurso del tiempo, la Fundidora pasó al control del Estado, formando parte del grupo SIDERMEX, y el Grupo HYLSA y la Cervecería Cuauhtémoc promovieron la creación de dos de los grupos más importantes de Monterrey: el ALFA y el VISA. Además de estos dos grandes grupos, se establecieron otros conglomerados industriales como son: el Grupo Santos, con intereses en el sector alimentario, en bienes raíces y en el sector bancario y crediticio; el Grupo Ramírez, con intereses en el sector automotriz y financiero y otros.

Dentro de las actividades industriales regias, al pie de la accidentada topografía del Estado, sobre las sierras del área metropolitana de Monterrey, se localizó una industria dedicada a la extracción, trituración, molienda, cribado y venta de piedra caliza.

La geología económica del estado de Nuevo León descansa principalmente en la explotación de minerales no metálicos y de bancos de roca caliza.

Todavía a principios de la década de los 80's, las explotaciones más grandes de la caliza

de Nuevo León se encontraban localizadas en la Sierra Mitras, en el Cerro del Topo Chico, en el cañón de La Huasteca y en el área cercana a las Grutas de García.

Las calizas se utilizan como piedras de construcción en algunos lugares, pero su aplicación principal es para la fabricación del cemento, de la cal, etc. Estas rocas son sumamente abundantes, y en el estado de Nuevo León, sobre todo, constituyen el material clásico de construcción; ya sea en bloques o como piedra triturada de diversos tamaños, empleada para cimientos, pavimentos, concretos, etc.

Por ser el sector de la construcción beneficiado grandemente por la explotación y beneficio local de la caliza, como materia prima básica en la producción de los materiales requeridos por esta industria, se evocan los antecedentes del uso del concreto, mismos que permiten comprender el porqué del uso tan generalizado de los agregados pétreos, productos básicos de la caliza, tan solicitados no sólo en el área metropolitana de Monterrey y nuestro Estado, sino en todo el país.

1.2.1. La utilización del concreto en México

"El sector de la construcción dentro de las ramas industriales, constituye un elemento básico para el desarrollo económico y social del país, es el sector responsable de suministrar la infraestructura que garantiza el crecimiento industrial y el bienestar de la sociedad y, como tal, requiere del apoyo de otras ramas industriales proveedoras de materias primas, maquinaria y equipo y otros auxiliares, indispensables para la edificación habitacional, industrial y de infraestructura"².

Margarita Nolasco, en su exposición denominada "*Necesidades y Recursos de una Sociedad de Masas*"³, con motivo del Segundo Congreso Nacional del Concreto, celebrado en

² Payne, Gordon A. (1982) "LA INDUSTRIA DEL CEMENTO EN MEXICO". Memoria Segundo Congreso Nacional del Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F.. pag.17

³ Nolasco, Margarita. (1982). "NECESIDADES Y RECURSOS DE UNA SOCIEDAD DE MASAS". Memoria Segundo Congreso Nacional del Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F. páginas.44 a 58.

México, D.F. en 1982, menciona que, a principios de nuestro siglo, en el país el concreto realmente se usaba poco. No se importaba cemento y apenas si se producían, para 1910, 50 mil toneladas de este componente importante y básico del concreto. Así, sólo partes bien delimitadas de muy pocos edificios contenían concreto y su mayor uso era en la cimentación de bombas petroleras y otros similares en los campos de explotación, propiedad de compañías petroleras extranjeras.

La Revolución Mexicana cambió el panorama nacional. Grandes cantidades de población se vieron liberadas de su obligada liga con la tierra y comenzaron a emigrar a las ciudades, donde se inició un proceso de industria incipiente, casi artesanal; sin embargo, entre 1910 y 1920, la arquitectura y la construcción siguieron su propio derrotero, y el concreto continuó casi sin usarse. No existe, en esta época, una etapa de gran construcción formal ya que, al parecer, la lucha armada impidió todo.

En la década siguiente, de 1920 a 1930, pasada la Revolución armada, aparecieron ya más construcciones de concreto, y se vio asimismo su utilidad para los sitios públicos de las crecientes ciudades.

Con los años treinta llegó a México la era del concreto. Por un lado, la construcción pública y los sitios de la sociedad política impusieron su impronta en la construcción y, por otro lado, el sistema agrícola empezó a dar resultados sorprendentes y la producción fue cada día en aumento, lo que amplió el mercado interno para los productos de la ciudad. Así pudo absorberse la crisis de la Gran Depresión (1928-1932), e incluso se aceptó e integró a los miles de ilegales que entonces fueron regresados de Estados Unidos nuevamente a México, sin que se haya sufrido sustancialmente por un aumento en la tasa de desocupación. Tal vez es en esta etapa cuando la industria de la construcción adquirió la especial configuración que la caracteriza casi hasta nuestros días: uso intensivo de mano de obra, poco material y partes prefabricadas que requieren de fuerte inversión de capital. Esta característica, por otro lado, conviene a toda la incipiente industria de aquella época.

La expropiación petrolera de 1938 volvió a cambiar el panorama nacional, y a partir de esta

fecha y coincidiendo con los requerimientos de la economía norteamericana, se comenzaría la conformación del México moderno, según la visión de la Dra. Nolasco.

Por otro lado, de acuerdo con lo expuesto por el Arq. Carlos González Lobo, en su conferencia denominada "*Seis décadas de Arquitectura de Concreto*"⁴, el uso del concreto armado y del cemento se presenta como un sistema integral frente a la desagregada construcción tradicional artesanal; es un sistema de construcción integral, con el que se edificaba en México y, que de alguna manera, se desarrolló como investigación entre 1920 y 1940. Esta sería su etapa original, de acuerdo con González Lobo.

Entonces, mientras el sistema constructivo de piedra, ladrillo, viguería, etc., creaba una estructura no unitaria, que requería de gran control de calidad en la ejecución, y dependía de insumos y artesanos variados para su realización, con la consiguiente ineficacia en el control de los tiempos y costos, el concreto anunciaba otra modalidad de construcción: era un sistema estructural monolítico, reparable, o con la facilidad para adherirle una nueva construcción a posteriori, sin interrumpir la continuidad estructural y que, a costos muy bajos, lograba cubrir grandes claros o absorber los esfuerzos que le planteaba estrictamente resolver el problema. Esos eran los recursos o las apelaciones con las que el material se ofrecía como sistema, desde el primer momento. Asimismo, el concreto se prestaba a ser un material mucho más estable como material de acabados en diversas formas o composiciones.

Sin embargo, a pesar de todas las bondades del concreto, incrementar su desarrollo en México exigió que fuera un sistema integral constructivo, y para esto se necesitaba, primero, que se desarrollara una industria productora fuerte con una distribución extensa y fluída del cemento, el acero, así como del abasto suficiente de los agregados necesarios para su composición. Y esto, de acuerdo con lo expuesto por González Lobo, se desarrolló básicamente entre 1920 y 1934, en que ya la totalidad de las obras del Estado Federal, el principal impulsor de obras en ese momento (en el acceso de Cárdenas al

4

González Lobo, Carlos. (1982). "SEIS DECADAS DE ARQUITECTURA DE CONCRETO". Memoria Segundo Congreso Nacional del Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F. pp. 86 a 105.

poder), se especifican en concreto armado. Para entonces ya hay suficiente cantidad de albañiles que saben encofrar, desencofrar, armar y que empiezan a conocer los rudimentos de las mezclas, etc.

Para el Estado se trataba de la rapidez de ejecución, la durabilidad y el control de la calidad. El interés de las obras municipales o públicas, hospitales, mercados, escuelas y vivienda para obreros por un lado, y por el otro lado, también su admisión en la creciente especulación con la renta del espacio urbano. Aparecerían los edificios de apartamentos, y serían de concreto

A partir de los años cuarenta, menciona la Dra. Nolasco, México experimentó un marcado proceso de urbanización. La población y las ciudades crecieron a velocidades no previstas; así, entre 1940 y 1980, la zona metropolitana de la ciudad de México pasó de 1.8 millones de habitantes a 14.5; el país, en este mismo lapso, creció de 19.6 a casi 69 millones de habitantes; y el área metropolitana de Monterrey, en el mismo periodo de 40 años, que en 1940 contaba con 0.2 millones de habitantes, pasó a casi 2 millones en 1980, es decir, casi 10 veces su tamaño.

Asimismo, el uso del concreto en las ciudades aumentó a la velocidad de la urbanización, e incluso más rápidamente que la población.

En los años cuarenta, comenta Margarita Nolasco, el concreto fue sumamente utilizado en la construcción de las industrias, de las grandes obras públicas para el desarrollo rural, en la explotación petrolera, en las obras hidráulicas para la electricidad, etc., pero todavía no llegaba al grueso de la población civil, es decir, a la casa del trabajador. En esa época, el grueso de la población en México autoconstruía su vivienda utilizando el adobe o el barro en el campo, y agregaba material de desecho en las ciudades. De hecho, sólo en un tercio de las casas se utilizaba concreto en techos, pisos y paredes; el resto, o no lo utilizaba para nada, o lo utilizaba parcialmente, sea en el piso o en las paredes. Así, el concreto había llegado limitadamente a la sociedad civil, aún cuando ya predominaba en la industria y en el cascarón urbano.

Entre 1940 y 1956 se inició y se desarrolló una nueva estructura nacional alrededor de un proceso industrial moderno, que implicó el uso limitado de la mano de obra y una mayor inversión de bienes de capital. La industria de la construcción, próspera ya, encontró en su liga con esta industria aún más prosperidad, por lo que, a diferencia de otros rubros, conservó la estructura interna que había implicado el uso masivo de la mano de obra. Esta época tuvo un crecimiento significativo en que el concreto llegó a todo el ámbito económico, industrial, a la ciudad, auspiciado por la sociedad política. Se dejó de lado, como en todo proceso de desarrollo basado en la industrialización por sustitución, a la sociedad civil. Incluso el espacio urbano de ellos, la ciudad perdida de entonces, no se vió invadida, todavía, por el concreto.

Al final de esta etapa, la industria de la construcción, que hasta ese momento había aprovechado la abundancia de mano de obra y la posibilidad real de su uso masivo (sobre todo de la fuerza de trabajo sin calificar y, por ende, muy barata) para substituir bienes de capital, alcanzó sus más altas tasas de ganancia, lo que le permitió generar grandes excedentes de capital con inversiones relativamente bajas. Esta estructura presentó, en esos momentos, lo más exitoso de su ventaja comparativa en relación con los otros rubros industriales; su aprovechamiento, por lo tanto, se consideró adecuado.

En el período de 1957 a 1970 se dió otra etapa en el desarrollo nacional. Se continuó con el proceso de desarrollo, pero hubo desempleo. El Estado rebasó la etapa de sacrificio fiscal para auspiciar la industrialización y comenzó a captar grandes recursos, mismos que destinó, en gran parte, al gasto social. Grava, arena, agua y cemento fueron destinados al concreto de las escuelas, de los hospitales, de las calles, de las grandes plazas y de los edificios públicos gubernamentales. La riqueza y el concreto tendieron a concentrarse, en esa época, en manos de la sociedad política y de los inversionistas, comerciantes y clase media, en general. El grueso de la sociedad civil quedó marginada al acceso de los mismos.

Surgieron los asentamientos de los grupos sociales marginados en las grandes ciudades (Nezahualcóyotl). En ellos, en un principio, no apareció el concreto. Pero a finales de este periodo (1957-70), el concreto penetró en todos lados; sin ser preponderante apareció ya

en todo el espacio urbano, aún en el marginado, y en las obras de urbanización que el gobierno se ve obligado a iniciar, en sus espacios públicos, en sus escuelas, en las clínicas a las que tienen acceso, etc. Tardía, parcial y limitadamente, pero el concreto comenzó a llegar a la sociedad total.

La Dra. Nolasco establece que el periodo de 1970 a 1979, fue una etapa de gran construcción, aunque no de estabilidad, y de crisis políticamente manejada, y acallada a partir de un ostentoso gasto social. Existieron muchos requerimientos en la edificación y, la industria de la construcción fue ya, claramente, obsoleta y tecnológicamente atrasada. Perdió competitividad sobre todo, comparada con la industria básica y pesada ya existente. En este período, fue indispensable la construcción rápida para los integrantes de la sociedad civil -una construcción masiva: viviendas, escuelas, clínicas, etc.

De 1979, en adelante, se inició otra etapa en el desarrollo nacional: el de la opción petrolera; es una etapa que se presenta sumamente conflictiva y cambiante. En esta fase, el Estado se vio ya como el inversionista y el constructor más importante. Es el gran consumidor de concreto en este período; lo utiliza en la infraestructura básica; en el cascarón urbano; en la inversión industrial, productiva y básica; el petróleo; en la vivienda popular, masiva y de sentido social, etc. El concreto se usa en todo, y la construcción en auge reflejó el optimismo nacional.

Pasó el tiempo y vinieron situaciones drásticas. La descapitalización y la inflación galopante llevaron a la crisis, la magnitud de la misma se tradujo en: deuda externa demasiado alta, falta de liquidez, etc. El país estuvo al borde de la quiebra y con problemas de credibilidad nacional en la sociedad civil, misma que veía con resentimiento a la sociedad política. La construcción, en auge, es detenida bruscamente, y hay recesión económica, tanto por la austeridad en el gasto público, como por la mayor salida de capitales. El desempleo se hizo masivo, y la industria de la construcción, que iniciaba ya su camino a la modernización y hacia un mayor uso de bienes de capital e inversión masiva del mismo, se vio en crisis. El concreto se dejó a un lado, momentáneamente.

Sin embargo, como comenta la Dra. Nolasco, el crecimiento de la población continúa, y

ya han nacido las parejas que solicitarán casa en el 2020, lo mismo que el niño que solicitará escuela dentro de 6 años. La demanda continúa, así que es de suponerse que el uso del concreto y del cemento continuará su incremento para satisfacer a toda la sociedad, mientras no se encuentren otros materiales de construcción que superen al cemento en cualidades y posibilidades de uso.

1.2.2 El concreto y la arquitectura

Para Carlos González Lobo, la etapa de 1920 a 1940, relacionada con el uso del concreto en la Arquitectura, fue una fase experimental y expansiva del cemento armado. Asimismo, el Arq. González Lobo resume, en cuatro periodos, desde 1940 hasta nuestros días, el uso extensivo de este material ⁵:

1. Una vez que el sistema de concreto armado a probado su eficacia en la Ingeniería Civil y la Arquitectura, substituyendo en calidad y costo al sistema tradicional y sus formas de composición académica; una vez que el sistema entronca con una tendencia proyectual funcional o moderna, y que se articula a una institucionalización del sistema económico-productivo capitalista en México, y que en el área de la construcción existe ya una opinión pública sobre la aceptación de esa construcción de concreto con los demás atributos; que hay una industria capaz de proveer el producto en la cantidad y en la distribución adecuada a lo largo y ancho del país, por lo menos en los puntos centrales de desarrollo: la Tolteca, la Cruz Azul, Anáhuac; y constructoras como ICA, FYUSA, etc., se encargan de llevar a cabo esto.
2. La siguiente etapa se caracteriza, según González Lobo, por el uso extensivo del material, básicamente en las grandes presas, viaductos, y en los conjuntos urbanos del régimen Alemanista: Ciudad Universitaria, Ciudad Politécnica, y los conjuntos habitacionales Alemán, Juárez, Unidad Modelo, etc., que exhiben concreto visto

5

González Lobo, Carlos (1982). "SEIS DECADAS DE ARQUITECTURA DE CONCRETO". Memoria Segundo Congreso Nacional del Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F. páginas 86 a 105.

combinándolo con la producción industrial de ladrillo, perfiles laminados y vidrio plano (Lazo, Pani, del Moral, entre otros).

3. El siguiente periodo presenta un elemento singular en el proceso de teorización del concreto. El desarrollo del concreto en la construcción en México, permite el avance hacia novedosas utilidades: la Iglesia de la Purísima, en Monterrey, donde Enrique de la Mora realiza un cascarón parabólico con cimbra deslizante, proyecto que obtiene el Premio Nacional de Arquitectura, y donde, por primera vez en una obra de alto nivel espiritual, el concreto es el material público. Con las obras experimentales de Félix Candela y el trabajo de investigación de Fernando López Carmona, se desarrolló una época de paraguas, cubiertas parabólicas y superficies alabeadas que hicieron florecer y enriquecer el paisaje urbano. Este también fue un periodo experimental en el que el concreto dejó de ser solamente un material moralístico y entró a trabajar con su propia forma, geometría y propósito.
4. La cuarta etapa es referida por Carlos González como la de entronización del concreto como material público. Hacia mediados de los cincuenta, el concreto armado no fue ya solamente estructura, sino que a través de la influencia externa de Le Corbusier, de Kenzo Tange, y de la aceptación del concreto por los americanos ya en muchas obras importantes, el concreto apareció en el exterior, ligado al desarrollo de la prefabricación, pretensado y postensado; apareció como el material constitutivo de las obras. Fue la época en que todos los edificios de las ciudades eran grises, trataron de ser prefabricados aunque fuesen monolíticos y hasta en sus entrecalles.

Por otro lado, durante ese mismo tiempo, el concreto se extendió sobre asentamientos humanos marginados, asentamientos pobres a base de ladrillo de concreto y de castillos de estos de la esperanza, que dejan las varillas para la siguiente etapa. La industria del cemento tendrá muy en cuenta la cantidad de cemento que se consume en ese sector, desatendido por el proyectista arquitectónico, pero importante aunque sea por lo numeroso de los usuarios.

1.3 OBJETIVO

Determinar la situación ambiental específica de la Zona de Pedreras de la Sierra de San Miguel del Estado de Nuevo León, misma que agrupa, dentro de su zona de explotación de caliza, ocho importantes pedreras de la región. Proponer alternativas de solución a los problemas ambientales que enfrenta dicha sierra.

1.4 JUSTIFICACION

Toda forma de tecnología y todo lo que hacemos o consumimos parece resultar en contaminación y degradación del ambiente, e implicar algún grado de riesgo para nuestra salud y para la de otras especies. Parece, por tanto, que no hay productos o procesos ambientalmente inocuos, y sí muchos que son muy nocivos para el ambiente y la salud.

La actividad industrial imperante en la falda sur de la Sierra San Miguel, al noroeste del área metropolitana de Monterrey (AMM), es el procesamiento de la piedra caliza para abastecer de material pétreo a la industria de la construcción que prevalece en el AMM, e incluso surtir de dicho producto a otros municipios del Estado y a entidades federativas vecinas, y desafortunadamente, como ya se ha mencionado, las actividades productivas humanas, y sobre todo la relacionada con el aprovechamiento de los recursos naturales producen una degradación ambiental directa en el sitio, que implica el deterioro de los factores ambientales que conforman el ambiente natural de la zona: aire, agua, suelo, clima, fauna, flora, etc., y que, en el caso especial de la Sierra de San Miguel, vecina cercana de la zona metropolitana de Monterrey, la proyección de dicha degradación puede llegar a la población urbana, en la forma de un mayor deterioro de la calidad del aire.

Precisamente, la necesidad de llevar a cabo esta investigación procede del interés de conocer la situación ambiental que impera en la Sierra de San Miguel, en donde actualmente operan alrededor de ocho pedreras; ello mediante una identificación de los impactos adversos, producto de la actividad extractiva en el área de estudio, sobre los factores bióticos y abióticos del sitio.

La gran cantidad de partículas liberadas dentro de cada una de las pedreras, son transportadas por el viento más allá de dicha zona industrial, lo que ha hecho suponer su impacto negativo en el deterioro de calidad del aire que se respira en la zona urbana de Monterrey.

Debido a que la extracción de piedra es constante, se supone que el principal factor que influye en la acumulación del microparticulado es el viento, mismo que, si procede del este, el polvo es sacado de la zona conurbada; sin embargo, si el viento sopla del norte o poniente, la zona urbana puede llegar a sufrir las consecuencias de la presencia de dichos polvos.

Según la Subsecretaría de Ecología del Estado, el 70% del microparticulado presente en el aire de la ciudad⁶ es originado en las industrias de extracción de piedra ubicadas en los cerros al poniente de la ciudad.

Dicho contaminante, conocido técnicamente como partículas menores a 10 micras (PM-10), está constituido por polvos de diferente origen y con diámetros tan pequeños que no pueden ser detenidos por filtros comunes y, por lo tanto, alcanzan fácilmente el tejido pulmonar donde pueden causar diferentes tipos de problemas.

Asimismo, en abril de 1993, el entonces Subsecretario de Salud del Gobierno Estatal, José Cavazos López, informó que Nuevo León presentaba índices de ocurrencia de cáncer en vías respiratorias hasta tres veces mayores a los de entidades localizadas más al sur. Asimismo, agregó, en aquel tiempo, que el sector poniente del AMM encabezaba al resto de la ciudad en casos de males cancerosos, atribuyendo el fenómeno a la fuerte industrialización de la entidad.

Definitivamente que la calidad del aire, del agua y del suelo han sido sustancialmente modificadas debido al crecimiento industrial explosivo en las ciudades de la frontera del norte de México.

6

Nota publicada en el periódico local "El Norte", el martes 3 de octubre de 1995.

Tratando de realizar un esfuerzo para combatir la contaminación generada por la industria de la extracción de caliza, se logró el compromiso por parte de los pedreros de instalar equipos anticontaminantes, a realizar detonaciones retardadas, a mejorar sus sistemas de carga y descarga, regar los productos y reforestar sus terrenos. Aunado a esto, el Gobierno del Estado reglamentó una área de amortiguamiento alrededor de las pedreras de 1,500 metros, misma que supone la oposición al establecimiento de fraccionamientos habitacionales en dicha área, pero que, como se asienta en la presente investigación, parece que no se ha llevado a efecto totalmente esta disposición, al menos en lo que a la Sierra de San Miguel se refiere.

Ante esta panorámica, la justificación de la presente investigación está fundamentada en la necesidad de:

- Conocer la realidad de la situación ambiental en la zona de pedreras, localizada en la Sierra de San Miguel, mediante una identificación de los factores mayormente afectados por las actividades extractivas del sitio en los rubros de aire, agua, suelo, clima, fauna, flora, entre otros.
- Determinar si la calidad del aire, tanto en la zona de amortiguamiento de las pedreras, como en la zona urbana de Monterrey, sufren un mayor deterioro por efecto del transporte del material particulado procedente de la zona industrial asentada en San Miguel.
- Tener referencias sobre los efectos perjudiciales de altas concentraciones de material particulado en el aire ambiente, principalmente sobre la salud humana.
- Proponer alternativas de solución en beneficio del medio ambiente y que promuevan un proceso de producción más limpio que se traduzca en una mejor calidad de vida, tanto para el trabajador de la zona pedrera, como de la población vecina del AMM; así como una mejor calidad sanitaria del ambiente.

1.5 HIPOTESIS

Existe un deterioro de la calidad ambiental en la Sierra San Miguel por efecto de las actividades de la industria extractiva de piedra caliza en la zona, de tal tipo y en tal cantidad que impacta negativamente al medio ambiente circundante, y con proyección a las zonas urbanas del norte del área metropolitana de Monterrey, para cuyo remedio se deberán implantar una serie de estrategias, mientras la explotación continúe funcionando. Asimismo, al término de la vida útil de los bancos de explotación en dicha región, se debe promover la puesta en marcha de programas de restauración del lugar en tal forma que reduzcan el impacto ocasionado al mismo.

1.6 METODOLOGIA

Para lograr determinar la situación ambiental que prevalece en la zona de la sierra de San Miguel, específicamente la falda sur de la misma, donde se localiza la zona industrial de extracción y trituración de materiales pétreos para la construcción, obtenidos de la piedra caliza que conforma la mayor parte de la estructura geomorfológica de dicha sierra, se procede a realizar un diagnóstico de dicha zona que permita detectar las alteraciones que afectan la calidad ambiental en el área de estudio, y que puedan estar relacionadas directa o indirectamente con las actividades industriales imperantes de la Sierra de San Miguel.

Un análisis exhaustivo de ciertas características ambientales del sitio permiten suponer la posibilidad de que estén siendo impactadas negativamente debido a las actividades industriales de la zona de las pedreras en la mencionada sierra, conformadas por la extracción de caliza para su posterior trituración, cribado, almacenamiento, transporte, carga y descarga del material pétreo resultante de tal procesamiento.

El estudio exploratorio de las características naturales del área de estudio permitirá avanzar hacia el establecimiento de un diagnóstico ambiental; para ello es indispensable proceder a la descripción de las características naturales de la región, entre ellas la geología, la hidrología, la edafología, la climatología, la fauna y la flora, que nos permitan obtener un

escenario ambiental anterior al establecimiento de la actividad industrial en esa área. Para complementar la información, es necesario también describir el entorno socioeconómico en el que se incide, ya sea positiva o negativamente. La descripción de las condiciones naturales del sitio nos permitirá establecer que tan modificadas han resultado a través del tiempo a causa de la actividad extractiva.

El estudio de la literatura relacionada con este tipo de actividades, así como el análisis de los sistemas de explotación de piedra caliza comunes en la zona y sus métodos de control de emisiones al aire, así como sus descargas al agua y al suelo, nos permiten considerar que dichos factores ambientales son los mayormente afectados, siendo especialmente la calidad del aire, impactada negativamente, no sólo en la zona de estudio, sino más allá de ella, proyectándose hacia la comunidad urbana del AMM. Se hace un mayor énfasis en el análisis de esta variable ambiental debido a que su impacto se proyecta más allá de la zona de estudio, por lo que se procede a presentar los datos correspondientes del monitoreo de Partículas Suspendidas Totales (PST) en la periferia de la zona de amortiguamiento, establecida especialmente para la zona de pedreras de la Sierra de San Miguel, mediciones llevadas a cabo siguiendo el procedimiento establecido dentro de la normatividad ambiental mexicana, y que nos permiten interpretar, aunque de manera preliminar, la calidad del aire que prevalece en dicha zona. Asimismo, los datos recopilados en las diversas estaciones de monitoreo de la calidad del aire, pertenecientes al Gobierno del Estado de Nuevo León, nos ayudan a emitir una interpretación de la situación general de las diversas zonas que conforman el área metropolitana de Monterrey (centro, noreste, noroeste, suroeste y sureste) en lo que se refiere a la calidad del aire y, si realmente éstas han sido impactadas por el transporte de material particulado procedente de las zonas de explotación de las pedreras.

La revisión de la literatura sobre los efectos en la salud, la vegetación y las propiedades por efecto de la presencia de Partículas Suspendidas Totales (PST) iguales o mayores a 30 micras, y por Partículas Menores a 10 micras (PM-10), nos ayuda a vislumbrar los posibles efectos dañinos, sobre todo en la salud de la población, traducidos principalmente en la proliferación de enfermedades respiratorias.

Se considera también la importancia de revisar las características espaciales y funcionales de la Zona de Amortiguamiento propuesta para la Sierra de San Miguel, así como los problemas futuros que ya se vislumbran ante la presencia de asentamientos irregulares dentro de dicha zona, que supone la prohibición de áreas habitacionales en su interior.

La determinación de los factores ambientales susceptibles de ser impactados negativamente es a base del procedimiento efectuado en la elaboración de estudios de impacto ambiental, cuya metodología ha sido específicamente la denominada "Método de Leopold" (de "Matrices"), la que permite una identificación de las relaciones causa-efecto entre las actividades específicas del proceso industrial y los impactos que, a base del estudio de dichas actividades, pudiesen generarse. El capítulo referente a "IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE" define con mayor precisión dicha metodología, misma que permite determinar, de una manera general y cualitativa, como han sido impactados cada uno de los factores ambientales considerados relevantes, permitiéndonos diagnosticar el deterioro que ha sufrido la zona a causa de las actividades extractivas.

Una parte fundamental es, precisamente que, en base a dicha identificación de impactos, se propongan alternativas de solución o estrategias que apoyen la restauración, hasta donde sea posible, de la zona. Las estrategias deberán contemplar actividades posibles de poner en marcha, no sólo al término de la vida útil de los bancos de explotación de caliza, sino a la par de las actividades de extracción de los mismos.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Capítulo 2



ROCAS CALIZAS, GENERALIDADES Y PROCESAMIENTO

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



2.1 LAS ROCAS CALIZAS: GENERALIDADES

Los materiales pétreos (rocas, gravas y arenas) en la industria de la construcción, se clasifican en naturales y artificiales. Las piedras naturales son las que se extraen directamente de la naturaleza, no precisando para su empleo más que darle la forma adecuada; suelen estar formados por la asociación de minerales y cuerpos de la misma composición química y forma cristalina.

Las piedras de construcción y rocas disgregadas comprenden todos los materiales sólidos (rocas) que, existiendo en la naturaleza, pueden intervenir directamente en la construcción, las primeras como piedras de tamaño regular que permita usarlas como bloques de construcción de edificios, puentes, presas, etc., y las segundas como material para fabricación de concreto o relleno de caminos, ya sea en forma natural (piedra bola, grava y arenas), o como piedras trituradas artificialmente.

2.1.1 Clasificación de las rocas

Según su origen geológico las rocas se dividen en:

- A) Rocas ígneas: formadas por la solidificación de una masa fundida.
- B) Rocas sedimentarias: formadas por la acumulación de sedimentos.
- C) Rocas metamórficas: de la metamorfosis de las anteriores.
- D) Productos de disgregación: componentes de los suelos.

Según el carácter estructural de las grandes masas se dividen en:

- A) Estratificadas: en forma de estratos o capas (rocas sedimentarias).
- B) No estratificadas

Según su composición química se dividen en:

- A) Simples: formadas por un sólo mineral (calizas, etc.)
- B) Compuestas: las formadas por varias.

Según su grado de compacidad se dividen en:

- A) Rocas compactas o aglomeradas
- B) Rocas sueltas o disgregadas

Debido a que el presente trabajo analiza básicamente la actividad de explotación y trituración de caliza en la Sierra de San Miguel, así como sus efectos de esa explotación para el medio, centraremos, primordialmente, la atención sobre la descripción de las rocas sedimentarias, a las cuales pertenece, precisamente, la caliza.

2.1.2 Rocas sedimentarias

Son rocas formadas por la consolidación de sedimentos, o sea, restos de rocas pre-existentes arrancados por los agentes exteriores y depositados en lugares, casi siempre en capas superpuestas llamadas "estratos", consolidados más tarde por la influencia de la presión y la temperatura.

División

Según su origen y composición se clasifican como:

- A) Eólicas: transportadas por el viento.
- B) Detríticas: de residuos diversos o "detritus": areniscas y conglomerados.
- C) Orgánicas: de depósitos orgánicos: calizas, coralígenas, numulíticas y cretas.
- D) Sedimentación química
- E) Carbones

Calizas

Las calizas son rocas estratificadas formadas en su mayor parte por calcita. Se supone que provienen de los depósitos de los residuos del metabolismo de organismos animales del mar o de agua dulce.

Son compactas, poco duras, bastante tenaces; pueden contener cantidades variables de otros compuestos como: óxidos de hierro, carbonato de magnesio, etc.; si éste último se encuentra en proporción más o menos igual a la del carbonato de calcio, las rocas se

conocen con el nombre de "dolomitas". El color y la textura de las calizas es muy variable, pudiendo ser desde blanco grisáceo hasta negro, según las impurezas. Las más comunes son las pardas, las grises y las negras de estructura compacta, ya que son fáciles de trabajar y resistentes.

La creta es una caliza débilmente cementada, generalmente contiene muchas conchas pequeñas. La marga es una mezcla de carbonato de calcio y arcilla. En su composición intervienen cantidades variables de dichos elementos.

La roca dolomítica es similar a la caliza en apariencia, pero es ligeramente más dura y efervesce con ácido solamente sobre una superficie rayada o cuando está pulverizada. Esta roca está constituida principalmente del mineral dolomita, en cuya composición intervienen el magnesio y el calcio. Se atacan fácilmente por el ácido clorhídrico y otros agentes atmosféricos por lo que no son muy durables. Su peso específico es de 2.6, tienen baja absorción (0.3%) y porosidad (0.5%) y gran resistencia a la compresión, 2,500 Kg/cm². A menudo contiene calcita cristalizada. Además de ser una de las piedras importantes de construcción y una fuente de piedra triturada para concretos, la caliza se explota mucho para la fabricación del cemento, como fundente para altos hornos, y para la fabricación de cal viva, cal hidratada y otros productos que se usan a gran escala en la industria química. La caliza constituye más de los dos tercios de todas las piedras que se usan.

La piedra triturada se prepara de gran variedad de rocas en grandes cantidades, especialmente en caliza y se usa como componente del concreto para varios tipos de estructuras. En muchas zonas, la ausencia de agregados naturales como arena y grava depositada en lechos de ríos y zonas aluviales, hacen del uso de la piedra triturada una necesidad.

Por otra parte, los materiales pétreos de la industria de la construcción, según sean las dimensiones de sus ejes, se clasifican, de manera general en:

Clasificación	Tamaño	Unidad
Bloques	> 500	mm
Cantos o guijarros	500 a 100	mm
Gravas	100 a 30	mm
Arenas	5 a 0.2	mm
Polvo y limo	0.2 a 0.002	mm
Arcillas	0.002 a 0.001	mm

Es importante recalcar que la gran mayoría de los materiales usados en la construcción de obras de ingeniería o arquitectura, se obtienen directa, o indirectamente de lo que constituye la superficie de la corteza terrestre. Es sabido que, dependiendo del tipo de roca y del tipo de suelo, cada uno tenga un uso específico determinado como material de construcción, por ejemplo: la arcilla como material impermeable, y las arenas y gravas para filtros y rocas para la capa protectora de presas de tierra.

Además, el amplio uso de las rocas en la construcción urbana y el creciente aprovechamiento del concreto, están íntimamente relacionados con la historia geológica y la naturaleza mineralógica de las rocas utilizadas.

Los tamaños de los materiales pétreos o agregados utilizados en el concreto van, desde unos cuantos milímetros, hasta partículas pequeñísimas de décimas de milímetro en sección transversal. El tamaño máximo que se usa en la realidad varía, pero en cualquier mezcla se incorporan partículas de diversos tamaños. Por otra parte, las gravas se emplean en trabajos de mampostería, balasto en los ferrocarriles y para material de base en las carreteras, al igual que para la fabricación de concretos. Así como los anteriores ejemplos, podríamos mencionar, entre otros, la importancia de la arena en la construcción, no únicamente como relleno o para hacer firmes porosos y permeables, sino también, y en gran escala, como filtrante, y nuevamente como constituyente de morteros y concretos.

2.2 GENERALIDADES SOBRE EL PROCESAMIENTO DE AGREGADOS PETREOS

México cuenta con una extensión aproximada de 2 millones de kilómetros cuadrados y con una orografía tan variada en donde podemos localizar todo tipo de rocas. Estas últimas

conforman la materia prima básica en el procesamiento de los agregados pétreos.

De acuerdo a la geología, las rocas son clasificadas en tres grupos: ígneas, sedimentarias y metamórficas. Si enfocamos nuestro interés en la materia prima para la elaboración de los agregados pétreos, se establece que la roca proviene de:

- 1) La explotación de un banco (Ver Foto 1)
- 2) La extracción de grava-arena de río o conglomerados (Ver Foto 2)

Ya sean las rocas procedentes de la explotación de un banco o de la extracción de grava-arena de río o conglomerados, es necesario practicarles reducciones sucesivas mediante la aplicación de esfuerzos de máquinas de trituración, quebradoras o molinos.

Los rangos básicos, en las reducciones de tamaño, pueden clasificarse, según Pedro L. Benítez Esparza⁷, en:

- a) Trituración primaria: 4" a 10", a base de quebradoras primarias.
- b) Trituración secundaria: 1" a 3", a base de equipo secundario como son las familias de conos, trituradoras de impacto y de rodillo doble.
- c) Trituración terciaria: 1/4" a 3/4".

Los agregados requeridos en los concretos hidráulicos son los denominados arenas artificiales, obtenidos a través de la molienda y que se denomina etapa cuaternaria.

Dentro de la industria procesadora de materiales para la construcción, es básica la buena localización de los bancos de material susceptibles de aprovechamiento: que cumplan con la calidad requerida en la producción de agregados, y que se encuentren cercanos a las áreas de mercado, para no encarecerlo por acarreos y fletes.

7

Benítez Esparza, Pedro L. "TECNOLOGÍA ACTUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS PARA CONCRETO". Memoria Segundo Congreso Nacional de Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F. págs. 198 a 218.

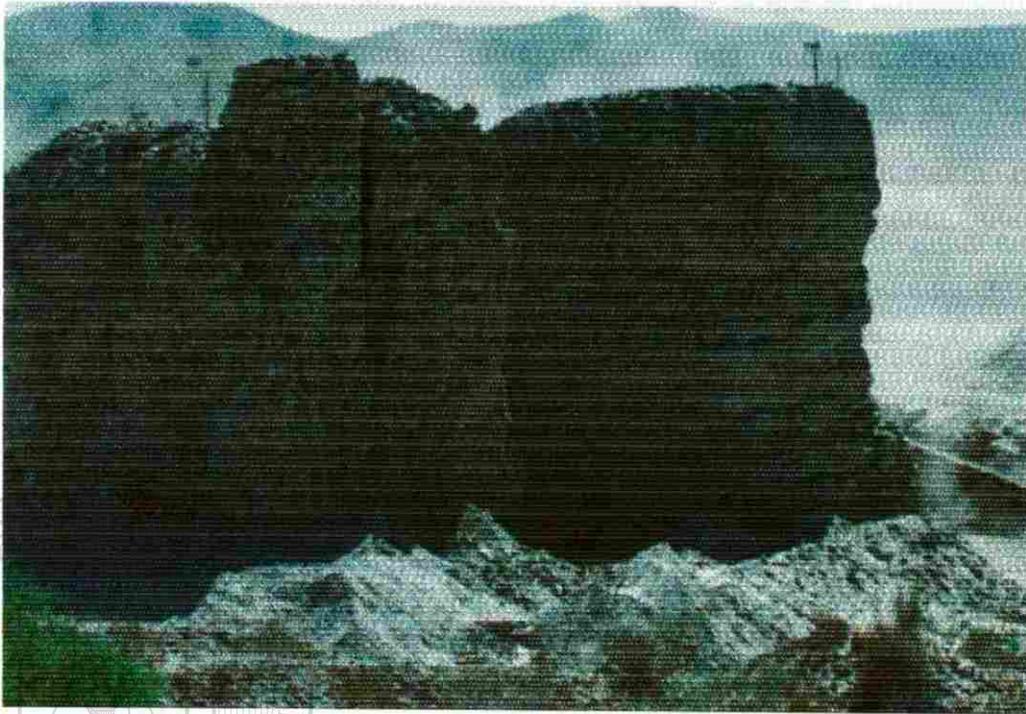


Foto 1. Explotación de un banco

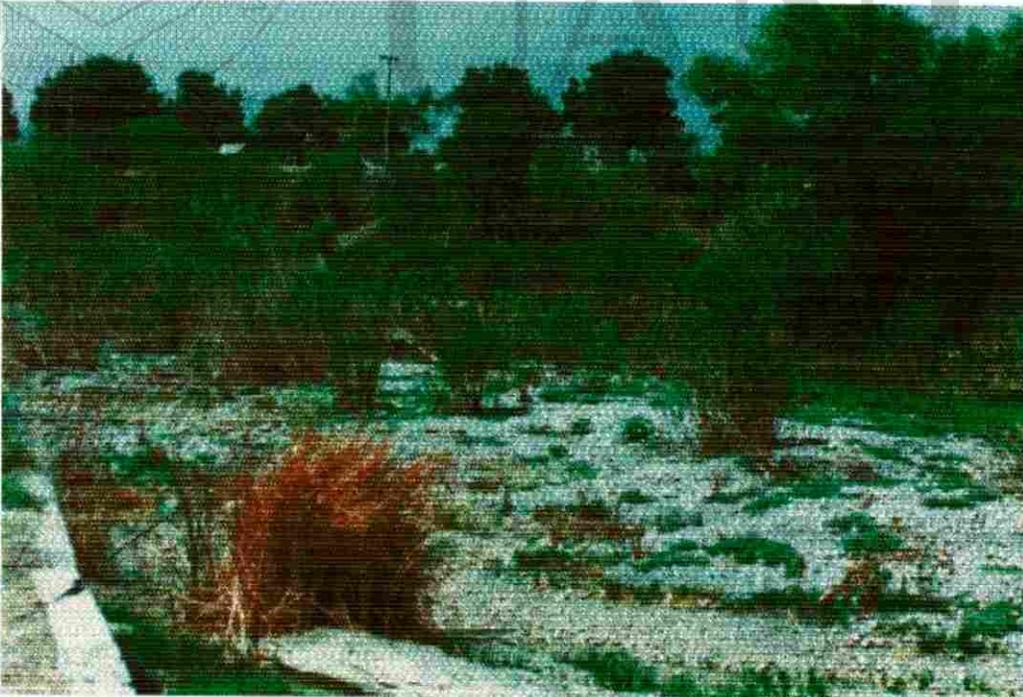


Foto 2. Extracción de grava-arena de río

"Las rocas ígneas", comenta el Ing. Benítez Esparza⁸, "provienen del enfriamiento del magma, mismo que procede del centro de la tierra en forma de granitos y basaltos, y que posteriormente son atacados por agentes naturales que dan lugar primero, a sedimentos sin consolidar como gravas, limos, arenas, mismas que luego se consolidan para dar conglomerados, calizas, areniscas. Estas últimas, por acciones de presiones y temperaturas adecuadas se convierten en rocas metamórficas, como la caliza que nos dá el mármol, roca de apariencia y de propiedades muy diferentes a la caliza, pero de la misma composición química, que es el carbonato de calcio."

También las rocas pueden ser clasificadas en dos grandes tipos:

- a) no abrasivas: índice de dureza en la Escala de Moss hasta de 5.5
- b) abrasivas: índice de dureza en la Escala de Moss mayor que 5.5

El bióxido de silicio (cuarzo o sílice, SiO_2) es el mineral abrasivo más común sobre la corteza terrestre por lo que, las rocas con un contenido de cuarzo mayor de 6% son consideradas definitivamente abrasivas.

En los ejes de las cordilleras correspondientes a las Sierras Madre Oriental y Madre Occidental abundan los minerales básicos, sobre todo las rocas ígneas; los agregados, arrastrados por los ríos que vienen de esas cordilleras, son el cuarzo, el feldespato y la mica.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Son muy pocos casos, en nuestro país, en los que no sea la roca la materia prima para elaborar agregados pétreos.

En forma general, se puede mencionar que las actividades que conforman el procesamiento de la piedra caliza son:

⁸ Benítez Esparza, Pedro L. "TECNOLOGIA ACTUAL PARA LA PRODUCCION DE AGREGADOS PETREOS PARA CONCRETO". Memoria Segundo Congreso Nacional de Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F. págs. 198 a 218.

- a) Despalme
- b) Barrenación y voladura
- c) Carga y transporte
- d) Trituración primaria
- e) Trituración secundaria y terciaria
- f) Trituración cuaternaria

En el capítulo denominado "SISTEMAS DE EXPLOTACION EN LAS SIERRA SAN MIGUEL" se describen, de manera general, cada una de las actividades antes citadas.

2.3 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION EN MEXICO

La estrecha relación existente entre la producción de una de las materias primas básicas en la edificación y la industria de la construcción, obliga a tratar el tema de la importancia económica de dicha industria.

Durante los últimos años, esta industria ha ido adquiriendo mayor importancia en el desarrollo económico nacional, en virtud de que esta actividad contribuye en un alto porcentaje a la formación bruta de capital, al producir infraestructura básica como obras de edificación: vivienda, escuelas, edificios para oficinas y similares, clínicas y hospitales, instalaciones industriales, obras de infraestructura de riego, agua potable, drenaje y saneamiento, entre muchas otras más. Su contribución al producto interno bruto (PIB) en los últimos 5 años, ha sido en promedio de 4.6% y su participación dentro de la inversión fija total es de poco más del 50%.

Por otro lado, la construcción es la actividad que colabora en mayor medida a la creación de empleos directos e indirectos, con lo cual aminora los posibles desequilibrios sociales, ya que es una actividad con uso intensivo de mano de obra no calificada, por lo que ocupa, en promedio, el 7.0% del total de personal empleado que registra la economía, principalmente de mano de obra eventual.

La industria de la construcción guarda estrecha relación con los cambios que experimenta la economía nacional, ya que si la actividad económica registra tasas negativas, la construcción se verá desfavorecida; sin embargo, si la construcción obtiene cifras positivas, el resto de la economía se dinamiza en forma inmediata.

2.4 DEMANDA HISTORICA EN EL CONTEXTO LOCAL

La demanda de los productos de la industria de la extracción, trituración y venta de caliza, se enfoca básicamente hacia la industria de la construcción. La industria de la construcción en Nuevo León, durante el año 1988, generó un total de 22,885 empleos directos que representaron 108,622.4 millones de pesos en remuneraciones totales al personal ocupado. La producción bruta total equivalió a 759,622.6 millones de pesos, con insumos que ascendieron a 500,638.3 millones de pesos.

Asimismo, según el destino de la obra, se estimó, para el mismo año, que fueron empleados 11,570 personas para obra pública (obra gubernamental) y 11,315 para obra privada. De la misma manera, las remuneraciones totales para el personal ocupado en la obra pública ascendieron a 60,432.8 millones de pesos, requiriendo de 313,840.0 millones de pesos en insumos totales. En tanto, la obra privada generó 48,189.6 millones de pesos en remuneraciones del personal empleado, ascendiendo su producción bruta total a 276,766.2 millones de pesos. Los gastos de insumos fueron de 186,798.3 millones de pesos.

La vivienda es el principal propósito de esta industria, ya que es el equipamiento de mayor demanda dentro de las áreas que presentan desplazamientos de población buscando zonas habitacionales con función homogénea.

En este sentido, en 1960, el Area Metropolitana de Monterrey (AMM) tenía 725,811 habitantes y 127,620 viviendas para una densidad domiciliaria de 5.68 habitantes por vivienda, en promedio.

En 1986 se estimó que la población era de 2,521,397 habitantes y que había 450,346 viviendas para una densidad domiciliaria de 5.59 habitantes, por vivienda.

Es conveniente recalcar que la densidad domiciliaria promedio, en el nivel nacional se estima en 5.3 hab/vivienda. Asimismo, con base en el incremento poblacional esperado entre los años 1986 y 2010 de 2,817,614 hab. y, suponiendo una composición de 5 miembros por familia, en promedio, se espera una demanda de 564 mil nuevas viviendas.

Además, habrá que reponer 106 mil viviendas que cumplirán un período útil de 50 años entre 1986 y 2010. Por lo que, en total, la localidad requerirá de 670 mil viviendas nuevas además del mejoramiento de la infraestructura y de los servicios públicos.

Estos datos, referidos a la demanda de vivienda en el AMM, constituyen un claro indicador de la importancia de la industria de la construcción en el ámbito económico y social.

Por otra parte, las demandas de modernización, mejoramiento y ampliación de otros equipamientos urbanos como infraestructura de urbanización y vialidad, reafirman a la industria de la construcción como una actividad de gran demanda. De aquí la importancia de los materiales pétreos que constituyen la principal materia prima de esta industria.

Así, queda claro que el objetivo primordial de la industria extractiva, de procesamiento y fleteo de caliza sobre la sierra de San Miguel es el **satisfacer el abasto de materia prima** para la industria de la construcción en Monterrey, tanto para obras particulares como gubernamentales, haciendo uso de los materiales regionales que proporcionan cierta calidad y precio competitivo con el fin de cubrir la demanda de mercado, principalmente dentro del AMM, así como en el nivel estatal y nacional.

3.1 EL CLIMA

El área de estudio, en cuanto a climatología se refiere, presenta una predominancia del grupo de climas secos, con tipos cálidos y semicálidos. Los climas secos se distribuyen en el norte del estado y se caracterizan, principalmente, porque la evaporación excede a la precipitación; el rango de temperaturas es amplio, ya que hay secos muy cálidos, hasta secos con temperaturas semifrías. Las lluvias se presentan en verano y son escasas el resto del año⁹.

Se reporta, para la zona de estudio, el clima correspondiente a BS_0hw , de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por E. García para la República Mexicana:

3.1.1 BS_0hw

Grupo de climas secos (B). Tipo de clima seco (S_0). Subtipo de clima secos semicálidos (h). Precipitación invernal (w). Este tipo de clima se presenta casi el cien por ciento del área de estudio sobre la Sierra San Miguel. Estos climas son efecto de las influencias climáticas de la Sierra Madre Oriental, se presenta, además de la Sierra San Miguel, al sur y al poniente de la zona conurbada, afectando parte de San Nicolás de los Garza y Monterrey, al igual que los municipios de San Pedro Garza García y Santa Catarina.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se caracteriza por presentar lluvias en verano y escasez de las mismas a lo largo del año; es semicálido con invierno fresco y temperatura media anual mayor que 18°C , y la temperatura del mes más frío llega a ser inferior a 18°C (h); cuenta con un régimen de lluvias de verano y un porcentaje de lluvias invernal, respecto al total anual, entre 5 y 10.2 (w).

De acuerdo con este tipo de clima, dentro de las generalidades de la zona de estudio, las características de precipitación total anual oscilan entre 300 y 500 mm, y la temperatura media anual fluctúa entre 18 y 22°C .

Capítulo 3
CARACTERÍSTICAS NATURALES Y SOCIOECONÓMICAS DE LA ZONA

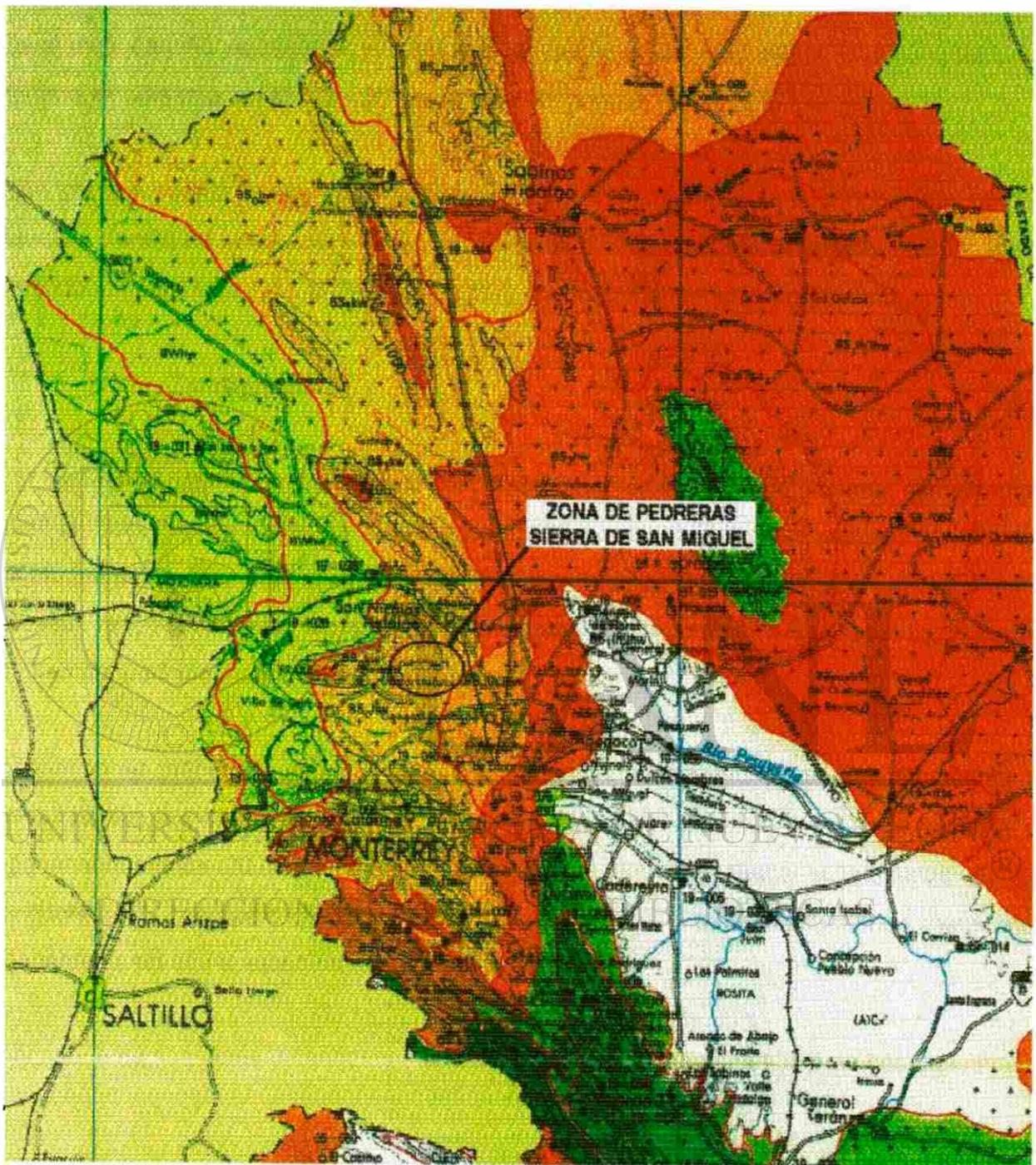


Fig. No.1 Climatología (INEGI: CARTA ESTATAL CLIMAS)

La mayor incidencia de lluvias tiende a presentarse en el mes de septiembre, con un nivel entre 80 y 90 mm; y en enero y diciembre se registra la menor, con un valor de 5 a 10 mm.

En el mes de julio se registra la temperatura media anual más alta con 25°C ó 26°C; la mínima se observa en el mes de enero con un valor de 15 a 19°C.

Esta zona presenta la condición de canícula, que se refiere a una temperatura menos lluviosa, dentro de la estación de lluvias, llamada también sequía de medio verano, dicho período va del 14 de julio al 24 de agosto y dura aproximadamente 40 días.

3.1.2 Temperaturas

Los siguientes datos de promedios mensuales y anuales de temperaturas, de los años 1993 a 1998, fueron tomados de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire del SIMA llamadas "San Bernabé" y "San Nicolás", mismas que se localizan al noroeste y noreste, respectivamente, de la zona metropolitana de Monterrey, y son las más cercanas al área de pedreras de la Sierra San Miguel.

Asimismo se presentan datos tomados de la estación meteorológica "La Fama", de la Facultad de Ingeniería Civil, de la U.A.N.L., ubicada al sur del área de estudio, a aproximadamente 20 km en línea recta, proporcionando datos estadísticos de las temperaturas promedio diarias, mensuales, y máximas y mínimas extremas mensuales registradas en dicha estación, durante el año 1991.

Tabla No.1
Temperaturas, Estación San Bernabé, Noroeste, SIMA

MES	1993			1994			1995		
	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C
Enero	14.7	29.0	3.9	14.9	32.7	2.9	15.0	30.5	3.1
Febrero	16.9	31.9	6.0	15.9	31.6	3.0	18.7	31.6	6.1
Marzo	19.6	32.6	2.7	20.1	35.3	5.2	19.4	38.5	7.1
Abril	23.0	36.4	12.2	22.7	37.1	10.8	23.8	40.0	12.7
Mayo	24.4	33.3	14.1	25.2	36.5	13.2	27.1	43.6	18.1
Junio	25.7	38.0	19.5	27.7	38.7	20.9	26.9	36.5	18.4
Julio	27.6	35.3	19.1	28.5	36.8	20.7	28.5	37.2	21.8
Agosto	27.9	35.0	20.4	27.1	35.2	20.2	26.6	33.9	21.2
Septiembre	24.7	33.4	14.1	24.7	33.3	17.5	25.8	33.4	12.6
Octubre	21.5	34.7	3.2	23.1	32.9	12.0	23.3	36.4	12.1
Noviembre	16.5	31.9	3.1	20.5	34.2	11.0	19.2	35.3	7.0
Diciembre	15.7	28.5	4.8	16.1	28.2	6.0	15.2	34.2	4.1

Tabla No.1 (continuación)
Temperaturas, Estación San Bernabé, SIMA

MES	1996			1997			1998		
	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C
Enero	15.7	32.0	0.6	13.4	32.9	-1.1	18.0	28.9	6.3
Febrero	17.8	36.9	1.1	15.5	31.8	6.7	18.5	32.1	8.7
Marzo	18.6	35.8	3.1	20.3	34.6	10.9	19.1	35.3	8.2
Abril	23.5	39.5	8.2	20.0	36.4	7.9	19.1	35.3	8.2
Mayo	27.6	36.6	14.8	24.4	37.9	15.2	29.2	43.1	17.1
Junio	28.5	37.9	21.2	26.8	37.9	10.0	29.9	42.4	21.9
Julio	29.1	36.4	20.3	28.6	35.8	21.4	29.4	38.6	21.8
Agosto	27.0	38.2	20.8	29.1	37.9	21.3			
Septiembre	26.4	36.6	15.1	26.8	34.6	18.9			
Octubre	22.9	35.8	10.6	21.9	34.5	10.2			
Noviembre	19.1	34.7	6.6	17.2	34.2	5.0			
Diciembre	16.0	31.9	-2.7	14.3	33.3	0.4			

Tabla No.2
Temperaturas, Estación San Nicolás, Noreste, SIMA

MES	1993			1994			1995		
	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C
Enero	14.5	28.2	5.3	14.8	33.2	4.4	14.8	30.4	3.1
Febrero	16.7	32.3	5.8	15.6	29.6	1.6	18.3	31.7	5.8
Marzo	19.4	32.3	3.1	19.8	33.5	5.5	19.3	38.8	6.6
Abril	22.9	37.0	13.2	22.2	37.3	10.1	23.7	39.6	12.7
Mayo	24.4	33.5	15.1	25.0	36.1	12.8	26.9	42.2	17.6
Junio	25.7	37.5	19.9	27.6	39.5	19.8	26.6	36.3	18.2
Julio	27.4	36.0	19.3	28.4	37.4	19.9	28.2	37.4	21.1
Agosto	27.8	35.6	21.2	26.9	35.8	20.3	26.5	34.4	21.8
Septiembre	24.8	34.8	16.0	24.6	33.2	16.7	25.6	33.4	11.3
Octubre	21.4	34.6	3.8	22.9	33.5	13.0	23.4	35.1	12.9
Noviembre	16.4	31.6	2.4	20.3	34.6	10.3	19.0	34.7	6.8
Diciembre	15.8	27.9	4.9	16.1	28.8	6.5	15.2	34.7	4.1

Tabla No.2 (continuación)
Temperaturas, Estación San Nicolás, Noreste, SIMA

MES	1996			1997			1998		
	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C	Prom. °C	Temp. Máx.°C	Temp. Mín.°C
Enero	15.5	32.7	1.1	13.2	33.1	-1.0	18.0	29.2	7.1
Febrero	17.6	36.7	0.6	15.5	31.8	7.0	18.6	32.4	8.7
Marzo	18.5	36.2	3.4	20.3	35.3	10.3	19.1	36.0	7.6
Abril	23.6	39.6	6.1	19.8	36.2	7.3	19.1	36.0	7.6
Mayo	27.5	36.8	15.4	24.3	38.0	15.3	29.1	42.9	17.5
Junio	28.5	38.4	21.3	26.8	36.1	20.3	29.9	42.2	21.6
Julio	29.1	36.8	20.6	28.6	36.4	21.9	29.6	39.1	22.0
Agosto	26.8	38.7	20.5	29.2	38.3	21.8			
Septiembre	26.4	36.3	15.7	27.1	35.5	19.4			
Octubre	22.8	34.8	11.5	22.1	34.6	12.0			
Noviembre	19.0	35.0	6.6	17.0	34.2	4.9			
Diciembre	16.1	31.8	-1.2	14.2	33.6	0.1			

Tabla No.3
Temperaturas promedio diarias (1991), Estación "La Fama"

TEMPERATURAS PROMEDIO DIARIAS						
(1991)						
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
01	10.8	12.6	24.0	15.3	25.5	27.0
02	13.6	13.1	21.2	19.2	25.8	27.2
03	10.3	16.5	18.5	21.2	28.7	26.6
04	9.1	15.8	20.6	20.6	28.8	27.1
05	12.5	16.6	27.6	17.6	20.2	27.7
06	15.8	15.3	27.1	15.6	17.5	26.0
07	9.3	14.8	23.1	20.8	20.7	26.1
08	9.8	13.0	19.7	24.7	24.0	22.6
09	11.1	13.8	15.8	21.2	25.7	25.2
10	10.0	18.2	16.5	21.2	26.2	20.8
11	15.1	17.8	21.2	22.7	25.1	26.0
12	9.5	17.7	23.2	24.1	25.7	28.7
13	8.8	21.5	21.2	26.3	24.7	27.2
14	19.0	17.7	15.8	24.0	23.0	26.7
15	11.8	13.0	18.2	21.5	28.3	27.7
16	15.3	14.6	18.2	24.1	21.2	26.7
17	16.7	20.2	20.6	24.5	25.2	26.1
18	12.1	21.8	19.2	29.5	25.7	29.1
19	11.5	14.3	20.1	26.6	26.2	28.2
20	11.1	11.3	24.1	22.1	25.5	28.5
21	5.9	13.8	25.2	23.8	24.7	28.7
22	6.0	16.7	21.2	27.3	25.5	28.5
23	11.8	16.2	21.2	25.3	25.5	27.5
24	8.8	19.7	23.0	26.2	22.0	27.5
25	13.3	10.8	24.7	26.7	26.2	24.7
26	12.3	7.3	24.8	28.7	26.8	25.7
27	14.1	10.3	25.2	28.8	25.1	26.3
28	15.8	18.7	23.7	28.6	25.6	24.0
29	17.7		20.3	24.0	25.8	19.6
30	10.3		18.2	24.3	27.7	22.0
31	10.5		11.8		26.5	

Tabla No.4
Temperatura promedio mensual 1991 "La Fama"

TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL EN °C	
Enero	13.3
Febrero	16.8
Marzo	23.0
Abril	25.2
Mayo	26.2
Junio	27.4
Julio	26.1
Agosto	28.4
Septiembre	23.2
Octubre	22.2
Noviembre	15.7
Diciembre	14.4
Temperatura Promedio Anual °C	
Anual (1991)	21.8

Tabla No.5
Temperaturas máximas y mínimas extremas mensuales (1991) "La Fama"

TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS EXTREMAS MENSUALES (1991)		
Mes	Máxima	Mínima
Enero	28.7	4.0
Febrero	32.5	5.0
Marzo	39.2	11.3
Abril	39.2	11.1
Mayo	35.0	15.8
Junio	35.5	17.6
Julio	35.9	19.7
Agosto	36.7	20.8
Septiembre	32.9	13.0
Octubre	32.9	10.3
Noviembre	31.7	4.1
Diciembre	27.7	5.5

3.1.3 Humedad relativa

Del análisis de los datos registrados en la estación "La Fama" en el mismo periodo de 1991, se observa que para cada mes se presenta en varias ocasiones una humedad relativa máxima del 100% y una mínima del 7% durante el mes de marzo, que en ese año presentó una humedad relativa promedio de 50.5%, misma que fue la más baja registrada, así mismo, el mes de septiembre presentó la humedad relativa promedio más alta, con un valor de 87.9%, situación que coincide con los datos estadísticos del tipo de clima que se presenta en el área de estudio; de igual manera, el promedio anual de humedad que se presentó en ese año fue del 73.9 % el cual se considera satisfactorio para los seres que habitan el lugar. No obstante, cabe mencionar que en periodos cortos se alcanzan mínimas extremas de 7% a las 14 horas por varios días consecutivos, situación que llega a provocar perturbaciones sobre los seres humanos.

Tabla No.6
Humedad relativa

HUMEDAD RELATIVA (%)			
Mes	Máxima	Mínima	Promedio
Enero	100.0	15.0	79.54
Febrero	100.0	15.0	67.4
Marzo	100.0	7.0	50.5
Abril	100.0	8.0	62.7
Mayo	100.0	30.0	77.7
Junio	100.0	34.0	73.9
Julio	100.0	27.0	79.2
Agosto	100.0	22.0	68.0
Septiembre	100.0	37.0	87.9
Octubre	100.0	29.0	77.1
Noviembre	100.0	17.0	75.6
Diciembre	100.0	36.0	87.7
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ANUAL			73.9 %

3.1.4 Precipitación

El área de estudio se localiza entre las isoyetas medias anuales que van de un nivel de 300 a 400 mm. Asimismo, durante el periodo de 1991, se presentó una lluvia acumulada de 337.3 mm, siendo el mes de octubre el de mayor precipitación registrada, mientras que la lluvia máxima en 24 horas se manifestó el 25 de septiembre con una lámina de lluvia de 31.2 mm.

Se muestran a continuación los datos de precipitación acaecidos durante el año 1991 y registrados en la estación "La Fama".

Tabla No.7
Precipitación acumulada mensual

PRECIPITACION ACUMULADA MENSUAL	
MES	mm
ENERO	3.4
FEBRERO	11.9
MARZO	0.3
ABRIL	30.0
MAYO	19.1
JUNIO	73.4
JULIO	20.9
AGOSTO	21.6
SEPTIEMBRE	108.0
OCTUBRE	10.6
NOVIEMBRE	5.9
DICIEMBRE	32.2

Tabla No.8
Precipitación promedio mensual

PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL	
MES	mm
ENERO	0.1
FEBRERO	0.4
MARZO	0.0
ABRIL	1.0
MAYO	0.6
JUNIO	2.5
JULIO	0.7
AGOSTO	0.7
SEPTIEMBRE	3.6
OCTUBRE	0.3
NOVIEMBRE	0.2
DICIEMBRE	1.1
PRECIPITACION ANUAL	
1991 (mm)	339.0

3.1.5 Presión atmosférica

Del análisis de los datos registrados en el mismo periodo de 1991 de la estación "La Fama", podemos observar que el comportamiento promedio mensual de la presión atmosférica se manifiesta en forma muy estable, ya que los valores registrados presentan un valor promedio anual de 1008.2 mbs. mientras que los valores extremos se dan, la mínima en abril (1006 mbs), y la máxima promedio mensual en diciembre (1010.1 mbs). No obstante, lo extremo del clima en la zona puede provocar cambios bruscos en la presión atmosférica, cuyos picos no son valorados representativamente en los promedios.

Tabla No.9
Presión atmosférica

PRESION ATMOSFERICA	
Mes	Valor promedio (mbs)
Enero	1009.4
Febrero	1009.7
Marzo	1006.4
Abril	1006.0
Mayo	1006.2
Junio	1007.2
Julio	1008.4
Agosto	1008.4
Septiembre	1009.0
Octubre	1008.3
Noviembre	1009.8
Diciembre	1010.1
Presión Promedio Anual	
1991	1008.2

3.1.6 Nubosidad e Insolación

Nubosidad

La nubosidad guarda una relación inversa a la insolación. Los valores medios de la nubosidad, observados a las 14:00 hrs. durante el periodo comprendido de 1958 a 1962 en la estación "Monterrey" de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, se indican en la siguiente tabla. De igual manera, se anexa la nubosidad promedio anual¹⁰ la cual presenta un valor del 64%, siendo el otoño la estación del año con mayor nubosidad.

10

"Elementos Bioclimáticos en la República Mexicana" de la Dra. Consuelo Soto Mora y el Ing. Ernesto Jáuregui O. Instituto de Geografía de la UNAM, México, 1968. Citado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Tabla No.10
Nubosidad Media Mensual

NUBOSIDAD MEDIA MENSUAL (1958-1962)	
Mes	Décimas de Cielo Cubiertos
Enero	5.8
Febrero	6.7
Marzo	5.7
Abril	6.5
Mayo	6.2
Junio	5.8
Julio	6.6
Agosto	6.6
Septiembre	7.0
Octubre	6.8
Noviembre	6.8
Diciembre	7.2
PROMEDIO ANUAL DE NUBOSIDAD	
Anual	6.47

Insolación

En la zona tienden a presentarse valores de insolación superiores a los 700 Kcal/hora/m². En tanto que la insolación promedio anual es del orden de 140 Kcal/hora/m², siendo los meses de julio y agosto cuando se presentan los valores máximos de insolación. A continuación se presentan los valores registrados en la estación "La Fama" en el año 1991.

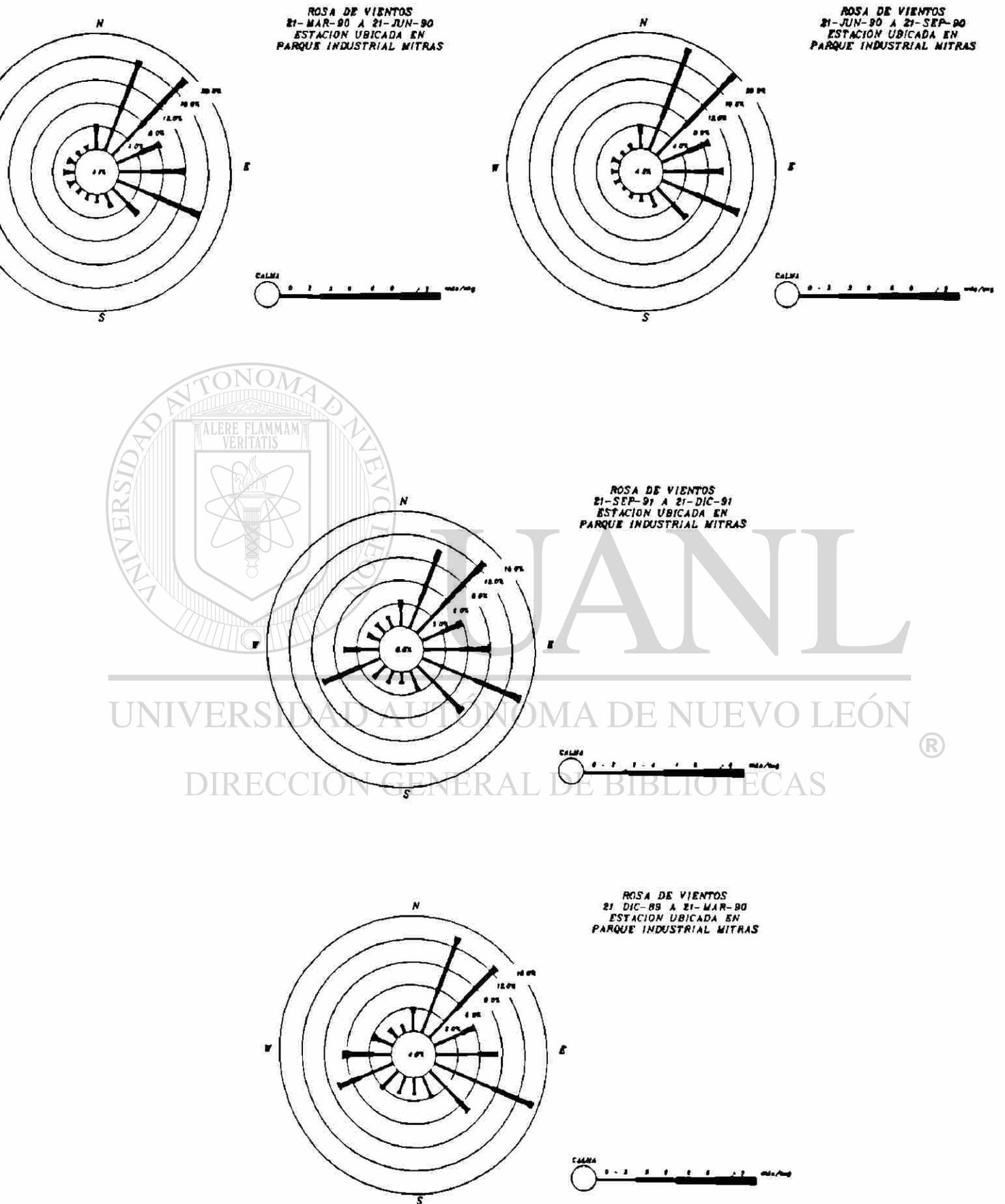


Fig. No.2 Rosas de vientos en el área de estudio

3.1.8 Intemperismos severos

En cuanto a los intemperismos severos, están constituidos por:

- **Heladas:** En nuestro país estas se presentan debido a la invasión de aire polar continental generalmente seco, proveniente del Canadá y de los Estados Unidos. En Monterrey y su área metropolitana, se han presentado 9 heladas en promedio durante el periodo 1921-1970 inclusive. El mes en el que ocurre la primera helada normalmente en Monterrey es en noviembre, y la última en marzo.

Otro dato importante respecto a las heladas es el número promedio de las mismas en el mes de máxima ocurrencia, las cuales podrían ser 4 en el mes de enero, y en un rango de 0 a 20 días durante el año para esta zona.

- **Granizadas:** De distribución irregular ya que no guardan un patrón de comportamiento definido presentándose, en general, con un rango de 0 a 2 días durante el año, su incidencia está asociada a los primeros meses del periodo de lluvias: abril, mayo y junio.

- **Huracanes:** Con frecuencia de uno cada tres años en los últimos 100 años.

3.2 GEOMORFOLOGIA

Orográficamente el estado de Nuevo León engloba porciones importantes de las tres grandes regiones naturales o provincias fisiográficas del noreste del país: Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo Norte y La Gran Llanura de Norteamérica ¹¹.

11 INEGI. (1990). Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León.

El centro de la ciudad de Monterrey se localiza en una planicie rodeada por algunas elevaciones de mediana altura y, después, por montañas altas, por lo tanto forma una estructura de valle amplio con una salida hacia el sureste.

Las principales elevaciones de mediana altura que enmarcan el valle de la ciudad de Monterrey son: la Loma Larga en el sur de Monterrey, localizada al norte del cerro El Mirador; el cerro del Obispado localizado al suroeste; las pequeñas prolongaciones de la sierra Las Mitras que son la Loma de Vista Hermosa y la zona de San Jerónimo, hacia el oeste de la ciudad y, finalmente, la Loma Linda hacia el noroeste. Todas estas elevaciones tienen una altura promedio sobre el nivel del mar de 700 m.

El área de estudio se ubica en la región natural perteneciente a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental (IX), específicamente de la subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses (IX.7) la cual, dentro del estado de Nuevo León, ocupa una área de 8,852.73 km², que incluye los municipios de Abasolo, Bustamante, Ciénega de Flores, Dr. González, Higuera, Salinas Victoria, San Nicolás Hidalgo y Villaldama, y partes de Agualeguas, Cerralvo, García, Garza García, Lampazos de Naranjo, Mina y Sabinas.

Esta subprovincia está constituida por sierras calizas plegadas, la mayoría orientadas de noroeste a sureste, escarpadas y más bien pequeñas. Sus ejes estructurales están bien definidos y, especialmente en el sur, se presentan anticlinales alargados con lomos erosionados.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los sistemas de topoformas de la zona de estudio sobre la Sierra San Miguel son: tipo Sierra Pliegue (S_1), tipo Valle Intermontano (V_2), y Bajada con Lomeríos (B_1L).

El sistema de topoforma Sierra Pliegue (S_1) tiene por asociaciones a la Sierra Pliegue y los Lomeríos. Su origen es sedimentario y su orientación es primordialmente noroeste-sureste; los rasgos geológicos característicos de este sistema son la presencia de anticlinales erosionados. Constituidos por calizas, las alturas en estos sistemas van de los 1,500 a los 2,220 metros sobre el nivel del terreno, y se caracterizan por la presencia de pendientes convexas y abruptas.

Capítulo 3
CARACTERÍSTICAS NATURALES Y SOCIOECONÓMICAS DE LA ZONA

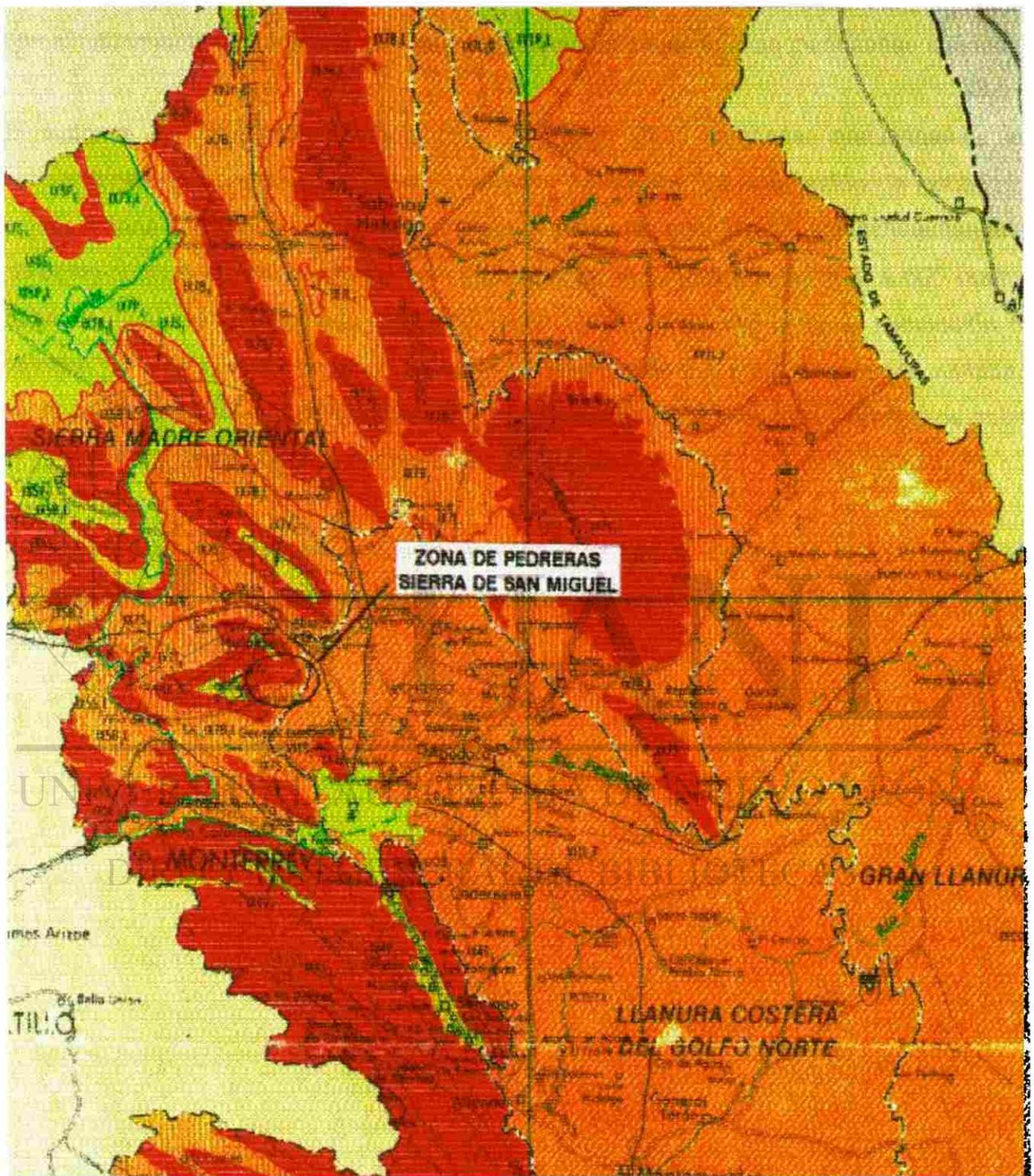


Fig. No.3 Geomorfología (INEGI: CARTA ESTATAL REGIONALIZACION FISIOGRAFICA)

El sistema de topografía Valle Intermontano (V_2) tiene su origen en la erosión de anticlinales y pliegues más complejos de rocas sedimentarias marinas. Su orientación es básicamente circular y su rasgo geológico particular es el plegamiento complejo. Están constituidos por la asociación de caliza-lutita y su altura sobre el nivel del mar, es de aproximadamente 500 metros. Se caracterizan por la presencia de pendientes suaves.

El sistema de topografía Bajada con Lomeríos (B_1L) contiene precisamente las asociaciones de lomeríos y bajadas, y bajadas y lomeríos. La asociación de lomeríos y bajadas tiene un origen sedimentario marino, con una orientación predominantemente noroeste-sureste, conformado por conglomerados, y con alturas de 500 a 800 metros sobre el nivel del terreno, sus pendientes son suaves. Por otro lado, la asociación de bajadas y lomeríos tiene un origen aluvial, de orientación y rasgos geológicos variados, conformada también por conglomerados; su altura va de los 500 a los 800 metros sobre el nivel del terreno y sus pendientes son muy suaves.

A continuación se presenta un cuadro esquemático con la Descripción de las Unidades Fisiográficas de la Provincia de la Sierra Madre Oriental, y su subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla No. 12

DESCRIPCIÓN DE UNIDADES FISIOGRAFICAS						
PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL						
SUBPROVINCIA DE LAS SIERRAS Y LLANURAS COAHUILENSES						
SISTEMA DE TOPOFORMAS	ASOCIACIONES	ORIGEN	RASGOS GEOLOGICOS	LITOLOGIA	ALTURA(m)*	PENDIENTES
Sierra Pliegue	Sierra pliegue y lomeríos	Sedimentario marino	noroeste-sureste anticlinales erosionados	caliza	1500-2220	convexas y abruptas
Sierra Compleja		Sedimentario marino	noroeste-sureste sin ejes estructurales	caliza y calizas-lutitas	1,350	abruptas
Lomerío	Lomeríos y bajadas	Sedimentario marino	noroeste-sureste	conglomerado	500-800	suaves
Bajada	Bajadas y lomeríos	aluvial	variada	conglomerados	500-800	muy suaves
Gran Llano		aluvión		aluvión	1500 (m.s.n.m)	sin pendientes
Valle Intermontano		erosión de anticlinales y pliegues más complejos de rocas sedimentarias marinas	circular plegamiento complejo	caliza-lutita	500 (m.s.n.m)	suaves

*Sobre el nivel del terreno

básicamente circular y su rasgo geológico particular es el plegamiento complejo. Están constituidos por la asociación de caliza-lutita y su altura, sobre el nivel del mar, es de aproximadamente 500 m. Se caracterizan por la presencia de pendientes suaves.

El sistema de topoforma Bajada con Lomeríos (B₁L) contiene precisamente las asociaciones de lomeríos y bajadas, y bajadas y lomeríos. La asociación de lomeríos y bajadas tienen un origen sedimentario marino, con una orientación predominantemente noroeste-sureste, conformados por conglomerados, y con alturas de 500 a 800 metros sobre el nivel del terreno, sus pendientes son suaves. Por otro lado, la asociación de bajadas y lomeríos tiene un origen aluvial, de orientación y rasgos geológicos variados, conformada también por conglomerados; su altura va de los 500 a los 800 metros sobre el nivel del terreno y sus pendientes son muy suaves.

3.3 GEOLOGIA

3.3.1 Geología histórica ¹²

Durante el Jurásico Superior y el Cretácico todo el Norte de Nuevo León estaba invadido por el mar. En este mar había una vida orgánica muy rica y variada, como lo indican los fósiles ya encontrados, que son principalmente invertebrados: cefalópodos, paquiodontos, bivalvos, gasterópodos, corales, equinoides, foraminíferos, etc., además de moluscos de agua salobre y restos vegetales continentales.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Hacia fines del Mesozoico, en el Senoniano Superior, hubo movimientos tectónicos, puesto que se nota variación de la facies y de los fósiles y al principio del Cenozoico ocurrieron otros movimientos muy fuertes, a causa de los cuales el occidente del Norte de Nuevo León quedó fuera del mar, porque ascendió el subsuelo del mar del Mesozoico Superior y quedó la región convertida en tierra firme, y además los estratos ya formados quedaron plegados y afallados. Estos movimientos orogénicos contribuyeron a la formación de sierras con dirección NNO a SSE y de ONO a ESE. El movimiento fue más fuerte en la

12

Mulleried, Federico. (1944). Geología del Estado de Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León.

región de la Sierra Madre Oriental, formada a principios del Cenozoico que al Este de aquella. Otros movimientos orogénicos probablemente ocurrieron al mismo tiempo y resultaron en intrusiones y extrusiones del magma. Ya con la formación de estos terrenos muy quebrados, comienza el trabajo geológico de la erosión y denudación que no ha cesado aún en el tiempo actual.

Tal vez continuaba existiendo el mar durante el Mioceno, pero después y ya a veces antes, en el Eoceno y Oligoceno, hubo otros movimientos tectónicos y finalmente, a fines del Mioceno o principios del Plioceno, el subsuelo del mar se convirtió en el Este de Nuevo León en tierra firme, aunque las capas depositadas durante el Terciario Inferior y Mioceno quedaron con cierta inclinación hacia el Este.

Durante el Plioceno se depositaron, en las regiones convertidas en tierra firme, muchos guijarros cuya acumulación originó la formación del conglomerado de Reynosa, y al mismo tiempo, siguió en los terrenos de la Sierra Madre Oriental tanto la formación de depósitos terrestres y fluviales, como la erosión y denudación de estos depósitos y de los estratos del Mesozoico Superior.

En la época geológica siguiente ya no hubo movimiento tectónico y la superficie formada a fines del Terciario quedó expuesta a la erosión y denudación, pero al mismo tiempo se formaron capas terrestres y fluviales. El efecto geológico ha sido más fuerte en la primera etapa del Cuaternario, el Pleistoceno o diluvial por el clima húmedo que entonces reinaba. Después del Pleistoceno, en el Holoceno o aluvial que no ha terminado todavía, cambió el clima a otro semi-desértico, por lo que hay en la superficie en las grandes llanuras al Oeste del Estado los depósitos salitrosos. Sigue durante el Holoceno la erosión y denudación y hay depósitos terrestres y fluviales. El efecto de estos fenómenos geológicos se observa en la superficie tal como está actualmente. Al Este tenemos, en el Norte de Nuevo León, las grandes extensiones de la planicie y en el Oeste los lomeríos, cerritos, serranías y sierras, con sus cañones y valles. En las calizas se encuentran en el Oeste las cuevas y cavidades, con sus estalactitas y estalagmitas, formadas probablemente en una época más húmeda que la actual, es decir, en el Pleistoceno. Pero en el Norte de Nuevo León, como en todo el Noreste de México, no se registran ya movimientos tectónicos

como aquellos de principios y fines del Terciario, porque quedó bien estabilizada la tierra, faltando también los sismos tan frecuentes en otras partes de México. Sí parece sentirse en el Norte de Nuevo León, a veces, temblores locales, que probablemente tienen que ver con la caída subterránea de grandes bloques en cavidades que seguramente existen, dado que la caliza se presta para la formación de cuevas, tienen una extensión muy grande en la superficie y en el subsuelo del Norte del estado de Nuevo León.

3.3.2 Geología regional ¹³

En el estado de Nuevo León afloran principalmente rocas sedimentarias de origen marino (depósitos clásticos y químicos de edad mesozoica). Sólo hay pequeños afloramientos de rocas metamórficas y algunos de rocas ígneas intrusivas. Las rocas más antiguas de Nuevo León son esquistos de edad precámbrica que afloran en el área de Arramberri.

La mayor parte de las rocas que forman grandes estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales), que caracterizan a la Sierra Madre Oriental, son del Mesozoico. Los depósitos más recientes están constituidos por conglomerados y suelos aluviales que pertenecen al Cuaternario.

La geología económica del estado descansa principalmente en la explotación de minerales no metálicos y de bancos de roca caliza. La explotación de minerales metálicos es mínima, ya que dentro del estado de Nuevo León no existen grandes yacimientos. La mayoría de las minas reportadas se encuentran abandonadas o se trabajan eventualmente, lo que resulta en una baja producción de este tipo de materiales. Las explotaciones más grandes de caliza de Nuevo León se encuentran localizadas en la sierra de Las Mitras, en el cañón de La Huasteca, en la sierra de San Miguel y en el área cercana a las Grutas de García. La mayoría de estas explotaciones está ubicada en la provincia de la Sierra Madre Oriental.

El estado de Nuevo León queda comprendido, como ya se ha mencionado en "Geomorfología", dentro de tres provincias: Llanura Costera del Golfo Norte, Sierra Madre

¹³

INEGI. (1990). Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. México.

Oriental y Gran Llanura de Norteamérica.

Debido a que la zona de estudio en la Sierra San Miguel se ubica dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental, se efectúa, a continuación, una descripción más detallada de la misma.

3.3.3 Sierra Madre Oriental

Ocupa la mayor parte de la porción occidental del estado y limita al oriente con la Llanura Costera del Golfo Norte y con la Gran Llanura de Norteamérica.

Estratigrafía

Las rocas más antiguas de esta provincia, en Nuevo León, son esquistos del Precámbrico. Hay afloramientos de areniscas y asociaciones de lutitas y areniscas intercaladas pertenecientes al Triásico. Del Jurásico Superior hay afloramientos masivos de caliza. Además, afloran lutitas y varias asociaciones de lutitas y areniscas y de calizas con lutitas.

El Cretácico está representado por afloramientos de caliza, de lutitas y asociaciones de calizas-lutitas y lutitas-areniscas.

Los cuerpos de rocas ígneas intrusivas (ácidas e intermedias), que afectan a rocas sedimentarias mesozicas son del Terciario. También pertenecen a esta edad los conglomerados que se encuentran en los márgenes de la Sierra Madre Oriental. Además, hay depósitos de conglomerados y rellenos aluviales del Cuaternario. Las principales estructuras de la Sierra Madre Oriental están constituidas por pliegues anticlinales y sinclinales, afectados por grandes fallas de tipo normal y numerosas fallas inversas (cabalgaduras) que han trocado las secuencias normales de depósito. Además, hay varios cuerpos de rocas intrusivas que han afectado a las secuencias mesozoicas de la Sierra Madre Oriental en diversos puntos.

Geología Económica

En esta provincia se encuentran los principales yacimientos minerales del estado, algunos de los cuales están siendo explotados por pequeños mineros, aunque su producción es de poca importancia. Por lo demás, la mayoría de los antiguos yacimientos de minerales metálicos se encuentra abandonada debido a diversos problemas técnicos y socioeconómicos.

Respecto a los minerales no metálicos, en esta provincia se realizan las explotaciones más importantes de Nuevo León. En las sierras aledañas al área metropolitana de Monterrey se explotan numerosos bancos de caliza, la cual se utiliza en la industria de la construcción, en la siderurgia y en la industria del vidrio.

Otros minerales no metálicos explotados en esta provincia son la fosforita, la barita y el yeso.

La fosforita es explotada principalmente en el municipio de Galeana, por pequeños mineros que tienen su principal mercado en San Luis Potosí. La barita se explota al sur de Santa Clara de González, en el municipio de Galeana. El yeso es un material rocoso que está ampliamente distribuido en la Sierra Madre Oriental. Sin embargo, debido a las condiciones geológicas de sus yacimientos, a su ubicación y a su acceso, sólo se explota en algunas localidades, y en forma eventual en los municipios de García, Hidalgo, y Mina, cuya producción diaria es destinada a la industria de la construcción y se expende en el área regiomontana.

3.3.4 Descripción litológica de la zona de estudio ¹⁴

A continuación, de manera cronológica, se presenta, en forma general, una descripción litológica de las grandes unidades geológicas de la zona de influencia geológica del área de estudio.

PALEOZOICO

¹⁴ Mulleried, Federico.(1994). Geología del Estado de Nuevo León. Torno I. pp.167-199. Monterrey, N.L.

Pre-Triásico. En el estado de Nuevo León, como se ha venido mencionando, afloran rocas cuyas edades van desde el Paleozoico hasta nuestro tiempo. Las rocas más antiguas se localizan en el sur del estado, en el municipio de Aramberri. Consisten en esquistos verdes y rocas volcánicas cuyas edades corresponden del Carbonífero al Pérmico. Estas rocas podemos relacionarlas con eventos de deformación y metamorfismo, que afectaron a las rocas ya formadas, en el antiguo cinturón orogénico de Marathon-Ouachita (MEIBURG et al., 1987). Estas constituyen gran parte del basamento de la Sierra Madre Oriental, de la cual forma parte la Sierra San Miguel.

MESOZOICO

Triásico. Sobre este basamento dió inicio la depositación de tipo fluvial de rocas clásticas continentales de la Formación Huizachal, del periodo Triásico, reinando entonces un clima semiárido, el cual da las tonalidades rojizas a estas capas. Esta formación se compone de lutitas intercaladas con areniscas y conglomerados polimíticos que fueron acumulados en estructuras de fosas tectónicas, representando antiguas zonas de apertura de la corteza (MICHALZIK, 1988). Una localidad típica para estas rocas es la región de Galeana, a más de 120 kilómetros del área de estudio.

Los depósitos jurásicos de la formación La Joya se presentan en forma discordante con los sedimentos triásicos, presentando así una interrupción en el proceso de acumulación de sedimentos (MICHALZIK, 1988)..

Posteriormente el ambiente cambió al de tipo marino lagunar, dando lugar a los depósitos vaporíticos (yeso y anhidrita, ambos sulfatos de calcio) de la formación Minas Viejas, teniendo ésta intercalaciones de calizas. Este tipo de rocas afloran al norte de la ciudad de Monterrey, en la sierra de Minas Viejas, en el municipio de Hidalgo, N.L. y al suroeste de ésta, en el núcleo del cañón de La Huasteca, en Santa Catarina, N.L. Sobreyaciendo la formación de Minas Viejas descansa la formación Zuloaga la cual está formando calizas masivas y karstificadas.

La formación La Casita, que yace concordantemente con la formación Zuloaga, consiste básicamente de lutitas y areniscas con horizontes de fosforita. Esta formación se

caracteriza por ser muy fosilífera, conteniendo cefalópodos y lamelibranquiados, encontrándose gran parte de la fauna dentro de concreciones calcáreas. Con esta unidad termina la depositación del Jurásico.

Cretácico. Cretácico Inferior. El Cretácico Inferior se inicia con la depositación de la formación Taraises, compuesta básicamente de calizas de espesores medianos, con intercalaciones de horizontes lutíticos y de areniscas, representando estas últimas sedimentos de delta.

La formación Cupido es concordante con la Formación Taraises y está constituida por calizas masivas, con nódulos de pedernal y estructuras de disolución de tipo karren y karts. Bajo ciertas condiciones, tales como flujo de agua clara y baja profundidad, así como temperaturas cálidas, se formaron arrecifes de rudistas, lamelibranquiados hoy extintos. Restos de estos arrecifes se pueden observar sobre las calizas de la Meseta de Chipinque, situada en el frente de la Sierra Madre Oriental, a la altura del municipio de San Pedro Garza García, o bien, en las Grutas de García, en el municipio del mismo nombre. Hacia el Este de Monterrey, aparecen las calizas masivas casi sin fósiles de la formación Tamaulipas Inferior.

Sobreyaciendo a la formación Cupido, o bien Tamaulipas Inferior, yace en forma concordante la formación La Peña que dentro de la Sierra Madre Oriental es considerada como una unidad índice para delimitar las formaciones Aurora y Cupido. Esta unidad consiste de una secuencia de calizas arcillosas, intercaladas con horizontes lutíticos y lentes de pedernal. Por su litología, tiene un comportamiento a la erosión bastante diferente a las formaciones Cupido y Aurora, presentándose por lo regular como depresiones morfológicas. Su contenido fosilífero es muy importante, destacándose cefalópodos, tales como amonites y belemnites, así como lamelibranquiados.

Formando las crestas de las sierras aledañas a Monterrey, destaca la formación Aurora, que presenta una litología muy similar a la de la formación Cupido, calizas densas de color gris. De igual manera, en fases de cuenca, se depositaron las calizas masivas de la formación Tamaulipas Superior, con litología similar a la Inferior.

El Cretácico Inferior termina con la depositación de la formación Cuesta del Cura. Esta unidad estratigráfica está constituida por calizas alternadas con lutitas, así como lentes y bandas de pedernal negro. Como característica distintiva presenta plegamiento interno, conservando sus límites superior concordantes.

Cretácico Superior. Con el inicio de la regresión de las lagunas marinas, se marca el paso hacia el Cretácico Superior. Gran cantidad de material terrígeno se depositó desde el occidente, indicando una elevación incipiente de la región continental central mexicana (CONKLIN & MORRE, 1977). La formación Agua Nueva/Indidura, que sobreyace a la formación Cuesta del Cura, es constituida por calizas arcillosas oscuras de espesores medianos a delgados, intercalados con horizontes lutíticos y margosos de estratificación laminar, dentro de las calizas se observan concreciones de pirita y como rasgo característico es la hojiosidad que presentan las calizas a la fractura.

La formación San Felipe/Parras está constituida por una intercalación de areniscas verdes, calizas y lutitas arenosas y cretas silificadas. En la sierra de la Silla tiene un espesor de 127 m (SEIBERTZ, 1988). El ambiente de depositación es de talud de plataforma marina.

La formación Méndez/Difunta sobreyace a la formación San Felipe en forma concordante y está constituida por una alternancia de lutitas, margas y areniscas de espesor delgado, las lutitas se encuentran fuertemente afectadas por esquistocidad, característica de la parte superior de esta unidad, intemperizándose en forma acicular. Regionalmente al resultado de la intemperización de esta unidad, se le conoce con el nombre de "almendrilla".

CENOZOICO

Terciario. No se tiene registro en nuestra región de rocas terciarias anteriores al Plioceno. En esta época se depositó la formación Goliad/Reynosa constituida por arena, limo y arcilla transportados por ríos y arroyos, siendo posteriormente cementados con carbonatos. La formación Goliad/Reynosa sobreyace principalmente la formación Difunta/Méndez. Al final del periodo Cretácico y al inicio del Terciario (Paleoceno-Eoceno) se agudizaron en el norte de México los levantamientos, así como la subsidencia del Golfo de México, de esta manera se generaron esfuerzos de compresión y empuje en dirección

general hacia el Noreste, provocando que el basamento y el paquete sedimentario se desplazara en la dirección Este-Noreste y se elevara sobre el nivel del mar, dando lugar a diferentes estructuras tectónicas tales como plegamientos y fallamientos.

Es importante mencionar que la cubierta sedimentaria se deslizó sobre los yesos de la formación Minas Viejas, principalmente por sus características plásticas. A este proceso tectogénico se le conoce como Revolución Larambídica, la cual tiene su máxima expresión en la provincia de la Sierra Madre Oriental.

PLEISTOCENO

Cuaternario. El proceso de depositación iniciado en el Terciario, continúa en el Pleistoceno con el mismo tipo de material aluvial, distinguiéndose del anterior por su menor grado de cementación. Los depósitos Cenozoicos del Terciario y Cuaternario rellenan el valle de Monterrey.

La zona de explotación de las pedreras se localiza en una zona de calizas y asociaciones de caliza-lutita, en la falda sur de la Sierra San Miguel, misma que remata en el valle de Monterrey. La sección estratigráfica de esta zona se encuentra constituida principalmente por rocas sedimentarias cuya edad varía desde el Jurásico hasta el Reciente, representada por las formaciones descritas a continuación (Ver Fig. No.4), en forma descendente de las más recientes a las más antiguas y cuya ubicación es mostrada en la figura geológica del lugar (Ver Fig. No.5). Para esta división estratigráfica, se adoptó la utilizada por la Gerencia de Exploraciones de Petróleos Mexicanos que se basa en la monografía titulada "Jurassic and lower Cretaceous Stratigraphy and Tectonics, of North East Mexico" de los ingenieros W.E. Humphrey y Teodoro Díaz.

3.3.5 Formaciones que conforman la estratigrafía del área de estudio¹⁵

PLEISTOCENO

Reciente. El proceso de depositación iniciado en el Terciario, continúa en el Pleistoceno

15

Estudio Geohidrológico de Acuíferos Regionales en Calizas Zona Monterrey. 1967.

ESTRATIGRAFIA DE LA ZONA

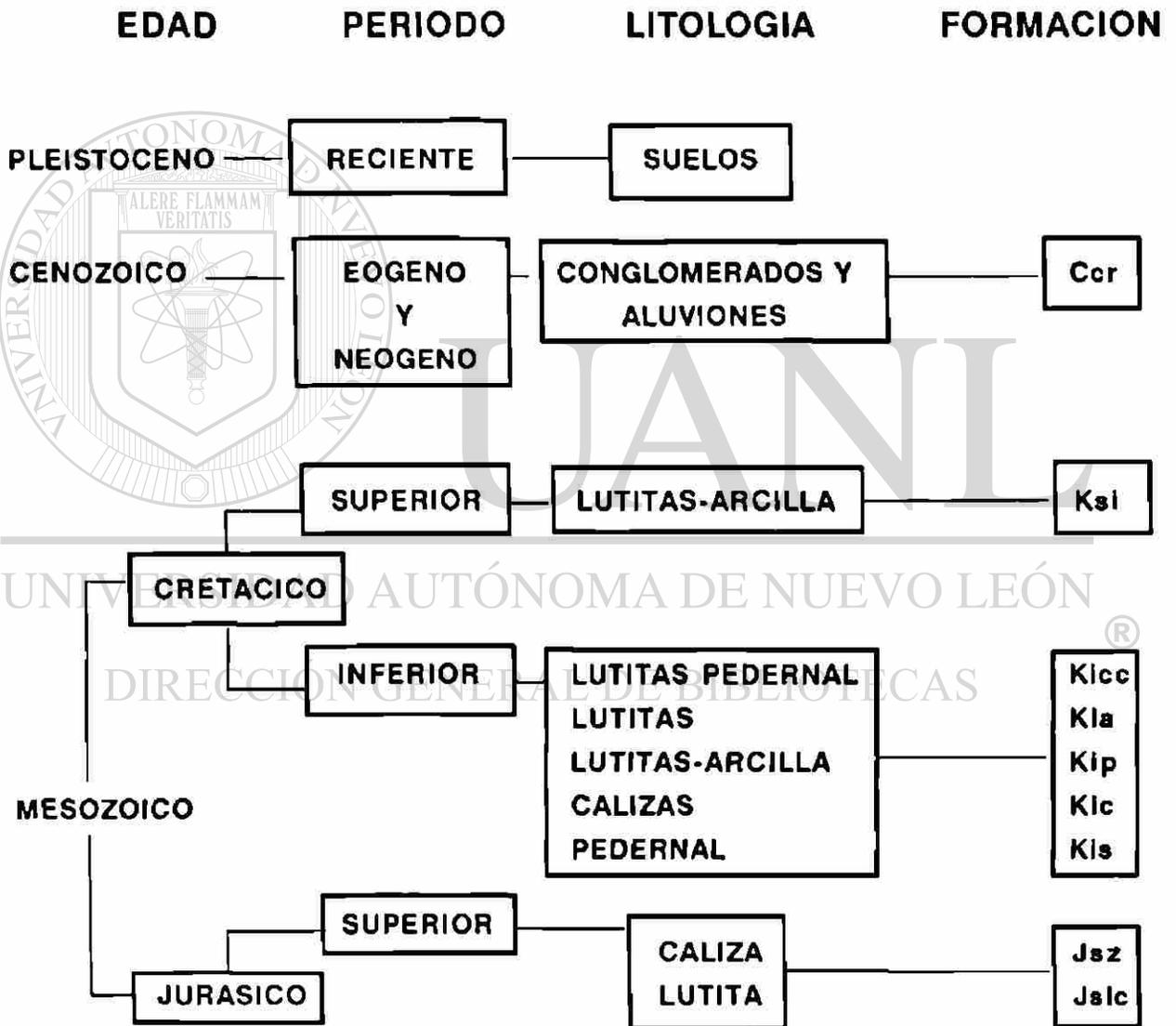


Fig. No.4 Estratigrafía de la zona

Capítulo 3
CARACTERÍSTICAS NATURALES Y SOCIOECONÓMICAS DE LA ZONA

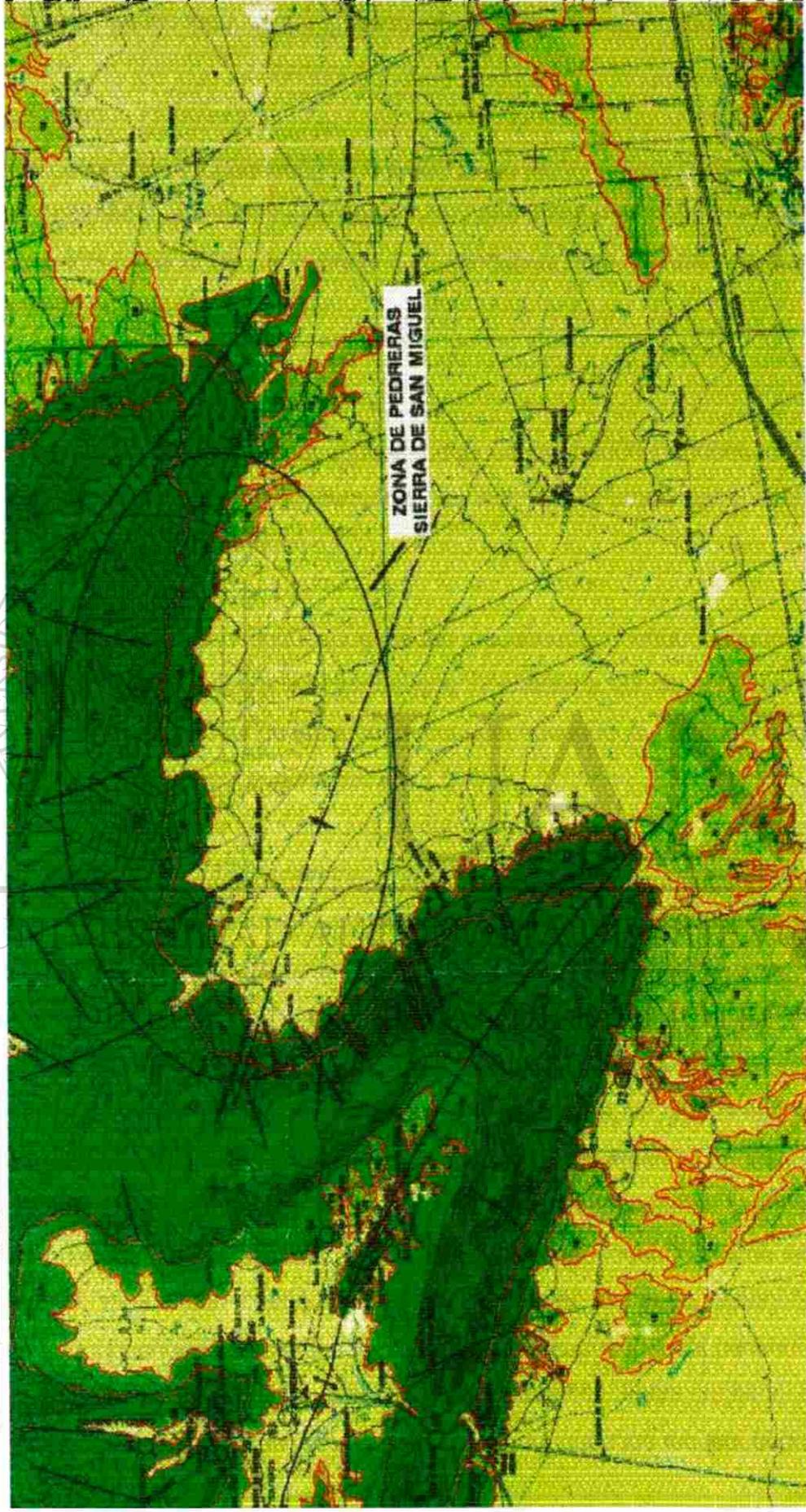


Fig. No.5 Geología (INEGI: G14C15 CARTA GEOLOGICA)

con el mismo tipo de material aluvial, distinguiéndose del anterior por su menor grado de cementación, es en esta época cuando da inicio la formación de los suelos de la zona.

CENOZOICO

Eogeno y Neogeno. Estos depósitos están representados por rellenos de gravas, arenas y limos mezclados en distintas proporciones que cubren el valle y las planicies aluviales, formando abanicos al pie de la sierra y en las estructuras aisladas de la región formando la base de los actuales suelos.

MESOZOICO

Cretácico Superior. Formación Indidura: Ksj. La formación Indidura está constituida por capas de lutitas impermeables de espesor variable que alternan ocasionalmente con capas delgadas de margas y calizas.

Sus variaciones laterales son muy grandes y pueden presentar características litológicas locales en que predominan las calizas que equivalen a las de la formación Agua Nueva hacia el golfo. En algunas de las estructuras que han sido atacadas por la erosión, se han podido medir espesores superiores a los 500 m.

La alternancia de calizas arcillosas y limolita calcárea dispuestas en capas delgadas o lajeadas, con numerosas capas medianas o gruesas de caliza laminar son característica de esta formación. En superficies intemperizadas con tonalidades rosa, rojo y violeta.®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cretácico Inferior. Formación Cuesta del Cura: Kicc. Esta formación consiste en capas alternadas delgadas de calizas y lutitas con margas, en las que predominan las calizas, de 20 a + 300 m., consiste principalmente de una caliza arcillosa laminar de estratificación ondulada, y color gris medio oscuro, que contiene numerosas capas delgadas y lentes de pedernal negro; la abundancia de estos nódulos de pedernal es la característica más notable por la que uno puede identificarla, las capas de caliza varían de 20 a 30 cm de espesor y frecuentemente contienen separaciones formadas por pequeñas capas lajosas de caliza arcillosa y lutitas que pueden presentar tintes rojizos o violáceos por intemperismo, el espesor de esta forma varía y en algunos de sus afloramientos se han

podido observar fenómenos de disolución incipientes.

Formación Aurora: Kia. Esta formación, de características muy semejantes a la formación Cupido está constituida por bancos de calizas densas muy puras de espesores medios y gruesos (0.8 a 1.50 m) en un color que varía del gris obscuro al claro. Algunos de los horizontes de caliza contienen nódulos de pedernal oscuros diseminados en forma regular entre los estratos. Puede observarse que, cerca del contacto con la formación superior Cuesta del Cura, los estratos tienden a adelgazarse. En general, en todos los afloramientos de las calizas Aurora se hacen notables los fenómenos de disolución, lo que se puede observar claramente en las explotaciones en las canteras. Las características litológicas y la composición química de esta formación hacen que sean particularmente susceptibles a la disolución. Una muestra de ello son los manantiales que afloran en las zonas donde hay un claro predominio de esta formación.

Formación La Peña: Kip. La formación La Peña, que originalmente se había incluido como una parte inferior de la formación Cupido, ha sido separada como una formación con características que la definen perfectamente.

Las capas alternadas de lutitas y calizas de poco espesor, su localización perfectamente definida entre las formaciones Aurora y Cupido, su menor dureza que la hacen aparecer siempre formando una escotadura entre estas dos formaciones y su pequeño espesor que varía entre 10 y 100 m la hace más fácilmente identificable en todos los reconocimientos de campo.

Las características litológicas de la formación son notables por su constancia, en cambio, el espesor puede tener variaciones locales grandes. En el flanco Sur de la sierra Minas Viejas tiene un espesor de 40 m, y en flanco Norte llega hasta los 100 m. El contacto entre las formaciones superiores e inferiores es concordante y no presenta ninguna transición. Sirve de horizonte índice en todas las perforaciones, y marca el principio de Cupido.

Su conformación es de calizas arcillosas de estructura laminar interestratificadas con calizas menos arcillosas de color gris claro y lutitas, pero en otras áreas aparece como una

lutita carbonosa con abundante pirita diseminada.

Formación Caliza Cupido: Kic. Esta formación está constituida por bancos gruesos de caliza hasta de 5 m de espesor, alternando con bancos de calizas dolomíticas y es la que representa el área mayor en los afloramientos de las montañas del Sur de Coahuila y el Este de Nuevo León. Se presenta formando acantilados muy característicos en el cañón de La Huasteca y en la sierra de los Muertos. En la sierra de Los Frailes y en la sierra de Minas Viejas están perfectamente expuestos en forma vertical las secciones completas de esta formación, en las entradas de los potreros.

Constituidas por calizas, calizas dolomíticas y dolomías con algunos nódulos de pedernal en estratos de medianos a gruesos predominando los gruesos, su parte inferior está caracterizada por presentar una estratificación más delgada. La formación Cupido se encuentra constituida por calizas gruesas de color gris con estiolitas paralelas a los planos de estratificación.

Formación Sombrerete-Transicional: Kis. La formación Sombrerete, también conocida como formación Kiamichi, presenta espesores que van de los 20 a 60 metros, se considera una formación transicional con elementos de Cuesta del Cura y Aurora, y en algunos casos contiene abundantes bandas de pedernal.

Jurásico Superior. Formación Caliza Zuloaga: Jsz La caliza zuloaga está constituida por estratos de calizas estratificadas en capas delgadas de color gris oscuro que intemperizan dejando un residuo característico ferruginoso y de calizas color gris oscuro en bancos de mayor espesor. En los afloramientos donde está expuesta es frecuente la presencia de grandes cuerpos irregulares de yeso que en ocasiones se presentan con estratificación concordante con las calizas y en otras aparecen como intrusivos.

En forma general las calizas son de color gris a gris claro, de grano fino con capas de 1.0 a 4.0 m con horizontes caolíticos y ocasionalmente calcarenitas.

Formación La Casita: Jslc. Es una de las formaciones que presentan variaciones laterales

en sus características litológicas y en sus espesores, afloran únicamente en las regiones donde la erosión ha sido más activa y ha puesto al descubierto las partes más bajas de las estructuras geológicas, sus afloramientos no cubren grandes extensiones.

Está constituida por una serie de lutitas, limolitas, areniscas. La formación consiste principalmente de lutitas carbonosas de color gris oscuro a negro interestratificadas con areniscas conglomeráticas. Presenta yeso en lentes delgados y vetillas. Se encuentran también capas delgadas de calcita siguiendo los planos de estratificación con piritita diseminada en muchos casos.

Esta formación presenta sus mejores secciones en la sierra de Los Frailes, sierra de Minas Viejas y en el flanco noroeste del cerro del Topo Chico al Norte del área metropolitana de Monterrey. Esta formación puede dividirse en dos pisos bien definidos, el inferior en el que predominan los depósitos de tipo arcilloso y en el superior en que son notables los depósitos clásticos que originan areniscas y conglomerados bien cementados. En ambos pisos se encuentran intercalaciones de capas calizas, lutitas calcáreas y lutitas carbonosas.

3.3.6 Geohidrología

3.3.6.1

Reconocimientos geológicos en el área de estudio¹⁶

Estos reconocimientos son el resultado de estudios generales realizados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos y la Comisión de Agua Potable de Monterrey, en ellos se hicieron observaciones de altimetría, comprobación de los afloramientos y observaciones de los rasgos estructurales y estratigráficos, con la finalidad principal de localizar zonas aptas para el aprovechamiento de aguas subterráneas. A continuación se presenta el resultado de dichos estudios en la zona.

EXTREMO NOROESTE DEL ANTICLINAL DE POTRERO CHICO

El anticlinal de Potrero Chico, junto con el anticlinal de Potrero de García, forman la sierra

16

Estudio Geohidrológico de Acuíferos Regionales en Calizas Zona Monterrey, 1967.

del Fraile. Los dos anticlinales con orientación del noroeste al sureste se encuentran separados por un sinclinal.

El anticlinal de Potrero Chico constituye la parte norte del sistema, en una estructura cuyo eje presenta una curvatura hacia el sur.

En los flancos afloran las formaciones del Cretácico desde Indidura hasta Cupido, y en la parte central del anticlinal la erosión ha formado un potrero en el que afloran las formaciones Taraises del Cretácico y La Casita del Jurásico Superior.

El buzamiento noroeste de la estructura presenta condiciones estratigráficas y estructurales que no son muy favorables para la extracción de agua subterránea. La inclinación de los echados es del orden de 40° y el área apta para un campo de pozos es reducida.

Topográficamente, el buzamiento noroeste es más alto que el extremo opuesto y al occidente ya no aparecen afloramientos de las calizas acíferas, sino que se encuentran las formaciones superiores del Cretácico Superior.

EXTREMO SURESTE DEL ANTICLINAL DEL POTRERO CHICO

La porción sur que constituye el buzamiento sureste de esta estructura muestra características geohidrológicas algo más favorables que el extremo noroeste.

En las proximidades del parque conocido como Mutualista afloran rocas del Cretácico Superior correspondientes a las formaciones Indidura y Parras, con echados de 32°. Hacia la porción occidental y correspondiendo a las formaciones Indidura y Cuesta del Cura, aparece un pequeño valle que ha sido labrado por la erosión en el que se pueden observar formaciones correspondientes a la Aurora y La Peña.

Existe un manantial aproximadamente a la cota 640 m., pero las condiciones estructurales dada la inclinación de las capas que en este lugar tienen 45° así como lo reducido del área, hacen que la zona no se vea favorable para un campo de pozos.

3.3.6.2 Unidades Geohidrológicas

Las unidades geohidrológicas se determinaron en base al análisis de las características físicas de los materiales consolidados y no consolidados para determinar sus posibilidades de obtener agua o no.

Según información recabada del INEGI, la sierra El Fraile, a la altura de Hidalgo, N.L. y el cerro del Topo Chico, en Escobedo, estructuras geológicas aledañas al área de estudio, presentan material consolidado con posibilidades bajas de obtener agua¹⁷. Esta unidad geohidrológica se encuentra ampliamente distribuida en la zona, la constituyen caliza, arenisca y lutita de edad Jurásico Superior y Cretácico Superior. No obstante, estos materiales se presentan fuertemente plegados con gran cantidad de fallas y fracturas que, en consecuencia, le permiten presentar en ciertas zonas permeabilidades variables.

Por otra parte, es sabido que la caliza en general presenta una permeabilidad alta, sin embargo, en la zona de proyecto, debido a su relieve elevado y posición estratigráfica funciona como zona de recarga, donde el agua migra hacia los valles situados en estructuras sinclinales en los cuales, al perforarse sobre ellos, se obtienen buenos gastos.

Asimismo, la unidad de arenisca, ubicada en la porción norte, se le considera con permeabilidad baja, por el fuerte grado de compactación e intercalación con lutita.

La unidad geohidrológica de material no consolidado con posibilidades altas de obtener agua se extiende alrededor de las sierras El Fraile y San Miguel, es decir, se encuentra ampliamente distribuida en la zona, siendo constituida por los depósitos aluviales de composición areno-arcillosa que rellenan, por lo general, las estructuras sinclinales y poseen una permeabilidad alta.

Los acuíferos que se explotan son libres existiendo en esta unidad gran cantidad de norias con niveles y gastos variables; la calidad del agua varía de dulce a salada; la dirección del

17

Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. (1981). Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1:250 000 Monterrey G14-7.

flujo subterráneo es similar al que presentan las corrientes superficiales; los niveles estáticos son de diez metros en promedio y se ubican en todo el valle de Monterrey.

Sobre la sierra San Miguel, en la zona denominada Potrero Chico, en el valle central de dicha sierra, ubicamos una zona aislada donde predomina la unidad geohidrológica de material no consolidado con posibilidades bajas de obtener agua. Está constituida de material aluvial que cubre depresiones topográficas, siendo de espesor reducido, estos suelos son de composición areno-arcillosa de permeabilidad baja. También forman parte de esta unidad depósitos de conglomeráticos calcáreos poco consolidados. A esta unidad se le considera de baja posibilidad debido a su posición topográfica, estratigráfica y a sus características físicas lo cual influye en la ausencia de aprovechamientos.

3.3.6.3 Características geohidrológicas de las formaciones ¹⁸

PLEISTOCENO

Reciente. Estos depósitos constituyen acuíferos locales de permeabilidad muy variable dependiendo de la mezcla de los materiales arcillosos y de los clásticos gruesos. La capacidad productora es relativamente baja y los almacenamientos no son muy grandes como se ha podido comprobar en la región de Monterrey donde en la actualidad se encuentran agotados después de haber sido explotados por medio de pozos someros.

Las posibilidades para una explotación grande e intensiva no pueden tener comparación con las posibilidades que tienen los acuíferos en las calizas.

CENOZOICO

Eogeno y Neogeno

MESOZOICO

Cretácico Superior. Formación Indidura: Ksi. Esta formación se ha considerado como confinante superior que cubre a los horizontes acuíferos constituidos por las calizas Aurora

18

Sisteleón. (1990). Estudio General de los Acuíferos en el Subsuelo del Estado de Nuevo León.

y Cupido en ausencia de la Kiamichi.

Cretácico Inferior. Formación Cuesta del Cura: Kicc. En general puede considerarse esta formación como una formación impermeable y confinante. Ocasionalmente en las zonas en donde ha sido sometida a esfuerzos que la han fracturado grandemente puede permitir la circulación de las aguas que pasan desde la Aurora a través de la Kiamichi cuando ésta se encuentra presente.

Formación Aurora: Kia. Dadas las características anteriormente descritas de esta formación, se considera que es muy favorable para la circulación de las aguas subterráneas y que constituyen acuíferos de mucha importancia junto con la formación subyacente de Cupido.

Formación La Peña: Kip. Dado el carácter arcilloso de la Formación La Peña puede considerarse ésta no apta para la circulación de las aguas subterráneas. En algunos lugares puede constituir una barrera que separe las aguas que circulan entre las calizas Cupido y Aurora, como se pudo comprobar en la perforación de los pozos de La Huasteca donde se tiene la seguridad que esta formación actúa como confinante. En general, como todas las formaciones han sido sometidas a intensos plegamientos y afallamientos, en la mayor parte de los casos, esta formación no constituye una barrera, y tanto las formaciones Aurora y Cupido, en general, pueden considerarse como un solo acuífero.

Formación Caliza Cupido: Kic. Por su uniformidad y espesor, por su posición estratigráfica y por la activa disolución que muestra en sus afloramientos, la formación Cupido se considera como la que tiene las condiciones más favorables para permitir la circulación permanente de aguas subterráneas. Constituye el acuífero principal, y la mayor parte de los pozos perforados obtienen producción de ella. Las Grutas de García serían la máxima expresión del fenómeno de disolución en la formación Cupido

Jurásico Superior. Formación Caliza Zuloaga: JsZ. Aunque se pueden observar los efectos de la disolución en estos sedimentos y se estime que la circulación de las aguas subterráneas a través de ellos puede ser activa, hay que tener en cuenta que estas aguas tendrán características de mineralización fuerte.

Formación La Casita: Jslc. Ambas divisiones de esta formación, por sus características litológicas, las hacen inadecuadas para la circulación del agua subterránea y se considera en conjunto una formación de muy baja permeabilidad y confinante.

3.4 EDAFOLOGIA

En términos generales, en toda la subprovincia de Sierras y Llanuras Coahuilenses pertenecientes a la Provincia de la Sierra Madre Oriental se observa un claro predominio de los suelos litosoles, los cuales son de origen residual, poco desarrollados y muy someros (en promedio no exceden los 10 cm de profundidad). Sin embargo, dependiendo del sistema de topoformas en que se encuentren, forman asociaciones diferentes ¹⁹.

Asimismo, otros sistemas de topoformas en los que no domina el litosol son: las bajadas que se encuentran alrededor de las sierras Las Mitras, El Fraile y San Miguel, donde predominan xerosoles háplicos, lúvicos y calcáricos; grandes llanos donde dominan regosoles cálcicos asociados con xerosol háplico en fase lítica o petrocálcica; y los pequeños valles intermontanos localizados entre las sierras del Fraile y San Miguel, donde dominan suelos someros y oscuros como las rendzinas que, sobre una fase petrocálcica, se encuentran asociados a litosol y a feozem calcárico.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

3.4.1 Características edafológicas de la región de estudio

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

De acuerdo a la unidad de clasificación FAO/UNESCO, entre la gran diversidad de suelos presentes en la zona de estudio de la sierra San Miguel, se encuentran, de manera general, los siguientes tipos y asociaciones de suelos:

El valle intermontano formado en la parte central de la Sierra El Fraile, se hacen manifiestas las siguientes asociaciones de suelos:

19

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (1986). Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. México.

Rendzina asociada a litosol de clase textural media y en fase lítica (E+I/2). Castañozem cálcico como suelo primario y único de clase textural fina y en fase gravosa (Kk/3). Fluvisol calcárico también como suelo primario y único en fase gravosa (Jc/1) y de clase textural gruesa en los treinta centímetros superficiales del suelo (Xl/3).

Al suroeste del área de estudio se localizan las asociaciones conformadas por xerosoles háplicos unidos ya sea a regosol calcárico de clase textural media (Xh+Rc/2); o unidos a fluvisol calcárico también de clase textural media (Xh+Jc/2), ambos en fase física gravosa. El regosol calcárico se presenta como suelo primario y único en fase gravosa y de clase textural media (Rc/2), al poniente del área de estudio.

Por otra parte, debido a la presencia de un escurrimiento superficial de tipo intermitente denominado "El Potrero" y "Arroyo Blanco", se ubica también suelo tipo fluvisol calcárico de clase textural gruesa y en fase gravosa (Jc/1) localizada sobre el lecho del arroyo.

Al sureste de la zona de estudio se localizan también una gran diversidad de suelos: se encuentran la asociación de rendzina y litosol de clase textural media y en fase petrocálcica (E+I/2); otra asociación importante es la del castañozem lúvico, de clase textural fina en los treinta centímetros superficiales del suelo (Kl/3).

Otro tipo de suelo localizado al sureste de la zona de estudio es el feozem calcárico de clase textural media y en fase gravosa (Hc/2); cercano a éste, sobre el Cerro del Topo Chico, encontramos la asociación de litosol y regosol calcárico de clase textural media (I+Rc/2).

Al norte del área de estudio, sobre el valle intermontano, localizado al centro de la Sierra San Miguel, se ubica la asociación de feozem calcárico y rendzina, de clase textural fina en los treinta centímetros superficiales del suelo en fase gravosa (Hc+E/2).

Al noroeste del área de explotación se ubica, de forma aislada, sobre la cañada denominada "El Abra", la asociación de suelos conformada por vertisol crómico y rendzina, de clase textural media y en fase gravosa (Vc+E/2).

Específicamente en la zona de estudio donde se ubican las pedreras, encontramos las siguientes asociaciones dominantes²⁰:

I+E/2 Asociación de litosol como suelo primario, y rendzina como suelo secundario, de clase textural media en los treinta centímetros superficiales de suelo.

I+E+Jc/2 Asociación de litosol como suelo primario, rendzina como suelo secundario, y fluvisol calcárico como terciario, de clase textural media en los treinta centímetros superficiales de suelo, en fase petrocálica.

E+I/2 Asociación de rendzina como suelo primario y litosol como suelo secundario, de clase textural media en los treinta centímetros superficiales del suelo, también en fase petrocálica.

Estas asociaciones conforman prácticamente ambos cuerpos de la sierras tanto San Miguel, como El Fraile.

Se ofrece una descripción de las características de cada uno de los tipos de suelos dominantes en la zona de estudio²¹.

Los **litosoles** son suelos que se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por tener una profundidad menor de 10 cm hasta la roca, tepetate o caliche duro. Se localizan en todas las sierras de México, en mayor o menor proporción, en laderas y barrancas, así como en lomeríos y en algunos terrenos planos.

Tienen características muy variables, en función del material que los forma. Pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo, y puede ser desde moderada hasta muy alta.

²⁰ CETENAL. (1977). Carta Edafológica G14C15.

²¹ INEGI. (1990). Guías para la Interpretación de Cartografía. Edafología. México.

Capítulo 3
CARACTERÍSTICAS NATURALES Y SOCIOECONÓMICAS DE LA ZONA

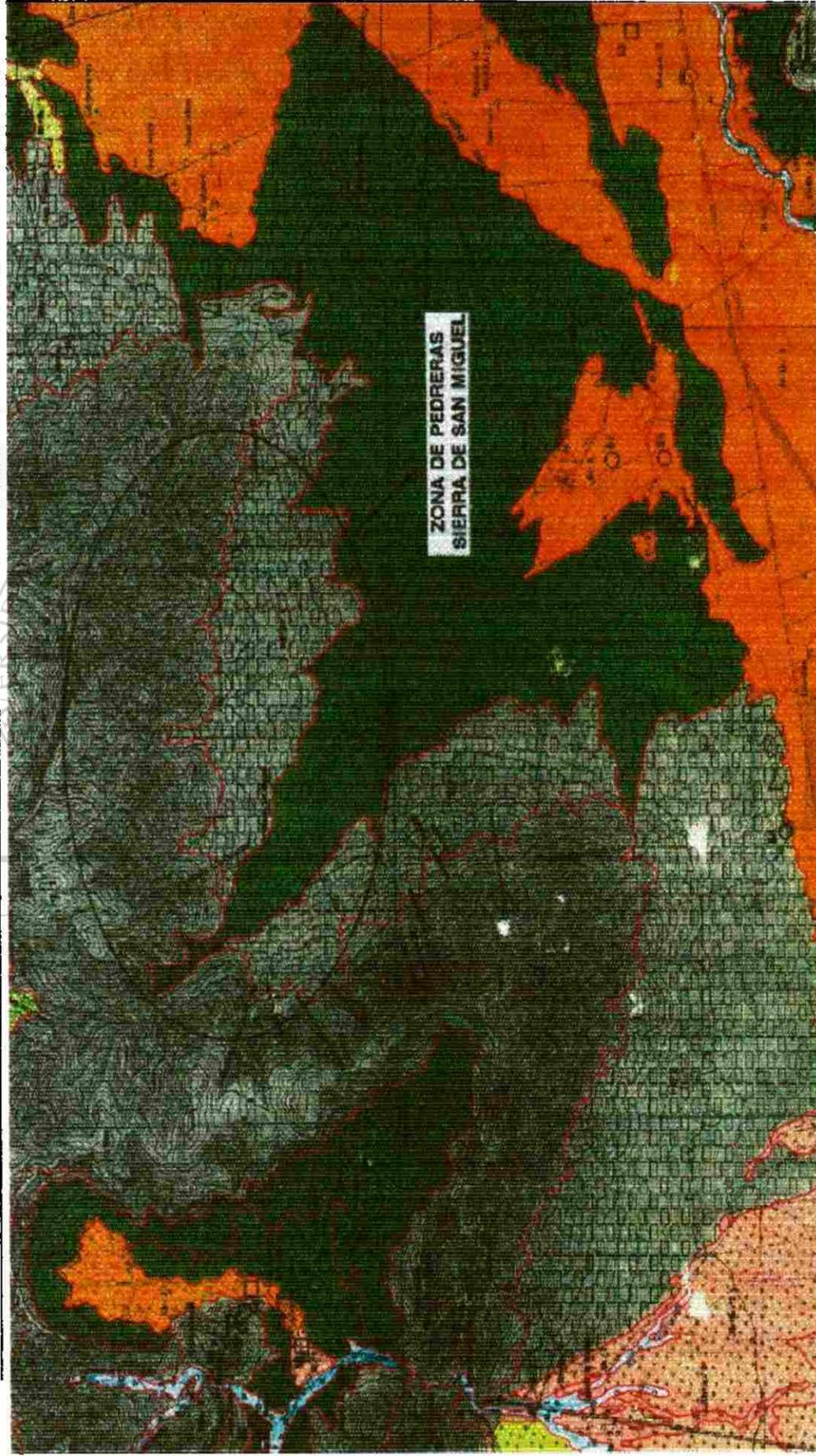


Fig. No.7 Edafología (CETENAL: G14C15 CARTA EDAFOLOGICA)

El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su utilización es forestal; cuando presentan pastizales o matorrales se puede llevar a cabo algún pastoreo más o menos limitado, y en algunos casos se usan con rendimientos variables, para la agricultura, sobre todo de frutales, café y nopal.

Este empleo agrícola se halla condicionado a la presencia de suficiente agua y se ve limitado por el peligro de erosión que siempre existe.

Las **rendzinas** son suelos que se presentan en climas cálidos o templados con lluvias moderadas o abundantes. Su vegetación natural es de matorral, selva o bosque.

Se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y muy fértil, que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal. No son muy profundos. Son generalmente arcillosos.

Si se desmontan, se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos o moderados, pero con gran peligro de erosión en las laderas y lomas.

El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presentan. Su susceptibilidad a la erosión es moderada.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Por su parte, el suelo tipo **fluvisol** se caracteriza por estar formado siempre de materiales acarreados por agua. Están constituidos por materiales disgregados que no presentan estructura en terrones, es decir, son suelos muy pocos desarrollados. Se encuentran en todos los climas y regiones de México, cercanos siempre a los lagos o sierras donde escurre el agua a los llanos, así como en los lechos de los ríos. La vegetación que presentan varía desde selvas hasta matorrales y pastizales, y algunos tipos de vegetación son típicos de estos suelos como los ahuehuetes, ceibas o sauces. Presentan muchas veces capas alternadas de arena, arcilla o grava, que son producto del acarreo de dichos materiales por inundaciones o crecidas no muy antiguas. Pueden ser someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función del tipo de materiales que los forman.

3.4.2 Perfiles representativos de suelos más importantes de la zona

LITOSOL

Horizonte A

Profundidad 0-7 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupta y forma ondulada. Reacción fuerte al HCl diluido. Textura franca. Consistencia suelta en seco y muy friable en húmedo. Adhesividad ligera, plasticidad ligera. Porosidad moderada y constitución finamente porosa. Raíces muy finas escasas y raíces finas muy escasas. Actividad animal : hormigas. Drenaje interno : drenado. Denominación del horizonte : Ocrico.

HORIZONTE	A
Por ciento (%) de arcilla	28
Por ciento (%) de limo	41
Por ciento (%) de arena	31
color en húmedo	10YR 4/3
conductividad eléctrica mmhos/cm	<2
P.H. en agua relación 1:1	8.3
Por ciento (%) de materia orgánica	3.588
C.I.C.T. meq/100 g	16.75
potasio meq/100 g	3.575
calcio meq/100 g	32.00
magnesio meq/100 g	0.14
sodio meq/100 g	0.537
Por ciento (%) de saturación de sodio	<15
Por ciento (%) de saturación de bases	100

RENDZINA

Horizonte A

Profundidad 0-11 cm. Color negro en húmedo. Separación de contraste abrupta y forma plana. Reacción muy fuerte al HCl diluido. Textura arcillosa. Reacción muy fuerte al NaF. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad ligera, plasticidad ligera. Esqueleto con grava de tamaño fino, forma subredondeada y cantidad frecuente, con guijarros de forma angular y cantidad escasa : la alteración es sana y su naturaleza

caliza. Estructura de forma granular, tamaño muy fino y desarrollo moderado. Porosidad abundante y constitución finamente porosa. Facetas de fricción/presión escasas. Raíces muy finas escasas, raíces finas escasas y raíces medias muy escasas. Drenaje interno : drenado. Denominación del horizonte : Mólico.

HORIZONTE	A
Por ciento (%) de arcilla	46
Por ciento (%) de limo	28
Por ciento (%) de arena	26
color en húmedo	10YR 2/1
conductividad eléctrica mmhos/cm	<2
P.H. en agua relación 1:1	8.0
Por ciento (%) de materia orgánica	9.2
C.I.C.T. meq/100 g	30.0
potasio meq/100 g	1.6
calcio meq/100 g	40.7
magnesio meq/100 g	1.3
sodio meq/100 g	0.1
Por ciento (%) de saturación de sodio	<15
Por ciento (%) de saturación de bases	100

FLUVISOL CALCÁRICO

Horizonte A11

Profundidad 0-16 cm. Color gris oscuro en húmedo. Separación de contraste clara y forma plana. Reacción fuerte al HCl diluido. Textura franca. Consistencia suelta en seco y en húmedo. Adhesividad nula, plasticidad ligera. Esqueleto con grava de tamaño fino, forma subredondeada y cantidad frecuente. Estructura de forma laminar. Raíces finas escasas y raíces medias frecuentes. Drenaje interno: drenado.

Horizonte A12

Profundidad 16-30 cm. Color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupta forma plana. Reacción fuerte al HCl diluido. Textura: migajón arenoso. Consistencia suelta en seco y en húmedo. Adhesividad nula, plasticidad ligera. Esqueleto con grava de tamaño fino, forma subredondeada y cantidad frecuente.

Raíces muy finas abundantes, raíces finas frecuentes, raíces medias escasas y raíces gruesas muy escasas. Drenaje interno: drenado.

Horizonte C

Profundidad 30-57 cm. Reacción fuerte al HCl diluido. Esqueleto con grava de tamaño fino, forma subredondeada y cantidad abundante; guijarros de forma subredondeada y subangular, cantidad frecuente.

HORIZONTE	A11	A12
Por ciento (%) de arcilla	26	26
Por ciento (%) de limo	34	28
Por ciento (%) de arena	40	56
color en húmedo	10YR 4/1	10YR 3/2
conductividad eléctrica mmhos/cm	<2	<2
P.H. en agua relación 1:1	8.4	8.1
Por ciento (%) de materia orgánica	2.277	2.277
C.I.C.T. meq/100 g	13.25	17.00
potasio meq/100 g	1.52	0.825
calcio meq/100 g	28.60	40.17
magnesio meq/100 g	4.20	1.81
sodio meq/100 g	0.387	0.60
Por ciento (%) de saturación de bases	100	100

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



3.5 HIDROGRAFIA

3.5.1 Cuenca hidrológica

El área de proyecto se encuentra ubicada dentro de la Región Hidrológica Bravo-Conchos, Región Hidráulica 24 (RH24) perteneciente a la vertiente del Golfo, en la Cuenca Río Bravo-San Juan (24B) donde la mayor parte de esta cuenca (19,804.91 km²) queda dentro del estado de Nuevo León, una de las corrientes principales es el Río San Juan, segundo afluente de importancia del Bravo.

CUENCA DEL RÍO SAN JUAN

En esta cuenca sobresalen los aprovechamientos siguientes : Presa Rodrigo Gómez (La Boca), Presa Marte R. Gómez (El Azúcar), Presa El Cuchillo y el sistema de explotación de agua subterránea para el abastecimiento de agua potable a la Cd. de Monterrey, N.L.

Los formadores principales del río San Juan son el río Salinas, el río Pesquería, el río Santa Catarina, el río Ramos, el río Pílon y el arroyo Mohinos. El promedio anual de lluvias varía entre 200 mm en la cuenca del río Pesquería a unos 900 mm en la parte alta de la cuenca (la zona de Villa de Santiago y Allende, N.L.), con una media de aproximadamente 580 mm. La distribución geográfica de las cuencas, su régimen de lluvia y las diferentes características que dominan cada una ocasionan que los afluentes del río San Juan tengan a su vez, regiones hidrométricas distintas entre sí.

En la cuenca del río San Juan se tienen acuíferos en calizas en la zona de Montemorelos-Monterrey, Mina, Buenos Aires, Metropolitano, Topo Chico, Papagayo, El Durazno, Ampliación Buenos Aires. Además, se tienen acuíferos en rellenos, fundamentalmente en la zona de Montemorelos-Allende.

El río San Juan tiene su origen en el Arroyo La Chueca, que recibe aportaciones de varios pequeños arroyos perennes que bajan de la Sierra Madre Oriental, desde altitudes del orden de 2,000 a 2,300 m.s.n.m.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El Arroyo La Chueca corre con dirección sureste hasta la Presa La Boca, de aquí continúa con el nombre de Río San Juan, cambiando su dirección hacia el noreste y recibiendo por la izquierda las aportaciones del Río Santa Catarina y, por la derecha, las del Río Ramos. Un poco más adelante pasa por el poblado de San Juan Vado para continuar hacia el Oriente, confluyendo por la margen derecha con el Arroyo Garrapatas, el Río Pílon y el Arroyo Mohinos. La confluencia de este último modifica su dirección hacia el nor-noreste, después de que recibe la aportación del mayor de sus afluentes, el Río Pesquería, por la margen izquierda y sigue hacia el norte hasta Los Aldamas. En este punto cambia su rumbo hacia el oriente y después hacia el noreste, hasta la presa Marte R. Gómez, que es

de las más importantes del país. Descarga en el río Bravo un poco más adelante de Ciudad Camargo. Tiene como subcuencas intermedias a la Presa Marte R. Gómez, Río San Juan, Río Pesquería, Río Salinas, Río San Miguel, Río Santa Catarina, Río Ramos y Río Pílon.

Específicamente el área de estudio se localiza en la subcuenca "a" correspondiente al Río Salinas, el cual nace en el estado de Coahuila y drena una área de 11,961 km² con un gasto máximo de 17.5 m³/seg., un gasto mínimo de 0.0 m³/seg. Esta lectura se observa en los meses de Marzo, Abril y Mayo, así mismo, la subcuenca presenta una precipitación media de 376.4 mm.

En la zona de proyecto, el origen geológico del área, dada su permeabilidad y porosidad, determina la ausencia de corrientes de agua permanentes, salvo en época de lluvia que se forman pequeñas corrientes de carácter torrencial que originan arroyos que escurren de las sierras. La zona de estudio se localiza sobre superficies con coeficiente de escurrimiento de 5 a 10%, ésto sobre la Sierra San Miguel. La falda de la sierra, es decir el valle que se extiende después de la sierra, se caracteriza por tener un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%.

Entre los principales escurrimientos dentro de la zona de estudio, destacan el arroyo San Miguel, corriente superficial intermitente importante que sigue una trayectoria rumbo al este, cruzando el valle existente entre las Sierras San Miguel y el cerro del Topo Chico. Es producto de diversos escurrimientos superficiales intermitentes que bajan de las sierras El Fraile y San Miguel. Este arroyo toma su nombre a la altura del poblado San Miguel de los Garza, en el municipio de Escobedo, N.L.; realiza un recorrido, a partir de este punto, hacia el noreste de la región hasta unirse al río Salinas a la altura de la población de Ciénega de Flores.

Tiene poca importancia en cuanto a su caudal pues sólo en el mes de septiembre, cuando hay altas precipitaciones, se observa con algo de agua en su cauce.

Capítulo 3
CARACTERÍSTICAS NATURALES Y SOCIOECONÓMICAS DE LA ZONA

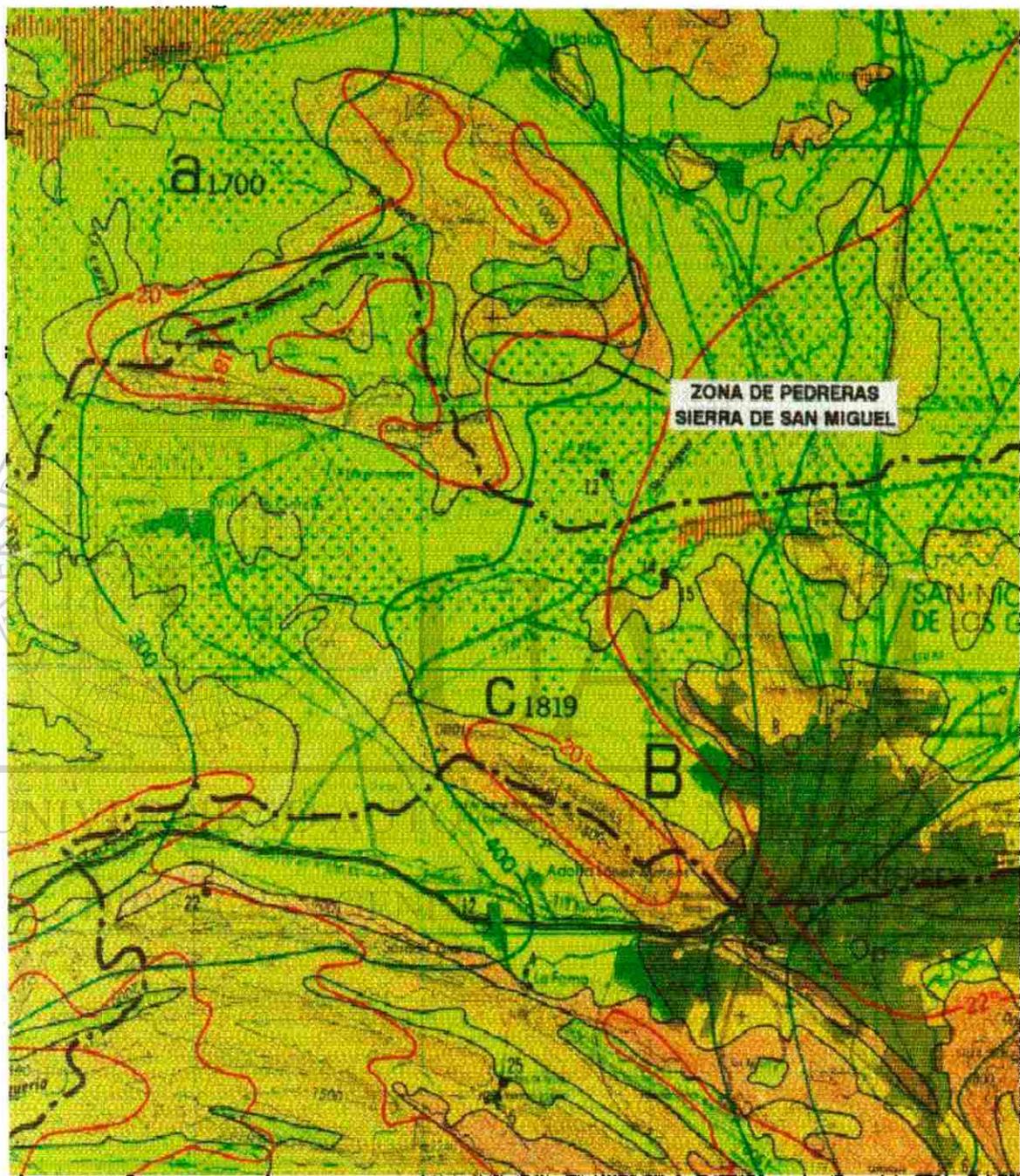


Fig. No.8 Aguas Superficiales (INEGI: CARTA HIDROLOGICA DE AGUAS SUPERFICIALES G14-7)

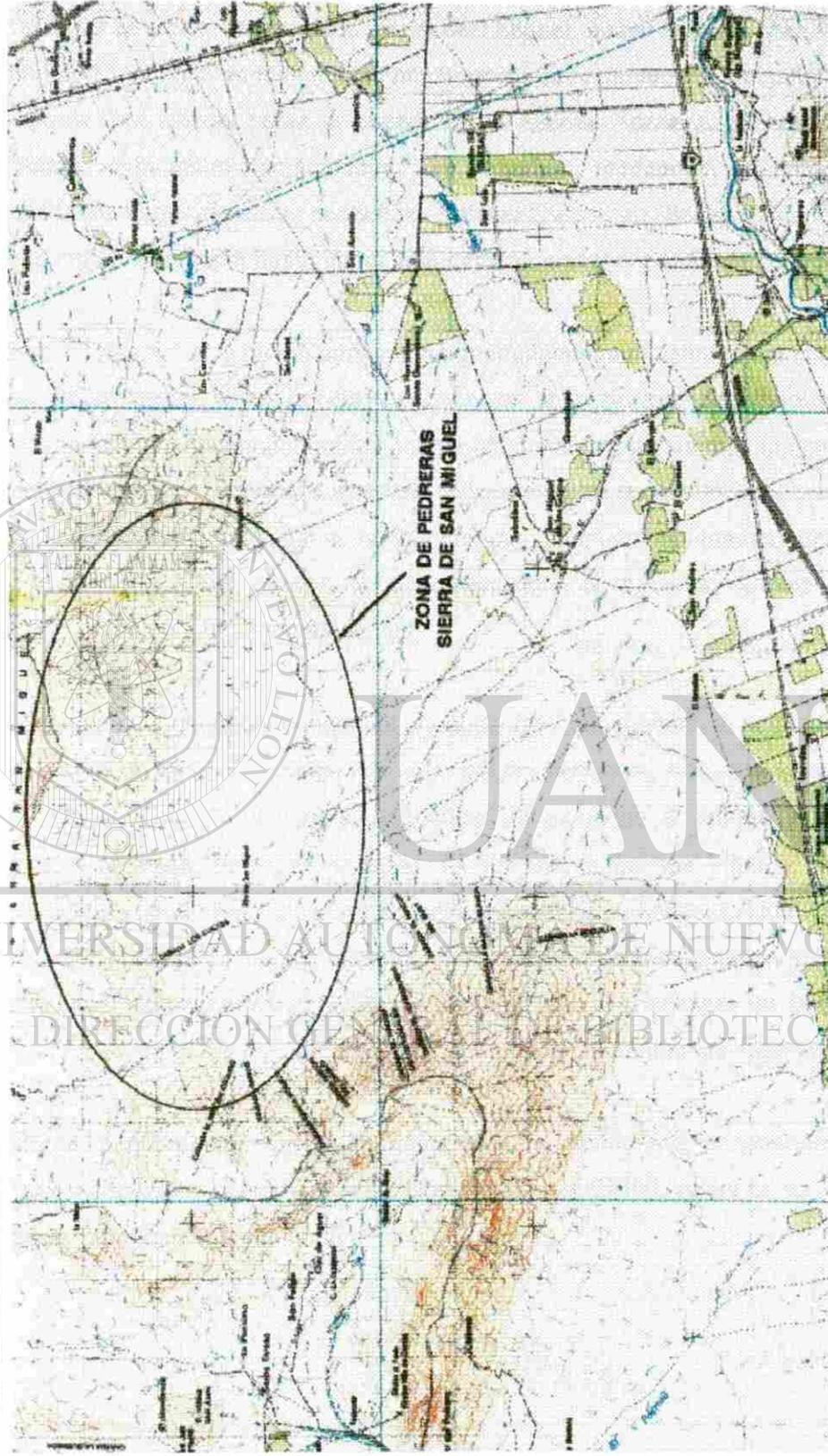


Fig. No.9 Aguas Superficiales (INEGI: CARTA TOPOGRAFICA G14C15)

Otro escurrimiento de tipo "laguna intermitente", es el arroyo "El Mimbres". Este escurrimiento se ubica dentro de la sierra San Miguel, sobre la parte más alta del mismo en la sierra. "El Mimbres" es alimentado por diversos escurrimientos intermitentes que bajan de la Sierra San Miguel hacia el interior de la misma. Toma su condición de "laguna intermitente" a la altura del poblado "Las Tenerías", realizando un recorrido hacia el noroeste hasta llegar al parque recreativo "Potrero Chico", en Hidalgo, N.L. Posteriormente continúa hacia el noreste hasta llegar a la cabecera municipal de dicha población.

El arroyo "El Negro", otra de las corrientes superficiales localizadas en la zona, es también de tipo intermitente. Nace donde se unen las dos sierras, San Miguel y El Fraile, recogiendo los escurrimientos de las partes altas de ambas sierras. Surge a la altura de el cerro "El Remolino", sobre la sierra San Miguel. Realiza su recorrido sobre la cañada "La Mulata", siempre al oeste de la región donde, después de realizar un recorrido de aproximadamente 6 km, cambia su dirección hacia el noroeste, rumbo al Puerto "Las Ventanas", en el municipio de Mina, N.L.

El río Salinas es el principal cuerpo de agua de esta subcuenca, al norte de la sierra San Miguel. Dicho río es una corriente tributaria del río San Juan, el cual, a su vez, es afluente del río Bravo. Este río realiza su recorrido de poniente a oriente pasando por los municipios de Mina, Hidalgo, Abasolo, El Carmen y Salinas Victoria. Su cauce está conformado de escurrimientos pluviales provenientes de la Sierra La Azufrosa, El Colorado, cerro La Luz y sierra El Cedral, situadas en los límites entre Coahuila y Nuevo León, al surponiente a aproximadamente 30 km de la cabecera municipal de Mina. Parte de la sierra La Azufrosa y la sierra El Colorado pertenecen al estado de Coahuila.

El Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática proporciona la siguiente información de estaciones de aforos operados por la SARH, sobre el río Salinas, siendo los datos obtenidos los siguientes:

Tabla No.13

ESTACION HIDROMETRICA	CORRIENTE	VOL. MEDIO ANUAL 10x ⁶ m ³	GASTO			PERIODO
			MAXIMO m ³ /seg.	MEDIO m ³ /seg	MINIMO m ³ /seg	
CIENEGA DE FLORES	RIO SALINAS	78.4	2.154	2.48	0.00	1930-1974
ICAMOLE	RIO SALINAS	25.3	981	0.800	0.00	1956 y 1959 a 1974

Cabe destacar la presencia del río Pesquería que, aunque no pertenece a la subcuenca hidrológica de la zona de estudio, es una corriente superficial perenne importante que circula a casi 7 Km de distancia al sur de la sierra.

El río Pesquería pertenece a la subcuenca "c", la cual cuenta con una superficie aproximada de 1,819 km². Este río es uno de los principales afluentes del río San Juan, que a su vez alimenta a la presa Marte R. Gómez, confluyendo finalmente en el río Bravo.

El río Pesquería hace su recorrido de oeste a este de la región. Prácticamente la corriente de dicho río, desde su paso por el municipio de García, constituye un cuerpo receptor de aguas residuales, presentando un alto grado de contaminación.

Los elementos contaminantes de este río están constituidos por productos químicos, desechos sólidos, descargas sanitarias, así como descargas de diversos tipos de industria

3.5.2 Aguas subterráneas

Los acuíferos del área se dividen en dos tipos: libres y confinados. Los primeros están localizados en la porción nororiente y suroriente de la ciudad de Monterrey, Nuevo León; están constituidos por arcilla, clásticos gruesos y arenas, en menor proporción; su permeabilidad es media; se encuentran sobreexplotados y se sitúan muchas norias y pozos agotados. La calidad del agua es tolerable en la parte norte y oriente de Monterrey;

dulce y tolerable hacia el suroriente de esta misma localidad; el uso es doméstico y agropecuario en menor proporción²².

Los acuíferos confinados son los más importantes y se encuentran localizados en el cañón de la Huasteca, Mina, Monterrey, N.L. y Saltillo Coahuila, se originaron debido a la buena transmisibilidad de la roca y a fenómenos de disolución que operan en el material calcáreo que constituye a las formaciones Aurora y Cupido, siendo la segunda la que forma el principal acuífero, obteniéndose gastos considerables en la mayor parte de los pozos, los acuíferos se encuentran en equilibrio con riesgo de sobreexplotación. La calidad del agua en el cañón de la Huasteca, Mina y Monterrey, N.L. es dulce y hacia Saltillo Coahuila varía a tolerable; se emplea para el consumo doméstico.

Por otra parte, relacionado con la localización de pozos y manantiales, cabe mencionar en este aspecto, que la zona de explotación de aguas subterráneas, más cercana a la zona de estudio es la conocida como Campo Topo Chico, situado aproximadamente a 8 km al sureste de la zona de pedreras; acuífero ubicado en aluviones y rocas arenarcillosas, con una superficie del orden de 20 km², con 9 pozos, de los cuales actualmente sólo 4 se encuentran activos, y una extracción anual de 18 millones de m³, se le considera sub-explotada ya que su potencial aprovechable es de dos pozos más con un caudal promedio de 100 lps y 6 millones de m³.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
La zona de explotación de pedreras se encuentra dentro de la zona de veda de Monterrey controlada por la Dirección General de Aprovechamientos Hidráulicos de la SARH, decretada el 17 de Julio de 1951.

3.6 FAUNA

Según Beaufor (1951) la tierra se divide en seis regiones faunísticas delimitadas por barreras físicas y/o climáticas, de las cuales en México se encuentran los límites y zonas de transición entre la región neártica y neotropical, que corresponden a las grandes zonas geográficas del continente americano; por lo anterior, la macrofauna mexicana, según el Programa Nacional de Desarrollo Forestal (1980), contiene aproximadamente 4,000 especies, de las cuales, en términos generales, el 40% corresponde a reptiles, el 35% a aves, el 14% a mamíferos y el resto a los anfibios, o sea, el 11%²³.

3.6.1 Listado de especies localizadas en la zona de estudio

La fauna que se encontró (comunicación personal), además de estar reportada para la zona, es la siguiente:

Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra
<i>Pecari tajacu</i>	Jabalí
<i>Lepus californicus</i>	Liebre
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
<i>Zenaidura macroura</i>	Tórtola
<i>Zenaida asiática</i>	Paloma blanca

En el área y en la región se han registrado las siguientes especies de vertebrados ²⁴:

23 Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Diagnóstico y Caracterización del Área Conocida como Potrero Chico, ubicado en el Municipio de Hidalgo, N.L.

24 Vallejo Gomero, J.L. Taxonomía y Distribución de la Familia Crotalidae en Nuevo León. Tesis inédita. F.C.B., U.A.N.L.
Velazco Torres, J.J. (1970). Conocimiento de la Herpetofauna del Norte de Nuevo León. Tesis inédita. F.C.B., U.A.N.L.
Contreras Pérez, H. (1974). Contribución al Conocimiento de los Mamíferos del Cerro del Durazno, Villa de García, N.L. México. Tesis inédita. F.C.B., U.A.N.L.

Nombre científico

Nombre común

AMPHIBIA

Bufo valliceps

Sapo de la Costa del Golfo

Scaphiopus couchii

Sapo escavador

REPTILIA

Gerrhonotus liocephalus

Lagartija lagarto de Texas

Coleonix brevis

Geko bandeado

Holbrookia texana

Camaleón de Texas

Phrynosoma cornotum

Lagartija espinosa de Texas

Sceloporus olivaceus

Lagartija del Mezquite

S. grammicus

Lagartija espinosa de hendiduras

S. poinsetti

Lagartija espinosa azul

S. cyanogenis

S. variabilis

S. parvus

S. couchii

Scincella caudaequimal

Scincido

S. lateralis

Scincido

Masticophis taeniatus

Víbora chirrionera rayada

M. flagelum

Leptotyphlops dulcis

Víbora ciega de Texas

Crotalus atrox

Víbora de cascabel

C. lepidus

Víbora de cascabel

Eumeces tetragrammus

Scincido de cuatro líneas

Cnemidophorus gularis

Lagartija cola de látigo

Lepidophyma sylvaticum

Arizona elegans

Víbora glosa

Elaphe guttata

Culebra maicera

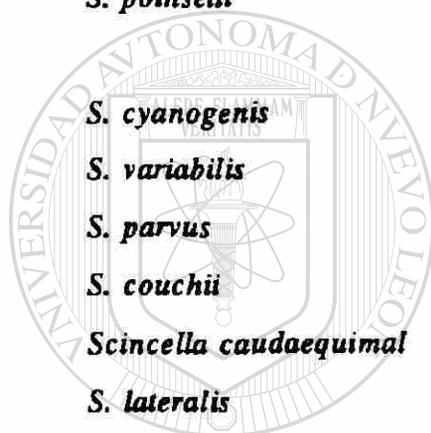
Ficimia olivacea

Hypsiglena torquata

Culebra nocturna

Pituophis melanoleucus

Culebra ratonera



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

AVES

<i>Cathartes aura</i>	Aura común
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla colirufa
<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernícalo
<i>Columba flavirostris</i>	Paloma oscura
<i>Columbina inca</i>	Tortolita
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero pechileonado
<i>Sayornis saya</i>	Mosquero
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita piis
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenalito
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe rey mexicano
<i>Icterus spurius</i>	Calandria carmelita
<i>Icterus graduacaudata</i>	Calandria
<i>Sayornis phoebe</i>	Mosquero fibí
<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo llanero
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuítlacoche café nororiental
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca desértica
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal
<i>Passer domesticus</i>	Gorrion
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla [®]
MAMMALIA	
<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache
<i>Myotis velifer</i>	Murciélago pardo
<i>Plecoyus townsendii</i>	Murciélago orejas de mula
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago canoso
<i>Antrozoz pallidus</i>	Murciélago pálido
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago coludo
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra

<i>Spermophilus mexicanus</i>	Liebre cola negra
<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón patas blancas
<i>Canis latrans</i>	Coyote
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo nariz de cerdo
<i>Ursus americanus</i>	Oso negro
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
<i>Nasua nasua</i>	Coatí

3.6.2 Zonas de reproducción

Las áreas de vegetación nativa representan lugares que la fauna utiliza para en ella cumplir su ciclo biológico, pues a lo largo del proceso evolutivo de las especies animales han logrado una adaptación tanto a las condiciones climáticas como a las referentes al tipo de vegetación en la cual realizan funciones que a cada especie animal le competen, así mismo el sustrato provee zonas donde construir sus madrigueras, donde obtendrán refugio y además representan también, una zona de reproducción, donde en general se efectúan las funciones fisiológicas y ecológicas existiendo un número determinado de hábitats donde éstas se realizan.

3.6.3 Corredores

La zona de estudio se encuentra dentro de la ruta migratoria central.

3.6.4 Especies migratorias

Sólo se han registrado dos especies migratorias para la zona: *Sayornis saya* (Mosquero) y *Falco sparverius* (Halcón cernícalo).

3.6.5 Especies amenazadas, raras, en protección especial o en peligro de extinción²⁵

Reptiles

	STATUS
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	Rara
<i>Coleonyx brevis</i>	Rara
<i>Phrynosoma cornotum</i>	Amenazada
<i>Sceloporus grammicus</i>	Rara
<i>Scincella lateralis</i>	Rara
<i>Crotalus atrox</i>	Protección especial
<i>Crotalus lepidus</i>	Protección especial
<i>Lepidophyma sylvaticum</i>	Rara
<i>Hypsiglena torquata</i>	Rara

Aves

<i>Buteo jamaicensis</i>	Protección especial
<i>Icterus graduacauda</i>	Amenazada

Mamíferos

<i>Ursus americanus</i>	Peligro de extinción
-------------------------	----------------------

3.6.6 Especies de interés comercial

ESPECIE CCION GENERAL USO BIBLIOTECAS

Aves

<i>Columbina inca</i>	Cinegética
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Canora
<i>Icterus spurius</i>	Canora

25

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras, y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su uso y conservación. Secretaría de Desarrollo Social.

<i>Icterus graduacauda</i>	Canora
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Canora
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Canora
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Canora
<i>Callipepla squamata</i>	Cinegética

Mamíferos

<i>Didelphis marsupialis</i>	Cinegética
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Cinegética
<i>Lepus californicus</i>	Cinegética
<i>Spermophilus mexicanus</i>	Cinegética
<i>Canis latrans</i>	Cinegética
<i>Lynx rufus</i>	Cinegética
<i>Odocoileus virginianus</i>	Cinegética
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Cinegética

3.6.7 Especies de interés alimenticio

ESPECIE	NOMBRE COMUN
----------------	---------------------

Mamíferos

<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo castellano
<i>Didelphis virginianus</i>	Tlacuache
<i>Lepus californicus</i>	Liebre
<i>Spermophilus mexicanus</i>	Ardillón
<i>Bassariscus astatus</i>	Cacomixtle
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
<i>Nasua nasua</i>	Coatí

3.6.8 Especies de interés científico y/o valor estético

Las especies con valor estético son principalmente las aves de ornato y canoras como *Icterus spurius* (Calandria carmelita), *Basileuterus rufifrons* (Chipe rey mexicano), *Cardinalis*

cardenalis (Cardenal), *Columbina inca* (Tortolita) y *Passer domesticus* (Gorrión). En cuanto al valor científico, todas las especies tanto animales como vegetales, poseen un valor científico ya que cada una de ellas representa una fuente de conocimientos además de constituir reservas de germoplasma para que los procesos evolutivos y adaptativos que cada una de las especies, así como la del ser humano, se lleven a cabo, prolongando con esto la existencia de la vida y la biodiversidad en el planeta.

3.6.9 Especies de interés cultural para etnias o grupos locales

Sólo se han reportado especies animales que al parecer mantienen el interés de los grupos locales por ser una fuente de alimento e ingresos económicos, como pueden ser los conejos, ardillón y las aves de ornato y canoras, respectivamente.

3.7 VEGETACION

3.7.1 Tipo de vegetación²⁶

En el área de influencia física de la zona industrial se encuentran tres tipos de vegetación:

- **Bosque mixto de *Pinus pseudostrabus* y *Quercus graciliformis*.** Este tipo de vegetación se distribuye discontinuamente a lo largo de las serranías orientales en Nuevo León, presentándose a una altura de 1,500 a 2,800 m s.n.m. sobre suelos de origen calcárico. Este tipo de vegetación presenta sólo como importantes dos tipos de estrato, el superior formado por estas dos especies dominantes y el inferior o herbáceo donde la diversidad de herbáceas compensa la monotonía observada en el estrato superior.

²⁶ Rzedowski, J. (1981). *Vegetación de México*. Limusa, México.

Sánchez, S.O. (1980). *Vegetación del Valle de México*. 6a. ed. Ed. Herrera. México.

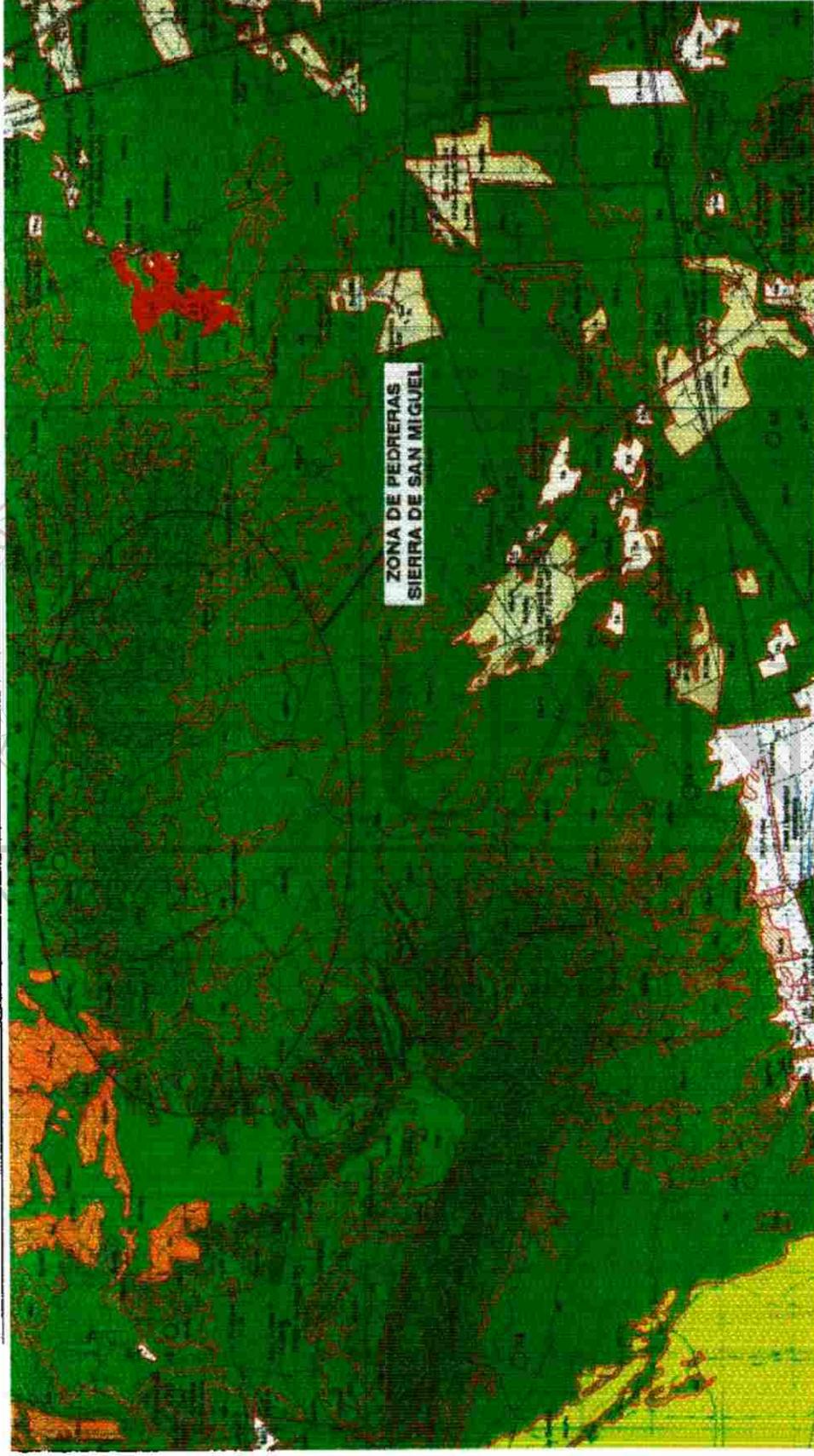


Fig. No.10 Vegetación y uso del Suelo (INEGI: CARTA DE VEGETACION Y USO DEL SUELO G14C15)

- **Matorral Submontano Subinerme.** Este tipo de vegetación se distribuye inmediatamente abajo de la comunidad de Pino-encino, distribuyéndose sobre las laderas y cañones del cerro. Este tipo de vegetación presenta como principales componentes en sus diferentes estratos, plantas consideradas como matorrales por su altura y su forma de crecimiento, así como una gran diversidad de especies de plantas herbáceas como gramíneas, leguminosas que a algunas veces se presentan como enredaderas. También cabe señalar que los componentes de este tipo de vegetación son muy variados, pues se encuentran tanto elementos leñosos, herbáceos, espinosos con espinas laterales o terminales e inermes. La cobertura de los elementos de esta zona puede ser muy abundante llegando incluso a constituir el 100 % del área y sólo aquellas zonas donde el estrato de grandes rocas no permite el crecimiento de plantas, se observan despejadas.
- **Matorral subinerme.** Este tipo de vegetación es muy similar al segundo, pero presenta algunas particularidades como el distribirse en zonas más planas a menor altitud, con suelos más profundos, en los cuales se observa una menor cobertura vegetal, por lo cual aparecen ciertas regiones desnudas del suelo, sobre todo si el terreno es pastoreado.

El denominado como Matorral Submontano Subinerme y el Matorral Subinerme, por Flores et al., Rzedowski (1978) los agrupa dentro del Matorral Xerófilo, vegetación que se encuadra dentro de un clima extremoso en particular durante el día con un promedio anual de variación de temperatura en oscilación diurna de hasta 20 grados centígrados, correspondiendo a los tipos generales de climas BW y BS con numerosas variantes de las cuales en México sólo faltan los tipos de clima frío. Este tipo de vegetación se caracteriza por agrupar los tipos de plantas que se desarrollan con una altura promedio de 15 centímetros a 4 metros, aunque a veces es posible encontrar eminencias aisladas de hasta 10 metros de altura. Las hojas de los matorrales xerófilos perennifolios son a menudo más o menos rígidas, son comunes las hojas compuestas o más o menos divididas, el tamaño del segmento del último orden o de la hoja simple varía entre leptofilia y nanofilia, con espinas laterales y terminales. Algunas veces existen zonas donde convergen

3.7.4 Vegetación arbustiva

Nombre científico

Nombre vulgar

Bahuinia congesta

Caesalpinia mexicana

Mimosa malacophylla

Charasquilla

Rhus sp.

Sapindus sp.

Dalea gregii

Mortonia gregii

Aloysia gratissima

Jazmincillo

Cercidium macrum

Retama

Forestiera angustifolia

Sapinaus saponaria

Jaboncillo

Colubrina gregii

Manzanita

Bernardia myricaefolia

Gochnatia hypolenca

Eysienhardtia polystachya

Palo azul

Pithecellobium pallens

Tenaza

Acacia farnesiana

Chaparro prieto

Acacia berlandieri

Guajillo

Cordia boissieri

Anacahuita

Zanthoxylum fagara

Colima

Acacia wrightii

Uña de gato

Leucophyllum frutescens

Cenizo

Karwinskia humboldtiana

Tullidora

Helietta parviflora

Barreta

Sophora secundiflora

Frijolillo

Dyospyros texana

Chapote

Chrysactinia pinnata

Eupatorium sp.

Acacia sp.

3.7.5 Vegetación herbácea

Nombre científico	Nombre vulgar
-------------------	---------------

Zexmenia hispida

Ruellia sp.

Salvia macrostachya

Salvia

Sida sp.

Setaria sp.

Euphorbia sp.

Lantana macropoda

Notholaena sp.

Polypodium polypodoides

Helecho

Smilax sp.

Capsicum annum

Chile piquín

Iresine sp.

Tillanasia usneoides

Paistle

Croton torreyanus

Salvia

Hedeoma drumondii

Menta

Poliomintha longiflora

Orégano

Gymnosperma glutinosa

Jarilla

Salvia sp.

Solanum sp.

3.7.6 Vegetación xerófita

Nombre científico	Nombre vulgar
-------------------	---------------

Selenicereus spinulosus

Mammillaria melanocentra

Pichilingue

Escobaria tuberculosa

Opuntia sp.

Opuntia leptocaulis

Mammillaria prolifera

Agave Striata

Echinocereus enneacanthus

Agave lechugilla

Yuca sp.

Dasyliirion sp.

Nopal

Tasajillo

Pichilingue

Espadín

Pitaya

Lechuguilla

Palma

Sotol

La distribución de la vegetación se presenta en una forma homogénea. En la zona que corresponde al área de estudio se localizó, en la parte más baja, bosque de encino seguido por una cañada; y en la zona alta, el matorral bajo subinerme.

3.7.7 Vegetación endémica y/o en peligro de extinción²⁷

En la zona del proyecto no se registraron especies en peligro de extinción y la flora endémica reportada son las siguientes:

Mammillaria multiceps

M. melanocentra

Echinocereus dubis

Opuntia pheacantha

O. leptocaulis

Corypantha macromeris

3.7.8 Especies de interés científico, alimenticio y medicinal

Por las propias características de las comunidades, el proceso evolutivo, las adaptaciones

27

Diario Oficial de la Federación. 1984. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre y acuática en peligro de extinción, amenazadas, raras, y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su uso y conservación. Secretaría de Desarrollo Social.

y relaciones que han desarrollado a lo largo de un proceso derivado de las interacciones físico-ecológicas, todas las especies son importantes en el nivel científico considerando que aún la utilidad y la biología de una gran variedad de especies es desconocida.

Las especies de interés alimenticio en la zona son principalmente la Palma (*Yucca sp.*), de la cual es utilizada la flor como recurso alimenticio localmente, además así, algunas especies del género *Opuntia spp.* de las cuales se consumen tallos y fruto, el chile piquín (*Capsicum annum*) tiene gran importancia como alimento, se desarrolla en los cañones del área donde es recolectado su fruto, aunque la capacidad de producción de estas especies en el área es en nivel rústico y sólo se obtienen estos productos mediante la recolección de las estructuras comestibles.

3.7.9 Especies de valor cultural para etnias o grupos locales

Algunas especies vegetales distribuidas en la zona se usan en la medicina tradicional, por lo que son buscadas y aprovechadas como remedios curativos, entre las que podemos mencionar:

Sellaginella

Flor de Peña

Cordia boissieri

Anacahuíta

Nicotina glauca

Gigante

Croton torreyanus

Crotón

Acacia rigidula

Chaparro prieto

Agave sp.

Magüey

Leucophyllum frutescens

Cenizo

Opuntia sp.

Nopal

Ruta graveolens

Ruda

Acacia farnesiana

Chaparro amargoso

3.7.10 Hábitats de gran productividad

Las áreas localizadas en zonas con poca pendiente, se consideran como zonas donde la

productividad del suelo permite el desarrollo de plantas cuya productividad ecológica es suficiente para mantener a los consumidores primarios y secundarios de la zona; sin embargo considerando la productividad económica de las zonas áridas, sólo se obtienen buenos resultados si se consideran las plantas adaptadas a esas condiciones.

Como zonas de alta productividad se relacionan el Bosque de Pino-Encino, aunque en esta área no existen especies comerciales y maderables que permitan una explotación y aunque el uso de muchas especies aún no se ha estudiado a fondo.

3.7.11 Presencia de área natural protegida²⁸

A menos de 8 km hacia el sur del área de estudio, se localiza el Parque Nacional Cumbres, que engloba a la Cd. de Monterrey y que tiene al Norte como límite al Río Pesquería, al Sur y Oeste colinda con la Carretera Nacional No. 85.

En el Parque Nacional Cumbres se encuentran los Cerros de Las Mitras, Topo Chico, Chipinque, el Cañón de la Huasteca, el Cañón de San Juan Bautista, Santa Catarina y La Mielera, así como La Cola de Caballo. Estas formaciones constituyen la cuenca hidrológica más importante que abastece a la Ciudad de Monterrey, además de brindar otros múltiples e importantes servicios ambientales.

Dentro de la formación de la Sierra del Fraile, existe una área natural recreativa denominada "Grutas de García", las cuales se han formado gracias a la filtración de agua y a la disolución de materiales pétreos.

Es importante hacer mención de una iniciativa de crear una área natural protegida en la zona conocida como "Potrero Chico", ubicada en el municipio de Hidalgo, N.L., en la parte

28

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. (1989). Información Básica sobre las Áreas Naturales Protegidas.

central de la Sierra de San Miguel, al norte de las pedreras²⁹. El diagnóstico y la caracterización de la zona, cuya finalidad primordial fue la de conocer el potencial florístico y faunístico, así como el estado natural en que se encontraba, tuvo la finalidad de establecer una área natural protegida que permitiera preservar la riqueza natural y armonizar las actividades del hombre con su medio ecológico.

El documento determinó la necesidad de dar atención inmediata al manto acuífero conocido como "El Nacimiento", principal proveedor de agua para la ciudad de Hidalgo, N.L.; ello debido a la ubicación de una industria dedicada a la extracción de piedra caliza en la parte alta de dicho nacimiento. También recomendó trabajos de reforestación en las áreas erosionadas de dicha zona, mismas que, de acuerdo al informe, presentan erosión severa.

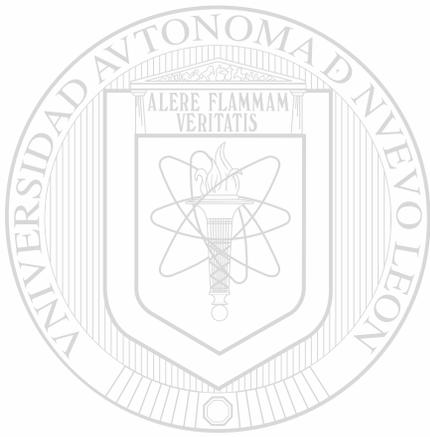
Las acciones generales, propuestas a desarrollar en dicho documento, en beneficio de la zona de estudio fueron:

- a) La reforestación del área erosionada.
- b) La reforestación con especies nativas con el objeto de conservar la biodiversidad.
- c) La construcción de terrazas para su posterior reforestación en las áreas erosionadas con pendientes fuertes.
- d) Se propuso una densidad de plantación para la reforestación de, en promedio, 1300 plantas por hectárea, ya que, de acuerdo a un inventario levantado para el mismo estudio, se calculó dicha densidad de vegetación en la zona.
- e) En el caso del manto conocido como "El Nacimiento", el estudio propuso que fuesen las autoridades correspondientes las encargadas de gestionar el desalojo de la industria pedrera, y proponer su reubicación, de ser posible, fuera de la zona de estudio.

29

Subdelegación Forestal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; Secretaría de Desarrollo Rural de Apodaca, N.L. "Diagnóstico y Caracterización del Área conocida como Potrero Chico, en el Municipio de Hidalgo, N.L."

La entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, por conducto de la Subdelegación Forestal y el Distrito de Desarrollo Rural con sede en Apodaca, N.L., fue la encargada de efectuar el diagnóstico y caracterización de la citada zona. Dicha propuesta no prosperó; y actualmente, la zona es fuertemente explotada por una reconocida industria cementera de la región.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Capítulo 3
CARACTERÍSTICAS NATURALES Y SOCIOECONÓMICAS DE LA ZONA

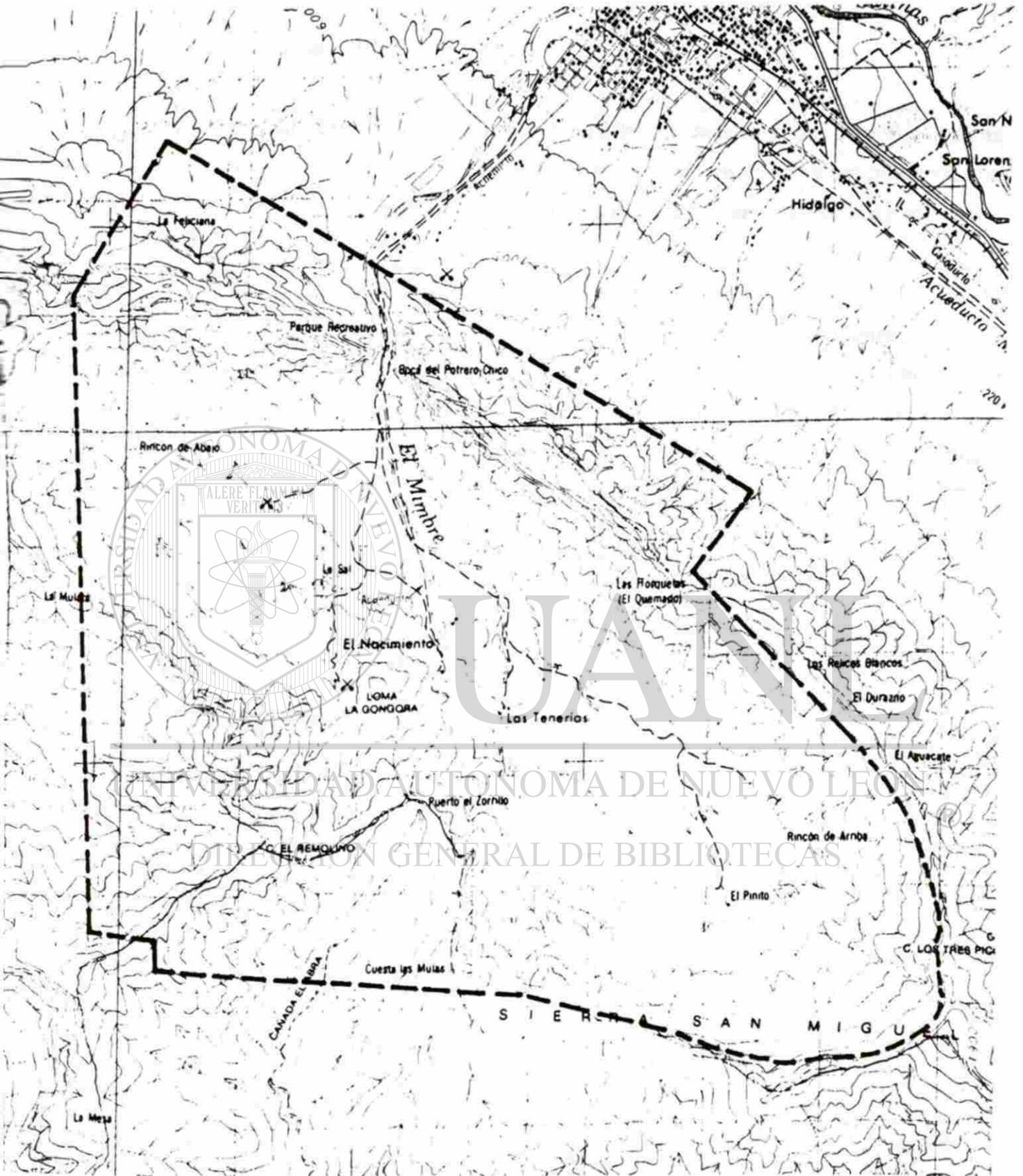


Fig. No.11 Localización de la zona propuesta para Area Natural Protegida en Potrero Chico, Hidalgo, N.L. (INEGI: CARTA TOPOGRAFICA G14C15)

3.8 RASGOS SOCIOECONÓMICOS

3.8.1 Población

El área de mayor influencia de la zona industrial procesadora de piedra caliza es precisamente la relativa al medio económico y social, ya que la actividad presenta una relación benéfica en este sentido, fomentando las actividades económicas locales y regionales.

De hecho, la región que corresponde al Área Metropolitana de Monterrey (AMM), geográficamente localizada en la porción media del Estado, hacia el occidente, se encuentra conformada por los municipios sobre los que influye directamente la zona de estudio, social y económicamente hablando. Dichos municipios de la zona conurbada son: Apodaca, Garza García, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza, Santa Catarina y García.

Pero, además, el efecto socioeconómico del área de estudio trasciende más allá de esta zona metropolitana, motivo por lo cual una área de influencia de mayor representatividad en este aspecto, además del Área Metropolitana de Monterrey, sería la Sexta Región³⁰ llamada también **Zona de Influencia**, debido a que los municipios que la forman están cercanos al AMM, y tienen una alta dependencia económica de dicha área. Esta zona se encuentra integrada por 14 municipios que son: Abasolo, El Carmen, Cadereyta Jiménez, Ciénega de Flores, Dr. González, Gral. Zuazua, Hidalgo, Higuera, Juárez, Marín, Pesquería, Salinas Victoria y Santiago. Esta región 6 circunda el AMM, a excepción de la porción occidental de dicha área que colinda con Coahuila. Esta forma de localización no permite destacar un municipio central o preponderante, puesto que todos estos municipios tienen como vértice la Cd. de Monterrey. De hecho, a estos municipios se les ha considerado como ciudades dormitorio.

ANUARIO ESTADÍSTICO DE NUEVO LEÓN (INEGI) 1984 Y 1986.

Por otra parte, la evolución de la población del AMM, de acuerdo a los censos de 1960 a 1990, es la siguiente :

**EVOLUCION DE LA POBLACION
 AREA METROPOLITANA DE MONTERREY**

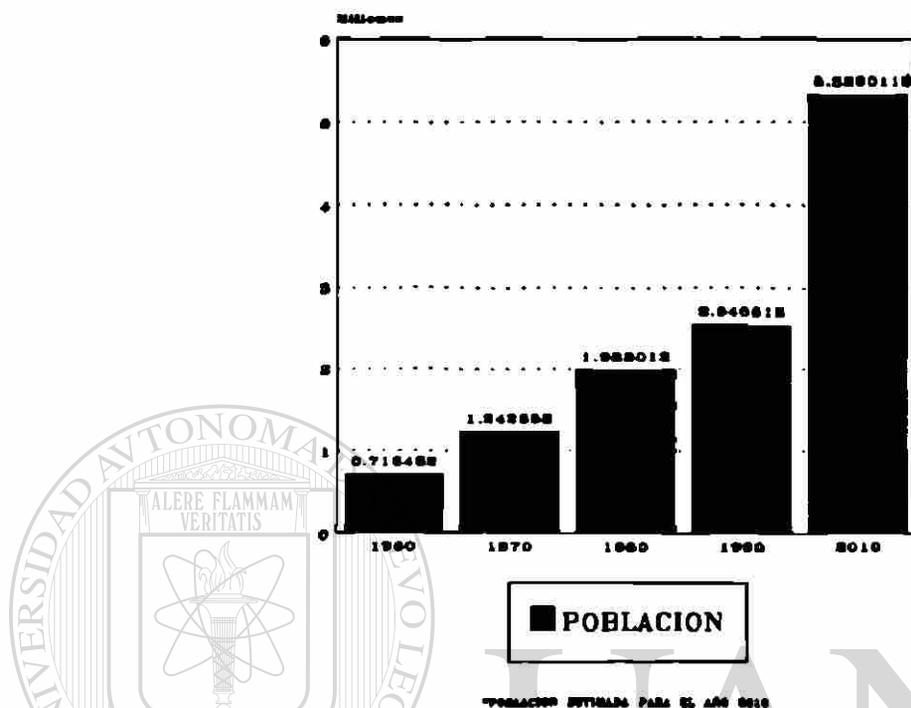


Fig. No.12

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Tabla No.14

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
 Evolución de la población en el AMM
 1960 a 1990

CENSO DE POBLACION	NUMERO DE HABITANTES	TOTAL ESTATAL	% RESPECTO DEL TOTAL ESTATAL
1960	716,482	1,078,848	66.41 %
1970	1,242,558	1,694,689	73.32 %
1980	1,988,012	2,513,044	79.10 %
1990	2,545,513	3,098,736	82.14 %
1995	2,988,081	3,550,114	84.16 %

En la década de los 60's, el AMM concentraba el 66.44 % de la población del Estado; ya en la década de 1970, este porcentaje ascendía a 73.3 % .

La población sigue creciendo a pasos acelerados y en los 80's dicho porcentaje se incrementa al 82.14 % , lo cual hace resaltar la importancia del crecimiento de la capital del Estado y su área metropolitana la cual contaba, en Marzo de 1990, con 2,545,513 habitantes de acuerdo a los resultados definitivos del XI Censo General de Población y Vivienda, 1990; y para 1995, la población en el AMM alcanzó la cifra de 2,988,081 habitantes y se estima que el año 2,010, de acuerdo al Plan Director de Desarrollo Urbano del Area Metropolitana de Monterrey, se tendrá una población de 5,339,011 habitantes en el área metropolitana de Monterrey.

3.8.1.1 Población económicamente activa

El desarrollo de la Cd. de Monterrey se asentó en diversos factores económicos e históricos que lo pusieron a la vanguardia de la economía nacional.

Los datos censales muestran que la población que participa en la actividad económica (PEA) aumentó de 245,257 en 1960 a 637,501 en 1980, expresando la importancia económica del Area Metropolitana de Monterrey. Al año de 1990, la PEA (Población Económicamente Activa) del AMM asciende a 877,597 la que representa el 84.62 % de la PEA del total estatal.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla No.15

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR MUNICIPIOS DEL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY		
MUNICIPIO	POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA)	
	TOTAL	% DEL TOTAL ESTATAL
MONTERREY	371, 416	35.82
SAN NICOLAS DE LOS GARZA	147,410	14.21
APODACA	37,489	3.61
GARCIA	4,148	0.40
GARZA GARCIA	41,248	3.98
ESCOBEDO	31,059	3.00
GUADALUPE	181,602	17.51
SANTA CATARINA	54,515	5.25
JUAREZ	8,710	0.84

Tabla No.16
 Area metropolitana de Monterrey
 Población Económicamente Activa

AÑO	POBLACION TOTAL	PEA	PEA POR SECTORES		
			PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO
1980	1,988,012	637,501	8,051	227,735	249,628
1990	2,545,513	877,597	8,175	354,818	463,295
2000	4,103,271	1,322,655	3,777	619,978	698,900
2010	5,339,011	1,725,837	1,971	798,862	925,004

La Población Económicamente Activa (PEA) en el AMM representa casi el 40 % de los habitantes de 12 años y más. De ésta, sólo un 2.6 % estaba desocupada en Marzo de 1990.

3.8.2 EMPLEO

La población ocupada en el Área Metropolitana de Monterrey en 1990 asciende a 854,746 habitantes.

Tabla No.17
Empleo por rama de actividad en el AMM

OCUPACION PRINCIPAL	CANTIDAD	% RESPECTO DE LA POBLACION OCUPADA
Profesionales	34,408	4.02
Técnicos	36,362	4.25
Trabajadores de la educación	31,732	3.71
Trabajadores del arte	8,234	0.96
Funcionarios y directivos	36,996	4.32
Trabajadores agropecuarios	6,066	0.71
Inspectores y supervisores	29,792	3.48
Artesanos y obreros	155,385	18.18
Operadores de maquinaria fija	75,537	8.84
Ayudantes y similares	55,094	6.44
Operadores de transporte	47,713	5.58
Oficinistas	115,493	13.51
Comerciantes y dependientes	88,613	10.37
Trabajadores ambulantes	18,697	2.19
Trabajadores en servicios públicos	45,124	5.28
Trabajadores domésticos	31,246	3.65
Protección y vigilancia	22,380	2.61
No especificado	15,879	1.86

La población ocupada en el AMM en los principales sectores de actividad se resume en el siguiente cuadro :

Tabla No.18

SECTOR DE ACTIVIDAD	NUMERO	% CON RESPECTO DE LA POBLACION OCUPADA
Agricultura, ganadería, caza y pesca	8,175	0.96
Minería	1,401	0.16
Extracción de petróleo y gas	2,247	0.26
Industria manufacturera	273,148	31.96
Electricidad y agua	6,264	0.73
Construcción	76,763	8.98

De acuerdo a las estadísticas económicas, la población económicamente activa en el AMM asciende a 877,633 personas, de las cuales 854,746 se encuentran ocupadas ya sea en el sector primario (0.96%), en el sector secundario (42.25%), o en el sector terciario (53.50 %).

La población ocupada corresponde al 97.39% de la población económicamente activa, siendo el 2.61 % la población desocupada.

3.8.3 SERVICIOS

3.8.3.1 Medios de comunicación

VIAS DE ACCESO

En general, el estado de Nuevo León puede confirmarse como una entidad bien comunicada tanto al interior como al exterior, se enlaza directamente por carretera con todos los puntos de importancia de la República, y todas las cabeceras municipales del estado están comunicadas por este medio.

Los ejes carreteros troncales son :

La carretera federal No. 85 (México - Nuevo Laredo) que cruza el estado de sureste a Norte, conectando las poblaciones de Monterrey, Linares, Montemorelos, Allende y Sabinas Hidalgo con las del centro y sur de Tamaulipas (Victoria, Mante y Tampico) y de ahí con todo el sureste y el Golfo de México. Hacia el Norte comunica con Nuevo Laredo Tamaulipas, y con los Estados Unidos.

La carretera Federal No. 40 (Matamoros - Mazatlán) cruza la entidad de este a oeste por su parte media. Comunica a Monterrey, Cadereyta y China con Reynosa y Matamoros en Tamaulipas, y con los Estados Unidos.

Monterrey se une a la capital coahuilense por una autopista de cuatro carriles, y de esta población, hacia el centro, norte y noroeste de la República.

Una vía de comunicación de suma importancia para el AMM, es el Nuevo Anillo Periférico, que básicamente rodea toda la ciudad, y a su vez entronca las principales vialidades de la misma enlazándolas con las carreteras mencionadas anteriormente.

Cabe mencionar en este aspecto, que la zona de estudio tiene una excelente ubicación geográfica que lo enlaza rápidamente a estas vías de comunicación.

EL SERVICIO TELEFÓNICO

En 1988 el Estado contaba con 108 localidades con servicio telefónico, así como 139,991 km de longitud de línea telefónica simple, concentrándose más del 80 % de la infraestructura de dicho servicio en el AMM, contándose con 15 centrales automáticas con más de 200,000 líneas. Actualmente TELMEX ha incrementado considerablemente el servicio telefónico en la zona y en la segunda mitad de 1990 arrancó en Monterrey el servicio de telefonía celular, incrementando así este servicio de comunicación.

EL CORREO, EL TELEGRAFO Y EL TELEX

En lo que respecta a telégrafos y correos, en 1988 el AMM contaba con 1,196 kilómetros de longitud de línea telegráfica y 37 oficinas daban este servicio, se contaba además con 34 oficinas administrativas y 25 sucursales de correo.

Telégrafos Nacionales ofrece también otro servicio, como el Telefax 2, Giramex, Fonotelegrafía y Autotelegrafía.

El servicio de Télex se proporciona mediante una central que tiene una capacidad de 4 mil 32 líneas instaladas y cuentan con este servicio 12 poblaciones nuevoleonesas.

Existen dos sistemas públicos de teleinformática, que enlaza 4 ciudades y 80 usuarios.

LA RADIO Y LA TELEVISION

En el estado de Nuevo León existen 46 estaciones de radiodifusoras, 7 estaciones de televisión y dos compañías de televisión por cable.

Por otra parte, se calcula que en el AMM se encuentran instaladas 25 mil antenas parabólicas, lo que la convierte en una de las ciudades líderes en este renglón.

LOS PERIODICOS

En este aspecto, la ciudad de Monterrey puede presumir de ser una de las ciudades de México que mejor y oportunamente se encuentran informadas, gracias a periódicos como "El Norte", "El Porvenir", "El Diario", y el "ABC", el "Extra", el "Metro", "El Sol" y "El Regio".

3.8.3.2 Medios de transporte

COMUNICACION POR VIA TERRESTRE

La localidad es punto de cruce del ferrocarril y está comunicada con la Cd. de México por las vías de Cd. Victoria y Saltillo; además hay vías a Reynosa, Tampico, Nuevo Laredo y Torreón. Existen 90 Km. de vías férreas dentro de la ciudad, una estación de pasajeros y de carga con talleres para reparación y mantenimiento.

El transporte de carga registrado en el AMM en 1986 fue de 139 466 vehículos, sin contar los camiones de carga foráneos. La mayoría tiene sus terminales dispersas en la localidad. Existe una central de carga que da servicio a una parte de los vehículos registrados.

El transporte interurbano foráneo de pasajeros cuenta con una central de autobuses localizada en el centro del área metropolitana con 25 líneas de transporte y 81 rutas.

El transporte urbano de pasajeros es proporcionado por más de 2 500 vehículos, en los que se incluyen camiones y minibuses. En total operan 107 rutas; existen 72 terminales de camiones urbanos, y se moviliza un promedio de 1.5 millones de personas diariamente.

En cuanto al transporte público urbano, se realiza principalmente por autobuses y, en una pequeña proporción por peseras. Actualmente el Sistema está estructurado por 127 rutas, con un total de 3,300 unidades registradas en servicio, de las cuales se estima que sólo 2,800 se encuentran realmente en circulación.

Asimismo, se cuenta con dos líneas del sistema de transporte llamado "Metro", una de las cuales es de tipo subterránea y que, debido a su corta edad de operación, aún no es muy solicitada por los usuarios regiomontanos.

TRANSPORTE AEREO

La zona conurbada de Monterrey cuenta con dos aeropuertos, El Aeropuerto Internacional "General Mariano Escobedo" en el municipio de Apodaca y, el Aeropuerto del Norte, en el municipio de Salinas Victoria, usado principalmente para vuelos particulares.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

3.8.3.3 Servicios públicos

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

AGUA POTABLE

Las fuentes de abastecimiento que suministran agua potable al AMM están localizadas en: Santa Catarina, Mina, La Estanzuela, Pozos Monterrey, Túnel de San Francisco, Túnel de Cola de Caballo, Presa La Boca, Presa Cerro Prieto y Presa El Cuchillo. La producción total de estas fuentes varía entre 7,100 y 9,000 lts/seg, siendo la actual de 8,500 lts/seg equivalente a 734,000 m³/día. El consumo del vital líquido por parte de la población, proporciona datos para determinar que el consumo promedio de agua es de 200 lts/hab/día.

El 94% de la población cuenta con servicio de agua potable restringido con un promedio de 10 hrs. diarias; el resto de la población carece del mismo porque no cuentan con redes de distribución en sus colonias satisfaciéndose del servicio mediante camiones "cisterna". En suma, la demanda total de agua potable es de 11,500 lts/seg., teniéndose un déficit de 26%; la capacidad de conducción de los acueductos es hasta 18.8 m³ y se cuenta con 55 tanques de almacenamiento con una capacidad de 987,000 m³.

Las tomas domiciliarias para el servicio de agua potable en el AMM según municipio a diciembre del año de 1991, se muestran en la siguiente tabla :

Tabla No.19

Municipio	Total	Domésticos	Comerciales	Industriales
Apodaca	19,589	19,518	70	1
García	94	-	-	94
Garza García	23,562	21,964	1,569	29
Escobedo	10,442	10,233	125	84
Guadalupe	102,396	98,937	3,351	108
Juárez	1,900	1,897	-	3
Monterrey	245,248	223,382	21,060	806
San Nicolás de los Garza	91,940	88,305	3,455	180
Santa Catarina	36,023	35,042	892	89
Area Metropolitana de Monterrey	531,194	499,278 (93.99%)	30,522 (5.76%)	1,394 (0.26%)

LA ELECTRICIDAD

El 97% de la población metropolitana cuenta con este servicio, y se consume un promedio anual de 2 040 KWH por consumidor doméstico. (El AMM consume cerca del 8% de la energía total distribuida en el país).

Se cuenta con 7 plantas generadoras ubicadas en los municipios de Apodaca (2), Monterrey (4) y Garza García (1), produciendo en conjunto 1 060 KVA. El consumo de

energía del AMM no es generado en su totalidad dentro de la misma. Mediante el Sistema Interconectado Nacional, puede recibir energía del Río Bravo y Altamira Tamaulipas, así como de Río Escondido y Torreón Coahuila.

Existen 21 Sub-estaciones para alimentar la red de distribución con 1 355 MVA'S de capacidad instalada y 4 para uso particular de industrias.

Del consumo medio anual de energía estimado para el AMM, 73.5% corresponde a la industria, 18% al uso residencial, y el 7.8% restante se distribuye entre comercio, alumbrado y otros servicios.

En la actualidad, casi la totalidad de la población del AMM está servida con energía eléctrica, siendo aproximadamente 2,040 KWH el consumo medio anual por consumo doméstico.

EL SERVICIO DE GAS NATURAL

En el año de 1986, el consumo fue de 170 millones de m³ mensuales en promedio: la industria consumió el 83%, la vivienda el 12% y el comercio y otros servicios el 5% restante. La CFE recibe gas natural de PEMEX a través de cuatro estaciones de suministro, a una presión aproximada de 7.0 Kg/cm², para la distribución y venta en alta y baja presión, atendiendo uso doméstico y comercial.

En lo referente a la cobertura, en este mismo año el 46.8% del total de consumidores de energía eléctrica tiene servicio de gas natural, siendo aproximadamente de 1 463 m³ el consumo medio anual por usuario doméstico. Cabe destacar que la infraestructura de Gas Natural no ha tenido un crecimiento paralelo al desarrollo urbano, por lo que cada vez más aumentan las zonas que adolecen de dicho servicio.

EL DRENAJE SANITARIO

La población metropolitana que cuenta con redes de drenaje sanitario, produjo en 1986, un volumen estimado de aguas negras de 5,000 lts/seg. De este volumen, 2,000 lts/seg se emplearon sin tratamiento previo en riego agrícola de las áreas del norte y noreste del

centro de la población; 1,800 lts/seg fueron tratados en 9 plantas de tratamiento (principalmente del sector privado) para ser reutilizadas en procesos industriales (1,740 lts/seg) y una mínima parte en riego de jardines (60 lts); 1,200 lts/seg fueron arrojados sin tratamiento de ninguna especie a los ríos y arroyos que cruzan al centro de la población: Pesquería, Santa Catarina, La Silla, Talavera, etc., lo cual causa perjuicios a las poblaciones que se localizan aguas abajo.

Actualmente 82 de cada 100 viviendas cuentan con servicio de drenaje, y además tanto para aguas residuales domésticas como industriales, Agua y Drenaje de Monterrey pondrá en funcionamiento un plan de saneamiento, en el cual se contará primeramente con tres plantas de tratamiento para el AMM.

EL DRENAJE PLUVIAL

En cuanto al drenaje pluvial, la estructura existente en la ciudad es insuficiente, provocándose inundaciones en las zonas bajas, se estima que con la habilitación de nuevas áreas se continuará con la obstaculización de cauces y con la reticencia para instalar un servicio de uso, eventual pero necesario.

Los principales emisores y colectores pluviales tienen una longitud de 42,410 metros, con secciones circulares, de herradura, de túnel y pentagonales, con diámetros que van desde 0.76 a 4.00 m, alturas hasta 3.50 m y coronas hasta de 20 m. Estos emisores drenan una superficie cercana a las 9,000 hectáreas.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

EL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS

El AMM produce actualmente entre 3 000 y 3 500 toneladas de basura diaria (considerando una producción promedio per cápita de 1 Kg/día), de esta cantidad, se estima que sólo se recogen 2 100 toneladas. La mayor parte de la basura que se recoge en el AMM, se dispone en el Relleno Sanitario de SIMEPRODE que funciona con los mejores sistemas en el manejo y disposición de residuos domésticos existentes en la zona.

A su vez, existen otras áreas de suelo utilizadas como tiraderos de basura "clandestinos", dichos tiraderos se localizan entre otros: en Apodaca y García; en terrenos ejidales en

Santa Catarina; en terreno colindante con el arroyo La Talavera; en un arroyo que baja de la Sierra Mitras, a 800 mts al noroeste del Panteón San José por la Av. Lincoln; a lo largo de aproximadamente 2 km sobre el cauce del arroyo El Obispo, comenzando a la altura de "La Puerta de Monterrey" en dirección natural de la corriente hacia el AMM.

3.8.3.4 Centros educativos

Los habitantes de Nuevo León siempre se ha preocupado por contar con el mejor sistema educativo posible. El área metropolitana de Monterrey cuenta con servicio en todos los niveles educativos, dando atención entre el sector público y particular al 98 % del nivel básico, 27 % del nivel medio superior, y al 34 % del nivel superior. En total, la cobertura de educación alcanza al 68 % de la población estudiantil potencial.

En la actualidad el sistema educativo Nuevo León está integrado por más de un millón de alumnos, que son atendidos por cerca de 47 mil maestros en alrededor de 4 mil 500 escuelas. La mayor parte de la infraestructura educativa se encuentra concentrada en el AMM.

El índice de analfabetismo en la entidad es de los más bajos en el país, con un 4.3 % mientras que el nacional alcanza el 8.1 % .

En cuanto al grado de escolaridad, en Nuevo León es de 7.7 grados, siendo el promedio de la República Mexicana 6.2 grados de escolaridad, mientras que en la eficiencia terminal, en el nivel de primaria se ha logrado el 73.2 % y en secundaria el 82.1 % siendo este último el más alto del país.

En lo que respecta a la educación profesional media, en el Estado de Nuevo León funcionan 173 escuelas de este nivel, la mayor parte de ellas, 134, son particulares.

En Nuevo León operan 166 escuelas de nivel medio superior, en las cuales estudian alrededor de 60 mil alumnos, además hay 11 instituciones de rango universitario, entre las cuales destacan: La Universidad Autónoma de Nuevo León, el Instituto Tecnológico y de

Estudios Superiores de Monterrey, la Universidad de Monterrey, la Universidad Regiomontana, y otras de menor matrícula.

3.8.3.5 Centros de salud

El sector público (IMSS, ISSSTE, ISSSTELEON, ISSSFAM) atiende a la población del AMM mediante 37 clínicas, 5 clínicas hospital, 7 hospitales generales y 6 hospitales de especialidades con cerca de 2,500 camas censables.

El sector privado por su parte da servicio con 17 clínicas, 14 clínicas hospital, 8 hospitales generales y un hospital de especialidades.

Tabla No.20
Derecho habientes del Instituto Mexicano
del Seguro Social según tipo de afiliación por municipio (AMM)

Municipio	Derechohabientes permanentes y eventuales		Asegurados permanentes y eventuales		Asegurados permanentes		Asegurados eventuales	
	1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985
Apodaca	37,888	44,219	9,871	11,462	7,509	8,281	2,362	3,181
Garza García	40,989	47,438	10,663	12,246	10,663	12,246	-	-
Escobedo	31,505	29,872	8,079	7,650	3,306	3,536	4,773	4,114
Guadalupe	78,932	86,127	20,591	22,184	20,591	22,184	-	-
Monterrey	1,431,108	1,538,231	348,073	296,810	309,018	296,810	51,263	65,055
San Nicolás	175,814	191,962	46,582	50,312	46,582	50,312	-	-
Sta. Catarina	50,396	66,406	12,947	17,012	12,947	13,362	-	3,650
García	27,770	30,843	7,111	7,895	6,773	7,576	338	34
Juárez	5,819	6,684	1,492	1,710	1,382	1,484	110	226
Area Metropolitana de Monterrey	1,880,221	2,041,782	465,409	504,544	406,563	427,999	58,846	76,260

El área metropolitana también se encuentra atendida por unidades médicas de la Secretaría Estatal de Salud, que en Diciembre de 1985 contaba con :

Tabla No.21

MUNICIPIO	TIPO
Apodaca	8 C.S.C. Tipo I 1 C.S.C. Tipo II Centro de Salud C
Garza García	2 Casas de Salud 2 Casas de Salud y C.S.C. Tipo I 1 Casa de Salud y C.S.C. Tipo II 1 Centro de Salud B y Clínica Maternidad
Escobedo	4 C.S.C. Tipo I 1 C.S.C. Tipo II 1 Centro de Salud B
Guadalupe	27 C.S.C. Tipo I 3 C.S.C. Tipo II 1 Centro de Salud A
Monterrey	19 C.S.C. Tipo I 12 C.S.C. Tipo II 4 C.S.C. Tipo III 4 Centro de Salud A 1 Centro de Salud B 1 Consultorio Suburbano 1 Hospital Infantil
San Nicolás de los Garza	5 C.S.C. Tipo I 4 C.S.C. Tipo II 1 C.S.C. Tipo III 1 Consultorio Suburbano
Garza	1 Centro de Salud C
Juárez	1 Centro de Salud C

NOTA :

C.S.C. Centro de Salud Comunitario que presentan servicios de consulta externa general, integrado por módulos de 1 médico, una enfermera, un promotor :

- I. 1 módulo de trabajo
- II. 2 a 4 módulos de trabajo
- III. 4 a 6 módulos de trabajo

Centro de Salud A : cuentan con médicos generales y especialistas, laboratorios de análisis clínicos y rayos X, farmacias y servicios odontológicos.

Centro de Salud B : cuentan con médicos generales, laboratorio de rayos X y algunas camas para atender partos.

3.8.3.6 La Vivienda

En el AMM, la cantidad de vivienda, con un crecimiento paralelo con la población misma, ha dado una constante ocupacional de 5.7 habitantes por vivienda, con una densidad bruta de 70 habitantes por hectárea, y una neta de 106 habitantes por hectárea.

La necesidad sentida de la población ha venido siendo la de contar con una vivienda unifamiliar con el terreno respectivo, y continuará tal preferencia, por lo que se estima que la densidad bruta de población no variará, aunque aumentará la densidad neta ante la progresiva disminución de las dimensiones de los lotes de terreno dedicados a vivienda.

Por otra parte, basados en los datos censales de 1990, se observa que el porcentaje de viviendas con uno y dos cuartos, representa sólo la quinta parte del total de viviendas del AMM, mientras que las viviendas con tres y más cuartos ocupan más de las tres cuartas partes con un porcentaje de 78.2%. Lo anterior indica mejores condiciones de vivienda en la entidad.

En este sentido, en el AMM se observa un aumento sustancial en la proporción de viviendas construidas con ladrillo y block de concreto, porcentaje que asciende a 89% en 1990 frente a un 60.4% y 77.8% en 1970 y 1980, respectivamente. Lo cual significa que casi nueve de cada diez viviendas cuenta con estos materiales. Por el contrario la madera, adobe y otros materiales ligeros muestran una tendencia a disminuir.

Los materiales más utilizados en los techos de las viviendas son: la losa de concreto y el ladrillo (72.9%). En consecuencia, se ha reducido el uso de materiales como lámina (17.9%), así como de aquellos otros materiales de menor calidad.

Los datos censales del XI Censo General de Población y Vivienda 1990, nos muestran las características de la vivienda en el AMM.

Tabla No.22

VIVIENDAS POR MUNICIPIO			
TOTAL Y DENSIDAD POR VIVIENDA			
MUNICIPIO	Total de viviendas habitadas	Viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes por vivienda particular
Apodaca	24,198	24,194	4.76
García	2,628	2,626	4.99
Escobedo	20,092	20,092	4.88
Guadalupe	106,929	106,921	5.00
Juárez	5,777	5,777	4.84
Monterrey	224,117	224,012	4.75
San Nicolás	91,298	91,288	4.78
Santa Catarina	33,228	33,224	4.93
Garza García	23,439	23,429	4.80
AMM	531,706	531,563	4.85

Tabla No.23

MATERIAL PREDOMINANTE Y DISPONIBILIDAD DE AGUA ENTUBADA	PORCENTAJE
PISOS :	
TIERRA	4.05
CEMENTO O FIRME	48.22
MADERA, MOSAICO U OTROS RECUBRIMIENTOS	47.24
PISO NO ESPECIFICADO	0.49
TECHOS :	
LAMINA DE CARTON	3.99
PALMA, TEJAMANIL O MADERA	0.59
LAMINA DE ASBESTO O METALICA	13.49
TEJA	0.11
LOSA DE CONCRETO O LADRILLO	80.12
OTROS MATERIALES	1.18
NO ESPECIFICADO	0.51
PAREDES :	
LAMINA DE CARTON	0.70
CARRIZO, BAMBU O PALMA	0.01
EMBARRO O BAJAREQUE	0.05
MADERA	3.63
LAMINA DE ASBESTO O METALICA	0.51
ADOBE	0.37
LADRILLO, BLOQUE, PIEDRA O CEMENTO	93.97
OTROS MATERIALES	0.51
NO ESPECIFICADO	0.44
AGUA ENTUBADA :	
DISPONEN DE AGUA ENTUBADA	96.21
DENTRO DE LA VIVIENDA	80.23
FUERA DE LA VIVIENDA PERO DENTRO DEL TERRENO	10.99
DE LLAVE PUBLICA O HIDRANTE	5.55
NO DISPONE DE AGUA ENTUBADA	2.79
NO ESPECIFICADO	0.42

Tabla No.24

DISPONIBILIDAD DE DRENAJE, COCINA Y COMBUSTIBLE; TENENCIA	PORCENTAJE
DRENAJE :	
TOTAL QUE DISPONEN DE DRENAJE	88.29
-CONECTADO A LA CALLE	83.14
-CONECTADO A FOSA	4.68
-CONECTADO A SUELO, RIO, LAGO	0.47
NO DISPONEN DE DRENAJE	10.96
NO ESPECIFICADO	0.74
ENERGIA ELECTRICA	
-DISPONEN DE ENERGIA ELECTRICA	98.52
-NO DISPONEN DE ENERGIA ELECTRICA	1.48
TENENCIA :	
PROPIA	82.82
RENTADA	12.01
EN OTRA SITUACION	4.68
NO ESPECIFICADO	0.48
USO DE LA COCINA :	
DISPONEN DE COCINA	95.92
-CON COCINA EXCLUSIVA	81.90
-CON COCINA DORMITORIO	9.52
-NO ESPECIFICADO	4.50
NO DISPONE DE COCINA	3.59
NO ESPECIFICADO	0.48
COMBUSTIBLE :	
LEÑA O CARBON	0.80
GAS	97.38
PETROLEO	0.95
ELECTRICIDAD	0.17
NO ESPECIFICADO	0.69

a la ciudad.

El más importante espacio natural es el Parque Nacional Cumbres de Monterrey; el emblema particular de la ciudad; es el Cerro de la Silla en Guadalupe; la Sierra Madre Oriental en Monterrey, San Pedro y Santa Catarina.

Existen parajes de gran belleza como el Cañón de la Huasteca, la Meseta de Chipinque en las zonas boscosas de la Sierra Madre Oriental, el Parque "La Pastora" y las laderas de los ríos Santa Catarina y La Silla.

RECREACION Y DEPORTES

En la zona conurbada de Monterrey se cuenta con 206 hectáreas de parques urbanos, además de los Parques "La Pastora", "Niños Héroes" y "Fundidora" en cuyas instalaciones se pueden realizar diversos eventos, así mismo, se tienen aproximadamente 30 Has. para ferias o circos; alrededor de 900 Has. de un parque natural en la Sierra Madre (La Estanzuela) y, el Parque Natural Chipinque.

Similarmente, contribuyen a las actividades de esparcimiento de los regiomontanos, alrededor de 20 edificaciones para espectáculos deportivos, al igual que los diversos campos y unidades deportivas municipales, en donde por su magnificencia destaca la Unidad Deportiva del Río Santa Catarina, ubicada a lo largo del lecho del río del mismo nombre, desde el municipio de San Pedro Garza García, hasta el de Monterrey inclusive.

De igual manera, en este aspecto recreativo, el AMM cuenta, distribuida en toda su zona, con aproximadamente 80 cines y otras tantas instalaciones para diferentes espectáculos.

3.8.4 La economía de la región

La zona de influencia del proyecto es indiscutidamente dominada por una economía de mercado. La importancia económica del AMM es evidente: estadísticas oficiales revelan que el Estado de Nuevo León ocupa el tercer lugar nacional (después del D.F. y Jalisco) por su aporte al Producto Interno Bruto (PIB).

Un 37 % del PIB estatal es generado por las manufacturas que, a su vez concentran el 97 % de sus establecimientos en el AMM.

3.8.5 Actividades productivas

En el Área Metropolitana de Monterrey se concentra el 81.7% de la población del Estado, y es el tercer conglomerado urbano en importancia numérica en el país; Monterrey es la ciudad de mayor importancia, no sólo de esta área, sino de todo el Estado, ya que aquí se concentran los poderes del gobierno, la actividad industrial, comercial, de servicios y cultural del Estado.

La actividad predominante en el AMM es constituida por el sector manufacturero, ya que su producción abastece gran parte de la demanda nacional, en varios renglones o artículos e, incluso, parte de la producción es de exportación.

El comercio es también de mucha importancia por su influencia interestatal, de acuerdo con el Plan Director del AMM, en la zona existen 47 tiendas y centros comerciales mayores de 5 000 m² de construcción: 23 del sector público y 24 del sector privado.

Por otra parte, más de la mitad de la población ocupada está empleada en sector terciario o de servicios, otra parte está empleada en el sector secundario o industrial, y una mínima parte de la población se dedica a actividades relacionadas con el sector primario.

Un alto porcentaje de mujeres (69.9%) labora en el sector terciario, en tanto que los sectores secundario y terciario absorben de mano de obra masculina 45.6% y 43.6%, respectivamente.

En la entidad, la población trabajadora se ocupa principalmente como artesanos u obreros, oficinistas, comerciantes y dependientes. El personal masculino predomina en prácticamente todas las ocupaciones, con excepción de los trabajadores de la educación, oficinistas y trabajadores domésticos, en donde la mayor proporción la absorbe la población femenina.

capital del país. En cuanto a la periferia del área metropolitana de Monterrey, y los municipios subrurales, que forman parte de la zona de influencia de la misma, se deduce lo siguiente :

AGRICULTURA

En los municipios que quedan dentro de la Provincia de Llanura Costera del Golfo Norte, tales como: Apodaca, Cadereyta, Juárez, El Carmen, Ciénega de Flores, Pesquería, una mínima parte de Escobedo y San Nicolás y parte de Allende, el potencial agrícola que se ofrece es interesante, ya que en casi todos los sistemas de topografías se dan condiciones aptas para el cultivo. Sin embargo existen diversas causas de restricción, tales como pendientes irregulares y suelos someros. En muchos terrenos, puede llevarse a cabo la agricultura de riego o estacional de temporal, ambas con labranza mecanizada. Por otra parte, en la misma zona hay terrenos en los que sólo se puede desarrollar una agricultura de temporal con labranza manual, ya que presentan limitaciones de moderadas a fuertes, tanto para el desarrollo de los cultivos, como para la labranza y la aplicación de riego. En general, el área de estudio no se caracteriza por su actividad agrícola. Las zonas de riego se localizan principalmente en las franjas del río San Juan y corresponden a pequeñas superficies. Todas las áreas de cultivo aledañas al AMM quedan alejadas de la zona de estudio.

GANADERIA

En los municipios influenciados, existen limitaciones de moderadas a fuertes, principalmente por tratarse de terrenos con una vegetación pobre en especies forrajeras, limitando las praderas cultivadas y el desarrollo de las mismas especies forrajeras. Sin embargo, cercano a la zona conurbada de Monterrey, existen algunos llanos con pastizales inducidos, donde se han asentado pequeños ranchos ganaderos.

Así mismo, la zona y sus alrededores, presenta someras posibilidades para el desarrollo de alguna actividad pecuaria, enfocándose en la crianza y venta de ganado vacuno y caprino.

FORESTALES

Los alrededores donde se encuentra asentada la ciudad de Monterrey, principalmente, presentan una predominancia de matorral tipo submontano y de matorral espinoso, motivo por el cual el uso forestal se reduce a una explotación que cubre las necesidades de leña, postes, y carbón de las poblaciones rurales. Salvo el municipio de Santiago, el cual, dada la cercanía a Monterrey, también forma parte de su zona de influencia y presenta un cierto potencial de explotación maderera.

Por otra parte, en las partes altas de la sierra de San Miguel, la superficie está cubierta por una vegetación de mediano valor forestal que admite ser explotada con fines comerciales; sin embargo, lo reducido de esta zona y la inaccesibilidad a la misma oponen fuertes restricciones a la explotación del producto.

3.8.5.2 Actividades del sector secundario

A finales de siglo XIX, se produjo en el Estado el despegue industrial que lo caracteriza hoy. Nuevo León es un estado cuya amplia y creciente infraestructura productiva en los sectores primario e industrial, le ha ganado un lugar de gran importancia en México.

Monterrey, su capital, en relativamente poco tiempo, se ha convertido en una de las tres ciudades más importantes del país, y es precisamente en este lugar, eminentemente industrial, donde se concentra el potencial humano que la ha llevado adelante.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Monterrey es el punto central donde se ubicaron, a principios del siglo, talleres y fábricas que se dedicaron a la transformación de materiales como algodón y lana, en productos textiles; el trigo en harina y pastas; madera en muebles; de lámina de fierro y hojalata en objetos rudimentarios, etc; en esta época surgieron las industrias: cervecera y de fundición de metales, que han caracterizado al Estado de Nuevo León.

El área metropolitana de Monterrey se caracteriza actualmente por la producción industrial de ladrillos refractarios, acumuladores, cerámica para construcción, cemento, refrescos, maquinaria y equipo. etc.; existen otras industrias : automotriz, textil, de la construcción, aceitera, cervecera, de metales no ferrosos, eléctrica y electrónica, entre una diversidad

enorme, existiendo actualmente más de 8 500 empresas industriales, de las cuales 5 500 se clasifican como de transformación; el 92% son pequeñas y el 2.6% se consideran grandes. En el municipio de Cadereyta Jiménez se localiza la despuntadora de Pemex, concentrando en dicha zona empresas de actividades complementarias.

La industria del Estado genera el 12% del producto industrial del país, siendo los siguientes sus giros más importantes:

Metálica básica	01.7 %
Maquinaria y equipo	12.6 %
Química, hule y plástico	10.7 %
Madera, muebles y aparatos para el hogar	08.1 %
Alimentos, bebidas y tabaco	07.6 %
Vidrio, cerámica y materiales para construcción	07.4 %

ESTADO ACTUAL DE LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS

El crecimiento económico de Monterrey se vio favorecido por el establecimiento de industrias en áreas que constituían las periferias de la ciudad. Posteriormente, el crecimiento urbano ha superado una y otra vez las instalaciones industriales, circundándolas con viviendas, de tal manera que actualmente gran parte del parque industrial se localiza en lugares próximos al centro geográfico del AMM: al poniente, en el municipio de Santa Catarina, al nor-poniente en la colindancia con el municipio de García y las que conforman el bloque central de industrias localizadas en el municipio de San Nicolás de los Garza y el centro norte del municipio de Monterrey. Por último, apoyados en la infraestructura carretera que sale de Monterrey rumbo a Cd. Miguel Alemán y que se comunicará posteriormente al Anillo Periférico de la ciudad, se tiene próximas a la cabecera municipal de Apodaca algunas industrias importantes. De lo anterior, se deduce que la mayor concentración de Industrias están en el municipio de Monterrey, seguido de San Nicolás de los Garza, así mismo, actualmente hay en la zona conurbada aproximadamente 212 industrias importantes.

Capítulo 4



SISTEMAS DE EXPLOTACION EN LA SIERRA DE SAN MIGUEL

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

4.1 INDUSTRIAS EXTRACTORAS DE CALIZA: LOCALIZACION

Los principales bancos de caliza en la periferia del área metropolitana de Monterrey se ubican en las sierras Mitras y San Miguel, mismos que encuentran actualmente en explotación.

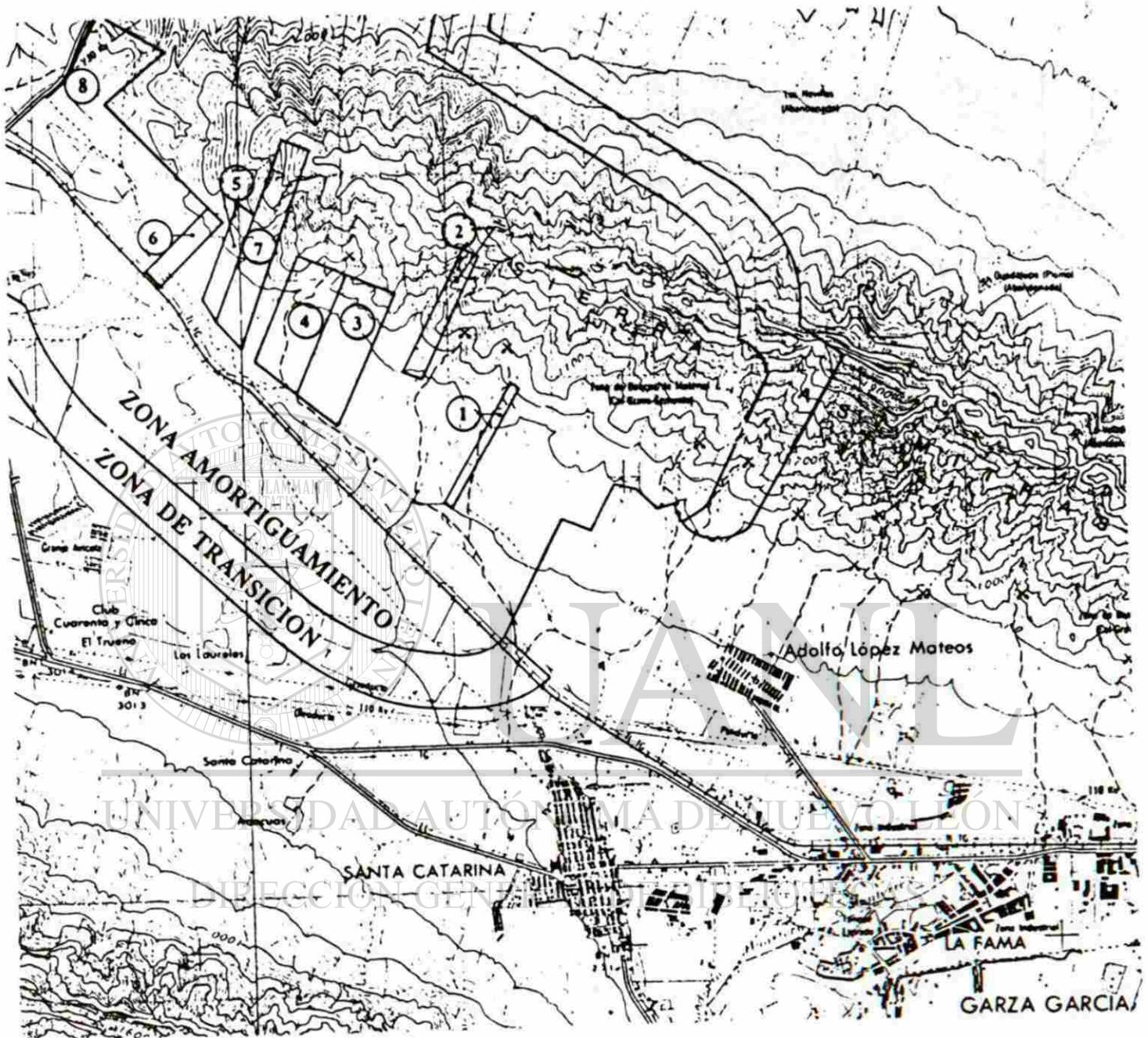
La sierra Mitras, al poniente de la ciudad, cuenta con alrededor de ocho pedreras (ver Fig.No.13). Ellas son:

1. "Calizas y Acarreos"
2. "Triturados San Jerónimo"
3. "Minera del Norte"
4. "Triturados Garco"
5. "Calizas Procesadas"
6. "Pedrera San Angel"
7. "INCASA I"
8. "INCASA II"

En lo que respecta a la sierra de San Miguel, la misma se ubica al noroeste del área metropolitana de Monterrey, y se halla prácticamente unida a la sierra El Fraile.

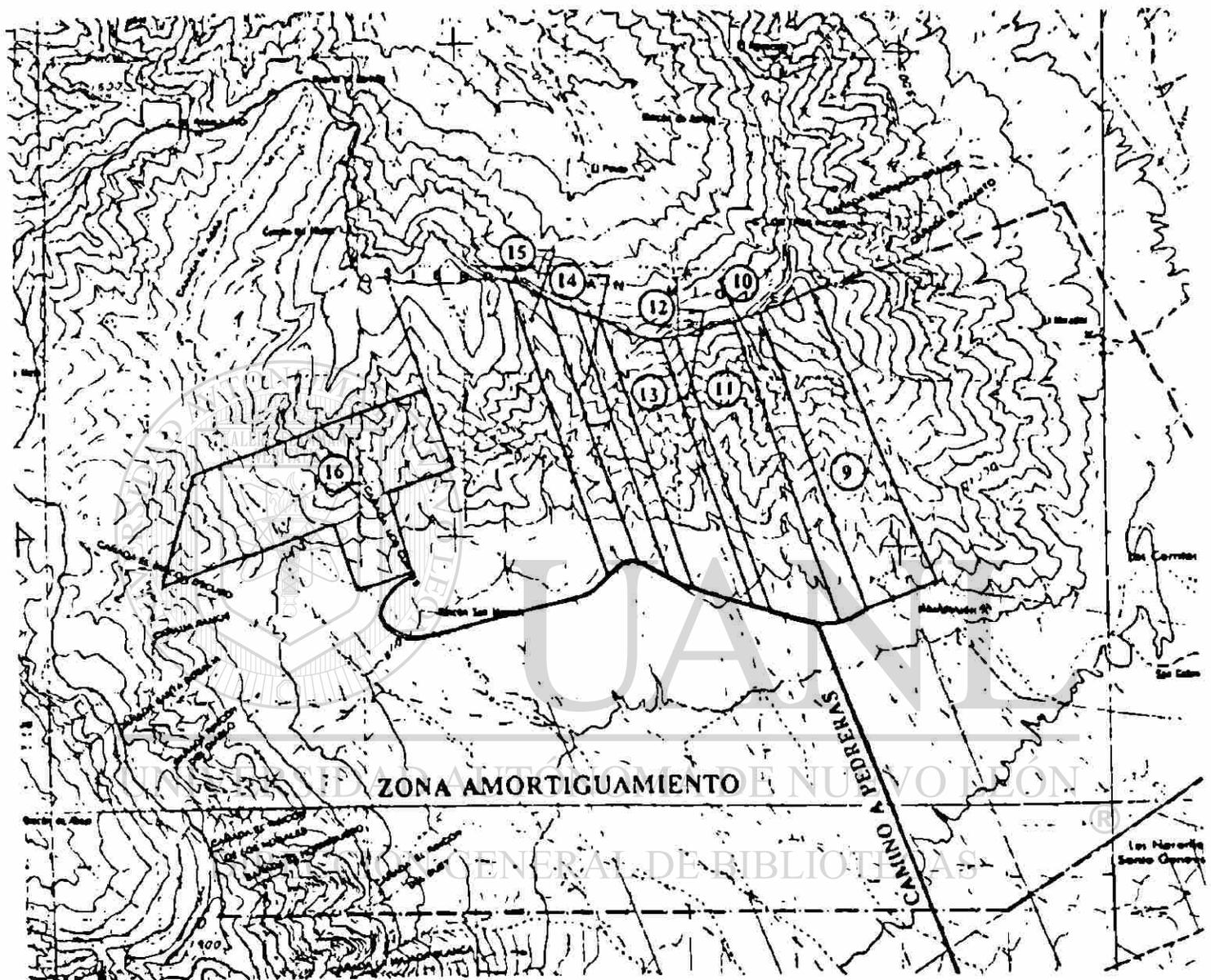
La sierra de San Miguel, en su falda sur, alberga también ocho pedreras (ver Fig. No.14):

1. "Triturados El Roble", S.A. de C.V.
2. "Cantera Topo Chico de Nuevo León", S.A. de C.V.
3. "Productos de Caliza", S.A. de C.V.
4. "Calizas Trituradas Industriales", S.A.
5. "Triturados Industriales Monterrey", S.A.
6. "Triturados y Arenas Ecles", S.A. de C.V.
7. "Grupo Emmont de México"
8. "Agregados y Triturados Monterrey", S.A. de C.V.



1	CALIZAS Y ACARREOS	5	CALIZAS PROCESADAS
2	TRITURADOS SAN JERONIMO	6	PEDRERA SAN ANGEL
3	MINERA DEL NORTE	7	INCASA I
4	TRITURADOS GARCO	8	INCASA II

Figura No.13 Pedreras de la Zona Mitras



9	TRITURADOS EL ROBLE	13	TRITURADOS INDUSTRIALES MONTERREY
10	CANERA TOPO CHICO	14	ECLES
11	PRODUCTOS DE CALIZA	15	GRUPO EMMONT DE MEXICO
12	CATRINSA	16	AGREGADOS Y TRITURADOS MONTERREY

Fig. No.14 Pedreras de la Zona de San Miguel

La zona de pedreras en la sierra de San Miguel, prácticamente está contenida casi en su totalidad en el municipio de Escobedo; sólo la pedrera "Agregados y Triturados Monterrey", S.A. de C.V. pertenece al municipio de García, N.L.

4.2 SISTEMA DE EXPLOTACION

Para dar inicio a este tema, sería conveniente definir los términos: **yacimiento de material pétreo y explotación**³².

Yacimiento de material pétreo: "aquel depósito natural de arena, grava, tepetate, tezontle, arcilla, piedra o cualquier otro material derivado de las rocas que sea susceptible de ser utilizado como material de construcción, como agregado para la fabricación de éstos, o como elemento de ornamentación".

Explotación: "el acto por el cual se retira de su estado natural de reposo, cualquier material constituyente de un yacimiento, independientemente del volumen que se retire o de los fines para los cuales se realice esta acción, así como el conjunto de actividades que se realicen con el propósito de extraer materiales pétreos de un yacimiento y el almacenamiento y transporte de los materiales dentro del área de los terrenos involucrados en la explotación".

La minería puede dividirse en dos grandes categorías: a cielo abierto y subterránea. El método a cielo abierto requiere, antes de la excavación de los materiales, el movimiento de la capa de tierra y estratos rocosos (montera). La minería subterránea se practica donde el espesor de la montera impide la excavación a cielo abierto, permitiendo la extracción selectiva de los minerales deseados, sin afectar prácticamente a la capa superficial.

Se han desarrollado muchos sistemas de minería a cielo abierto, como resultado de la

32

Definiciones obtenidas del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Título Décimo Primero. Explotación de yacimientos de materiales pétreos. Capítulo I. Disposiciones generales y licencia. Art. 298 y 299.

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 tepetatososa 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 excavar 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

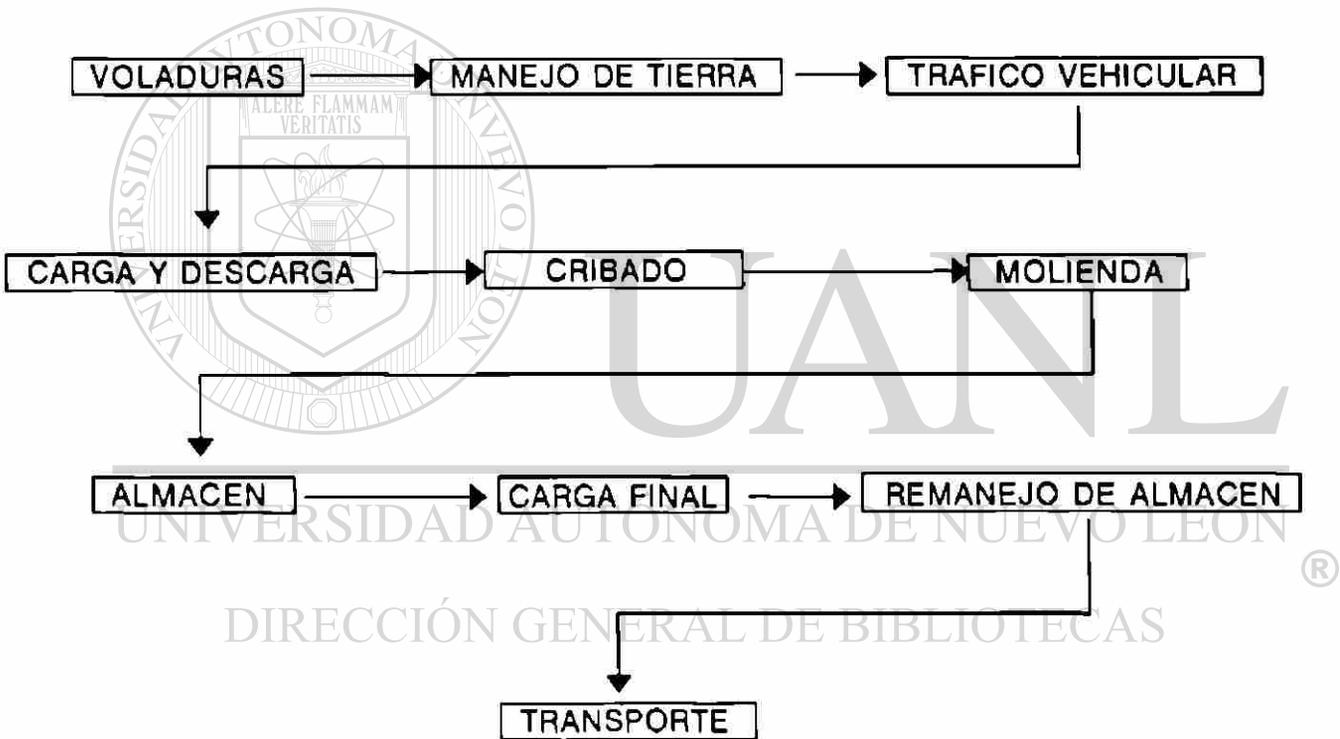
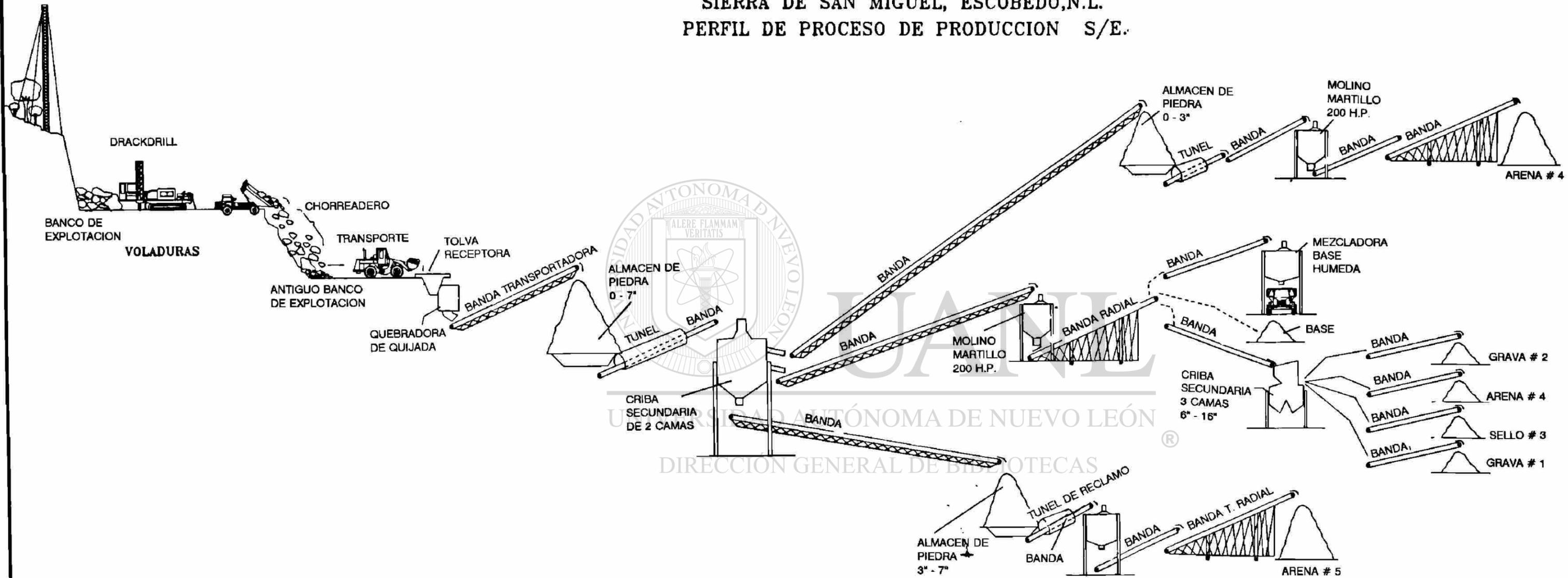


Fig. No.15 Diagrama general de proceso de una pedrera

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

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

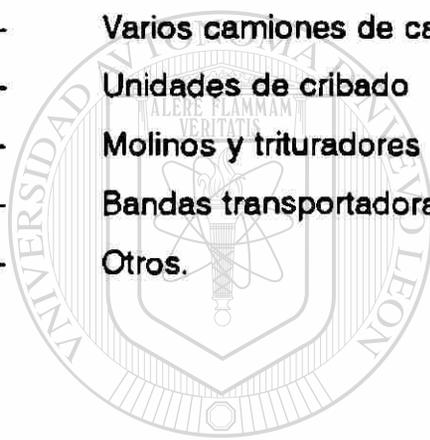


Esquema general del proceso de operación típico de una pedrera
Fig. No.16

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.



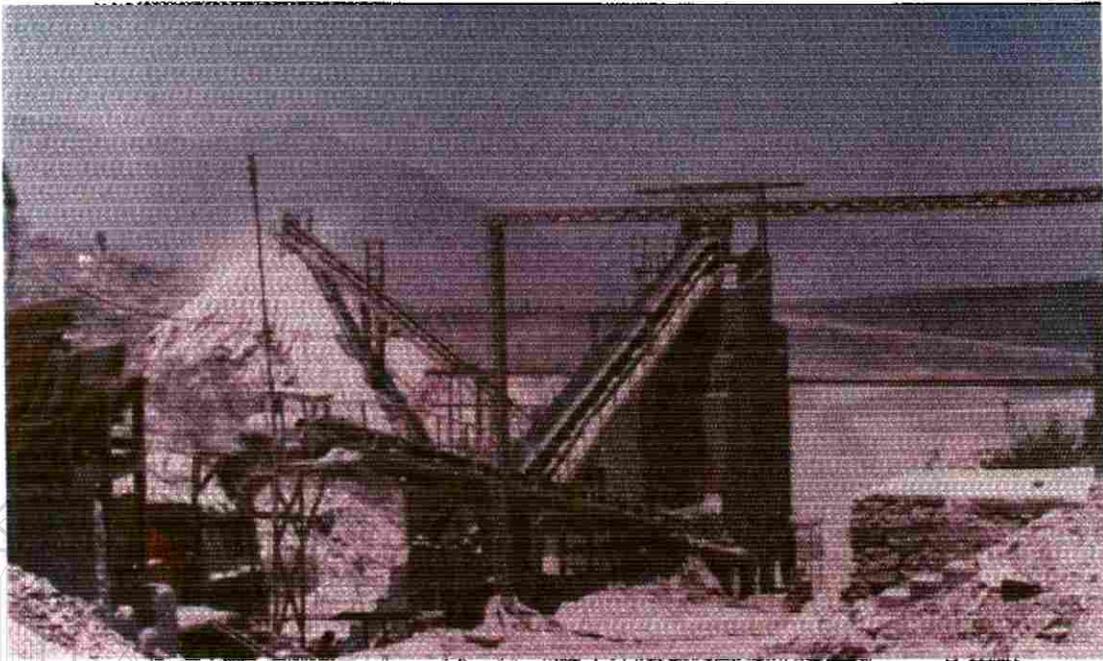
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



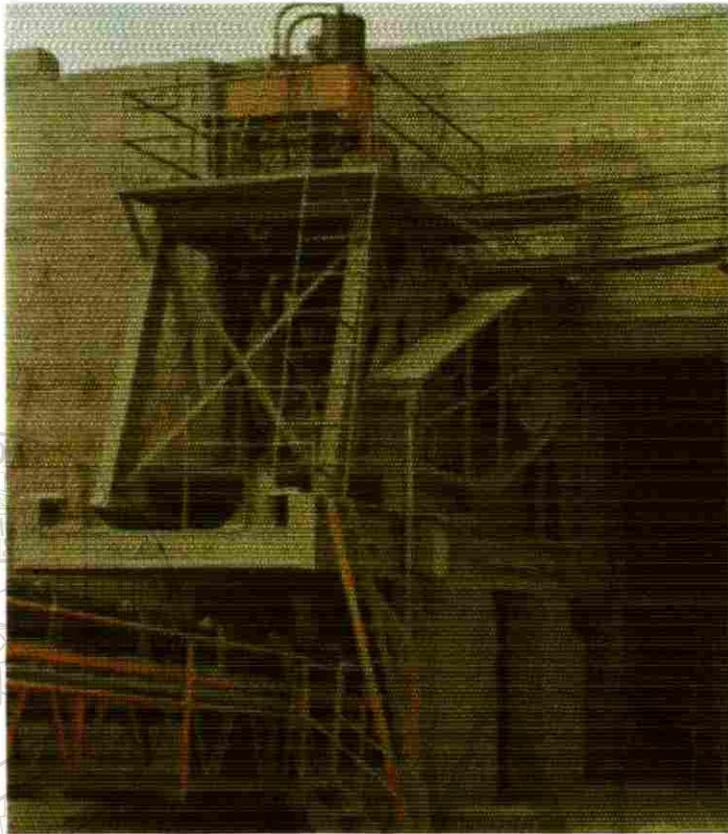
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Capítulo 4
SISTEMAS DE EXPLOTACION EN LA SIERRA SAN MIGUEL



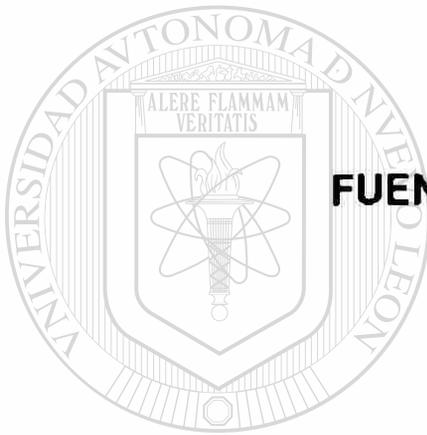
Maquinaria y equipo utilizado normalmente en la industria extractora de caliza

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

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 Suspensas 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.

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

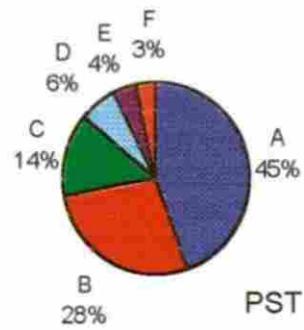
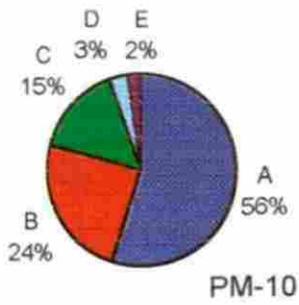
ACTIVIDAD	PEDRERA 1 (Triturados El Roble)		PEDRERA 2 (Productos de Caliza)		PEDRERA 3 (CATRINSA)	
	PM10 (≤ 10)	PST (≤ 30)	PM10 (≤ 10)	PST (≤ 30)	PM10 (≤ 10)	PST (≤ 30)
	%	%	%	%	%	%
Barrenación	0.014	0.31	0.01	0.015	0.005	0.015
Voladuras	1.73	1.70	16.56	7.36	0.77	1.03
Carga y descarga de material fracturado	0.038	0.026	0.05	0.025	0.019	0.01
Cribado	24.25	6.32	33.80	3.98	10.88	4.71
Molienda	3.36	43.42	3.56	39.82	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	31.88
Descarga en chorreadero	-	-	-	35.28	-	-
Túnel de reclamo	0.019	0.058	0.056	0.080	-	-

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
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.

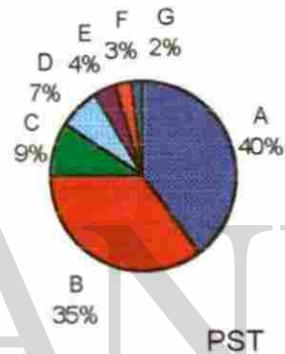
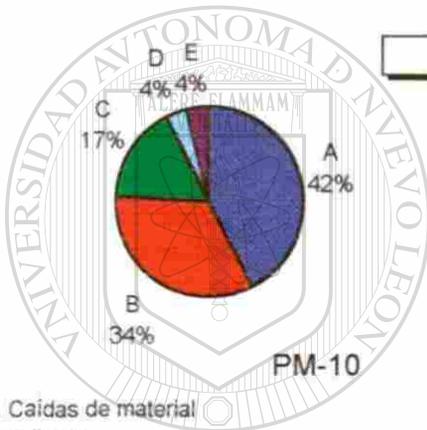
PEDRERA 1



- A. Transportación en banda
- B. Cribado
- C. Caídas de material
- D. Molienda
- E. Otros

- A. Molienda
- B. Almacenamiento de material
- C. Caídas de material
- D. Cribado
- E. Estación de transferencia
- F. Carga final p/venta

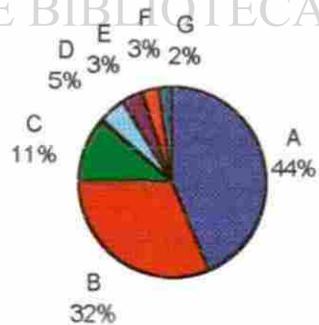
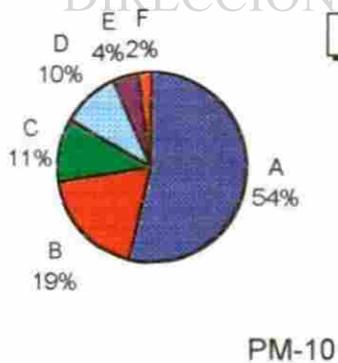
PEDRERA 2



- A. Caídas de material
- B. Cribado
- C. Voladuras
- D. Otros
- E. Molienda

- A. Molienda
- B. Descarga en "chorreadero"
- C. Caídas de material
- D. Voladuras
- E. Cribado
- F. Estación de transferencia
- G. Otros

PEDRERA 3



- A. Tránsito vehicular
- B. Caídas de material
- C. Cribado
- D. Almacenamiento de material
- E. Otros
- F. Molienda

- A. Molienda
- B. Tránsito vehicular
- C. Caídas de material
- D. Cribado
- E. Almacenamiento de material
- F. Otros
- G. Transportación en banda

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.

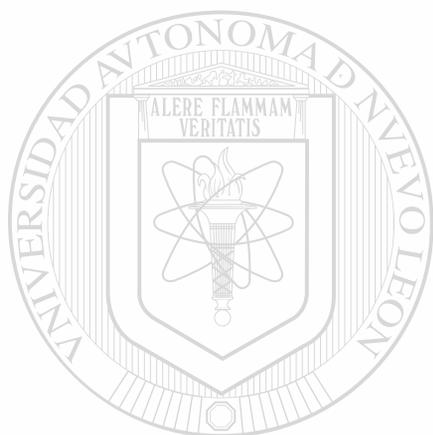
5.2.3 Aguas residuales

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.

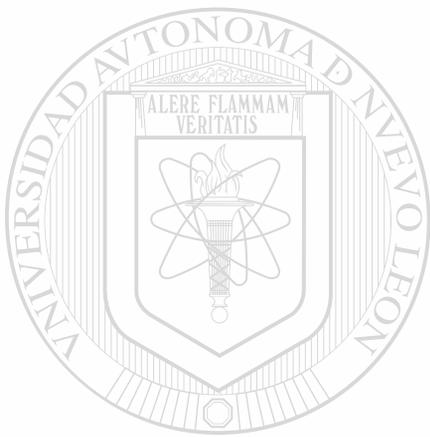


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Capítulo 6

LEGISLACION

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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:

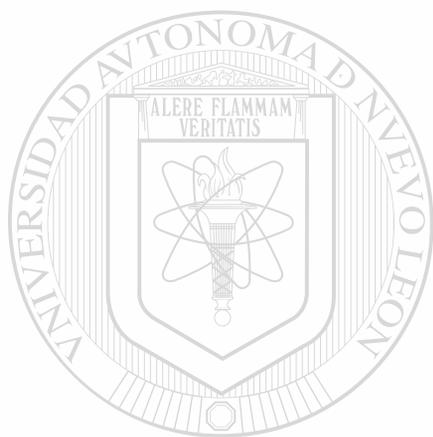
- Si es al sistema de alcantarillado, habrá de obtenerse la anuencia de la Secretaría de Ecología.

- 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.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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.

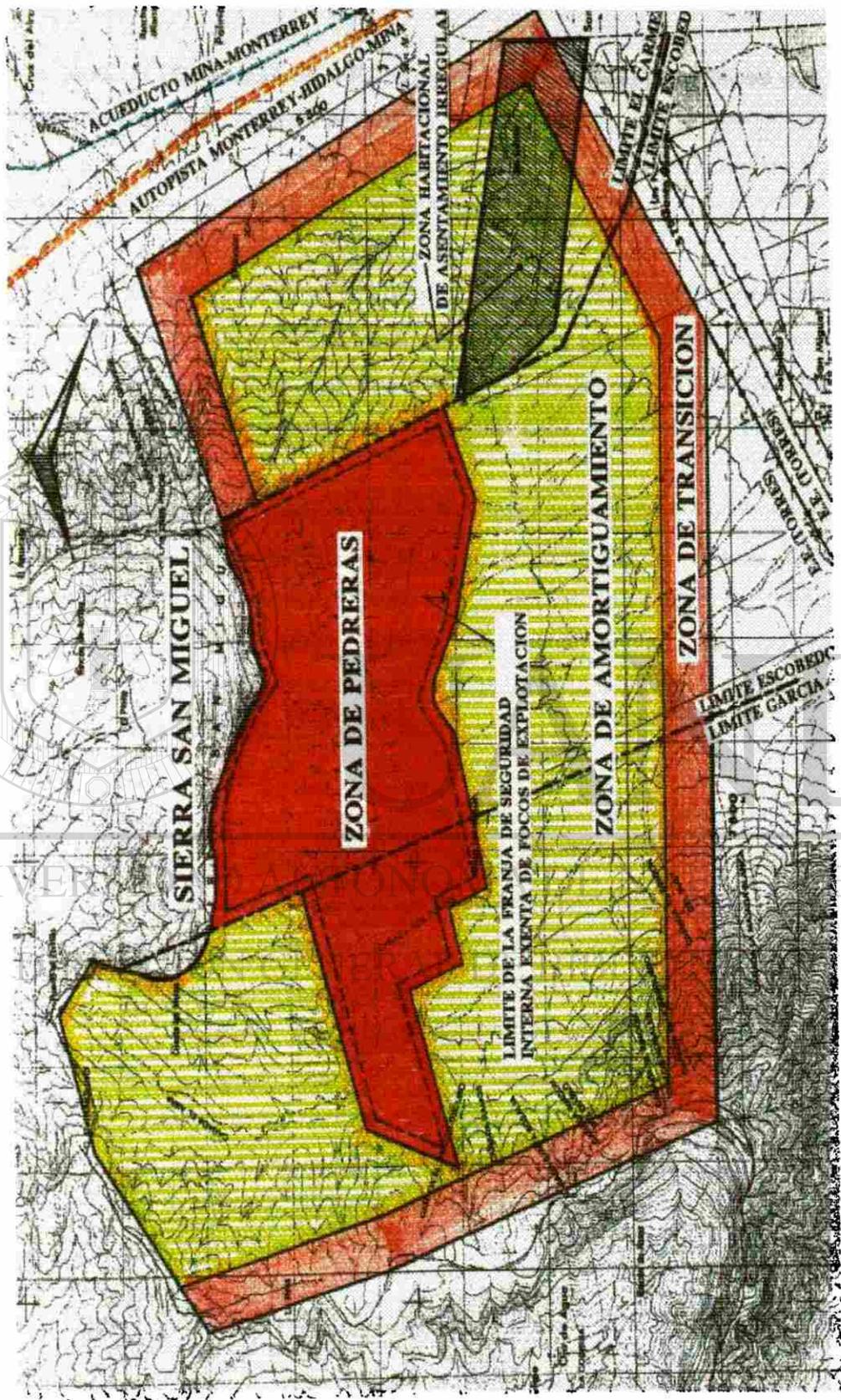


Fig. No.18 Zona de Amortiguamiento de la Sierra de San Miguel

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, las 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 mohonera 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	-

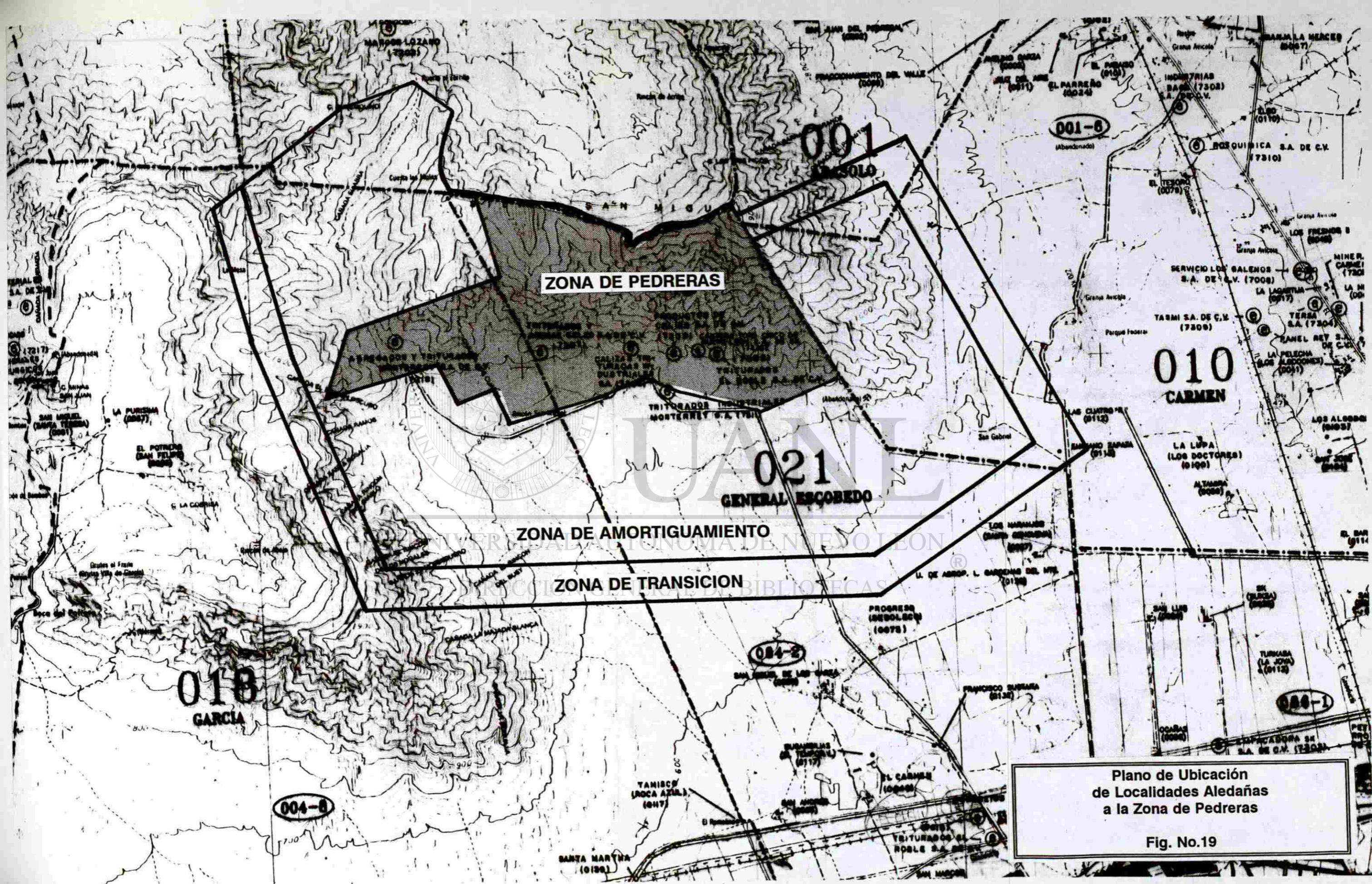
Fuente: INEGI

* 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.



ZONA DE PEDRERAS

**021
GENERAL ESCOBEDO**

ZONA DE AMORTIGUAMIENTO

ZONA DE TRANSICIÓN

**018
GARCIA**

**010
CARMEN**

**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 Stantford Research Institute Journal 5, 1961.

8.2 CALIDAD DEL AIRE EN EL ÁREA 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/1993⁴⁴, 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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 Área 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 de 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.

tomando en cuenta estudios meteorológicos, de usos de suelo en el área metropolitana de Monterrey y la densidad de población, que fue el factor principal de decisión, debido al interés por conocer el impacto de la contaminación atmosférica en la salud.

Las estaciones que conforman dicha red de monitoreo son:

La Estación Centro: se localiza en las instalaciones de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, en el área del Obispado; sus mediciones representan la contaminación urbana máxima de óxidos de nitrógeno y ozono principalmente.

La Estación Noreste: se ubica en la colonia Unidad Laboral en San Nicolás de los Garza, N.L. Se localiza a favor del viento de un corredor industrial, en una área densamente poblada. Es utilizada para determinar los impactos de las fuentes fijas en la parte norte del área metropolitana de Monterrey.

La Estación Noroeste: se ubica en los talleres de Monterrey, en la colonia San Bernabé. Se localiza a favor del viento de salida de la mayoría de las fuentes industriales y del tráfico del área metropolitana de Monterrey, en una zona de alta concentración de población. Es una de las mejores ubicaciones para medir concentraciones máximas de algunos contaminantes, entre ellos, las partículas menores a 10 micras (PM10).

La Estación Sureste: se localiza en el Parque La Pastora a favor del viento de un limitado corredor industrial en una zona altamente poblada. No está influenciada por grandes fuentes industriales y es un buen sitio representativo de los niveles de contaminación urbanos del sureste del área metropolitana; permite detectar el incremento en los niveles de calidad del aire de entrada del área metropolitana de Monterrey de este a oeste.

La Estación Suroeste: Se encuentra ubicada en el centro de Santa Catarina a favor del viento de la mayoría de las fuentes industriales en Monterrey, San Pedro Garza García y Santa Catarina. En ella se presentan las más altas concentraciones de algunos contaminantes, como las partículas menores a 10 micras y ozono. Se ha comprobado que

las mediciones de esta estación son representativas de las encontradas dentro del valle donde se encuentra localizada la estación.

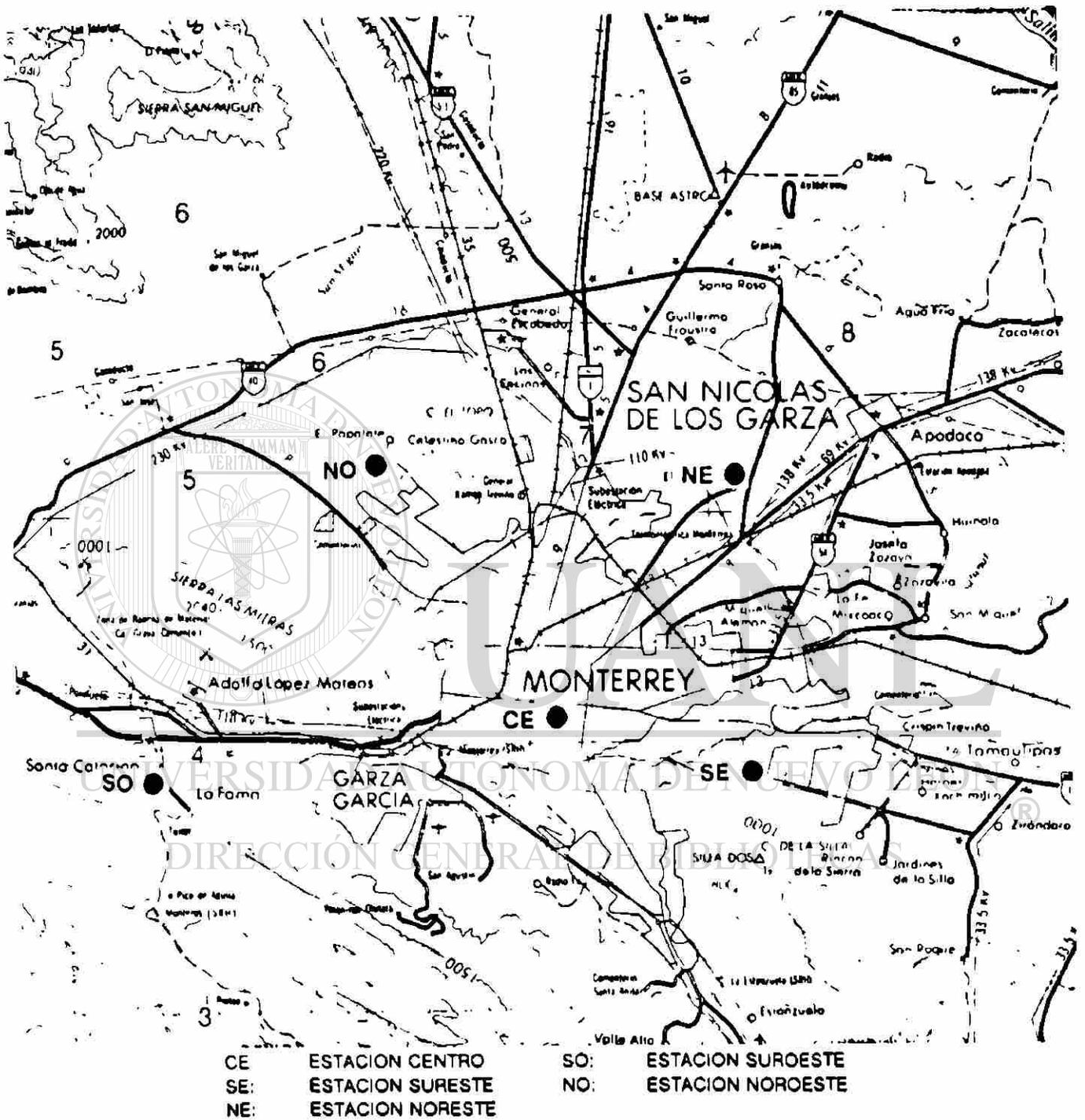


Fig. No.20 Ubicación de la red de monitoreo de calidad del aire del área metropolitana de Monterrey

8.3.2 Condiciones meteorológicas prevalcientes en la zona metropolitana de Monterrey

Velocidad y dirección del viento. La dirección predominante que presenta el viento es de este a oeste. Esta situación varía en invierno, cuando hay masas de aire frío, en esta época los vientos provienen del norte y noroeste, ocasionando que las fuentes de partículas localizadas al poniente del área metropolitana de Monterrey impacten en las concentraciones de partículas menores de 10 micras. Asimismo, existe una disminución de la velocidad del viento en esta época, lo que ocasiona una mayor acumulación de contaminantes. La zona centro presenta fenómenos de dispersión lentos ya que registra menores velocidades de viento. La baja velocidad del viento y la presencia de alta estabilidad atmosférica, son características propicias para la presentación de episodios con índices máximos de contaminación.

Radiación solar. La zona metropolitana de Monterrey recibe abundante radiación solar lo que propicia que su atmósfera sea altamente reactiva. La radiación solar permite que se efectúen una serie de reacciones químicas en la atmósfera que promueven la formación de ozono y otros oxidantes. Asimismo, la temperatura influye sobre la altura de la capa de mezclado, de tal forma que al incrementarse la temperatura, también lo hace la energía cinética de las moléculas de aire. Esto provoca que la altura de mezclado de gases tenga un crecimiento mayor.

Inversiones térmicas. Normalmente la temperatura del aire disminuye con la altura. Cuando este proceso se invierte, se dice que existe una inversión térmica. Una de las formas más comunes en que ocurren las inversiones térmicas es durante días soleados y claros que originan el calentamiento de la superficie terrestre. Al llegar la noche, la superficie irradia calor y se enfría rápidamente y las capas inferiores de aire adquieren una temperatura menor a las de las capas superiores, dando como resultado la inversión térmica. También se pueden generar inversiones térmicas como consecuencia del efecto de invernadero. En este caso, el calor recibido del sol queda atrapado en la parte baja de la atmósfera provocando un desequilibrio térmico entre las capas de aire.

Altura de la capa de mezclado. La altura de la capa de mezclado es la región de la atmósfera en la cual se dispersan los contaminantes. El valor de esta altura varía constantemente dependiendo de las condiciones de calentamiento del aire y de la velocidad del viento y está en función de la estabilidad atmosférica. Durante la mañana la disminución de la temperatura en las capas superficiales da lugar a la formación de inversiones térmicas. Esto provoca una disminución en el valor de la altura de mezclado. Al llegar el mediodía la temperatura incrementa su valor ocasionando que se rompan las inversiones térmicas que se habían formado. Al desaparecer las inversiones, la altura de mezclado se incrementa hasta llegar a un nivel máximo después del mediodía. En la tarde la temperatura disminuye lentamente hasta el amanecer, llevando consigo un nuevo decremento en la altura de mezclado. Durante los meses de invierno la altura de mezclado exhibe un comportamiento más lineal y alcanza valores menores que durante el verano, principalmente en sus valores máximos.

8.3.3 Índices de la calidad del aire

El **IMECA** es una función que transforma las concentraciones de los contaminantes de p.p.m. (partes por millón) a una unidad de fácil interpretación por la población en general. En el IMECA se establece que el nivel máximo, según la Norma Oficial Mexicana, donde el ciudadano pueda desenvolverse sin que se vea afectada su salud, sea igual a 100 IMECAS. (IMECA: Índice Metropolitano de Calidad del Aire).

Tabla No.31

Concentraciones de referencia

CONTAMINANTE	100 PUNTOS IMECA	500 PUNTOS IMECA
Monóxido de Carbono	11 ppm	50 ppm
Dióxido de Nitrógeno	0.21 ppm	2 ppm
Dióxido de Azufre	0.13 ppm	1 ppm
Ozono	0.11 ppm	0.6 ppm
PM-10	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabla No.32

Normas de calidad del Aire medidas por la red automática del SIMA

Contaminante	Norma	Concentración	Tiempo de exposición
Monóxido de carbono	NOM-020-SSAI-1993	11 ppm	8 horas
Dióxido de nitrógeno	NOM-023-SSAI-1993	0.21 ppm	1 hora
Dióxido de azufre	NOM-021-SSAI-1993	0.13 ppm	24 horas
Ozono	NOM-022-SSAI-1993	0.11 ppm	1 hora
PM-10	NOM-025-SSAI-1993	150 µg/m ³	24 horas

8.3.4 Diagnóstico de la calidad del aire 1993-1996 en relación con el material particulado en las diversas zonas del área metropolitana de Monterrey⁴⁸

Se ha observado que las partículas menores a 10 micras presentan mayores concentraciones durante el periodo de las 8:00 a las 16:00 horas, y se asocia a una mayor actividad humana e industrial. El valor de la medición de las partículas se incrementa durante el periodo invernal ya que las condiciones climáticas no favorecen la dispersión de los contaminantes. Otra observación importante que ha registrado el SIMA es el incremento de la concentración de partículas menores a 10 micras cuando la dirección del viento cambia, de la habitual que es del este, a una predominante del norte-noroeste. Esto se asocia al impacto de fuentes de partículas ubicadas al poniente del área metropolitana de Monterrey.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

De acuerdo a los reportes del SIMA, el contaminante que se mantuvo durante un mayor número de horas sobre la norma de calidad del aire, resultó ser las partículas menores a 10 micras. Se considera como una "hora sobre la norma", aquella hora en la cual el valor en puntos IMECA de uno o más de los cinco contaminantes monitoreados por el SIMA, en una o más de las cinco estaciones de monitoreo, excede el valor de 100, es decir, excede la norma de calidad de aire respectiva.

48

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

El comportamiento de las concentraciones máximas de partículas sigue un patrón que marca un considerable ascenso durante los meses de invierno y una disminución notable durante los meses de primavera y verano. Los resultados reportados por el SIMA, al efectuar la comparación entre los años de 1994 a 1996 relacionados con el material particulado, existe una tendencia descendente del número de horas sobre la norma: en 1995 y 1996, este número se redujo en más de un 50% con respecto a 1994.

Un análisis por zona relacionado con el material particulado, efectuado por el SIMA, en cada una de las estaciones de monitoreo, determinó que en la zona noroeste existe una predominancia de las partículas menores a 10 micras, sobre todo durante los meses invernales, cuando se presentan los mayores índices de contaminación. Incluso se asocia la generación de partículas, en parte, con los procesos de extracción de piedra caliza en las sierras de las Mitras y de San Miguel.⁴⁹

Asimismo, debido a que el problema de la contaminación por partículas es el más importante en el área metropolitana de Monterrey, se efectuó un estudio de caracterización de partículas menores de 10 micras para identificar las principales fuentes de emisión de las mismas. A continuación se presenta un resumen de dicho estudio reportado en el Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Caracterización de partículas

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

Mediante el análisis de muestreos de partículas menores a 10 micras suspendidas en el aire, y haciendo uso de un modelo receptor de balance químico de masa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, se determinó, mediante la medición directa de la composición química de las partículas suspendidas en el área de interés, las fuentes más probables de emisión de las mismas.

49

Subsecretaría de Ecología del Estado; INE; SEMARNAP. (1997). Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey. pag.49.

El análisis químico efectuado determinó que, de las especies químicas medidas las más predominantes fueron el ión sulfato (SO_4^-), el carbono orgánico, el calcio (Ca), el azufre (S), el ión amonio (NH_4^+), el ión carbonato (CO_3^-) y el ión nitrato (NO_3^-). Los niveles más elevados de carbonato se encontraron en la zona noroeste con un 4.8% y los más bajos en la zona sureste con un 2.2%, lo que, según el reporte del Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey, indica actividades de procesamiento mecánico de caliza.

El mismo análisis incluyó la construcción de un conjunto de perfiles de fuente de manera que el modelo de balance químico de masa fuera capaz de identificar las aportaciones de partículas entre las categorías siguientes:

1. Corteza terrestre (tipo de carbonato de calcio y sin carbonato de calcio)	6. Alto contenido en calcio
2. Combustión miscelánea	7. Vehículos a motor (gasolina y diesel)
3. Sulfato de amonio	8. Alto contenido en hierro
4. Nitrato de amonio	9. Alto contenido en zinc
5. Aceite residual	10. Industria del vidrio

Se encontró que estas diez categorías explicaron adecuadamente la composición química del 80% de las muestras tomadas para este estudio.

Y precisamente las aportaciones más importantes se deben a la categoría de corteza. Las contribuciones a esta categoría por zona de monitoreo estuvieron en el intervalo del 36% al 54%, con un máximo en la zona noroeste y un mínimo en la zona suroeste. El tipo de carbonato de calcio de esta categoría fue similar en todas las zonas monitoreadas con una aportación del 9.0% al 11.4% en masa.

Sólo en raras ocasiones se encontró contribución a la categoría de alto contenido de calcio debido a que su presencia se explicó adecuadamente en la categoría de corteza terrestre.

De manera global, los resultados obtenidos por el citado estudio, indicaron que, en promedio, un 47% de partículas de diámetro menor a 10 micras proviene de la corteza terrestre, un 22% de fuentes de combustión diversas (sin incluir a los vehículos automotores), un 21% resultó ser sulfato de amonio, y un 5% se identificó como nitrato de amonio.

Es indispensable aclarar que, durante el periodo de muestreo para efectuar el citado análisis, se registraron vientos del este y sureste con velocidad moderada de 10 km/hr a 14 km/hr. La temperatura promedio fue de 27°C y se registraron lluvias de dos a cinco días en este tiempo, dependiendo de la situación de la estación de monitoreo. De esta información se puede concluir que las operaciones de extracción de caliza no impactaron notablemente en las mediciones de las estaciones de monitoreo. La temperatura provocó la formación secundaria de partículas y la lluvia provocó que los niveles de partículas menores a 10 micras se redujeran.

Estimación de la emisión de partículas en fuentes fijas industriales⁵⁰

Se realizó una evaluación de las emisiones provenientes de fuentes industriales y de las causadas por resuspensión de partículas. Dicho estudio concluyó que en total, las fuentes industriales en el área metropolitana de Monterrey emiten por año 98,772 toneladas de partículas menores a 10 micras; 60,432 toneladas de óxidos de nitrógeno; 100,776 toneladas de bióxido de azufre; 28,836 toneladas de monóxido de carbono y 20,280 toneladas de hidrocarburos.

En el caso especial de las plantas de procesamiento de caliza, el estudio estimó que la emisión de partículas suspendidas totales al año son de 36,080 toneladas para una producción anual típica a 61,110 toneladas para una producción máxima, mientras que las emisiones de partículas menores a 10 micras ascienden a valores comprendidos entre 5,330 a 8,980 toneladas, respectivamente. El estudio determinó también que las fuentes de emisión que más aportan son el transporte y manejo de material (35%), la molienda y

50

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

el tamizado de la materia prima (31%), las caídas de material (21%) y las bandas transportadoras (4%). (Compárese con datos del Capítulo 5 Fuentes de Contaminación: "Emisiones a la atmósfera").

Las emisiones por resuspensión de partículas ocurren cuando los vehículos transitan sobre calles pavimentadas o no pavimentadas. Para realizar la estimación de estas emisiones se tomaron en cuenta los datos existentes de los kilómetros viajados por autobuses y automóviles en calles pavimentadas y en las no pavimentadas, utilizando factores de emisión desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El análisis concluyó que se emiten 23,353 toneladas/año de partículas menores a 10 micras por resuspensión, siendo, después de la industria de minerales no-metálicos, la segunda fuente de partículas. Las emisiones por calles sin pavimentar aportan el 91% de las partículas.

Estimación de la emisión de partículas por fuentes naturales⁵¹

Las principales fuentes naturales de contaminación del aire fueron identificadas en la forma de:

- Terrenos planos desprovistos de vegetación.
- Construcciones en laderas.
- Areas no urbanizadas sin pavimentar.
- Terrenos agrícolas temporaleros.
- Zonas de extracción.

La mayoría de ellas se encuentran localizadas en los sectores del poniente del área metropolitana de Monterrey.

La evaluación de la contribución de la fuentes naturales a la contaminación del aire muestran que los sectores oeste y noroeste contribuyen con el mayor tonelaje de partículas y los mayores factores de emisión de partículas del suelo tanto totales como aquéllas menores a 10 micras. Los tipo de uso de suelo más importantes en esta

51

Programa de Administración de la Calidad del Aire del AMM 1997-2000.

contribución son las colonias conurbadas o asentamientos irregulares, construcciones en laderas, terrenos planos sin vegetación y la agricultura de temporal. Se estimó una emisión de 12,195 toneladas/año de partículas menores a 10 micras por erosión del suelo. El 27.5% del total de las emisiones fue en áreas donde se localizan asentamientos humanos irregulares; en áreas de construcción y pendientes pronunciadas se emite el 24.8% del total de las partículas; las áreas agrícolas aportan el 23.8%; al matorral nativo se debe el 11.4%; las áreas planas sin cubierta contribuyen con el 10.9%; el pasto inducido con el 1.3% y las minas abandonadas con el 0.4%.

Tabla No.33
Inventario de emisiones de PST para el AMM 1995

Sector	PST (Ton/año)	%
Industria	45,946	6.00
Servicios	16	N/S
Transporte	5,941	1.00
Suelos y vegetación*	763,725	93.00
TOTAL	815,628	100.00

Fuente: Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000.

* Emisiones No estimadas

N/S: No Significativo

El inventario de emisiones desagregado para el área metropolitana de Monterrey para el año de 1995, el tipo de fuente industrial, en la rama de minerales no metálicos, se estima una generación de 42,898 toneladas al año de partículas suspendidas totales (PST), equivalentes al 5.26 % del total; en tanto la emisión de PST por suelo y vegetación, específicamente en el renglón de suelos, la generación es de 763,725 toneladas al año, equivalentes al 93.64% del total.

Tabla No.34
Inventario de emisiones de PST desagregado para el AMM, 1995

Tipo de Fuente	PST	%
INDUSTRIA (1)		
Generación de energía eléctrica	308	0.04
Refinación de petróleo/petroquímicas	9	0.00
Industria química	1,169	0.14
Minerales metálicos	186	0.02
Minerales no metálicos	42,898	5.26
Productos vegetales y animales	21	0.00
Madera y derivados	42	0.01
Productos de consumo alimenticio	23	0.00
Productos de consumo varios	70	0.01
Productos metálicos	126	0.02
Productos de consumo de vida media	741	0.09
Productos de consumo de vida larga	353	0.04
Artes Gráficas	No Aplica	No Aplica
SERVICIOS (2)		
Lavado y desengrase	No Aplica	No Aplica
Consumo de solventes	No Aplica	No Aplica
Almacén y distribución de combustibles	No Aplica	No Aplica
Mercadeo y distribución de gas LP	No Aplica	No Aplica
Oper. de lavado en seco (tintorerías)	No Estimado	No Estimado
Superficies arquitectónicas	No Estimado	No Estimado
Panaderías	No Estimado	No Estimado
Pintura automotriz	No Estimado	No Estimado
Pintura de tránsito	No Estimado	No Estimado
Esterilización en hospitales	No Aplica	No Aplica
Uso de asfalto	No Estimado	No Estimado
Combustión residencial	14	No Significativo
Combustión comercial/institucional	2	No Significativo
TRANSPORTE (3)		
Autos particulares	581	0.07
Pick-up	737	0.09
Taxis	80	0.01
Camiones pasajeros	2,943	0.36
Camiones de carga	1,596	0.20
Motocicletas	4	No Significativo
Aeropuerto	No Aplica	No Aplica
SUELOS Y VEGETACION (4)		
Suelos	763,725	93.64
Vegetación	No Aplica	No Aplica
TOTAL	815,628	100%

(1) INE.- Inventario 1995 de Fuentes Industriales

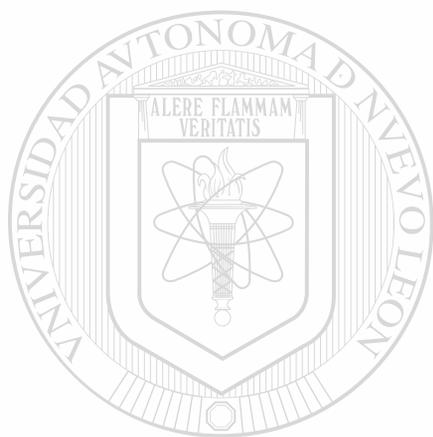
(2) INE.- Realizado para 1995, con factores de emisión per cápita

(3) Realizado con factores de emisión del estudio Estimación del Inventario de Fuentes Móviles para Monterrey, N.L. preparado por la Subsecretaría de Ecología de Monterrey, N.L., 1995.

(4) Con datos del Estudio de Emisiones de Partículas y Opciones de Control para los Bancos de Piedras Cantara en el Área Metropolitana de Monterrey preparado por la Subsecretaría de Ecología de Monterrey, N.L., 1995.

De acuerdo con este último inventario de emisión de partículas, las principales fuentes de emisión de las mismas son de tipo industrial y debidas a la erosión del suelo.

Como complemento al diagnóstico de la calidad del aire en el área metropolitana de Monterrey, relacionada con la contaminación por material particulado, en las diversas zonas del área metropolitana de Monterrey, se presentan una serie de gráficas que muestran el comportamiento de los índices de contaminación por material particulado menor a 10 micras, en los diversos rumbos de la ciudad en donde el SIMA cuenta con estaciones de monitoreo. Los datos fueron proporcionados por la Subsecretaría de Ecología del Estado, y proporcionan información sobre PM10, del periodo de 1993 a 1998.

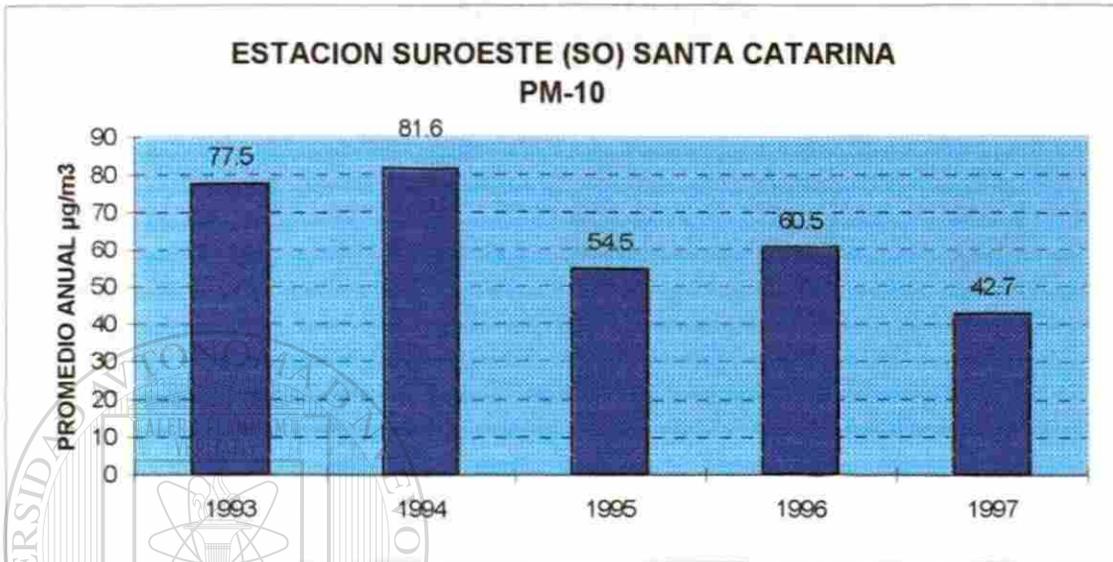


UANL

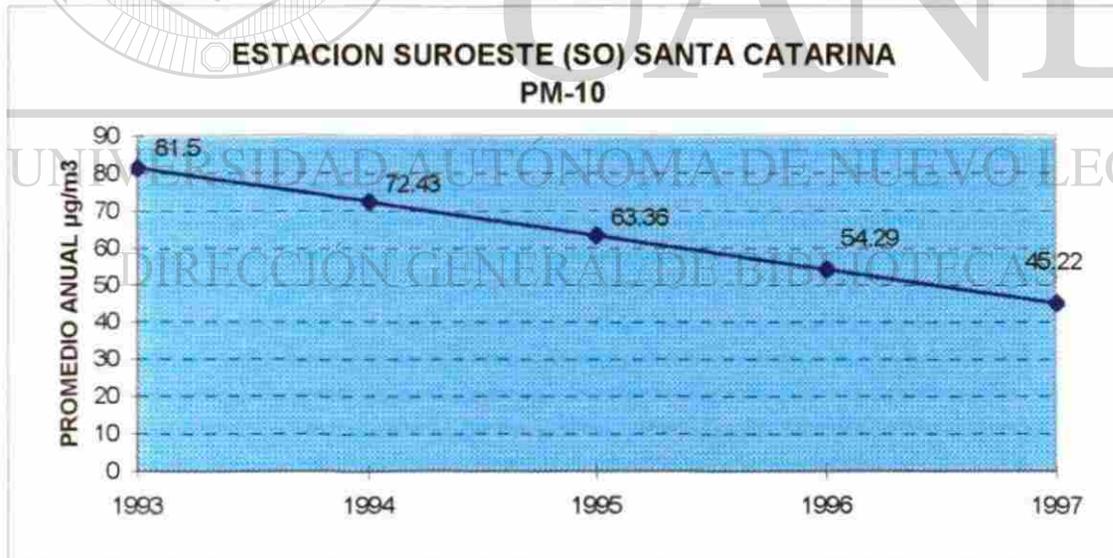
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

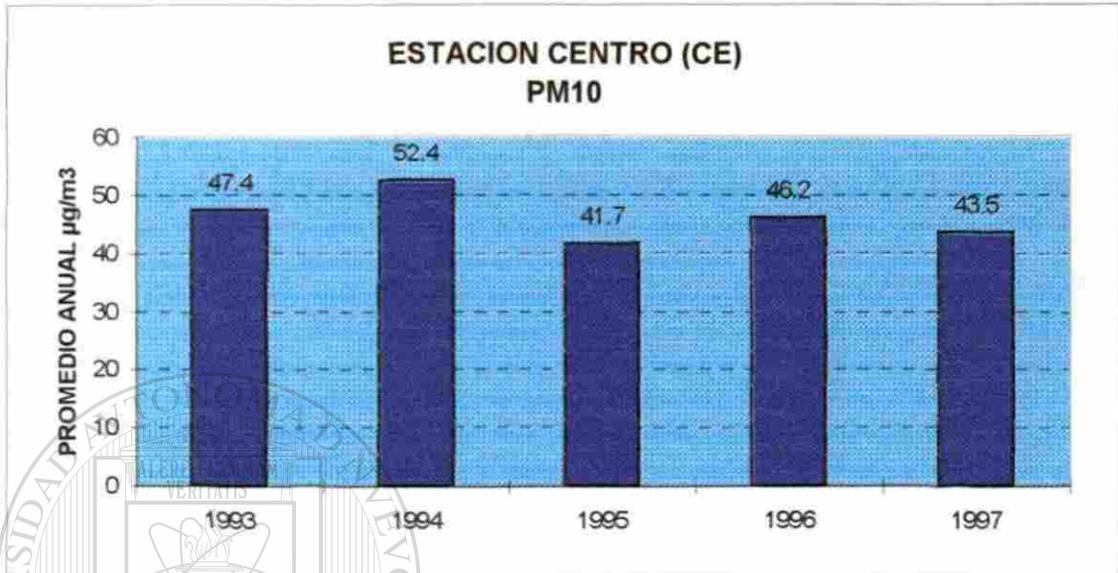


Fuente: Datos proporcionados por SIMA



TENDENCIA

Fig. No.21 Estación Santa Catarina

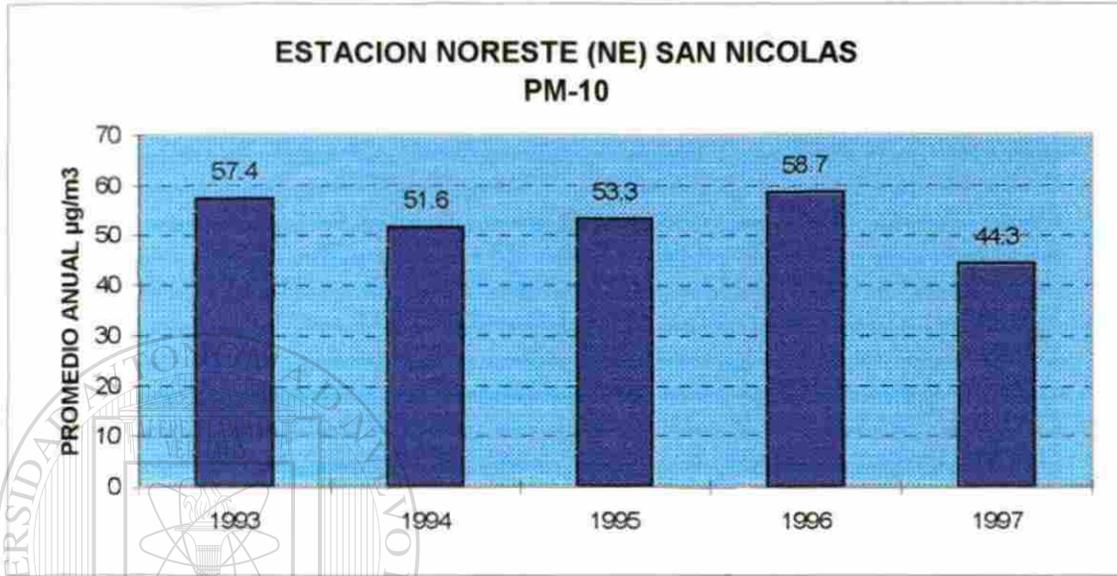


Fuente: Datos proporcionados por SIMA

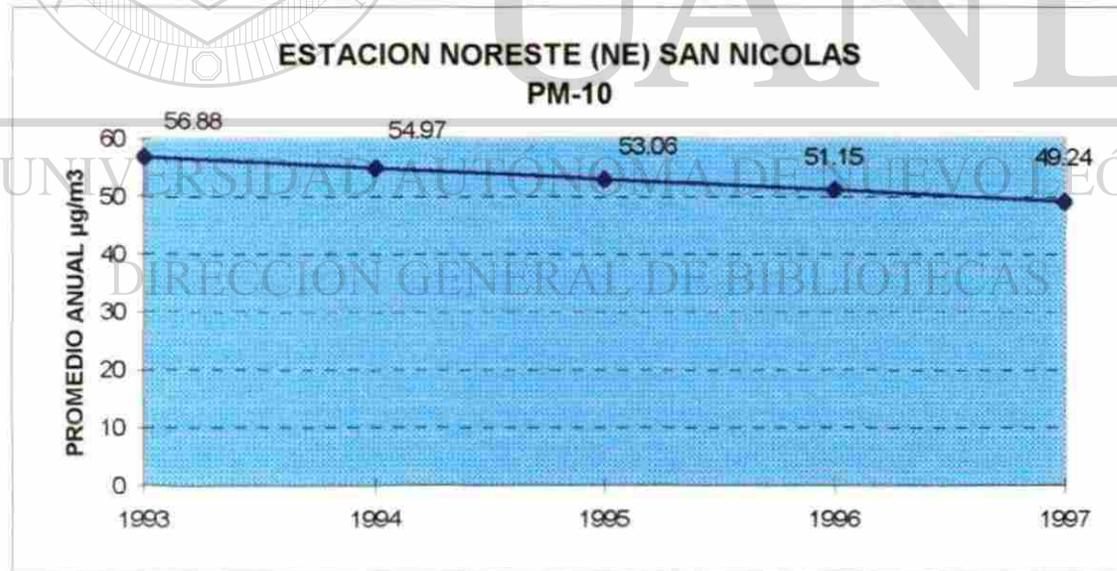


TENDENCIA

Fig. No.22 Estación Centro

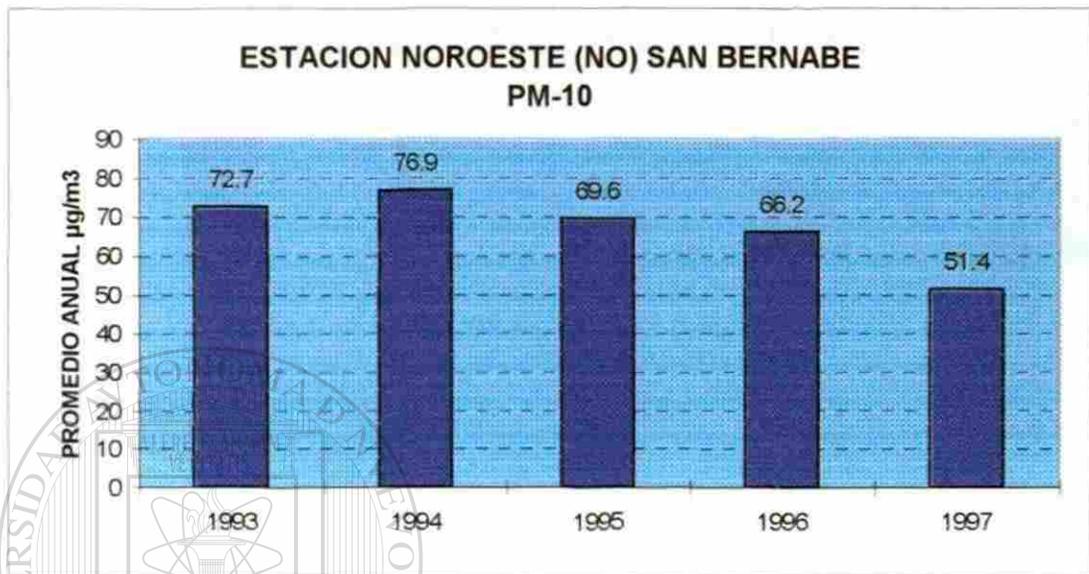


Fuente: Datos proporcionados por SIMA

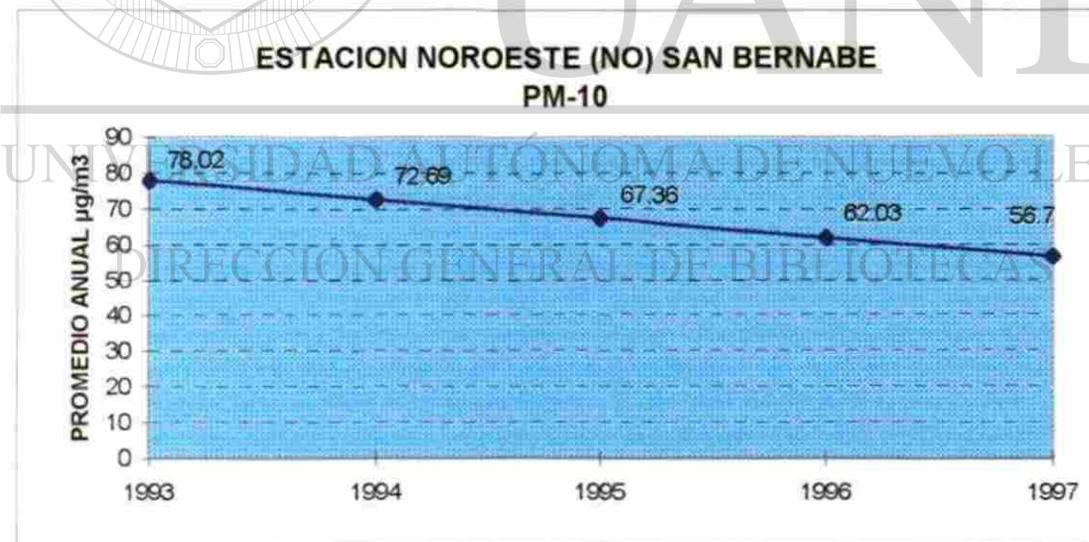


TENDENCIA

Fig. No.23 Estación San Nicolás

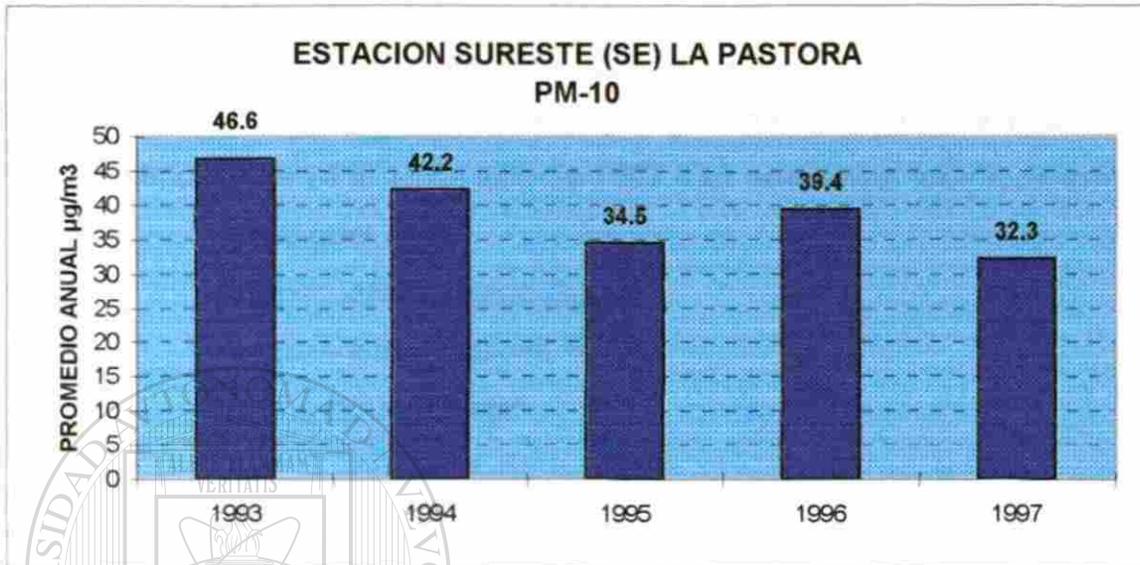


Fuente: Datos proporcionados por SIMA



TENDENCIA

Fig. No.24 Estación San Bernabé



TENDENCIA

Fig. No.25 Estación La Pastora

8.4 CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DE LA SIERRA DE SAN MIGUEL

El Departamento de Ingeniería Ambiental llevó a cabo un muestreo de Partículas Suspendidas Totales en la Zona de Amortiguamiento de las pedreras de la Sierra de San Miguel, en Escobedo, N.L.

Fueron instaladas cuatro estaciones de monitoreo de PST que muestrearon, durante 24 horas continuas, del 16 al 17 de julio de 1997. Las estaciones fueron denominadas:

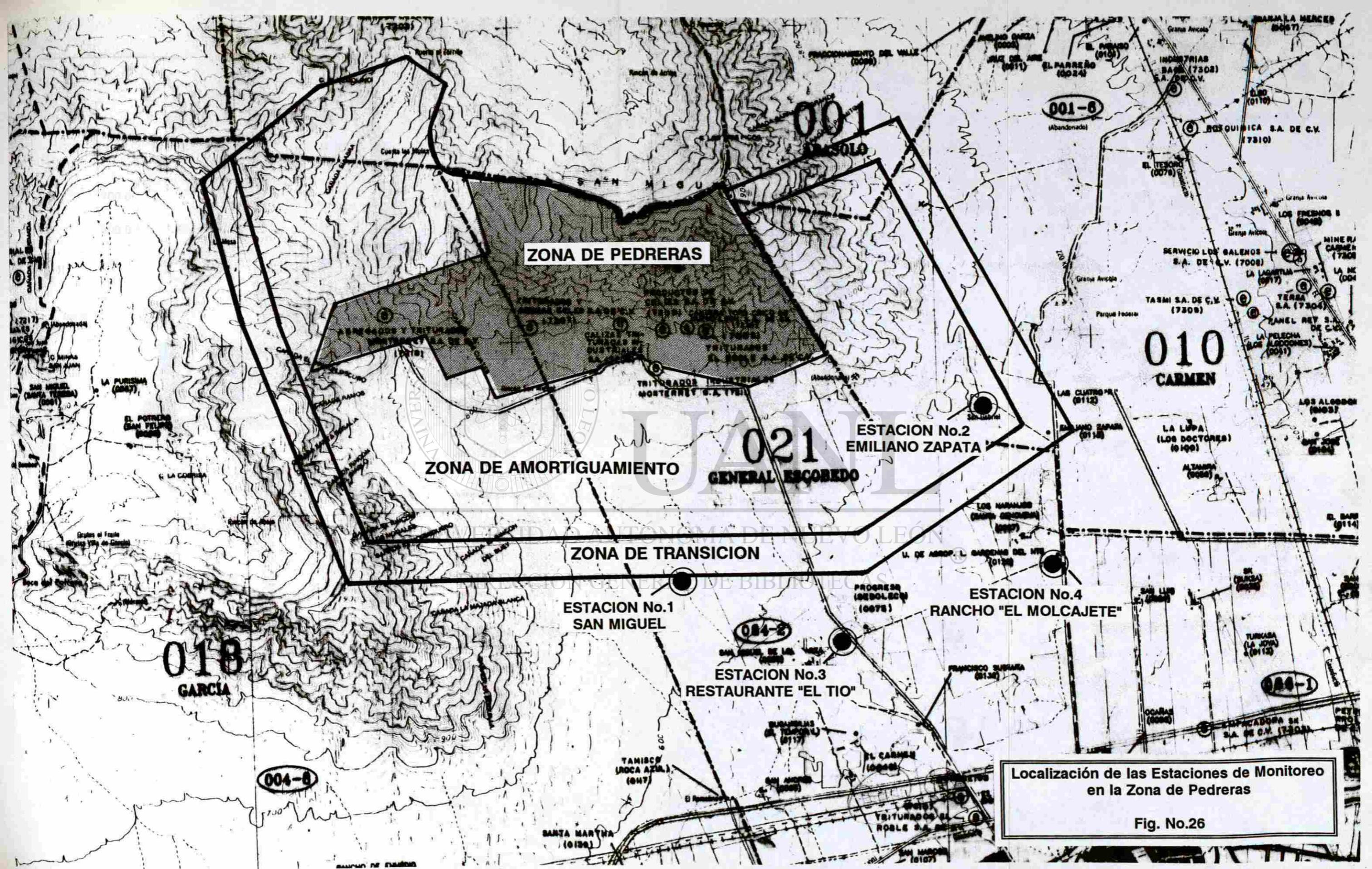
- a) San Miguel
- b) Agropecuaria Emiliano Zapata
- c) Restaurant de Mariscos "El Tío"
- d) Rancho "El Molcajete"

La siguiente figura muestra la ubicación aproximada de cada una de las estaciones en la citada zona.

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos por dicho monitoreo en la periferia de la Zona de Amortiguamiento de las pedreras:

Tabla No.35

Estación	Tiempo de muestreo	Resultado en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ®
1. San Miguel	Del 16 de julio a las 20:42 al 17 de julio a las 20:34	165.9
2 Agropecuana Emiliano Zapata	Del 16 de julio a las 19:19 al 17 de julio a las 19:19	247.6
3 Restaurante "El Tío"	Del 16 de julio a las 20:21 al 17 de julio a las 20:21	315.4
4 Rancho "El Molcajete"	Del 16 de julio a las 19:49 al 17 de julio a las 19:49	699.6



ZONA DE PEDRERAS

ZONA DE AMORTIGUAMIENTO

ZONA DE TRANSICION

**ESTACION No.1
SAN MIGUEL**

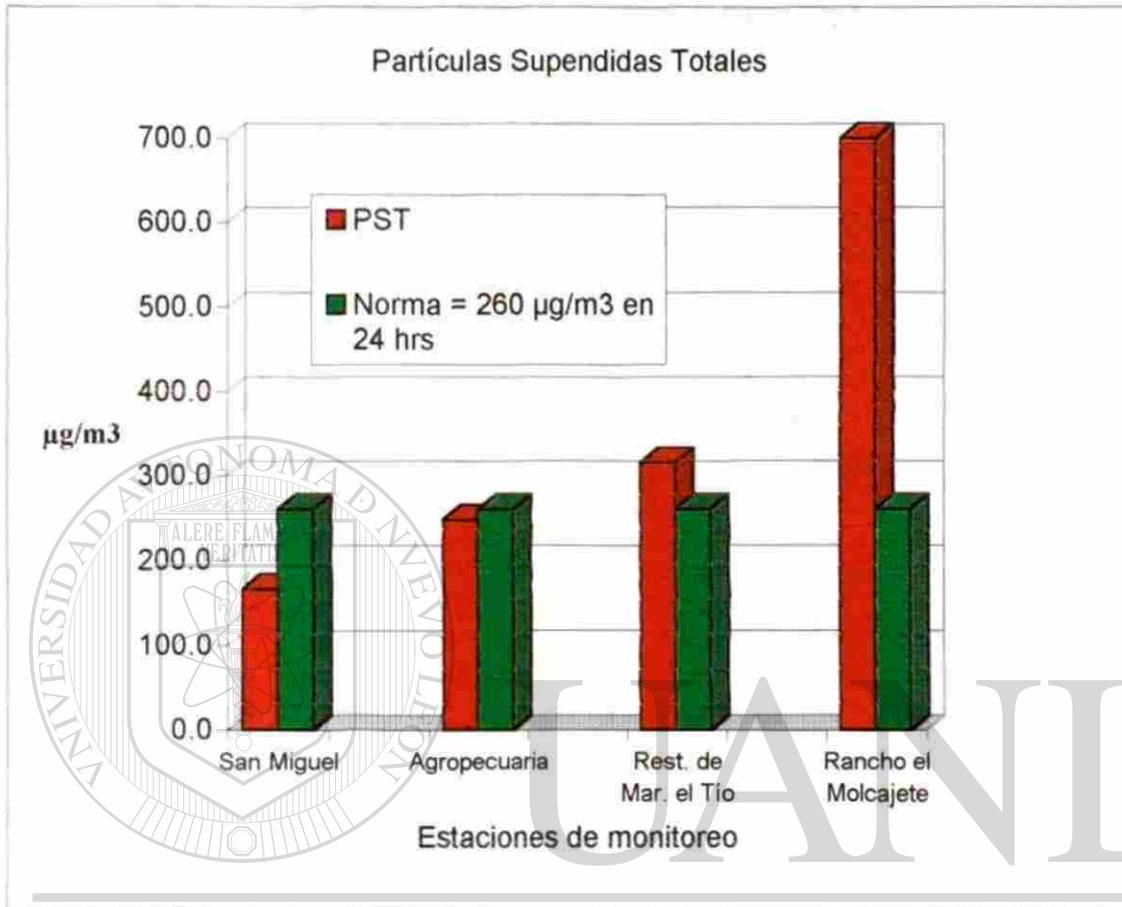
**ESTACION No.2
EMILIANO ZAPATA**

**ESTACION No.3
RESTAURANTE "EL TIO"**

**ESTACION No.4
RANCHO "EL MOLCAJETE"**

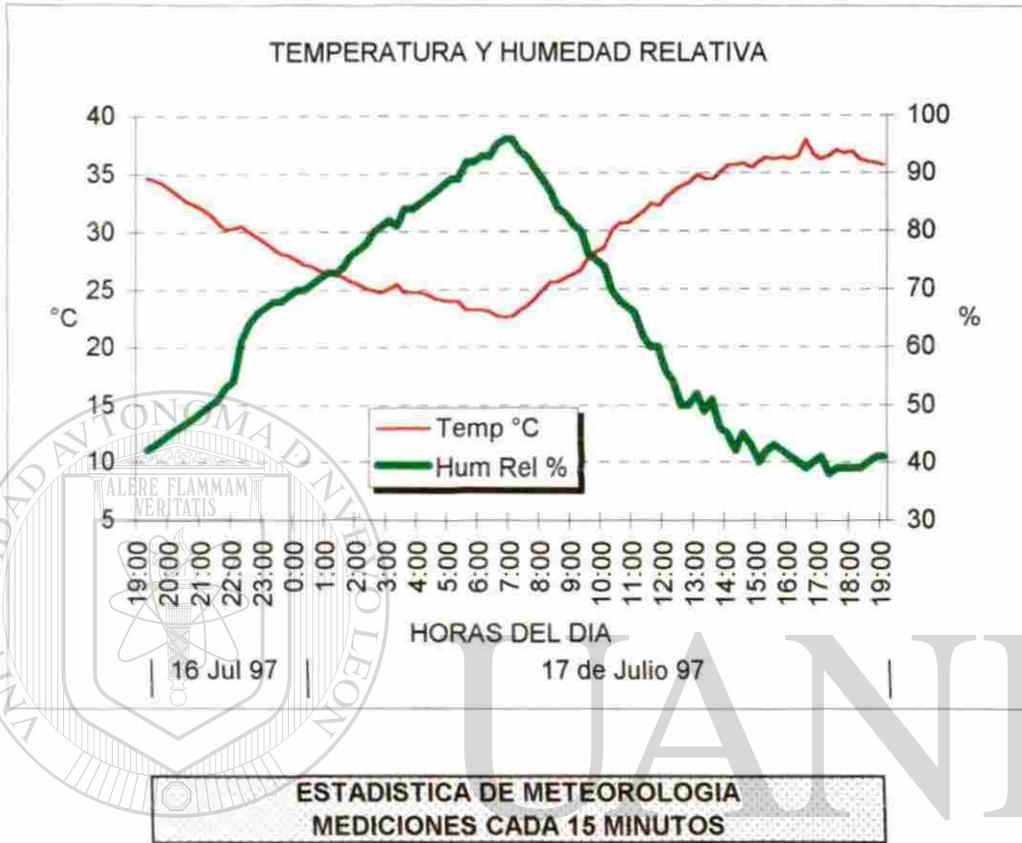
**Localización de las Estaciones de Monitoreo
en la Zona de Pedreras**

Fig. No.26



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Fig. No.27 Gráfica de Partículas Suspendidas Totales



	Máximo	Mínimo	Promedio
Velocidad de viento mts/seg	8.3 a las 22:15 Hrs	0.0 a las 21:45 Hrs	3.0
Temperatura °C	37.9	22.6	30.3
Humedad Relativa %	96.0	38.0	62.7

Fig. No.28 Datos de Meteorología Estación Restaurant "El Tío"

ROSA DE VIENTOS
· DEL 16 DE JULIO 1997 A LAS 19:15 HRS
AL 17 DE JULIO 1997 A LAS 21:00 HRS
ESTACION UBICADA EN EL REST. MARISCOS EL TIO
CARRETERA A LAS PEDRERAS, ESCOBEDO, N.L.

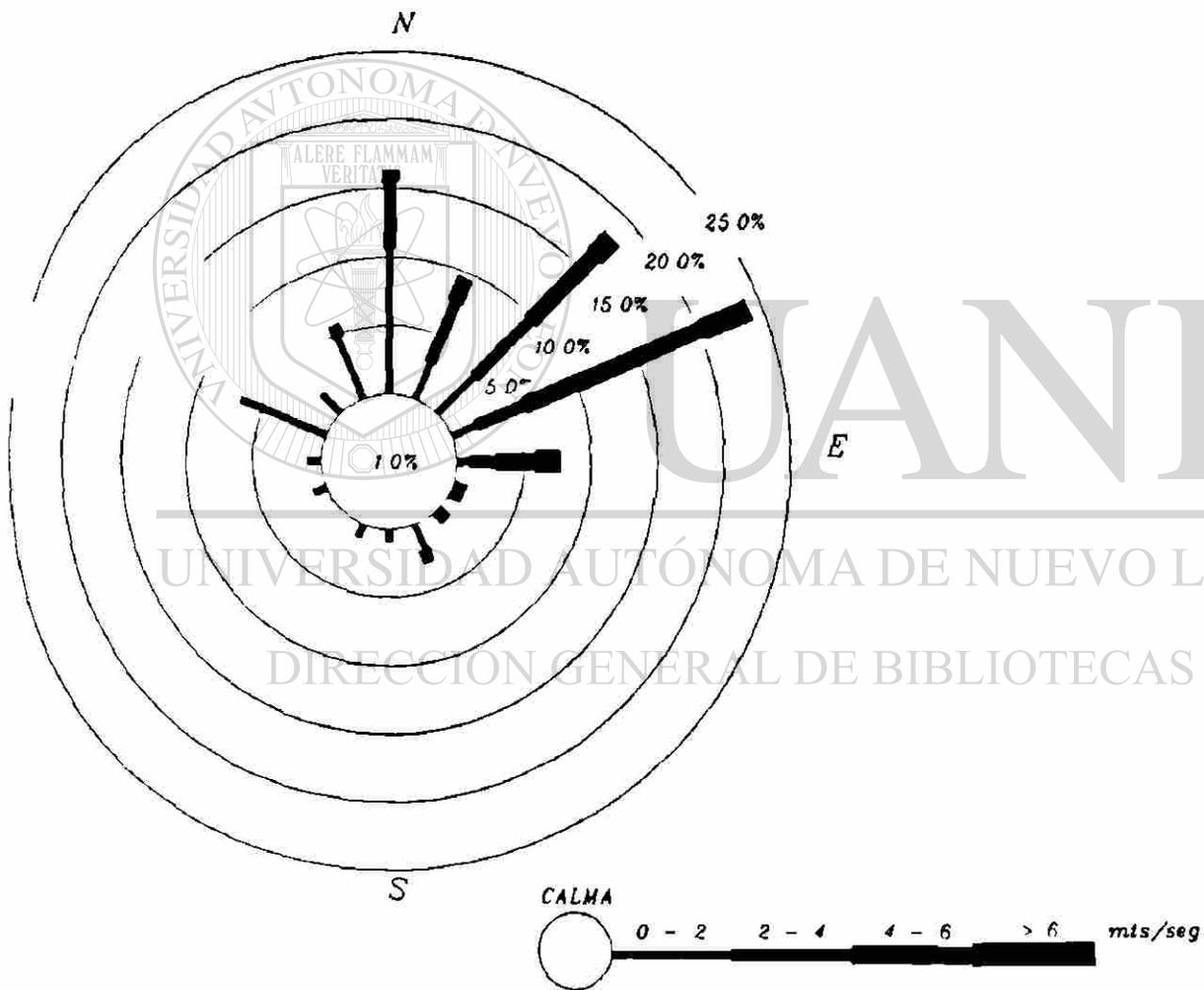


Fig. No.29 Rosa de vientos, Estación "Restaurante El Tío"

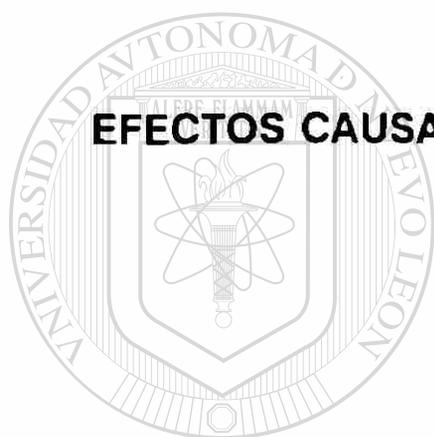
Los resultados indican que dos de las cuatro estaciones de monitoreo localizadas dentro de la zona de amortiguamiento se encontraron fuera de norma en cuanto a los límites permisibles de calidad del aire relacionados con PST: la estación denominada "Restaurant de Mariscos El Tío" y el "Rancho El Molcajete". Existe una explicación bastante lógica del alto valor de PST en dichos lugares: en el caso de la estación "El Tío", la misma se ubicó sobre la carretera a las pedreras, camino pavimentado sumamente utilizado, por ser la vía única, por donde los camiones de carga continuamente suben por material pétreo para transportarlo hacia donde se requiera.

En el caso de la estación "Rancho El Molcajete", la alta concentración de PST se explica, en gran parte, debido a la presencia de un camino vecinal, sin pavimentar, utilizado por los residentes de las localidades del área. La zona, además de presentar erosión del suelo, el mismo se encontraba sumamente seco, ya que el monitoreo se efectuó en la temporada de sequía, lo que propiciaba también la presencia de continuas tolveneras en el área.

También es importante recalcar que el monitoreo se efectuó sólo por un día, dentro de la zona de amortiguamiento lo que, definitivamente, no puede tomarse como representativo de la realidad en lo que a la calidad del aire se refiere. Es sabido, como se ha mencionado anteriormente, que es indispensable efectuar un monitoreo continuo en un periodo mayor, ya que las condiciones meteorológicas del sitio son diferentes durante las diversas estaciones del año, por lo que los valores que se obtendrán a lo largo del mismo, serían, quizás, muy diferentes. Incluso, las condiciones topográficas del sitio son determinantes en la medición de los valores de material particulado del área. Es muy factible encontrar, incluso, diferentes concentraciones de material particulado, a lo largo del día, dependiendo de la dirección del viento, las condiciones topográficas, las condiciones meteorológicas, etc.

Es indispensable, pues, un estudio concienzudo de la calidad del aire en la zona de amortiguamiento que permita determinar si la concentración de material particulado no sobrepasa los límites establecidos para la calidad del aire en nuestro país, en detrimento de la salud de los habitantes aledaños, e incluso, del mismo personal que labora dentro de la zona de pedreras.

Capítulo 9



EFECTOS CAUSADOS POR MATERIAL PARTICULADO EN EL AMBIENTE

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



9.1 INTRODUCCION

La presencia de partículas como contaminantes del aire conllevan una serie de efectos negativos, entre los que se cuentan, de manera general⁵²:

- Incremento en las reacciones químicas en la atmósfera.
- Reducción de la visibilidad.
- Aumento de la posibilidad de la precipitación, la niebla y las nubes.
- Reducción de la radiación solar, con los consiguientes cambios en la temperatura ambiental y en las tasas biológicas de crecimiento de las plantas.
- Ensuciamiento de las materias del suelo.
- Riesgo para los pulmones.

La magnitud del problema en cada una de las áreas anteriores es una función de:

- 1) el valor del tamaño de las partículas presentes en la atmósfera local,
- 2) la concentración de las partículas, y
- 3) la composición física y química de las partículas.

9.2 EFECTOS SOBRE LA SALUD

Las partículas en forma de polvo, humo y aerosoles pueden tener un efecto en la salud a corto y largo plazos. Estos efectos van desde irritación de los ojos y garganta, a la reducción de la resistencia a infecciones, y pueden dar origen a enfermedades respiratorias crónicas. Por ejemplo, las partículas de polvo transportadas por el viento pueden contener PCB's y pesticidas.

Datos epidemiológicos han demostrado que la exposición a partículas se asocia con una incidencia mayor de enfermedades respiratorias, bronquitis crónica, bronco-constricción,

52

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

decremento en las funciones pulmonares y aumento de las tasas de mortalidad. Entre los efectos adversos asociados con exposiciones cortas a partículas en suspensión se encuentra el aumento de ataques de asma.

Las partículas más comunes que se encuentran en la atmósfera son de naturaleza inorgánica no tóxica. Estas partículas penetran al cuerpo humano por vía respiratoria. El sistema respiratorio tiene diferentes niveles de defensa contra la invasión de material extraño. Las partículas grandes son eliminadas de la corriente de aire a nivel de fosas nasales. Sin embargo, en la gama de tamaños inferiores a aproximadamente $10\ \mu\text{m}$, la velocidad de sedimentación es insignificante comparada con el movimiento producido por el viento y la turbulencia del aire. Estas partículas tienden a permanecer en suspensión durante periodos de horas o días hasta que son eliminadas por el impacto con superficies o la difusión sobre las mismas, o son barridas por la lluvia. Son estas partículas en suspensión las más importantes en relación con la salud humana no sólo porque permanecen en la atmósfera más tiempo que las partículas más grandes, sino porque también son suficientemente pequeñas para ser inhaladas y penetrar profundamente en las vías respiratorias⁵³. Dichas partículas se depositan en los pulmones disminuyendo la capacidad de transporte de oxígeno al torrente sanguíneo y provocando insuficiencia respiratoria, con frecuencia seguida de un esfuerzo cardíaco y muerte prematura.

Los daños a los órganos respiratorios pueden presentarse directamente, ya que se ha estimado que más del 50% de las partículas entre 0.01 y $0.1\ \mu\text{m}$ que penetran en las cavidades pulmonares se depositarán allí.

El aparato respiratorio está formado por diversas estructuras que corresponden a la nariz, la boca, la tráquea, bronquios, bronquiolos, bronquiolos terminales, alvéolos y acinos pulmonares. Con respecto al depósito en las vías respiratorias y a la depuración de los

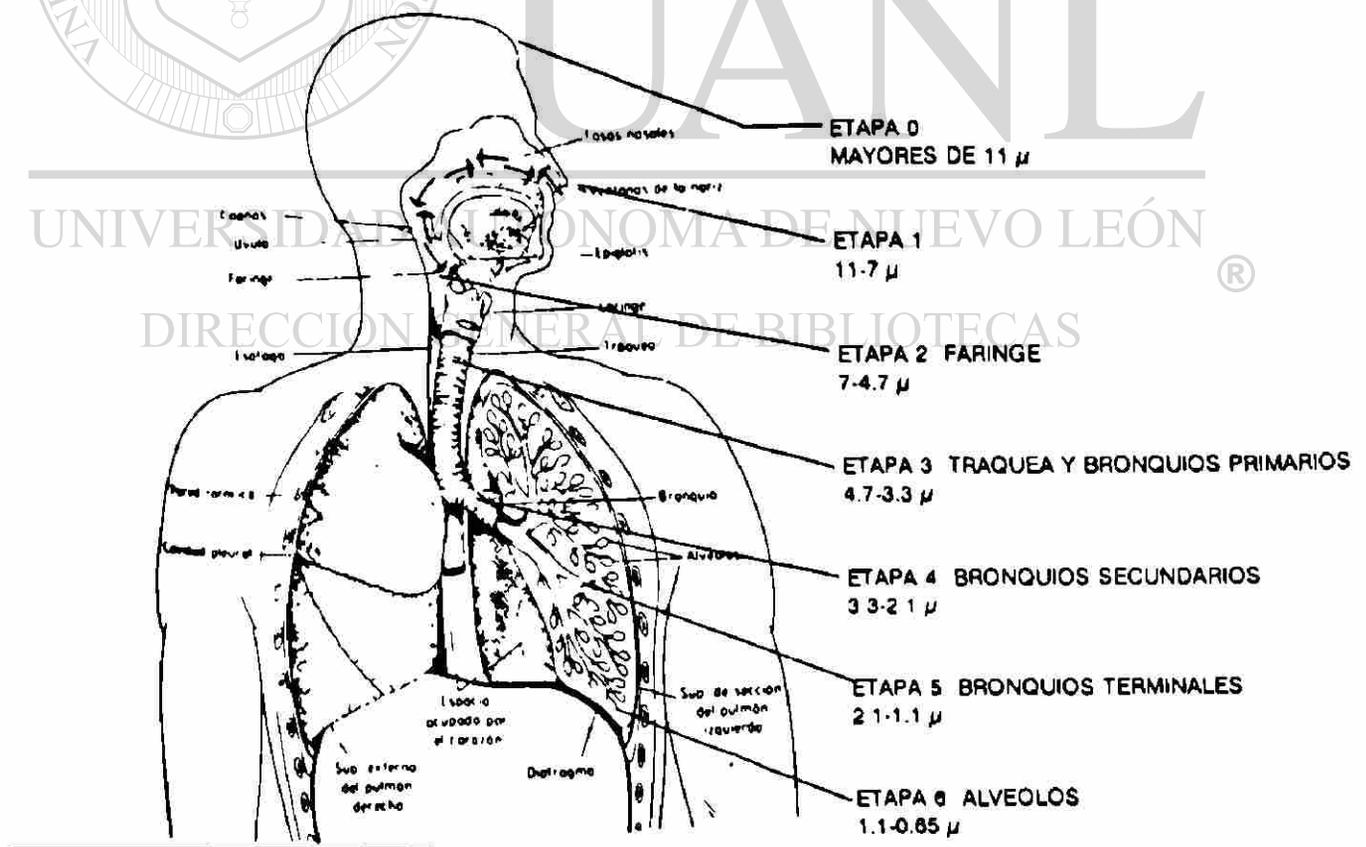
53

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

aerosoles inhalados, se consideran tres grandes regiones ⁵⁴ :

1. Extratorácica, correspondiente a las vías que van desde las narinas hasta la epiglottis y laringe (incluyendo la boca cuando se trata de respiración oral);
2. Traqueobronquial, desde la tráquea hasta los bronquiolos terminales (es decir, la porción del aparato respiratorio con epitelio ciliado); y
3. Región pulmonar, que incluye el parénquima pulmonar, o sea los bronquiolos respiratorios, los conductos alveolares, los sacos alveolares y alvéolos, es decir, la región del intercambio gaseoso.

Figura No.30
El sistema respiratorio humano



El depósito de las partículas inhaladas en las vías respiratorias es un proceso y depende, tanto del modo de respirar, como de las características físicas de las partículas inhaladas.

Durante la respiración nasal, la mayor parte de las partículas superiores a $4\ \mu\text{m}$ de diámetro aerodinámico, se depositan en las vías respiratorias, mientras que durante la respiración oral sólo se observa la impactación casi completa de partículas mayores de $10\ \mu\text{m}$. En ambos tipos de respiración, las partículas de gran tamaño tienden a depositarse en la región superior de la tráquea. Sin embargo del 20 al 30% de las partículas entre 5 y $10\ \mu\text{m}$, inhaladas durante la respiración oral, se depositan más abajo en la tráquea y bronquios. La penetración más profunda de las partículas ocurre cuando las personas respiran por la boca.

Las partículas pueden tener un efecto tóxico de una o más de las tres siguientes maneras:

1. La partícula puede ser intrínsecamente tóxica debido a sus características inherentes químicas y/o físicas.
2. La partícula puede interferir con uno o más de los mecanismos que despejan usualmente el aparato respiratorio.
3. La partícula puede actuar como un conductor a una sustancia tóxica absorbida.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La siguiente tabla presenta una cantidad limitada de datos sobre la relación entre la concentración de partículas y los efectos producidos.

Tabla No.36
Efectos observados de las partículas

EFECTOS OBSERVADOS DE LAS PARTICULAS		
CONCENTRACION	TIEMPO DE MEDICION	EFFECTOS
60-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media geométrica anual, con SO_2 y humedad	Aceleración de la corrosión de las láminas de acero y zinc
75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media anual	Norma de calidad del aire ambiente
150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Humedad relativa menor del 70 por ciento	Visibilidad reducida a 5 millas
100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Luz solar directa reducida en un tercio
80-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Con niveles de sulfatación de 30 $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$	Puede ocurrir un aumento en la tasa de mortalidad de personas mayores de 50 años
100-130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Con $\text{SO}_2 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Es posible que los niños experimenten un aumento en la incidencia de las enfermedades respiratorias
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio de 24 h y $\text{SO}_2 > 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$	La morbilidad de los obreros industriales puede ser causa de un aumento en el ausentismo
260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo una vez en cada 24 h	Norma de calidad del aire ambiente
300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximo de 24 h y $\text{SO}_2 > 630 \mu\text{g}/\text{m}^3$	En los pacientes con bronquitis crónica puede que se presente empeoramiento agudo de los síntomas
750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio de 24 h y $\text{SO}_2 > 715 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Puede ocurrir un número excesivo de muertes y un considerable aumento en las enfermedades.

FUENTE. Compendio de datos presentados en "Air Quality for Particulate Matter" de la National Air Pollution Control Administration, AP-49, Washington, DC.: HEW, 1969.

Es extremadamente difícil obtener una relación directa entre la exposición a varias concentraciones de partículas y los efectos resultantes sobre la salud del hombre. La longitud del tiempo de exposición es importante. Se ha observado en algunos casos que la exposición a las partículas en combinación con otros contaminantes, como el SO_2 , produce un mayor deterioro de la salud que la exposición separada a cada contaminante.

Históricamente, la evidencia más clara de una asociación entre contaminación del aire por óxido de azufre/partículas y la muerte, fue manifestada por una cantidad de episodios de contaminación aguda del aire, durante los cuales las condiciones meteorológicas desfavorables tuvieron como resultado varios días de estancamiento del aire y un aumento considerable en la concentración de los contaminantes atmosféricos. Un importante aumento en la mortalidad diaria tuvo lugar durante estos episodios, en primer término, entre personas ya afectadas con enfermedades cardíacas y respiratorias; aunque de igual modo fueron afectadas personas en buen estado de salud⁵⁵.

El análisis de diversos grupos de datos tienden a demostrar en mayor mortalidad general durante los días de mayor contaminación. Sin embargo, esta asociación entre contaminación del aire y la mortalidad diaria, no ha sido demostrada mediante una relación lineal simple; la presencia de otros determinantes de los cambios diarios de la mortalidad hace difícil identificar la concentración de contaminantes a la cual empieza a ocurrir un exceso de muertes.

Estudios sobre síntomas diarios de pacientes con enfermedades crónicas de obstrucción pulmonar, muestran una relación entre el grado de la enfermedad y las concentraciones de contaminantes del aire, a una relativamente alta concentración de dióxido de azufre y partículas contaminantes. Temperaturas bajas pueden ejercer un efecto mayor que la contaminación del aire. Los pacientes asmáticos parecen ser susceptibles a picos de concentración de contaminantes del aire, de corto plazo. Y un aumento en las crisis asmáticas, se han observado durante episodios en días con los niveles más altos de contaminación del aire por óxido de azufre/partículas y oxidantes fotoquímicos. La contaminación del aire puede aumentar la reacción del paciente asmático a otros estímulos. La sensibilidad de la persona asmática a estímulos externos, indica que una mayor concentración de la contaminación del aire, es uno de los muchos factores que pueden precipitar un ataque.

Se ha demostrado en animales la asociación entre contaminación del aire y el deterioro

⁵⁵ Wark, Kenneth y Warner, Cecil F. (1990) "Contaminación del Aire, Origen y Control". Limusa. México.

de la resistencia a infecciones respiratorias. Una mayor incidencia de enfermedades respiratorias aguda en estudios humanos, está a favor de una probable asociación entre un aumento de las enfermedades agudas del tracto respiratorio bajo (bronquitis aguda, neumonías y otras enfermedades agudas del tórax) y la contaminación del aire.

Tabla No.37

Conclusiones de estudios epidemiológicos sobre el incremento de la mortalidad por exposición aguda a niveles ambientales de Partículas Suspendidas (PS) y Dióxido de Azufre (SO₂)

EFECTOS OBSERVADOS (Mortalidad)	PROMEDIO EN 24 HORAS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		AUTOR
	PS ^a	SO ₂	
Claro incremento en la mortalidad entre ancianos o personas con alteraciones respiratorias o cardíacas durante el periodo invernal de 1958-59 en Londres	≥ 1000	≥ 1000	Martin y Bradley (1960); Martin (1964).
Aumento análogo en la mortalidad diaria en Londres durante los inviernos de 1958-59 a 1971-72			Mazumdar <i>et al.</i> , (1981)
Algunos indicios de incremento en la mortalidad total durante el invierno de 1958-59, con una mayor confiabilidad (95% de int. de confianza) este incremento de PS y SO ₂ mayores de 750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	500 - 1000	500 - 1000	Martin y Bradley (1960)
Indicios similares de incremento de la mortalidad durante los inviernos de Londres de 1958-59 a 1971-72; con mayor confiabilidad este incremento ocurrió con concentraciones mayores de 750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sin embargo hay evidencia de pequeños incrementos en la mortalidad aún a concentraciones tan bajas como 150-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.			Mazumdar <i>et al.</i> , (1981)

^a Humo británico

Fuente: Air Quality criteria for particulate matter and sulfur dioxides. Vol.1. Research Triangle Park N.C. Environmental Protection Agency.1982.

Tabla No.38

Conclusiones de estudios epidemiológicos sobre el incremento de la morbilidad por exposición aguda a niveles ambientales de Partículas Suspendidas (PS) y Dióxido de Azufre (SO₂)

EFECTOS OBSERVADOS (Morbilidad)	PROMEDIO EN 24 HORAS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		AUTOR
	PS ^a	SO ₂	
Agravamiento del estado de salud en pacientes con bronquitis crónica durante los inviernos en Londres de 1955 a 1960	$\geq 250-500$	$\geq 500-600$	Lawther (1958) Lawther <u>et al.</u> (1970)
Efectos no detectables en la mayor parte de los individuos con bronquitis, pero asociación positiva en individuos muy sensibles con bronquitis crónica durante el invierno de 1967-68 en Londres	< 250	< 500	Lawther <u>et al.</u> (1970)

^a Humo británico

Tabla No.39

Resumen de estudios epidemiológicos sobre efectos de la morbilidad por exposición crónica a partículas suspendidas (PS) y dióxido de azufre (SO₂)

TIPO DE ESTUDIO	EFECTOS	PROMEDIO ANUAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			AUTOR
		PS ^a	PST	SO ₂	
Transversal (4 áreas)	Posible incremento de síntomas respiratorios bajos y disminución de la función respiratoria en niños	230-301		181-275	Lunn, <u>et al.</u> (1967)
Longitudinal y transversal	Mejoría aparente en la función pulmonar de adultos en asociación con la disminución de las partículas en suspensión		180		Ferris, <u>et al.</u> (1973-1976)
Longitudinal y transversal	Ausencia aparente de efectos y síntomas, sin disminución de la función pulmonar en adultos		80-131		Ferris, <u>et al.</u> (1973-1976)

^a Humo Británico

FUENTE: Air quality criteria for particulate matter and sulfur oxides. Vol.1. US Research-Triangle Park, N.C. Environmental Protection Agency. 1982.

La combinación del bióxido de azufre y partículas suspendidas en la atmósfera, provoca los siguientes efectos:

- a) Corrosión
- b) Crecimiento forestal
- c) Entorno desagradable
- d) Efectos en la salud:
 - incremento en la mortalidad de los ancianos
 - bronquitis crónica
 - ataques de asma

Tabla No.40
Normas de Calidad del Aire

NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE EN PAISES SELECCIONADOS	
PAIS	PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES
Mexico	275 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24 \text{ hr}^*$
Estados Unidos	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24 \text{ hr}$ 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3/(\text{mga})$
Italia	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24 \text{ hr}$
Japón	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3/1 \text{ hr}$

mga. media geométrica anual

Fuente: Bravo, A.H. 1984.

* Actual: 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24 \text{ hr}$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Tabla No.41

Pautas de Calidad del Aire

PAUTAS DE LA ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)	PST $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Promedio 24 hr	100 - 150
Promedio anual	40 - 60
<u>PAUTAS PARA EUROPA</u>	PST $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Promedio 24 hr	125 70 (partículas torácicas)
Promedio anual	50
24 h (vegetación)	100
Anual (vegetación)	30

Fuente: Kjellstrom, T. (1987). Pautas de la OMS para la calidad del aire. Taller Internacional sobre Criterios Normativos de la Calidad del Aire en la Ciudad de México. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud.

Como se mencionó anteriormente, la unidad en la que se reporta la calidad del aire en la zona metropolitana de Monterrey es el Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA). Este índice se define en relación a las normas de calidad del aire, que se fijaron tomando como referencia niveles de concentración y tiempos de exposición de los contaminantes donde el ciudadano promedio puede desenvolverse sin que se afecte de manera significativa su salud. Los niveles normados para cada contaminante son diferentes, ya que la vulnerabilidad del ser humano es diferente ante cada tipo de contaminante. La norma de calidad del aire para PM-10 es de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un tiempo de exposición de 24 horas. Para convertir las unidades de concentración de contaminante a unidades del índice de calidad del aire se toma como 100 puntos IMECA la concentración de contaminante señalada en la norma y como 500 puntos IMECA aquella concentración a la cual las personas sensibles presentan daños a la salud de manera inmediata. La siguiente tabla presenta los criterios de interpretación de los diferentes niveles del índice metropolitano de la calidad del aire.

Tabla No.42
Interpretación de los valores IMECA

Valor del IMECA	Significado
0 - 50	Situación muy favorable para todo tipo de actividades
51 - 100	Situación favorable para todo tipo de actividades
101 - 200	Aumento de molestias menores en personas sensibles
201 - 300	Aumento de molestias e intolerancias relativas al ejercicio en personas con padecimientos respiratorios y cardiovasculares. Aparición de ligeras molestias en la población en general
301 - 500	Aparición de diversos síntomas e intolerancia al ejercicio en la población en general

Fuente Programa de Administración de la Calidad del Aire del Area Metropolitana de Monterrey 1997-2000

9.3 EFECTOS SOBRE LOS MATERIALES, LA VEGETACION Y LOS ANIMALES

Las partículas arrastradas por el aire pueden ser en sí, o químicamente inertes o químicamente activas; podrán ser inertes pero absorber de la atmósfera sustancias químicamente activas; o si no, se pueden combinar para formar especies químicamente activas. Dependiendo de su composición química y estado físico, las partículas causan grandes daños a los materiales. En general, elevadas concentraciones de humos y partículas están asociadas con el ensuciamiento de la ropa y de las estructuras; ensucian las superficies pintadas, la ropa y las cortinas, con sólo asentarse sobre de ellas. El costo de repintar las superficies interiores y exteriores de las casas y edificios y la limpieza y reposición de las materias textiles se estima en cientos de millones de dólares anuales.

Las partículas pueden causar daños químicos directos, ya sea por corrosividad intrínseca o por la acción de sustancias químicas corrosivas adsorbidas o absorbidas, por partículas inertes emitidas a la atmósfera. En general, los metales pueden resistir la corrosión en sólo el aire seco o aún en el aire limpio y húmedo. Sin embargo, las partículas hidrosκόpicas que se encuentran usualmente en la atmósfera pueden corroer las superficies metálicas sin que esté presente contaminante alguno. Los ejemplos de la corrosión de las superficies metálicas expuestas a las atmósferas industriales están bien documentadas.

La materia particulada puede dañar los materiales opacando la ropa y los textiles, corroyendo los metales (especialmente a humedades relativas por arriba del 75%), erosionando las superficies de los edificios y decolorando y destruyendo las superficies pintadas. Por ejemplo, para rangos de concentraciones de material particulado de 130 a 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y bajo la presencia de SO_2 y humedad, la corrosión del acero y de los paneles de zinc es de 3 a 4 veces mayor que en áreas cercanas a niveles de 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Poco es lo que se conoce de los efectos de las partículas en general, sobre la vegetación. No obstante, se ha observado que varias sustancias específicas causan algunos daños. Las partículas que contienen fluoruros parecen causar daños en las plantas, y el óxido de magnesio que cae sobre los terrenos agrícolas ha dado como resultado un insatisfactorio crecimiento de la planta. La salud de un animal puede sufrir cuando éste se alimenta de

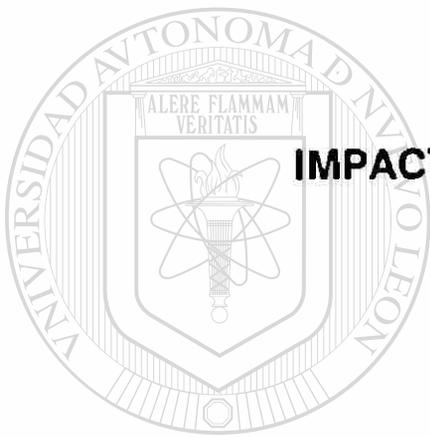
plantas cubiertas por un particulado tóxico. Dichos compuestos pueden ser absorbidos por los tejidos de la planta o permanecer como contaminantes sobre las superficies de las plantas.

Las partículas sólidas son menos tóxicas para la planta ya que se depositan sobre la superficie superior cerosa y dura de las hojas; es ahí donde se deben disolver entonces, en la humedad depositada, para penetrar en el interior de la planta a través de los estomas o a través de las secciones dañadas de la superficie de la hoja. Algunos contaminantes sólidos se pueden disolver en la cera de la superficie y entrar en la planta. Así, los contaminantes sólidos del aire tienden a localizar su efecto y no dañan por completo la estructura de la hoja en la proporción en que lo hacen los contaminantes gaseosos. Por supuesto, los contaminantes sólidos pueden entrar en la cadena alimenticia si sus acarreadores vegetales son consumidos por animales. Si las plantas de ornato tienen hojas sensitivas, entonces los depósitos de partículas pueden dañar seriamente su valor estético o comercial, como sucede con las flores, aunque no pueden afectar la capacidad de la planta para subsistir y reproducirse.

La sensibilidad de las plantas varía de acuerdo con el tipo de contaminante y su concentración, pero también depende de si está presente más de un contaminante; dos o más contaminantes pueden reforzarse mutuamente (sinergismo) y aumentar o disminuir el efecto del contaminante individual.

El tiempo de exposición es un factor adicional. El producto del tiempo -en horas- y la concentración -en partes por millón, o bien otras unidades apropiadas- se denomina a veces factor de exposición. Respecto a la mayoría de los contaminantes, este factor varía con la exposición de la planta a la luz solar o a la humedad, debido a que estos pueden afectar la apertura de los estomas y el intercambio de gases que se realiza.

Capítulo 10



IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

10.1 IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS AL MEDIO AMBIENTE

La extracción, el procesamiento y el uso de cualquier recurso mineral, combustible o no combustible, puede producir alteración del terreno, erosión y contaminación del aire y del agua. Después de que se localizan depósitos económicamente productivos, se extraen por minado superficial, si están localizados en o cerca de la superficie. De hecho, la minería superficial altera completamente las características naturales del terreno, además de producir mayor cantidad de material de desecho si lo comparamos con la minería de subsuperficie. La minería superficial extrae aproximadamente un 90% en peso de los recursos minerales ⁵⁶.

Por otro lado, se generan una serie de efectos nocivos por la extracción y procesamiento de materiales pétreos, entre los que se incluyen, de manera general:

- Destrucción y alteración de la superficie del terreno y la erosión del mismo
- El pésimo aspecto de los montones de desechos y materiales inservibles
- Mal aspecto
- Ruido en exceso
- Contaminación del aire y del agua
- Peligros a la seguridad y la salud
- Apilamientos temporales de material erosionados por viento y lluvia

Asimismo, la energía producida y utilizada en efectuar cada paso del procesamiento del material (exploración, extracción, transporte, trituración, etc.) causa posteriormente contaminación y degradación ambientales. La mayoría de los daños resulta de no requerir que los costos totales de la contaminación y degradación ambientales causados por las compañías procesadoras de caliza, sean incluidos en el costo de sus productos. Muchos de estos costos "externos" todavía son traspasados a la sociedad en forma de salubridad más deficiente, aumento en los costos del cuidado y seguridad de la salud, y en los más altos impuestos para pagar la resolución de los problemas causados por la contaminación

56

Tyler Miller, G. Jr. (1994). "Ecología y Medio Ambiente". Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V.

y degradación ambientales. Si tales costos externos fueran internalizados e incluidos en el costo de las materias primas y los bienes manufacturados, la mayoría de estos efectos perjudiciales serían eliminados o reducidos a niveles más aceptables.

Los estudios de impacto ambiental efectuados a pedreras de la zona de la sierra de San Miguel⁵⁷, en su actual fase de operación, han detectado que los factores mayormente afectados negativamente por estas actividades han sido:

FACTORES ABIÓTICOS	FACTORES BIÓTICOS	SALUD PÚBLICA	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO
Aire Agua Geología Suelo Clima	Fauna Terrestre Flora Terrestre	Salud Ocupacional Calidad Sanitaria del Ambiente Seguridad Laboral	Paisaje Natural Parques y Reservas Desarmonías

La metodología utilizada para la identificación de los impactos en dichos estudios fué la denominada de "Matrices", específicamente, "Método de Leopold", mismo que permite una identificación de las relaciones causa-efecto entre las actividades específicas del proceso industrial e impactos.

En el caso especial de la operación para este tipo de industria, las actividades consideradas de mayor impacto a cada uno de los factores anteriormente mencionados son, en términos generales:

- a) Corte:
 - 1) Desmonte
 - 2) Barrenación
 - 3) Voladura
- b) Carga y transporte del banco de explotación al área de trituración
- c) Recepción de materia prima en tolva y clasificación

57

Estudios de Impacto Ambiental, Modalidad Específica, elaborados por el Departamento de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.A.N.L.

- d) Trituración primaria (quebradora)
- e) Transportación por bandas
- f) Cribado primario
- g) Almacenes temporales
- h) Alimentadores
- i) Trituración secundaria (molinos)
- j) Cribado secundario
- k) Trituración terciaria
- l) Cribado terciario
- m) Carga y transporte de material para entrega a mercado
- n) Desechos
- ñ) Servicio y mantenimiento
- o) Abandono de vida útil

La metodología para la identificación y predicción de los impactos fue, básicamente, la siguiente:

- 1) Se realizó una investigación bibliográfica especializada en proyectos de este tipo.
- 2) Se efectuaron visitas a la zona de estudio y su área inmediata de influencia, revisando los factores susceptibles de impacto directo o indirecto por las actividades propias de este tipo de procesos industriales, realizándose mediciones en algunos aspectos para obtener datos de la zona.
- 3) Se realizó la predicción de los posibles impactos ambientales que llegasen a ser provocados por las actividades extractivas y de procesamiento de caliza en la zona.
- 4) Para la predicción de impactos se utilizaron técnicas de superposición de mapas, redes de información y listas de chequeo de aquellos factores que llegasen a sufrir los efectos negativos relacionados con la operación industrial de la zona.
- 5) Una matriz de Leopold reducida permitió distinguir los factores ambientales que

2. AGUA SUPERFICIAL / AGUA SUBTERRANEA (continuación...)

Flujo, agua subterránea	La voladura en los bancos de explotación elimina los estratos rocosos geológicos, interrumpiendo el flujo natural del agua subterránea
--------------------------------	--

3. GEOLOGIA

Geoformas	La voladura y la caída del material propician una pérdida total de los estratos geológicos susceptibles de ser explotados con la consecuente eliminación de geoformas.
------------------	--

Recurso Mineral	La explotación de la caliza permite la obtención de la misma como recurso natural susceptible de ser aprovechado por la industria, sin embargo, implica el agotamiento paulatino de los bancos de material, con la consecuente disminución del aprovechamiento y la captación de beneficios económicos
------------------------	--

4. SUELO

Uso actual	Probable contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos generados durante la fase operativa. /El futuro agotamiento de los bancos de material pétreo impondrán un cambio en el uso actual del suelo.
-------------------	---

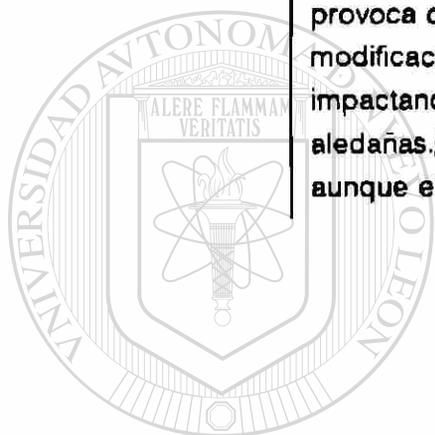
Uso potencial	El desmonte y la explotación del sitio cambian las posibilidades de uso potencial, ya sean actividades agropecuarias o forestales a nivel doméstico. /Asimismo, al término de la vida útil del sitio se ve disminuido su potencial productivo rústico.
----------------------	--

Drenajes vertical y horizontal	Disminuye el drenaje vertical por efecto del desmonte, y aumenta el horizontal./ La voladura y caída del material interrumpen los conductos del agua subterránea, y disminuyen la superficie de área de captación./ Asimismo, la emisión de polvos y el depósito de los mismos en el suelo provocan la formación de una capa cementada e impermeable que impide el drenaje vertical, y por lo tanto aumenta el horizontal.
---------------------------------------	--

Erosion	La eliminación de la cubierta vegetal aumenta el arrastre de partículas por acción del viento o del agua./ La explotación de la caliza mediante la voladura y caída del material permiten la exposición de los estratos geológicos a la acción erosiva del viento y del agua./ Los almacenamientos de material también propician el arrastre de partículas por efecto del agua y del viento.
----------------	--

5. CLIMA

Microclima	El retiro de la vegetación produce cambios microclimáticos al aumentar la radiación solar a nivel del suelo modificando la temperatura, la humedad y la insolación. La eliminación de la cubierta vegetal disminuye la absorbancia de los rayos solares./ La modificación de la topografía por efecto de la explotación provoca un cambio en el ángulo de incidencia de los rayos solares lo que provoca cambios en la temperatura a nivel del suelo./ La emisión de polvos y partículas sólidas disminuye la radiación solar que incide sobre la superficie, lo que puede acarrear un calentamiento a nivel del suelo.
Macroclima	El retiro de grandes extensiones de vegetación produce un aumento del albedo terrestre, modificando temperaturas, humedad e insolación./ La modificación de la topografía por efecto de la explotación provoca un cambio en el ángulo de incidencia de los rayos solares, lo que provoca cambios en la temperatura a nivel de suelo. Así mismo, esta modificación topográfica provoca cambios en las corrientes de aire, impactando la incidencia de humedad sobre el suelo en otras zonas aledañas./ La emisión de polvos y partículas sólidas contribuye, aunque en menor grado, al calentamiento terrestre.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

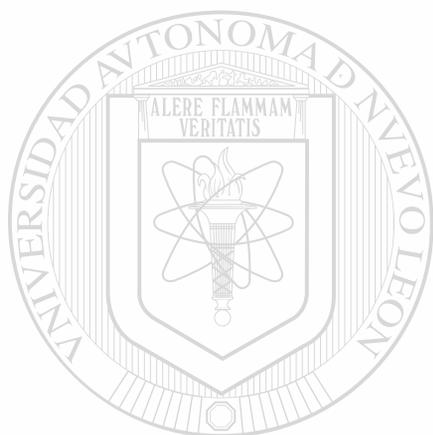
10.1.2 Factores bióticos

1. FAUNA TERRESTRE

Aves	El retiro de la vegetación elimina las posibilidades de desarrollo, crecimiento y reproducción, provocando la emigración o muerte de los mismos./ La generación de altos niveles de ruido y polvos provocan el desplazamiento de algunas aves al cambiar las características de alimentación y del hábitat.
Anfibios y reptiles	El desmonte elimina los productores de alimentación, cambia el hábitat y las posibilidades de crecimiento, desarrollo y reproducción, provocando muerte o emigración de los mismos./ La fase operativa en la zona de pedreras causa altas emisiones de polvo y ruido, provocando cambios en los hábitos y hábitat, provocando el desplazamiento o muerte de algunos reptiles.
Mamíferos	La eliminación de la vegetación provoca un cambio en el hábitat y elimina las posibilidades de alimentación, desarrollo y reproducción provocando muerte o desplazamiento./ La generación de niveles altos de ruido y polvos cambian los hábitos y hábitat, provocando desplazamiento y/o muerte de algunos mamíferos.
Especies comprometidas	El desmonte provoca cambios en el hábitat, siendo las especies comprometidas las más grandemente afectadas por la disminución del hábitat./ La producción de altos niveles de ruido y polvo aumentan la posibilidad de desplazamiento y/o muerte por cambios en hábitos y hábitat de especies.
Corredores	El retiro de la vegetación disminuye las posibilidades del hábitat para albergar a fauna migratoria y residente./ La modificación del hábitat y los altos niveles de ruido podrían constituir una limitante para algunas especies que utilizaban la zona como corredor.
Barreras	La eliminación de la vegetación produce barreras físicas para el desplazamiento de reptiles y mamíferos principalmente./ Los niveles de ruido, el área de instalaciones, el horario de funcionamiento y las depresiones que se forman, provocan cambios en los hábitos que, en algunas especies puede constituir una barrera para el desplazamiento
Hábitat	El desmonte elimina el hábitat de todas las especies, residentes y migratorias, de la zona, provocando muerte o desplazamiento./ Todas las actividades de operación en la zona de pedreras producen cambios en el hábitat de las especies.

2. FLORA TERRESTRE

Estrato superior, medio e inferior	El desmonte implica la eliminación total de los tres estratos de vegetación./ La generación de polvos provoca que se depositen sobre la vegetación limitando el proceso fotosintético, el crecimiento y el desarrollo de la vegetación, debilitándola y exponiéndola al ataque de plagas mas fácilmente.
Barreras	El desmonte produce barreras al cambiar las estructuras de las comunidades o el retiro de la capa fértil del suelo, evitando el establecimiento de la flora característica de la zona./ Las actividades de explotación de la caliza provoca la modificación en la topografía, compactación del suelo, y cambio en su estructura, siendo éstas limitantes para algunas especies de flora de la zona.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

10.1.3 Salud pública

1. SALUD OCUPACIONAL

Las actividades que conforman la fase operativa de la zona de pedreras provocan la emisión de polvos y gases contaminantes, altos niveles de ruido y vibraciones; el constante manejo de explosivos; el estar expuestos a fuentes productoras de calor; todo, aunado a una exposición diaria por parte de los trabajadores, puede provocar alteraciones fisiológicas según el nivel de susceptibilidad de los individuos y el grado de exposición.

2. CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE

La operación industrial en la zona de pedreras provocan la emisión de polvos y gases contaminantes, altos niveles de ruido y vibraciones; el acarreo de partículas por efecto del viento; todas estas actividades provocan alteraciones a la calidad sanitaria del ambiente, mismas que se ven agravadas en el caso de llegar a existir centros poblacionales aledaños al área de proyecto.

Asimismo, los riesgos potenciales que se presentan en la zona son: inundación, deslaves, incendios, explosiones no controladas, entre otros.

3. SEGURIDAD OCUPACIONAL

La posibilidad de ocurrencia de accidentes laborales durante cada una de las actividades que conforman la operación industrial en la zona de pedreras siempre es latente.

Los accidentes también pueden derivarse del uso inadecuado y/o operación inadecuada del equipo de seguridad o, incluso la carencia del mismo.

Los accidentes también pueden suceder a causa de la operación inadecuada de la maquinaria y equipo, así como del uso inadecuado de los explosivos.

10.1.4 Estéticos y de interés humano

1. PAISAJE NATURAL

El desmonte y la explotación en los bancos de material afectan al paisaje natural ya que retiran los elementos originales de la zona, provocando drásticas modificaciones./ La emisión de polvos, generados durante las actividades que conforman la fase operativa, afecta a larga distancia, el paisaje natural al depositarse sobre vegetación y suelo; lo mismo se puede mencionar de los polvos que se mantienen en suspensión en la atmósfera sobre la zona de pedreras. Igualmente los acumulamientos de materiales pétreos afectan el paisaje del lugar.

2. PARQUES Y RESERVAS

La operación de cada una de las plantas sobre la falda de la sierra de San Miguel conforman barreras y modifican las condiciones ambientales que pueden limitar el libre flujo de especies de las zonas naturales a el Parque Nacional Cumbres, influyendo en el comportamiento de migraciones y desplazamiento de algunas especies.

3. DESARMONIAS

Los cambios en el perfil natural del terreno; las depresiones, efecto de las voladuras y caída de material, propician desarmonias en la configuración global del paisaje rústico que impera en el sitio, rompiendo con el carácter natural de la zona.

Por otro lado, la emisión de polvos, producto de las actividades de cada una de las plantas procesadoras de caliza en la zona, así como las instalaciones e infraestructura de las mismas, provocan desarmonía con el paisaje natural del sitio.

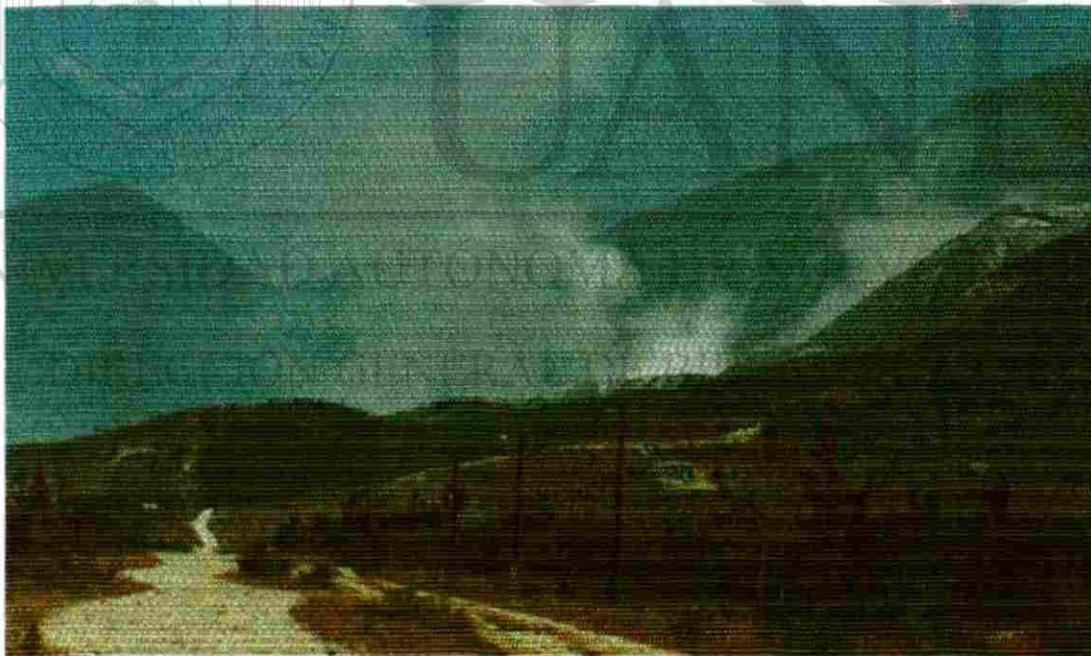
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

10.2 MATERIAL FOTOGRAFICO QUE PERMITE OBSERVAR ALGUNOS DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE



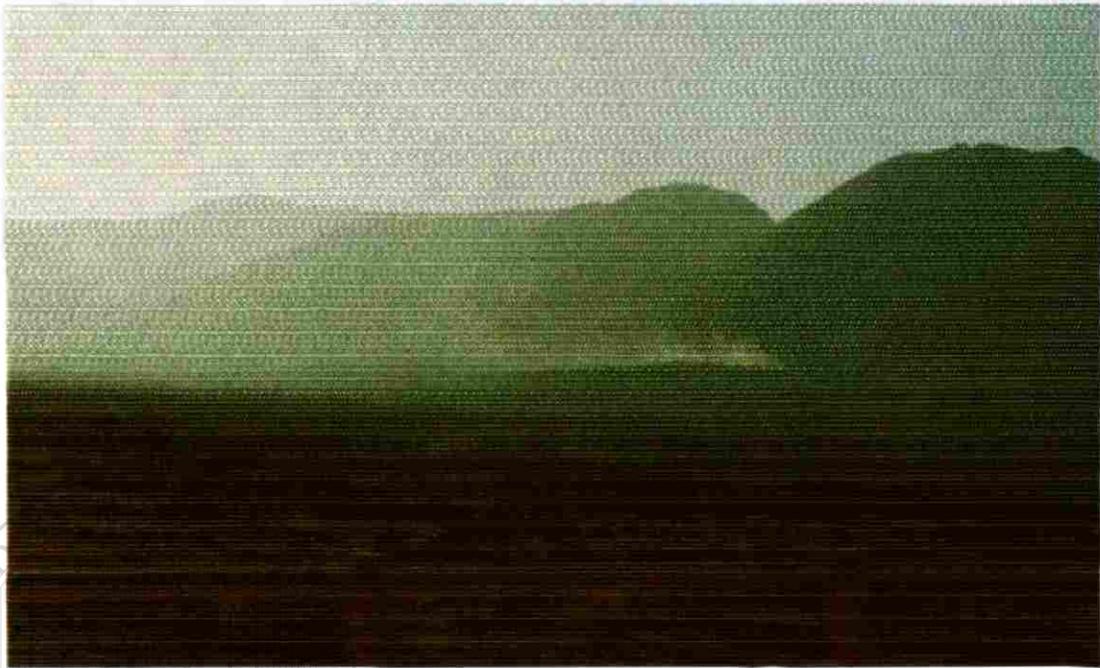
- Arriba: La generación de polvos impacta sobre el crecimiento y desarrollo de la vegetación, debilitándola y exponiéndola al ataque de plagas más fácilmente.
- Abajo: La modificación de la topografía natural, de la compactación y cambio de estructura del suelo, provocan la eliminación de la flora terrestre de la zona.

Capítulo 10
IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE



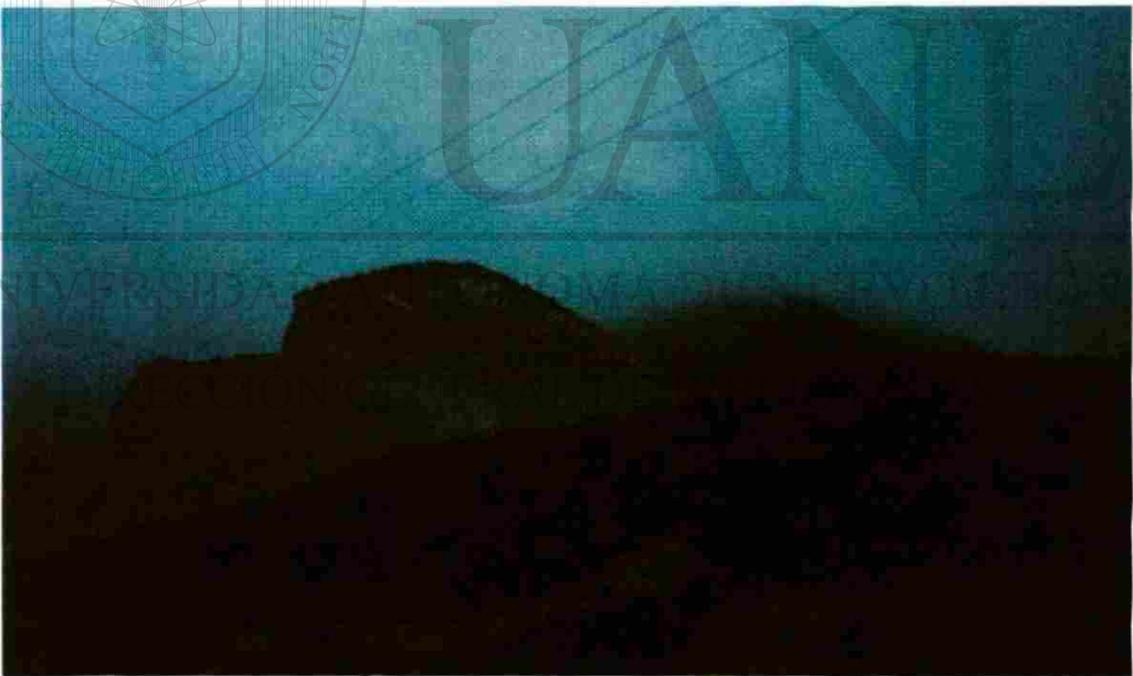
Arriba y Abajo: Evidencia del deterioro de la calidad del aire sobre la zona de pedreras.

Capítulo 10
IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE



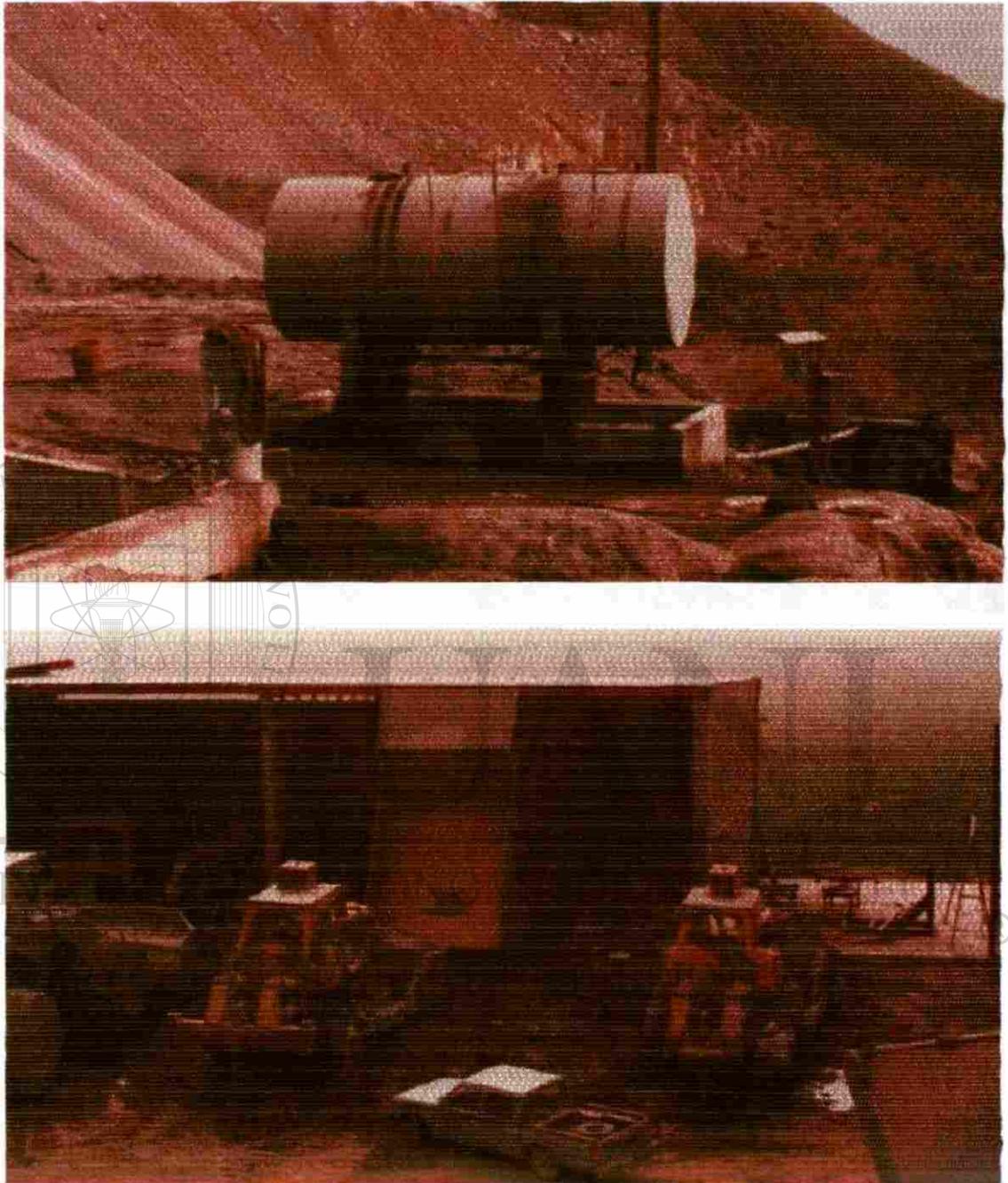
Arriba y Abajo: Asentamientos habitacionales aledaños al área de pedreras.

Capítulo 10
IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE



Arriba y Abajo: **Carencia de programas de restauración al termino de la vida útil de los bancos de material pétreo.**

Capítulo 10
IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE



Arriba: **Posible contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.**

Abajo: **La seguridad y salud ocupacional impactada ante el uso y/o operación inadecuada del equipo de seguridad, maquinaria y equipo, etc. y la exposición diaria de parte de los trabajadores a condiciones no gratas de trabajo.**

Capítulo 10
IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE



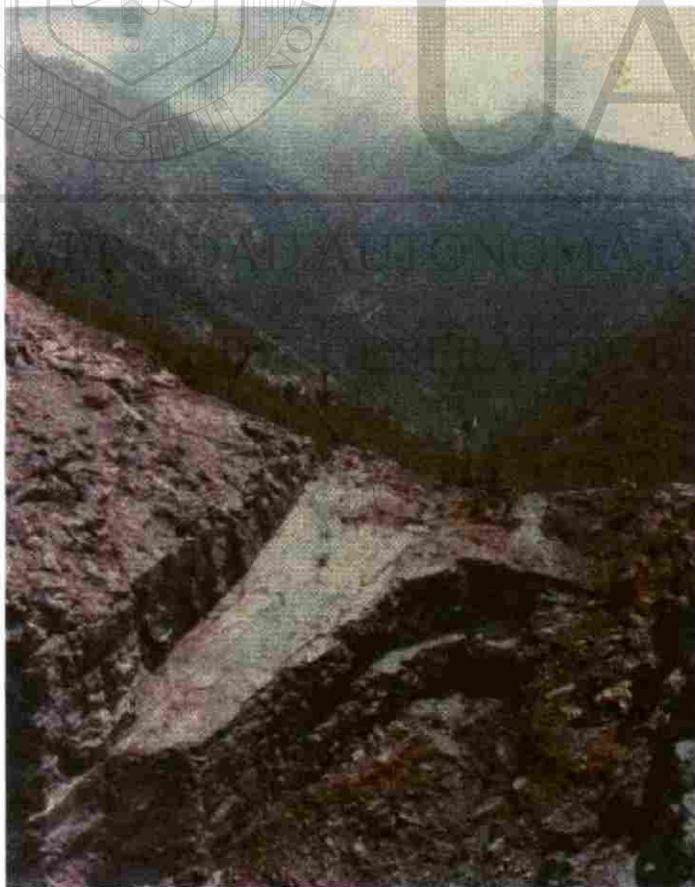
Arriba: **Afectación a la calidad del aire en la zona de estudio y probable proyección hacia el área metropolitana de Monterrey.**

Abajo: **Emisión de grandes cantidades de material particulado en la zona de extracciones.**

Capítulo 10
IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

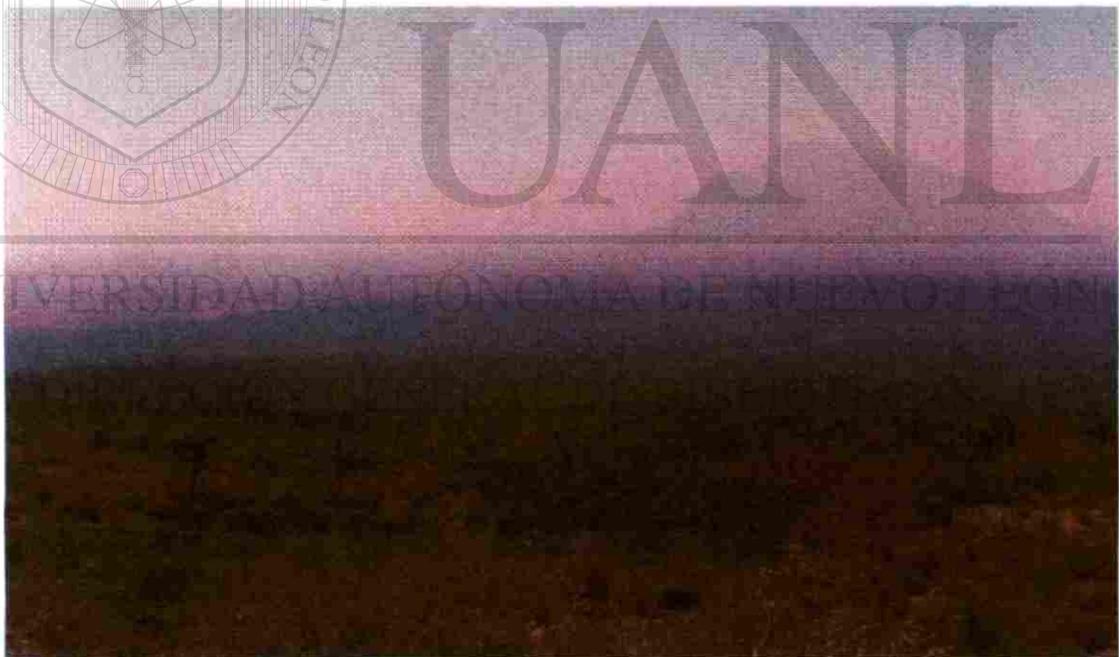


Pérdida total de los estratos geológicos y eliminación de geoformas; además, afectación drástica al paisaje natural.



El agotamiento paulatino de bancos de material; el retiro de la vegetación y la desaparición de los hábitats naturales, elimina posibilidades de desarrollo, crecimiento, y reproducción de la fauna terrestre, provocando la eliminación o muerte de los mismos.

Capítulo 10
IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE



Arriba: La eliminación de la cubierta vegetal hace presa fácil de la erosión por lluvia y viento de los estratos geológicos expuestos.

Abajo: Existe un impacto sobre la calidad del aire del AMM por efecto de la explotación de caliza en la zona de pedreras.

Capítulo 11



PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

11.1 FACTORES ABIOTICOS

11.1.1 Aire

La alteración de la calidad del aire es provocada por la naturaleza misma de la actividad realizada, tanto por las emisiones de las "Fuentes de proceso", donde se involucran todas aquellas que presentan disponibilidad para su captura y control, como por las denominadas "Fuentes de polvos fugitivos" que engloban aquellas que involucran la recirculación de los polvos sedimentados, mismas que son originadas por el movimiento de maquinaria, el tránsito vehicular o las corrientes de aire, por lo cual presentan un elevado grado de dificultad para su control. A fin de reducir las altas emisiones de polvo se pueden poner en práctica las siguientes medidas:

- Mejorar el programa de voladuras:

- 1 Uso de cargas explosivas óptimas que fragmenten una mayor cantidad de material para procesar y liberen menos polvos.
- 2 Arroje de lugares barrenados para las voladuras.
- 3 Programación de las voladuras preferentemente por las mañanas, que es cuando existe una mayor probabilidad que las fuerzas ascensionales favorezcan el movimiento vertical, reduciendo el transporte de partículas.

- Fuentes de Proceso:

Además de cumplir con las recomendaciones expuestas en el Proyecto de los Criterios Ecológicos para la Operación y Funcionamiento de las Industrias Extractoras y Procesadoras de Materiales Pétreos⁵⁸ en los apartados "Emisiones a la atmósfera" y "Para la evaluación y control de las emisiones fugitivas", se propone:

58

Proyecto de los Criterios Ecológicos para la Operación y Funcionamiento de las Industrias Extractoras y Procesadoras de Materiales Pétreos, propuesto a las autoridades del Gobierno del Estado en el año de 1997 y que a la fecha no ha sido aprobado.

- 1 Reducción de alturas de caída de material, lo cual puede lograrse con tolvas de control.
 - 2 Uso de técnicas de supresión húmeda⁵⁹ en lugares estratégicos, como lo son molinos, cribas y caídas de material, estas técnicas llegan a reducir de 70 % a 90 % las emisiones, dependiendo de las condiciones climáticas locales, las fuentes de emisión y el control de eficiencia.
 - 3 Mejoramiento del sistema de carga de finos.
- Fuentes de Polvos Fugitivos:
 - 1 Riego de las superficies de rodamiento más usadas, éste puede ser periódicamente con agua residual, o bien mediante inyección de compuestos químicos, los cuales forman un lecho de estabilización química sobre la superficie de rodamiento.
 - 2 Control de tránsito vehicular, con medidas simples tales como crear una sola avenida de tránsito vehicular dentro de las instalaciones, colocación estratégica de señalamientos de sentido del tráfico y límites de velocidad, reduciendo así las maniobras de los vehículos y obligando el movimiento de vehículos por una sola vía.
 - 3 Empleo de técnicas de supresión húmeda en el área de almacenamiento, se ha comprobado que el uso adecuado de este sistema reduce hasta en un 90 % las emisiones originadas por carga y descarga de material, y por efecto de erosión eólica.
 - 4 Formación de barreras naturales (árboles) donde sea posible, a fin de disminuir las corrientes de aire a nivel de suelo, reduciendo el transporte de partículas por efecto de arrastre por viento y turbulencia.

Asimismo se recomienda implementar un plan de mejoramiento del área y una zona de amortiguamiento para permitir la regeneración de la vegetación y así atenuar las

59

Control de polvos a base de agua o productos químicos tensoactivos, utilizándolos siempre y cuando no alteren la calidad química de los productos que pueda afectar su uso posterior.

alteraciones de velocidad y dirección del viento, ya que si no existen barreras naturales o artificiales la velocidad del viento se incrementa provocando cambios en la velocidad vertical principalmente.

11.1.2 Agua superficial

Para disminuir el impacto del desmonte sobre los escurrimientos del agua superficial, es necesario realizar una explotación de los bancos por medio de terrazas y fomentar en ellas el crecimiento de la vegetación. La interrupción de los escurrimientos debido a los almacenamientos temporales de materiales y desechos pueden evitarse o mitigarse al colocarlos en sitios donde ningún escurrimiento se vea interrumpido o alterado.

Los efectos debidos a las voladuras son inevitables por lo que los regímenes naturales no pueden ser restituidos, así se considera que únicamente el fomento del crecimiento de la vegetación, el respeto de las pendientes para que ésta se desarrolle así como la implantación de un adecuado plan de mejoramiento de la zona, podrían disminuir la afectación de los escurrimientos superficiales y, por ende, la erosión del suelo y el aumento de la infiltración del agua hacia el subsuelo.

Para mitigar los efectos de las partículas acarreadas o depositadas en corrientes de agua de la zona, es necesario reducir al máximo las emisiones de polvo, de esta manera todas las medidas de mitigación para la calidad del aire son aplicables también para la reducción de arrastre de partículas a cuerpos de agua.

De igual manera, para disminuir el efecto de la emisión de polvos sobre la calidad del agua superficial, se requiere que los almacenamientos temporales y de desechos se encuentren en sitios adecuados para evitar que la acción del viento o del agua pueda acarrear o transportar los materiales finos hacia otros sitios y culminar en cuerpos de agua aledaños.

La disminución del arrastre de partículas es posible fomentando el crecimiento y desarrollo de vegetación en las zonas donde los bancos han sido explotados mediante la

implantación de un adecuado plan de mejoramiento de la zona.

11.1.3 Agua subterránea

Los efectos de las voladuras y extracción del material sobre la recarga de los mantos acuíferos no pueden evitarse ni mitigarse, ya que es precisamente la extracción de las capas geológicas del suelo el objetivo de este tipo de industria.

Para evitar el efecto de los polvos depositados sobre el suelo y la afectación hacia la infiltración del agua, es necesario que la emisión de polvos se eviten o disminuyan al máximo haciendo más eficientes las voladuras y además cuidando la emisión en las otras actividades de la operación, manteniendo y actualizando la maquinaria, y en algunos casos encofrándola, así como colocar los almacenamientos donde no sea posible que, por efectos del viento o agua, arrastren o transporten materiales finos hacia otros sitios.

El efecto del uso de agua potable provenientes de los mantos acuíferos para los usos de la industria en la zona, es posible mitigarlos utilizando para ello agua tratada en sus actividades tales como el lavado de camiones y el humedecimiento de materiales para disminuir la emisión de polvos en el transporte para entrega a mercado.

La implantación de un plan de mejoramiento de la zona, al fomentar el crecimiento de la vegetación, podría aumentar la infiltración de agua hacia el subsuelo.

Por otro lado, el fomento del crecimiento de la vegetación mediante la implantación de un adecuado plan de mejoramiento de la zona, podría establecer con el paso del tiempo, nuevas vías para el flujo de agua subterránea en los estratos que no hayan sido explotados.

11.1.4 Clima

Con la puesta en marcha de planes de reforestación, de un plan de mejoramiento de la zona, de un sistema de explotación por terrazas que permita el asentamiento de la

vegetación y la zona de amortiguamiento que circunda al área de operación, es posible atenuar el impacto ocasionado y restablecer la dinámica climatológica del lugar.

11.1.5 Geología

Es necesario usar al máximo las canteras de material en explotación activa para disminuir o evitar los efectos a los demás recursos naturales.

Usar procedimientos de explotación por medio de terrazas, de tal manera que permitan la posterior utilización como zonas verdes restituidas, éstas se verían favorecidas por el fomento de vegetación.

11.1.6 Suelo

Es evidente que el aprovechamiento de los recursos naturales pétreos se dá directamente en el suelo, siendo su principal afectación al uso actual, al uso potencial, a la erosión y los drenajes horizontal y vertical del mismo.

El establecimiento de un buen plan de mejoramiento de la zona al término de la vida útil del proyecto permitirá:

- 1 Mitigar el impacto sobre la disminución del potencial productivo de la zona de estudio, proporcionando nuevas alternativas de usos potenciales en el área.
- 2 Disminuir los efectos de erosión del suelo propiciados por el desmonte y la voladura de los bancos de caliza mediante una explotación por medio de terrazas; ésto permitirá el fomento del crecimiento de cubierta vegetal sobre la zona restaurada; además, una reforestación inmediata y formación de un cinturón verde alrededor de cada una de las pedreras mitigará los efectos negativos de la vegetación.
- 3 Fomentar el crecimiento de la cubierta vegetal para favorecer las condiciones de infiltración al subsuelo favoreciendo el drenaje vertical;

asimismo, esto redundará en una disminución de la escorrentía o drenaje superficial que permite la conservación del suelo, eliminando el arrastre de material edáfico por los procesos erosivos (agua y viento).

Asimismo, mediante un programa permanente de limpieza y mantenimiento, colocación de contenedores en lugares estratégicos y disposición final de los residuos en los tiraderos municipales autorizados, evitará la contaminación del suelo y la propagación de enfermedades. Esto permitirá además mejorar las condiciones estéticas e higiénicas de la zona.

El uso de fosas sépticas en cada una de las industrias pedreras evita la contaminación del suelo, por lo que se deberá de verificar periódicamente un buen funcionamiento de las mismas.

11.2 FACTORES BIOLÓGICOS

Se considera en general que uno de los problemas evitables es el de disminuir a su expresión mínima la generación de polvos y ruidos para que disminuyan así el impacto sobre la flora y la fauna circundante; estas acciones se pueden prevenir encofrando aquella maquinaria donde se genere la mayor cantidad de polvos, así como también mediante estudios más concisos de la zona, hacer más eficientes las detonaciones con el fin de que en cada una de ellas se libere la menor cantidad posible de polvos hacia el ambiente y la mayor cantidad de material para triturar, como también se pueden tomar medidas al respecto de los almacenamientos temporales de materiales y de desechos los cuales sean estratégicamente colocados de manera que su ubicación este fuera de las corrientes fuertes de viento así como verificar que ningún escurrimiento importante se encuentre cercano, de manera que durante las lluvias los materiales no sean arrastrados hacia ellos, en alguna zona protegida, así como encontrar la posibilidad de utilidad para ese tipo de material, tal vez como relleno.

Asimismo, se recomienda que la forma de explotación sea modificada para que por medio

de estudios más profundos determinen una explotación a base de terrazas en las cuales una vez explotadas sea posible colocar una capa de suelo fértil para que se propicie el establecimiento de la vegetación y el desplazamiento de la fauna en el sitio.

Es indispensable que la pendiente del suelo al final de la explotación no se acerque a la vertical, ya que esta pendiente excesiva no permite que las plantas se regeneren, por lo que se recomienda además de la explotación descendente por terrazas, el crear pendientes finales que permitan la regeneración de la vegetación, evitando así la erosión excesiva del suelo.

Una vez que el desmonte se realice, es recomendable que la capa de suelo fértil sea conservado en un almacenamiento adecuado donde posteriormente éste sea utilizado para regenerar las zonas donde se ha completado la explotación del banco, así mismo se podría recomendar que la explotación de los bancos se realice de manera ordenada, es decir que después de terminar la explotación de alguna zona, inmediatamente se tomen las medidas para el mejoramiento de la misma así como para el fomento del crecimiento de la vegetación, esto es con el fin de que no exista la necesidad de esperar a que la vida útil de cada una de las plantas industriales de la zona finalice para tomar las medidas de mitigación correspondientes, sino que con una adecuada planeación de la explotación de los recursos, sea posible la extracción de los materiales por zonas, las cuales al término de su uso se mejoren y de esta manera el plan de mejoramiento de la zona se lleva a cabo desde la fase de explotación de los bancos. Para esto es posible que las plantas que se retiren de un lugar puedan ser transplantadas a otro sitio que ya ha sido explotado y ahorrar con esto tal vez centenares de años para la regeneración de la vegetación de la zona.

11.3 FACTORES SOCIOECONOMICOS

Programas y actividades de desarrollo del municipio permitirán mejorar la disponibilidad de los servicios -agua potable, energía eléctrica, drenaje, combustibles, comunicación y transporte, servicios médicos- que serán requeridos por las empresas del sector industrial

del municipio y, en especial, de las industrias de extracción de material pétreo en la zona de la Sierra San Miguel.

La zona de amortiguamiento, aplicada con todo el rigor de la misma, permite el beneficio de la población residente aledaña a la zona de estudio, evitando que proliferen los asentamientos habitacionales dentro del área de amortiguamiento, misma que, debido a las condiciones ambientales derivadas de las actividades productivas de las pedreras, no asegura un bienestar para la población que a futuro pueda acercarse a la zona.

Esta zona de amortiguamiento debe permitir eliminar la probabilidad de asentamientos urbanos y principalmente zonas habitacionales aledañas a las pedreras, atenuando los riesgos a la salud de la población en general, asegurando condiciones ambientales adecuadas para la comunidad del norte del área metropolitana de Monterrey.

La creación del área de amortiguamiento para la zona de pedreras, permite asegurar que se siga operando en los actuales bancos, fomentando el aprovechamiento racional de los recursos naturales al evitar nuevas afectaciones para extracción de materiales, propiciando el crecimiento económico de la región y mejorando el nivel de vida de la población, además de instituirse como regulador del uso del suelo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

11.4 SALUD PUBLICA

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Un programa de chequeos médicos continuos, -exámenes médicos periódicos-, permitirán prevenir y atenuar los riesgos a la salud de los trabajadores de la zona de extracción y trituración de caliza. Asimismo, exigir el uso de equipo de seguridad permite también atenuar dichos riesgos.

Llevar a cabo el programa de servicio y mantenimiento continuo, permitirá un incremento en la seguridad de las áreas de trabajo que, entre otras acciones, auxiliará en la prevención de riesgos potenciales.

Por otro lado, la reducción de la probabilidad de percances o accidentes laborales y riesgos se puede llevar a cabo mediante los cursos de capacitación para el manejo de maquinaria y equipo, éstos constituyen una de las mejores herramientas para la reducción de accidentes y enfermedades de tipo laboral, esta acción se vé reforzada al exigir el uso del equipo de seguridad que, por el tipo de actividad, estará constituido por orejeras, tapones, tapabocas ó mascarillas, ello para eliminar tanto los altos niveles de ruido como polvos y partículas que dañen al sistema respiratorio.

La disminución de las emisiones contaminantes permitirán mejorar la calidad sanitaria del ambiente, y se podrán llevar a cabo mediante un buen programa de servicio y mantenimiento permanente en las áreas de trabajo y zonas de descanso, asimismo, esta medida de mitigación permitirá mejorar las condiciones higiénicas del lugar y reducir los focos de infección. Asimismo, la calidad sanitaria ambiental, también se vería favorecida por el tratamiento de las aguas residuales, la disposición adecuada de los desechos, la utilización de equipo anticontaminante, colectores de polvo, etc.

El establecimiento de planes de seguridad y emergencia permiten prevenir y atenuar las consecuencias de percances tales como deslaves, incendios, explosiones no controladas, entre otras eventualidades.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
11.5 ESTETICOS Y DE INTERES HUMANO
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El establecimiento de un plan de mejoramiento de la zona durante la operación y al término de la vida útil de la zona de explotación de caliza sobre la sierra de San Miguel, genera un gran número de impactos benéficos al entorno natural de la sierra que, de llevarse a cabo, permitirá atenuar los impactos adversos de muchas de las actividades residuales de la fase operativa de la industria procesadora de caliza en la zona de estudio.

Dicho plan de mejoramiento deberá incluir, además de las medidas de reducción de polvos, las acciones necesarias para cumplir con el objetivo principal del mismo, que finalmente consiste en mitigar los efectos de la explotación de los recursos naturales.

La aplicación del plan deberá de presentar los siguientes beneficios:

- 1 Permitirá fomentar el crecimiento de una nueva vegetación ayudando a crear un naciente paisaje natural residual atenuando, aunque de manera mínima, las alteraciones producidas al retirar elementos básicos naturales de la zona.
- 2 Asimismo, gracias a esta cubierta vegetal, se permitirá ayudar a restablecer algunas rutas para el desplazamiento de especies nativas de las áreas naturales.
- 3 Ayudará a restituir algunos elementos naturales como cubiertas vegetales, pastos, arbustos, etc., atenuando las desarmonías en el paisaje natural de la zona.
- 4 Reducirá los efectos de los agentes erosivos, aire y agua.

11.6 PROPUESTA DE UN PROGRAMA INTEGRAL DE MEJORA AMBIENTAL⁶⁰

Este programa cuenta, entre sus objetivos: a) detectar las deficiencias ambientales de su planta en relación con la normatividad ambiental vigente; b) la propuesta de un plan de acción y programa de actividades a fin de evitar o disminuir las afectaciones al medio ambiente; y c) lograr el cumplimiento de los estándares ambientales oficiales para este tipo de industrias.

Trabajar permanentemente en la conservación del equilibrio ecológico, en armonía con el entorno natural y promoviendo el desarrollo sostenible, es la meta de esta pedrera de la zona, meta que debe ser la misma para cada una de las industrias de este tipo, cumpliendo además con todas las leyes y reglamentaciones que apliquen, además de asegurar la buena relación con los vecinos de la zona.

El plan de acción contempla los siguientes puntos básicos:

⁶⁰

Programa Integral de Mejora Ambiental, propuesto por una de las pedreras de la Sierra de San Miguel.

- a) El uso de sistemas anticontaminantes
- b) La pavimentación y construcción de obras de apoyo
- c) Los almacenes
- d) La imagen

El uso de sistemas anticontaminantes (sistemas: húmedo y seco), para el control de polvos dentro del procesamiento de la caliza proporcionaría los siguientes beneficios:

- del 85 al 99% de eficiencia en la reducción de las actuales tasas de emisiones de polvos;
- mejores condiciones de trabajo compatibles con la buena operación de la planta; y
- la operación del sistema anticontaminante sin efectos secundarios en la calidad de los agregados.

El control de polvos fuera del procesamiento de la caliza, se efectuaría mediante:

- la pavimentación de las áreas de tráfico: acceso, talleres, oficinas;
- el mejoramiento y tratamiento de las terracerías en las áreas de tránsito en la zona de banco; y
- un sistema de riego de camiones.

Las mejoras complementarias se conforman de la siguiente manera:

- mejora de instalaciones a fin de prevenir accidentes y reforzar las condiciones de seguridad de la planta;
- creación de nuevas áreas verdes y conservación de las ya existentes; y
- formación de un bioparque que incluirá: a) una área social; b) un vivero y c) una zona de conservación ecológica.

11.7 EL DESARROLLO SUSTENTABLE

Los ambientalistas y unos cuantos economistas, entre los que están Herman Daly, Kenneth Boulding, Nicholas Georgescu-Roegen, Joseph Vogel, E.J. Mishan, E.F. Schumacher y John Gowdy, han propuesto que los países del mundo lleven acabo una transición hacia

una economía de tierra sustentable.

Ellos demandan pasar de una economía que saquea a la tierra, basada en la adicción a un crecimiento económico ilimitado, a una economía sustentadora de la tierra, basada en la cooperación con ésta. Ven los procesos que sustentan la tierra como el mejor modelo para cualquier economía humana, uno basado en reconocer que la riqueza que en verdad nos sustenta, no es el dinero o la propiedad, sino la naturaleza⁶¹.

Pero ¿qué es el Desarrollo Sustentable? Según la definición predominante, recogida en el Informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo ("Nuestro futuro común"), el desarrollo sustentable sería aquel que "satisface las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de las generaciones venideras para satisfacer sus propias necesidades"⁶².

El desarrollo sustentable se refiere a una estrategia o modelo múltiple para la sociedad que debe tener una viabilidad económica y una factibilidad ecológica.

En un sentido muy amplio, el desarrollo sustentable está referido a la redefinición de las relaciones sociedad humana-naturaleza, y por lo tanto a un cambio sustancial del propio proceso cívico. Pero en otro sentido muy concreto se topa con restricciones tecnológicas, culturales, económicas y de muy diversa índole, y de las cuales dependen las posibilidades reales de aplicación⁶³.

Y precisamente una de las líneas derivadas de la política del desarrollo sustentable es precisamente el aprovechamiento sostenible de los recursos, entendiendo el término de recursos naturales, -según la nueva definición que conocemos- como "aquellos muy variados medios de subsistencia de las gentes, que éstas obtienen de la naturaleza".

⁶¹ Tyler Miller, G. (1992). Ecología y Medio Ambiente. Iberoamérica. México.

⁶² Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988). Nuestro Futuro Común. Alianza Editorial. Madrid.

⁶³ Provencio, Enrique y Carabias, Julia. (1992). El Erfoque del Desarrollo Sustentable. Revista "Latinoamérica de Economía", Vol. XXIII. No.91.

Entonces, por un lado, se indica que dichos recursos son muchos y muy variados, que su valor reside en ser medios de subsistencia de los hombres que habitan el planeta y, por otro lado, se hace hincapié en el hecho de utilizar esas riquezas en forma directa ya sea para usarlas conservando el mismo carácter en que la naturaleza las ofrece o bien, transformándolas parcial o completamente en esa su calidad original y convirtiéndolas en nuevas fuentes de energía o en subproductos y mercancías manufacturadas⁶⁴.

Y precisamente el estudio de cualquiera de nuestros recursos obliga a hacer hincapié tanto en la abundancia o en la escasez y en la distribución espacial de los mismos, como en los problemas de su uso o aprovechamiento, que presentan deficiencias y fallas aún muy serias. Así surge los casos de la erosión, los cambios climáticos, la destrucción de especies diversas de fauna y flora, la contaminación del suelo, del aire y del agua, etc.⁶⁴

Es digna de tomarse en cuenta la nueva política de uso de los recursos naturales y de su conservación en los países socialistas; se resumen aquí algunos de sus principios fundamentales⁶⁴:

- 1) Se trata de efectuar una política de explotación cada vez más intensa de los recursos, pero cuidando que esa utilización no vaya a agotarlos y tomando en cuenta que el uso de algún recurso concreto no conduzca a la destrucción de otros componentes del medio físico.
- 2) En gran escala se introducen métodos más racionales en el manejo de recursos, para que algunos de éstos puedan renovarse sin dificultad; medidas que eviten la total extinción de los bosques o los minerales en una región dada y gracias a la apertura de "frentes" en nuevas regiones del país, y al mismo tiempo que se favorece la renovación artificial e intensiva de los recursos, se estimula la aparición de sustitutos industriales, que permitirán conservar las riquezas naturales.
- 3) Una de las metas en la política económica es la de asegurar que las reservas de cada tipo de recurso aumenten ininterrumpidamente y que mejore su calidad. Un ejemplo es el caso de los recursos forestales, en el que ha de incrementarse el corte de los

troncos hasta alcanzar niveles insospechados, pero asegurando la reforestación acelerada, el cuidado de los bosques y su reproducción.

- 4) El mejor uso de los recursos debe ser consecuencia lógica de la planeación económica y social, la cual tiene por meta alcanzar una producción que cubra todas las crecientes necesidades de los habitantes, tanto en cantidad como en calidad, pero evitando el derroche de los recursos y liquidando la crisis de sobreproducción y la escasez agudas.

De toda esa política se deriva la necesidad de conservar los suelos, evitando la erosión, impedir que las aguas de ríos y lagos pierdan su pureza, utilizar correctamente los factores climáticos, etc.

"El uso planificado de los recursos naturales en la economía", dicen D. Armand e I. Guerasimov, "puede considerarse racional sólo en el caso de que el país tenga un balance positivo en todos los principales tipos de recursos renovables".

Una transformación dirigida y consciente de la naturaleza, sólo puede lograrse cuando existe los medios apropiados para hacer realidad los postulados científicos y cuando los planes -obra humana afin- son realistas y no constituyen meras utopías, cuando se logra dominar en sentido positivo a la naturaleza, sabiendo que "existimos en su medio y que todo nuestro dominio sobre ella consiste en el hecho de tener una ventaja sobre todas las otras creaturas, la de ser capaces de conocer y correctamente aplicar sus leyes".[®]

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN

DIAGNOSTICO AMBIENTAL EN LA ZONA DE PEDRERAS

ALTERACION DETECTADA	MEDIDA DE MITIGACION PROPUESTA	OBJETIVO
<p>Alteración de la calidad del aire por efecto de las actividades propias de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eficientar el programa de voladuras por medio de: el arroyo de los lugares barrenados para voladuras; el uso de cargas óptima que fragmenten una mayor cantidad de material para procesar y liberen menos polvo; la programación de las voladuras preferentemente por las mañanas, que es cuando existe una mayor probabilidad de que las fuerzas ascensionales favorezcan el movimiento vertical, reduciendo el transporte de partículas. - Reducir las alturas de caídas de material, mediante el uso de tolvas de control. - Uso de técnicas de supresión húmeda en lugares estratégicos (molinos, cribas y caídas de material), y otros equipos de control de polvos. - Mejoramiento del sistema de carga de finos. - Aplicación de agua u algún químico adecuado (cloruro de calcio) en los apilamientos de materiales. - Aplicación de agua, o algún químico, o cubrir completamente, con lonas, el material pétreo transportado en los camiones de caja abierta, los tráilers o en los carros de ferrocarril. - Aplicación de agua, u algún químico como el cloruro de calcio, en las superficies sin pavimentar. - En las plantas donde la carga de camiones sea por medio de tolvas, estas actividades deberán ser confinadas (tolvas con banda de hule en la entrada y salida de los camiones) y calcular la frecuencia de las dispersiones de agua, de acuerdo a las condiciones climáticas y a la composición de polvo en las superficies de rodamiento. 	<p>Disminuir los polvos fugitivos</p>

ALTERACION DETECTADA	MEDIDA DE MITIGACION PROPUESTA	OBJETIVO
<p>Alteración de la calidad del aire por efecto de las actividades propias de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un sistema de estricto 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 en 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 materiales y de las áreas no pavimentadas. - Colocar barreras rompevientos en aquellas áreas donde sea posible, ya sea con barda o con vegetación (esta última donde las condiciones de suelo lo permitan). Las barreras serían colocadas en donde lo indicase el resultado de un estudio de vientos dominantes, en el nivel de suelo. - Mejoramiento del sistema de carga de finos. - Control de tránsito vehicular mediante medidas simples tales como crear una sola avenida de tránsito vehicular dentro de las instalaciones; colocación estratégica de señalamientos de sentido del tráfico y límites de velocidad, reduciendo las maniobras de los vehículos y obligando el movimiento de vehículos por una sola vía. - Empleo de técnicas de supresión húmeda también el área de almacenamiento que puede llegar a reducir hasta en un 90% las emisiones originadas por carga y descarga de material, y por efecto de erosión eólica. 	<p>Disminuir los polvos fugitivos</p>

ALTERACION DETECTADA	MEDIDA DE MITIGACION PROPUESTA	OBJETIVO
Cambios en la dirección y velocidad del viento	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar un plan de mejoramiento integral de la zona para permitir la regeneración de la vegetación. 	Atenuar las alteraciones de velocidad y dirección del viento
Escurrimientos superficiales afectados por el retiro de la capa vegetal y disminución del agua infiltrada al subsuelo	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar un programa de mejoramiento integral de la zona que permitirá disminuir los escurrimientos y aumentar la infiltración del agua hacia el al subsuelo 	Disminuir los escurrimientos de agua superficial y erosión
Cambio o interrupción de algunos escurrimientos naturales debido a los almacenamientos de material pétreo	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar los almacenamientos en sitios adecuados, lejos de escurrimientos naturales 	Evitar la interrupción y afectación de los escurrimientos
Cambio o interrupción de los escurrimientos superficiales debido a las voladuras y extracción de materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar la explotación en forma 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 permitirá la reforestación. 	Disminuir la pendiente para permitir el crecimiento de la vegetación, disminuyendo los escurrimientos y aumentando la infiltración al subsuelo
Alteración de la calidad del agua por acarreo y depositación de partículas	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento de los procesos y maquinaria, así como la adecuada colocación de los almacenamientos temporales y de desechos - Fomento del crecimiento de la vegetación 	Disminución de polvos, y su acarreo hacia cuerpos de agua Aumento de retención de suelo y partículas en las raíces de las plantas

ALTERACION DETECTADA	MEDIDA DE MITIGACION PROPUESTA	OBJETIVO
<p>Polvos depositados sobre el suelo, en ocasiones forman capas cementantes por efecto del agua, afectando la infiltración del agua hacia el subsuelo</p> <p>Las pendientes pronunciadas en el terreno impiden que el agua permanezca más tiempo en el suelo y permita su infiltración hacia el subsuelo</p> <p>Impacto sobre los mantos freáticos al utilizar agua potable para las actividades de proceso</p> <p>Por efecto de la extracción de capas geológicas, algunos caminos del flujo del agua subterránea han sido interrumpidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento de los procesos y maquinaria así como la adecuada colocación de los almacenamientos temporales y de desechos - Explotación por medio de terrazas y la disminución de las pendientes mediante un plan integral de mejoramiento de la zona - La utilización de agua tratada para las diversas actividades - Fomentar el crecimiento de la vegetación y la explotación de materiales por medio de terrazas 	<p>Disminución de emisiones de polvo y su depósito en suelo</p> <p>Aumentar la posibilidad de infiltración del agua hacia el subsuelo</p> <p>Disminuir el efecto de la extracción de agua directamente de los mantos freáticos</p> <p>Aumentar la posibilidad de la creación de nuevas vías de flujo para que el agua se infiltre</p>
<p>Agotamiento de los bancos de material</p> <p>Alteración del medio natural por la explotación de bancos</p> <p>Pérdida total de los estratos geológicos susceptibles de ser aprovechados</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización al máximo de las canteras de material en explotación activa - Explotación por medio de terrazas para fomentar el crecimiento de vegetación y restituir el ambiente natural 	<p>Disminuir las afectaciones a los recursos naturales</p> <p>Disminuir el impacto de la explotación de los bancos en el ambiente natural de la zona</p>

ALTERACION DETECTADA	MEDIDA DE MITIGACION PROPUESTA	OBJETIVO
<p>Disminución del uso potencial-productivo rústico- (actividades pecuarias, forestales) al término de la vida útil de los bancos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de mejoramiento de la zona 	<p>Mitigar el efecto al proporcionar nuevas alternativas de usos</p>
<p>Fomento a la propagación de la erosión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de mejoramiento de la zona 	<p>Disminuir los efectos erosivos del suelo mediante el fomento del crecimiento de cubierta vegetal</p>
<p>Probable contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos producto de la fase operativa del uso actual del suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Programa permanente de limpieza y mantenimiento, colocación de contenedores en lugares estratégicos y disposición final de los residuos de tipo doméstico en el relleno sanitario oficial; los residuos de tipo no doméstico (peligroso) serán almacenados temporalmente en el lugar, en las condiciones establecidas dentro de la normatividad ambiental para este tipo de residuos, para su posterior disposición final en el confinamiento autorizado 	<p>Evitar la contaminación del suelo y la propagación de enfermedades</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento de las aguas residuales por medio de fosa séptica antes del vertido final 	<p>Mejorar las condiciones higiénicas y estéticas del lugar</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Tanque separador de grasas que elimine grasas y aceites del agua residual proveniente del lavado de máquinas 	<p>Evitar la contaminación del subsuelo y mantos acuíferos</p>
		<p>Evitar contaminación del subsuelo y mantos acuíferos</p>

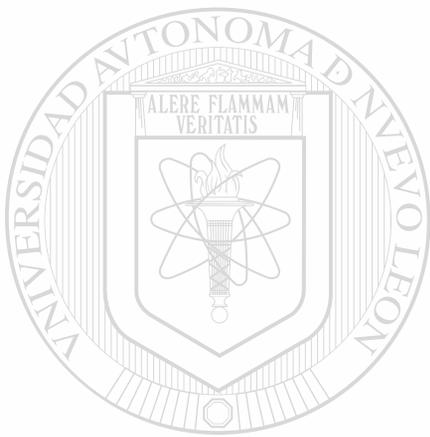
ALTERACION DETECTADA	MEDIDA DE MITIGACION PROPUESTA	OBJETIVO
<p>Alteración en los drenajes horizontal y vertical por modificaciones del relieve y topografía natural de la zona producto del desmonte, voladura y caída del material</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de mejoramiento de la zona al término de la vida útil de los bancos de explotación 	<p>Fomento del crecimiento de vegetación que favorezca las condiciones de infiltración al subsuelo, y disminuir la escorrentía superficial</p>
<p>Alteración del microclima de la zona</p> <p>Alteración del microclima por emisión de polvo, humo y partículas</p> <p>Aumento del albedo terrestre</p> <p>Cambios en las corrientes de aire, humedad y temperatura</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de mejoramiento de la zona - Programa permanente de limpieza, reparaciones y mantenimiento - Mantenimiento continuo a maquinaria y equipo - Uso de equipo anticontaminante - Programa de verificación vehicular 	<p>Atenuar el impacto ocasionado y restablecer la dinámica climática</p> <p>Atenuar el impacto ocasionado</p> <p>Disminuir la emisión de polvos y partículas</p> <p>Disminuir emisiones contaminantes de gases y partículas</p>
<p>Disminución de las poblaciones en el área por efecto del retiro de vegetación, reducción de hábitat disponible y decremento en las posibilidades de sobrevivencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mediante la implantación de un adecuado plan de mejoramiento de los bancos explotados y la consecuente regeneración de la vegetación, es posible que algún tipo de fauna se establezca 	<p>Establecer flora para aumentar la posibilidad de establecimiento de fauna en la zona</p>

ALTERACION DETECTADA	MEDIDA DE MITIGACION PROPUESTA	OBJETIVO
<p>Altos niveles de ruido provocan que los hábitos de algunas especies se vean modificados y, en algunos casos, es posible que se desplacen a otras áreas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir a niveles mínimos las emisiones de altos niveles de ruido, mediante el mejoramiento y mantenimiento de maquinaria y amortiguamiento de su efecto 	<p>Permitir que las condiciones naturales del sitio se mantengan y la fauna pueda desarrollarse en las áreas disponibles.</p>
<p>Desmonte de los tres estratos de vegetación</p> <p>Clorosis de algunas plantas por efecto del depósito de polvo sobre la superficie foliar</p> <p>Creación de barreras para el establecimiento y desarrollo de la flora de la zona</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fomentar el crecimiento de la vegetación implantando un plan de mejoramiento de la zona - Implantar medidas para disminuir al mínimo la emisión de polvos hacia el ambiente, desde la voladura hasta el proceso de los materiales y los almacenamientos - Implantar medidas para disminuir las barreras en la dispersión y desarrollo vegetal mediante la conservación de la capa fértil del suelo, la explotación por medio de terrazas así como el trasplante de algunos individuos. 	<p>Recuperar parte del área verde retirada por el proceso de extracción</p> <p>Disminuir la cantidad de polvos que se pueden transportar hacia otros sitios y depositarse sobre la vegetación aledaña</p> <p>Fomentar el desarrollo y crecimiento de la vegetación en el sitio</p>
<p>Incremento en la demanda de servicios (agua potable, energía eléctrica, combustible, etc.) y deficiencia en la disponibilidad de los mismos por parte del municipio</p> <p>Condiciones ambientales derivadas de las actividades industriales que no aseguran un bienestar para la población cercana</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Programas y actividades de desarrollo del municipio - Zona de amortiguamiento 	<p>Mejorar la disponibilidad de servicios</p> <p>Debe eliminar la posibilidad de asentamientos habitacionales aledaños, atenuando los riesgos a la salud</p>

ALTERACION DETECTADA	MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA	OBJETIVO
<p>Probable afectación a la salud de los trabajadores por exposición a emisión de contaminantes propios de la fase de operación: polvos, gases, humos, altos niveles de ruido, vibraciones, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de servicio y mantenimiento - Exigir uso de equipo de seguridad - Programa de chequeo médico continuo a los trabajadores . Exámenes médicos periódicos - Servicio y mantenimiento - Exigir el uso de equipo de seguridad - Cursos de capacitación para el manejo de maquinaria y equipo 	<p>Evita la emisión de gases tóxicos y el efecto por exposición a los mismos</p> <p>Atenuar riesgos a la salud</p> <p>Prevenir y atenuar riesgos a la salud</p> <p>Reducir la probabilidad de percances o accidentes laborales y riesgos</p> <p>Atenuar riesgos a la salud e integridad física de los trabajadores de la planta</p> <p>Disminuir la probabilidad de accidentes y las enfermedades de tipo laboral</p>
<p>Riesgos de accidentes laborales durante las diversas operaciones del proceso industrial</p> <p>Afectaciones a la calidad sanitaria del ambiente durante la fase de operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de servicio y mantenimiento permanente en las áreas de trabajo y zonas de descanso 	<p>Disminuye las emisiones contaminantes mejorando la calidad ambiental.</p>

ALTERACION DETECTADA	MEDIDA DE MITIGACION PROPUESTA	OBJETIVO
<p>Afectaciones a la calidad sanitaria del ambiente durante la fase de operación</p> <p>Afectación a la calidad sanitaria del ambiente por riesgos de deslaves, incendios, explosiones no controladas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de servicio y mantenimiento permanente en las áreas de trabajo y zonas de descanso - Tratamiento de aguas residuales y disposición adecuada de desechos. Equipos anticontaminantes, extractores de polvo, mascarillas, colectores de polvo, etc. - Programa de servicio y mantenimiento permanente, uso de equipo de seguridad y emergencia 	<p>Mejorar las condiciones de seguridad en las áreas de trabajo</p> <p>Atenuar los riesgos potenciales a la salud</p> <p>Prevenir y atenuar los riesgos a la afectación de la calidad sanitaria del ambiente</p>
<p>Afectación al paisaje natural debido al retro de los elementos naturales de la zona</p> <p>Afectaciones a parques y reservas debido a la creación de barreras que impiden el libre flujo de las especies en las zonas naturales</p> <p>Desarmonías en la configuración global del entorno natural debido a los cambios en el perfil natural del terreno por efecto de desmonte y voladuras</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de mejoramiento de la zona - Plan de mejoramiento de la zona - Plan de mejoramiento de la zona al término de la vida útil de los bancos de explotación 	<p>Fomentar el crecimiento de la vegetación ayudando a crear un nuevo paisaje, atenuando las alteraciones producidas</p> <p>Ayudar a establecer algunas rutas para el desplazamiento de especies de las áreas naturales, gracias al fomento de la vegetación</p> <p>Restituir algunos elementos naturales como cubiertas vegetales, pastos, arbustos, etc.</p>

CONCLUSIONES



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1. Definitivamente la Sierra de San Miguel, en el área destinada a la explotación y procesamiento de caliza, denominada comúnmente como "zona de pedreras", se presentan una serie de alteraciones negativas por efecto de las actividades industriales en dicha zona; asociadas a la afectación de factores ambientales tanto abióticos, como bióticos, como de salud pública y sobre factores estéticos y de interés humano.
2. Dentro de los factores abióticos impactados negativamente, en mayor o menor medida, por las actividades de proceso, se cuentan la calidad y el movimiento del aire, sobre todo la primera; la recarga y el flujo del agua subterránea; la eliminación de los estratos geológicos; el agotamiento paulatino de los recursos minerales; el suelo en sus rubros de uso actual y uso potencial, drenaje y, sobre todo, el fomento, con las actividades industriales de la zona, de la erosión del mismo; y la modificación del microclima y el macroclima, alterados básicamente por el retiro de la vegetación del sitio.
3. Los factores abióticos afectados de manera directa son la flora y la fauna, mismos que, ante la pérdida de vegetación y los desórdenes que causan dentro de su hábitat todas las actividades que conforman el procesamiento de los materiales pétreos, en el caso de las especies faunísticas, la afectación se dirige al desarrollo, crecimiento y reproducción de las mismas, el desplazamiento a otros hábitats no alterados o la muerte de algunas de ellas.
4. Ni que hablar de la flora del lugar; el proceso de explotación en los bancos implica la eliminación total de todos los estratos: hierbas, arbustos y árboles.
5. Dentro del rubro de la salud pública, las alteraciones que se producen son en la salud ocupacional, debido a la exposición, por parte de los trabajadores a condiciones no gratas de trabajo; la seguridad ocupacional, alterada ante la posibilidad constante de la ocurrencia de accidentes laborales; y la calidad sanitaria del ambiente, afectada por la generación en masa, por parte de la industria pedrera del lugar, de polvos, gases, altos niveles de ruido, vibraciones, etc., inherentes a

las actividades extractivas.

6. En lo que respecta a los factores estéticos y de interés humano, los que son alterados a causa de la actividad industrial de la zona son: el paisaje natural, modificado de manera drástica, sobre todo en lo que al retiro de los estratos geológicos se refiere, así como a la emisión de polvos; los parques y reservas, afectados en el comportamiento natural de migraciones y el desplazamiento de algunas especies; y las desarmonías en el entorno natural, debido a los cambios drásticos en el perfil natural del terreno, la existencia de depresiones, la emisión de polvos, entre otros.
7. Son las actividades que conforman los sistemas de explotación en la zona los directamente impactan el entorno natural, y sobre los que hay que hacer hincapié en cuanto a mejorar la tecnología utilizada en los mismos para el aprovechamiento de los recursos naturales, procurando dañar lo menos posible la calidad natural del medio ambiente, y contemplando programas de restitución de la zona al término de la vida útil de los bancos de explotación.
8. Y precisamente la propuesta del "Proyecto de los Criterios Ecológicos para la Operación y Funcionamiento de las Industrias Extractoras y Procesadoras de Materiales Pétreos" constituye un buen punto de partida en el camino hacia una mejora de los procesos de producción dirigidos a un desarrollo sostenible mediante el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales; es indispensable que tal propuesta sea autorizada por parte de las autoridades competentes en beneficio de la industria de la zona, y a la par, del medio natural.
9. La zona de amortiguamiento, establecida con la finalidad de mantener aislada de zonas habitacionales cercanas al área de pedreras, es un excelente recurso para tal fin, ya que asegura el derecho del ciudadano ha gozar de una buena calidad sanitaria del entorno donde se desenvuelve cotidianamente; sin embargo, se ha detectado que dicha zona ha sido invadida por asentamientos habitacionales irregulares, ello debido a la necesidad de habitación a bajo costo, y por cuenta de

líderes que fomentan esperanzas vanas en gente de bajos recursos. Es indispensable que las autoridades competentes definan los usos de suelo legalmente permitidos en la región, considerando la ya establecida zona de amortiguamiento, buscando alternativas de reubicación de las familias que actualmente invaden dicha zona.

10. En lo que respecta a la emisión de partículas en la zona de pedreras, esta definitivamente afecta sobremanera la calidad del aire, sobre dicha área; sin embargo, datos preliminares basados en el monitoreo de PST (cuatro estaciones) sobre la periferia de la zona de amortiguamiento, aclaran que la afectación en la misma, al menos en dos de los puntos muestreados, no sobrepasó los límites de calidad del aire establecidos para PST; en el caso de los dos puntos restantes, se presume que el alto valor obtenido se debió, en gran medida, a la presencia de denso flujo vehicular, en uno de ellos; y el otro, debido a la erosión del suelo y la presencia de un camino vecinal sin pavimentar muy solicitado por los residentes de las localidades vecinas.
11. En lo que respecta a la calidad del aire en el AMM, y que supone la afectación de la misma por efecto de la emisión de polvos provenientes de la zona de pedreras, el monitoreo de material particulado menor o igual a 10 micras (PM-10) en las diversas estaciones distribuidas en diferentes rumbos del área metropolitana de Monterrey, permite detectar que precisamente es este tipo de contaminante el que más afecta la atmósfera urbana; y determina también que las mayores concentraciones de material particulado se dan en las estaciones correspondientes a la zona suroeste (Santa Catarina), y la zona noroeste (San Bernabé), precisamente las más cercanas a la zona de pedreras de Sierra Mitras, y la zona de San Miguel, respectivamente.
12. El análisis del material particulado colectado arrojó datos sobre las especies químicas componentes del mismo, entre ellos el ión sulfato, el carbono orgánico, el calcio, el azufre, el ión amonio, el ión carbonato y el ión nitrato; determinándose que los niveles más elevados de carbonato se encontraron en la zona noroeste,

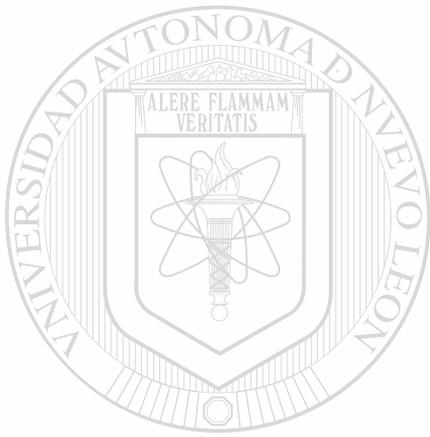
con un 4.8%, y los más bajos en la zona sureste, con un 2%, asociándose el alto valor de la concentración de carbonato con las actividades de procesamiento mecánico de caliza.

13. El inventario de emisiones de PST para el AMM correspondiente al año de 1995, determinó que el sector industrial era uno de los grandes generadores de PST, con 45,946 toneladas al año, correspondientes al 6% del total de PST; este mismo inventario determinó que la mayor emisión de PST proviene del renglón de suelos y vegetación, con 763,725 toneladas al año, correspondientes al 93% del total de PST.
14. Las fuentes naturales son las que impactan en mayor proporción a la concentración de material particulado en el aire ambiente; las mismas se conforman primordialmente por: los terrenos planos desprovistos de vegetación, las construcciones en las laderas que eliminan la cubierta vegetal y favorecen la erosión eólica y pluvial de dichas áreas; las áreas no urbanizadas sin pavimentar; los terrenos agrícolas temporaleros y las zonas de extracción de material pétreo. Cabe aclarar que, precisamente, la mayoría de ellas se encuentran en los sectores poniente del AMM.
15. En lo relacionado a la calidad del aire, es necesario realizar monitoreos durante largos periodos de tiempo que permitan observar diversos escenarios con condiciones críticas de contaminación y establecer las variaciones que ocurren en las diferentes épocas del año, así como contemplar la necesidad de mayor cantidad de estaciones de monitoreo que representen mejor las condiciones prevalecientes en los diversos rumbos de la zona metropolitana de Monterrey, y más allá de ésta.
16. De acuerdo a la información que se ha recabado relacionada con la contaminación del aire por material particulado, a pesar de que fuentes oficiales de información relacionadas al tema han publicado sus resultados respecto del "porcentaje real" de contribución de partículas al aire urbano por efecto de las actividades de

extracción de caliza en las zonas de pedreras, tanto de la Sierra Mitras como de la Sierra de San Miguel, tal información ha permitido constatar que se caen en serias contradicciones al respecto, por lo que es indispensable que, para obtener resultados confiables en lo que respecta a la calidad del aire, se procedan a realizar estudios de composición por tipo de fuente.

17. El estudio realizado por el Programa de Administración de la Calidad del Aire del AMM 1997-2000, determinó que las emisiones de partículas por calles sin pavimentar aportan el 91% de las partículas, por lo que es indispensable tener información concreta sobre los vehículos que transitan por estas calles. Es necesario mejorar los estimados con estudios futuros de las características del suelo y de los kilómetros viajados por los vehículos.
18. Es importante fomentar la protección del suelo mediante el manejo adecuado de la cobertura vegetal en los terrenos agrícolas y praderas; fomentar también el desarrollo adecuado de esquemas de pastoreo en las tierras de agostadero, e implantar planes de manejo de plantas nativas para proporcionar cobertura vegetal en áreas desprovistas de vegetación tales como: caminos rurales, calles sin pavimentar y construcciones en ladera. Asimismo, la incorporación de materia orgánica a los suelos agropecuarios permiten incrementar su estabilidad, procurando el mantenimiento de la cobertura vegetal.
19. Es indispensable la realización de estudios de monitoreo microambiental, por periodos de tiempo adecuados, que realmente den idea de la situación de la calidad ambiental prevaleciente en las zonas seleccionadas.
20. Importante es, también, la necesidad de establecer un sistema de vigilancia epidemiológica en el área metropolitana de Monterrey ya que, la evaluación real de los efectos de los contaminantes de aire sobre la salud, se basan primordialmente en estudios epidemiológicos efectuados en la población afectada.

BIBLIOGRAFIA



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

BIBLIOGRAFIA

Bassols Batalla, Angel. (1990). Recursos Naturales de México. Nuestro Tiempo. México.

Benítez Esparza, Pedro L. "Tecnología Actual para la Producción de Agregados Pétreos para Concreto". Memoria Segundo Congreso Nacional de Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. México, D.F.

Betancourt Suárez, Max y Arnal Simón, Luis. (1991). Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Trillas.

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988). Nuestro Futuro Común. Alianza Editorial. Madrid.

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

Contreras Pérez, H. (1974). "Contribución al Conocimiento de los Mamíferos del Cerro del Durazno, Villa de García, N.L., México". Tesis inédita. F.C.B., U.A.N.L.

Convenio para el debido Acatamiento del Decreto No.187, firmado en la Ciudad de Monterrey, N.L. el 28 de enero de 1982.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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.

Decreto No.187. Periódico Oficial del lunes 4 de enero de 1982. Gobierno del Estado de Nuevo León. Poder Ejecutivo.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras, y las sujetas a protección especial y que establece

especificaciones para su uso y conservación. Secretaría de Desarrollo Social.

Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. (1981). Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1:250 000 Monterrey G14-7.

Estudio Geohidrológico de Acuíferos Regionales en Calizas Zona Monterrey. 1967.

González Lobo, Carlos. (1982). "Seis Décadas de Arquitectura de Concreto". Memoria Segundo Congreso Nacional del Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F.

Gutiérrez Avila, Héctor. "Efectos para la Salud por Partículas Suspendidas y Oxidos de Azufre". Curso Básico sobre Contaminación del Aire y Riesgos para la Salud. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud; Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud.

INAH-SEP. Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles, Nuevo León. Monterrey, N.L.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (1986). Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario Estadístico 1984.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario Estadístico 1986.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (1990). Guías para la Interpretación de Cartografía. Edafología. México.

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

Mulleried, Federico (1994). Geología del Estado de Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Nolasco, Margarita (1982). "Necesidades y Recursos de una Sociedad de Masas". Memoria Segundo Congreso Nacional del Concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F.

Norma Oficial Mexicana NOM-CCAM-002-ECOL/1993, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de octubre de 1993.

Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA1-1993, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994.

Payne, Gordon A. (1982). "Necesidades y Recursos de una Sociedad de Masas". Memoria Segundo Congreso Nacional del Concreto". Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México, D.F.

Provencio, Enrique y Carabias, Julia. (1992). "El Enfoque del Desarrollo Sustentable". Revista "Latinoamérica de Economía". Vol.XXIII. No.91.

Proyecto "Criterios Ecológicos para la Operación y Funcionamiento de las Industrias Extractoras y Procesadoras de Materiales Pétreos" (1997). (No aprobado aún).

Rzedowski, J. (1981). "Vegetación de México". Limusa. México.

Sánchez, S.O. (1980). "Vegetación del Valle de México". 6a. ed. Ed. Herrera. México.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. "Diagnóstico y Caracterización del Area Conocida como Potrero Chico, ubicada en el Municipio de Hidalgo, N.L."

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. (1989). "Información Básica sobre las Areas Naturales Protegidas".

Sisteleón (1990). "Estudio General de los Acuíferos en el Subsuelo del Estado de Nuevo León".

Soto Mora, Consuelo y Jáuregui O, Ernesto. (1968). "Elementos Bioclimáticos en la República Mexicana". Instituto de Geografía de la UNAM. Citado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

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.

Tyler Miller, G. (1994). "Ecología y Medio Ambiente". Iberoamérica. México.

Vallejo Gomero, J.L. "Taxonomía y Distribución de la Familia Crotalidae en Nuevo León. Tesis inédita. F.C.B., U.A.N.L.

Velázco Torres, J.J. (1970). "Conocimiento de la Herpetofauna del Norte de Nuevo León". Tesis inédita. F.C.B., U.A.N.L.

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

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Griselda Guadalupe Guerra García

**Candidato al Grado de
Maestría en Ciencias con Especialidad
en Ingeniería Ambiental**

**TESIS: DIAGNOSTICO AMBIENTAL EN LA ZONA
DE PEDRERAS DE LA SIERRA SAN MIGUEL
DEL ESTADO DE NUEVO LEON**

Campo de Estudio: Medio Ambiente.

Biografía: Nacida el 26 de noviembre de 1968, en Mina, Nuevo León. Hija del Sr. Emilio Guerra Morales y de la Sra. Gloria Micaela García Cerecero.

Educación: Egresada de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León, carrera de Arquitecto, generación 1985-1990.

Experiencia Profesional: De febrero de 1990 a la fecha, empleada del Departamento de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil, U.A.N.L. Ha colaborado en numerosos estudios, como:

- Realización de planos de Ingeniería de Detalle para la Planta Potabilizadora en Colombia, N.L.
- Planos de Ingeniería de Detalle para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en China, N.L.
- Estudio de "Calidad del Aire en la Cd. Universitaria y su impacto en el Estadio". Estudio Preliminar.
- Diversos Estudios e Investigaciones en Ecología y Medio Ambiente.

Coordinadora y colaboradora en la realización de Estudios de Impacto Ambiental, de modalidades general y específica, además de informes preventivos, dentro del Estado de Nuevo León y entidades vecinas.

