



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

TESIS

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE RIESGOS DEL CYTRAR.

Que como requisito para obtener el grado de:
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
-AREA INGENIERÍA AMBIENTAL-

Presenta:

CARLOS CHÁVEZ TOLEDO

Hermosillo, Sonora, México

17 de Febrero de 2005

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

CONTENIDO

	Página
CONTENIDO.....	i
FIGURAS.....	vi
TABLAS.....	x
LISTAS DE ANEXOS.....	xi
Figuras de Anexos.....	xii
Tablas de Anexos.....	xiii
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xvi
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	xxv
RESUMEN.....	xxvii
SUMMARY.....	xxviii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	8
General.....	8
Específicos.....	8
HIPÓTESIS.....	9
Nula.....	9
Alternativa.....	9
ANTECEDENTES.....	10
Generalidades.....	10
Sitios Contaminados.....	12
Residuos Peligrosos.....	14
Confinamiento de Residuos Peligrosos.....	16
Confinamiento y Tratamiento de Residuos S.A. de C.V. (CYTRAR).....	17
Problemática.....	17
Situación Actual.....	17
Evaluación de Riesgos.....	18
Evaluación Preliminar de Riesgos (EP).....	19
JUSTIFICACIÓN.....	22

(CONTENIDO continuación)

Página

METODOLOGÍA.....	25
Modelo Conceptual Preliminar del CYTRAR.....	25
Análisis de Riesgos del CYTRAR.....	26
RESULTADOS.....	30
<i>PRIMERA PARTE</i>	30
I. Modelo Conceptual Preliminar.....	30
I.1. Caracterización de los Componentes del Medio Ambiente.....	30
I.1.1. Recopilación y Evaluación de Información.....	30
I.1.2. Descripción del Área de Estudio.....	34
I.1.2.1. Ubicación del Sitio.....	34
I.1.2.2. Descripción del Medio Natural.....	47
Climatología.....	47
Geomorfología y Geología.....	52
Suelos.....	55
Hidrología.....	58
Vegetación.....	66
Fauna.....	70
I.1.2.3. Descripción del Medio Social.....	71
Centro de Población de Hermosillo (CPH).....	71
Área del CYTRAR.....	73
I.2. Impacto Ambiental.....	76
I.2.1. Centro de Población de Hermosillo.....	76
I.2.1.1. Contaminación del agua.....	76
I.2.1.2. Contaminación del aire.....	77
I.2.1.3. Contaminación del suelo.....	77
I.2.1.4. Contaminación por olor.....	78

(CONTENIDO continuación)

	Página
1.2.2. Polígono CYTRAR.....	78
I.2.2.1. Zona 1 (Sur).....	78
I.2.2.2. Zona 2 (Oeste).....	81
I.2.2.3. Zona 3 (Norte).....	82
I.2.2.4. Zona 4 (Este).....	82
I.2.2.5. Zona 5 (Interior del Polígono CYTRAR).....	84
I.3. Estudios Previos e Información Hemerográfica sobre Medio Ambiente y Salud Pública.....	85
I.4. Modelo Conceptual Preliminar del CYTRAR (<i>Descripción</i>).....	86
I.4.1. Medio Ambiente.....	86
I.4.2. Situación Histórica.....	88
I.4.3. Conclusiones.....	91
<i>SEGUNDA PARTE</i>	92
II. Análisis de Riesgos.....	92
II.1. Evaluación de la Ruta Potencialmente Completa.....	92
II.1.1. Cálculo de Tasas de Emisión.....	93
II.1.1.1. Origen de los datos.....	93
Tasa de emisión [g/(s·m ²)].....	93
Altura de la fuente de liberación (m).....	93
Longitud del lado más largo del área rectangular (m) y longitud del lado más corto del área rectangular (m).....	93
Altura del receptor sobre el suelo (m).....	93
Opción urbana o rural.....	94
Opción búsqueda de dirección del viento o bien especificación del ángulo deseado.....	94
Porcentaje de la masa total del contaminante (m%).....	100
Porcentaje de polvo contenido en el montículo (s%).....	102

(CONTENIDO continuación)

	Página
Porcentaje de tiempo que la velocidad del viento excede 5.4 m/s (%).....	103
Número de días por año con más de 25 mm de precipitación.....	106
II.1.1.2. Tasas de emisión obtenidas.....	107
II.2. Evaluación de Escenarios de Exposición (<i>Identificación del peor escenario</i>).....	109
II.2.1. Evaluación de Escenarios de los Medios I a IV (<i>Máxima Concentración Sin Especificación del Ángulo Deseado</i>).....	111
II.2.1.1. Medio I.....	112
II.2.1.2. Medio II.....	112
II.2.1.3. Medio III.....	112
II.2.1.4. Medio IV.....	113
II.2.2. Evaluación de Escenarios de los Medios I a IV (<i>Máxima Concentración Con Especificación del Ángulo Deseado</i>).....	116
II.2.2.1. Clase de estabilidad atmosférica “C” para “m” de 1.0%...	118
II.2.2.2. Clase de estabilidad atmosférica “F” para “m” de 1.0%...	118
II.2.2.3. Clase de estabilidad atmosférica “C” para “m” de 4.11%.	120
II.2.2.4. Clase de estabilidad atmosférica “F” para “m” de 4.11%..	122
II.2.3. Evaluación de Escenarios de los Medios V y VI (<i>Máxima Concentración Sin Especificación del Ángulo Deseado</i>).....	124
II.2.3.1. Medio V (<i>Promedio Anual</i>).....	124
II.2.3.2. Medio V (<i>Percentil 95 Anual</i>).....	124
II.2.3.3. Medio VI (<i>Promedio Anual</i>).....	127
II.2.3.4. Medio VI (<i>Percentil 95 Anual</i>).....	127
II.2.4. Evaluación Anual del Peor Escenario o Escenario Conservador (<i>Máxima Concentración Sin Especificación del Ángulo Deseado</i>)...	128
II.2.5. Evaluación Anual del Escenario Conservador (<i>Máxima Concentración Con Especificación del Ángulo Deseado</i>).....	134
Norte (270°).....	135
Noreste (315°).....	135

(CONTENIDO continuación)

	Página
Este (0°).....	137
Sureste (45°).....	137
Sur (90°).....	138
Suroeste (135°).....	140
Oeste (180°).....	141
Noroeste (225°).....	142
II.2.6. Análisis Final.....	146
Zona afectada o de afectación del CYTRAR.....	147
II.3. Estimación de la Exposición.....	151
II.4. Estimación de la Toxicidad.....	152
Plomo (<i>Pb</i>).....	154
II.5. Revisión del Modelo Conceptual Preliminar y Calificación del CYTRAR.....	157
II.6. Análisis del Riesgo (<i>Descripción</i>).....	158
CONCLUSIONES.....	162
RECOMENDACIONES.....	164
REFERENCIAS.....	167

FIGURAS

FIGURA	Página
1. Ubicación del Municipio de Hermosillo y Centro de Población.....	35
2. Ubicación de la Ciudad de Hermosillo y el Cytrar.....	36
3. Centro de Población de Hermosillo, Ciudad de Hermosillo y localización del Cytrar con su zona de salvaguarda al sur de la ciudad.....	38
4. Zonificación de Hermosillo.....	41
5. Localización del área de estudio. Polígono Mayor y Polígono Cytrar.....	44
6. Plano que muestra la ubicación del Cytrar y su relación con la topografía del área.....	46
7. Grafico de registro mensual de temperatura media en grados centígrados para Hermosillo de 1986 a 2001.....	48
8. Grafico de registro mensual de precipitación pluvial en milímetros para Hermosillo de 1986 a 2001.....	49
9. Vientos.....	50
10. Plano que muestra la fisiografía en la zona adyacente al Cytrar.....	53
11. Plano de la geología en la zona adyacente al Cytrar.....	54
12. Plano de la edafología en la zona adyacente al Cytrar.....	57
13. Fotografías que muestran el cauce localizado en la zona de amortiguamiento, al sur del alambrado perimetral del Cytrar.....	60
14. Fotografías que muestran los cauces localizados al este del alambrado perimetral del Cytrar.....	61
15. Fotografías que muestran los cauces localizados al este del alambrado perimetral del Cytrar.....	61
16. Fotografías del Represo (R1) localizado al suroeste del Cytrar durante la época de secas (Abril de 2002).....	62
17. Fotografías del Represo (R1) durante la época de lluvias (Septiembre de 2003).....	62
18. Fotografías que exhiben el espejo de agua del Represo (R2) al oeste del Cytrar entre los Cerros Yeso y Colorado. Época de lluvias (Septiembre de 2003).	62

(FIGURAS continuación)

	Página
19. Imagen de satélite del área de estudio en donde se observan los escurrimientos superficiales y el orden de los cauces según la clasificación de Horton.....	64
20. Plano de unidades geohidrológicas en las zonas adyacentes al Cytrar.....	65
21. Plano de vegetación en los alrededores del polígono Cytrar.....	67
22. Fotografías de estrato arbóreo.....	68
23. Fotografías de estrato arbustivo.....	68
24. Fotografías de estrato herbáceo.....	69
25. Fotografías de suelo desnudo.....	69
26. Población Total en los Sectores Sur y Suroeste de Hermosillo.....	74
27. Zonificación en el polígono Cytrar. Fotografía de septiembre de 2003.....	79
28. Cauce del arroyo de la Zona Sur en su límite oeste. Fotografía de abril de 2002.....	80
29. Zona 2 en la porción oriental adyacente al polígono Cytrar. Fotografía de abril de 2002.....	81
30. Cárcava localizada en la Zona 3. Fotografía de abril de 2002.....	82
31. Fotografía de los residuos peligrosos contenidos en la Celda No. 2 adyacente a la Zona 4.....	84
32. Dispersión de polvos por la acción del viento en la laguna de evaporación.....	85
33. Laguna de evaporación que contiene los lodos de los lixiviados provenientes de la Celda No. 2.....	85
34. Velocidad del viento en Hermosillo para el año 1998. Un solo día se excede los 5.4 m/s que equivale a 0.27%.....	103
35. Velocidad máxima del viento en Hermosillo para el año de 1998. 150 días exceden los 5.4 m/s que equivale a 41.10%.....	104
36. Frecuencia de la velocidad del viento en Hermosillo. Estación Eduardo Hinojosa - Universidad de Sonora.....	105
37. Precipitación en Hermosillo para el año 1998. Dos días sobrepasan los 25 mm.....	106

(FIGURAS continuación)

	Página
38. Celda N° 2 del Cytrar. Fotografía obtenida en www.elimparcial.com	110
39. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentajes de masa total de contaminante de 1.0% y 4.11%. Muestra las distancias donde es sobrepasada la CMP.....	114
40. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentajes de masa total de contaminante de 1.0% y 4.11%. Muestra las distancias donde es sobrepasado el valor GCA.....	115
41. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentaje de masa total de contaminante de 1.0% y Clase de Estabilidad “F”. Muestra las distancias donde son sobrepasados la CMP y el valor GCA.....	119
42. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentaje de masa total de contaminante de 4.11% y Clase de Estabilidad “C”. Muestra las distancias donde son sobrepasados la CMP y el valor GCA.....	121
43. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentaje de masa total de contaminante de 4.11% y Clase de Estabilidad “F”. Muestra las distancias donde son sobrepasados la CMP y el valor GCA.....	123
44. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio V y VI para porcentaje de masa total de contaminante de 4.11%. Muestra las distancias donde es sobrepasada la CMP a partir del Promedio y Percentil 95.....	125
45. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio V y VI para porcentaje de masa total de contaminante de 4.11%. Muestra las distancias donde es sobrepasado el valor GCA a partir del Promedio y Percentil 95.....	126
46. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en los meses del año y Promedio y Percentil 95. Muestra las distancias donde es sobrepasada la CMP.....	130
47. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en los meses del año y Promedio y Percentil 95. Muestra las distancias donde es sobrepasado el valor GCA.....	132
48. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en los meses del año y en las ocho direcciones básicas del plano polar. Muestra las distancias donde es sobrepasada la CMP.....	144
49. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en los meses del año y en las ocho direcciones básicas del plano polar. Muestra las distancias donde es sobrepasado el valor GCA.....	145

(FIGURAS continuación)

Página

50. Polígonos generados de la isolínea máxima de concentración de Plomo que muestra las áreas potenciales de afectación del Cytrar y que fueron calculados con respecto a CMP.....	148
51. Polígonos generados de la isolínea máxima de concentración de Plomo que muestra las áreas potenciales de afectación del Cytrar y que fueron calculados con respecto al valor GCA.....	149

TABLAS

TABLA	Página
1. Rumbos y distancias aproximadas desde la Celda N° 2 del CYTRAR en dirección a los asentamientos humanos más cercanos.....	95
2. Velocidades de viento calculadas a partir de Rosa de Vientos de CNA.....	97
3. Datos de velocidad y frecuencia de viento en Hermosillo según datos de la Estación Eduardo Hinojosa de la Universidad de Sonora.....	99
4. Porcentaje de Plomo en tierra contaminada de Cytrar indicado o calculado a partir de la información de diversas fuentes.....	102

LISTA DE ANEXOS

APÉNDICE		Página
A	Requisitos y condicionantes que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, según la norma oficial mexicana NOM-055-SEMARNAT-1993 y que están relacionados con el CYTRAR.....	177
B	Resumen de acontecimientos relacionados con la problemática del CYTRAR.....	180
C	Cronología de estudios e información hemerográfica sobre medio ambiente y salud pública del CYTRAR.....	193
D	Figuras y Tablas del Apartado I.1 Caracterización de los Componentes del Medio Ambiente.....	219
E	Descripción de la estimación de la dispersión utilizando los modelos SCREEN3 y TSCREEN.....	243
F	Datos de concentración de plomo (Pb) y elementos lixiviables en tierras contaminadas del CYTRAR.....	249
G	Tasas de emisión de plomo (Pb) en los medios I a VI.....	252
H	Evaluación de escenarios de los medios I a IV.....	261
I	Evaluación de escenarios de los medios V y VI.....	270
J	Evaluación anual del escenario conservador.....	273
K	Dosis de referencia de metales pesados, así como efectos del plomo en la salud humana.....	291
L	Calificación del Cytrar.- Formato de CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999).....	294

Figuras de Anexos

Figura	Página
1d. Imagen satelital de Centro de Población de Hermosillo.....	220
2d. Usos, reservas y destinos del suelo.....	221
3d. Sectores y distritos del centro de población y localización del Cytrar.....	222
4d. Tipos de Clima en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar.....	223
5d. Fisiografía en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar.....	224
6d. Geología en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar.....	225
7d. Suelos en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar.....	226
8d. Cuencas hidrológicas principales.....	227
9d. Vegetación en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar....	228
1g. Tasas de emisión de plomo del Medio V calculadas a partir de los datos de velocidad del viento de la Estación Eduardo Hinojosa - Universidad de Sonora y porcentajes de plomo provenientes de diversas fuentes de información.....	259
2g. Tasas de emisión de Plomo del Medio VI calculadas a partir de los datos de velocidad del viento de la Estación Eduardo Hinojosa - Universidad de Sonora y porcentajes de plomo provenientes de diversas fuentes de información.....	260

Tablas de Anexos

Tabla	Página
1d. Coordenadas geográficas del Centro de Población de Hermosillo.....	229
2d. Coordenadas Universal Transversa de Mercator y Geodésicas de los Vértices de: Polígono Cytrar; Polígono Mayor; Centro de la Celda N° 2 del Cytrar; y Camino de Acceso desde la carretera internacional Hermosillo – Guaymas al CYTRAR.....	230
3d. Principales elevaciones existentes dentro de la Ciudad de Hermosillo y dentro del límite de población misma.....	231
4d. Sectores y distritos del Centro de Población de Hermosillo cercanos al Cytrar...	232
5d. Registro mensual de temperatura media en grados centígrados.....	233
6d. Registro mensual de precipitación pluvial en milímetros para Hermosillo.....	234
7d. Geología en el municipio de Hermosillo.....	235
8d. Significado de códigos o símbolos de Figura 6d, Apéndice Da. Geología.....	236
9d. Significado de los códigos o símbolos de Figura 7d, Apéndice Da. Suelos.....	237
10d. Significado de los códigos o símbolos de la Figura 12, Suelos.....	238
11d. Significado de los códigos o símbolos de la Figura 9d, Apéndice Da. Vegetación.....	239
12d. Listado florístico de los alrededores del polígono Cytrar.....	240
13d. Indicadores poblacionales en las colonias de los Sectores Sur y Suroeste de la Ciudad de Hermosillo y localidades más cercanas al Cytrar según el XII Censo de Población y Vivienda 2000.....	241
14d. Codificación y abreviaturas de la Tabla 13d, Indicadores poblacionales.....	242
1g. Resultados de tasas de emisión para el Medio I.....	253
2g. Resultados de tasas de emisión para el Medio II.....	254
3g. Resultados de tasas de emisión para el Medio III.....	255
4g. Resultados de tasas de emisión para el Medio IV.....	256
5g. Resultados de tasas de emisión para el Medio V.....	257
6g. Resultados de tasas de emisión para el Medio VI.....	258
1h. Escenarios que fueron evaluados en los Medios I a IV para determinar las distancias en metros desde el centro de la celda N° 2 que sobrepasan la CMP para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS).....	262

(Tablas de Anexos continuación)

	Página
2h. Escenarios que fueron evaluados en los Medios I a IV para determinar las distancias en metros desde el centro de la celda N° 2 que sobrepasan el valor GCA para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual según OMS).....	263
3h. Datos de concentraciones máximas de plomo en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica “F” para “m” de 1.0% en el Medio III.....	264
4h. Datos de concentraciones máximas de plomo en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica “F” para “m” de 1.0% en el Medio IV.....	265
5h. Datos de concentraciones máximas de plomo en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica “C” para “m” de 4.11% en el Medio III.....	266
6h. Datos de concentraciones máximas de plomo en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica “C” para “m” de 4.11% en el Medio IV.....	267
7h. Datos de concentraciones máximas de plomo en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica “F” para “m” de 4.11% en el Medio III.....	268
8h. Datos de concentraciones máximas de plomo en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica “F” para “m” de 4.11% en el Medio IV.....	269
1i. Escenarios que fueron evaluados (Promedio y Percentil 95) en los Medios V y VI para determinar las distancias en metros desde el centro de la celda N° 2 que sobrepasan la CMP para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS).....	271
2i. Escenarios que fueron evaluados (Promedio y Percentil 95) en los Medios V y VI para determinar las distancias en metros desde el centro de la celda N° 2 que sobrepasan el valor GCA para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual según OMS).....	272
1j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Hora en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	274
2j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	275

(Tablas de Anexos continuación)

	Página
3j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	276
4j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (NE 315°).....	277
5j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (NE 315°).....	278
6j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (E 0°).....	279
7j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (E 0°).....	280
8j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SE 45°).....	281
9j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (SE 45°).....	282
10j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (S 90°).....	283
11j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (S 90°).....	284
12j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SO 135°).....	285
13j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (SO 135°).....	286
14j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (O 180°).....	287
15j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (O 180°).....	288
16j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO 225°).....	289
17j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (NO 225°).....	290
1k. Dosis de referencia de la EPA (<i>RfD, RfC</i>) y ATSDR (<i>MRL</i>) en metales pesados	292
2k. Efectos en la salud según el nivel de plomo en sangre.....	293

GLOSARIO DE TERMINOS

Absorción. Proceso por medio del cual un tóxico atraviesa membranas y capas de células hasta llegar al torrente sanguíneo y luego es transportado hacia otros órganos.

Acuífero. Cualquier formación geológica por la que circulan y se almacenan aguas subterráneas, que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

Almacenamiento. Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos.

Ambiente. El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Biomarcadores o marcadores biológicos. Son los cambios medibles, ya sean estos bioquímicos, fisiológicos o morfológicos, que se asocian a la exposición a un tóxico. Se utilizan para: (1) detectar la presencia de una exposición; (2) determinar las consecuencias biológicas de la exposición; (3) detectar los estados iniciales e intermedios de un proceso patológico; (4) identificar a los individuos sensibles de una población; y (5) fundamentar la decisión de intervenir, tanto a nivel individual como ambiental.

Biota. Todos los seres vivos, sean plantas, animales superiores o microorganismos.

Caracterización del riesgo. Consiste en determinar si es tolerable el nivel de riesgo de que se produzcan daños asociados a la exposición a los tóxicos presentes en el sitio.

Carcinógeno(a). Cualquier sustancia que pueda causar cáncer.

CERCLA. Ley del Congreso de los EUA titulada *The Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act of 1980* (Ley de Respuesta Ambiental Exhaustiva, Compensación y Responsabilidad Pública de 1980; *CERCLA*, por sus siglas en inglés). También se conoce comúnmente como el Superfondo (*Superfund*).

Concentración. La cantidad de una sustancia disuelta o contenida en una cantidad dada de otra sustancia.

Confinamiento controlado. Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos, que garantiza su aislamiento definitivo.

Contaminación. La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminación del medio ambiente. La presencia de sustancias peligrosas en el medio ambiente. Desde el punto de vista de salud pública, la *contaminación del medio ambiente* es tratada cuando puede afectar la salud y la calidad de vida de las personas que viven y trabajan cerca de la fuente de contaminación.

Contaminante. Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Dérmico(a). El referirse a la piel. Absorción *dérmica* significa absorción a través de la piel.

Disposición final. Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

Dosis. La cantidad de una sustancia a la cual una persona es expuesta. La *dosis* toma a menudo en cuenta el 10% de la masa del cuerpo y es referida como tasa.

Dosis de exposición. Cantidad de sustancia a la que se expone el organismo y el tiempo durante el que estuvo expuesto. La dosis determina el tipo y magnitud de la respuesta biológica.

Dosis de referencia (DdR). Es el índice de toxicidad que más se utiliza en la evaluación de riesgos por exposición a sustancias no-cancerígenas. Es el nivel de exposición diaria que no

produce un riesgo apreciable de daño en poblaciones humanas, incluyendo las subpoblaciones sensibles.

Dosis suministrada. Cantidad o concentración del agente químico o físico que está presente en la superficie de contacto durante un período especificado y que se expresa por unidad de masa corporal del individuo expuesto.

Ecosistema. La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinado.

Efecto adverso o daño. Es una función de la dosis y de las condiciones de exposición (vía de ingreso, duración y frecuencia de las exposiciones, tasa de contacto con el medio contaminado, entre otros).

Efecto tóxico o respuesta tóxica. Cualquier desviación del funcionamiento normal del organismo que ha sido producida por la exposición a sustancias tóxicas. Sólo se consideran como desviaciones significativas los cambios irreversibles o los cambios que permanecen por un período prolongado después de que la exposición ha cesado. El tipo de efecto tóxico que produce una sustancia sirve para hacer una clasificación general de los tóxicos en: (1) cancerígenos; (2) no-cancerígenos; y (3) tóxicos para el desarrollo.

Elemento natural. Los elementos físicos, químicos y biológicos, que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.

Escena. El medio con que determinadas variables interaccionan para que se presente la dispersión. En la estimación de la dispersión de polvos es la expresión de la interacción de los datos de porcentaje de polvo, número de días por año con una cantidad establecida de precipitación, y porcentaje de tiempo o frecuencia en que el viento excede una determinada velocidad; con respecto a un porcentaje obtenido o calculado de masa total o concentración de un contaminante.

Escenario(s). Escenas potenciales de exposición a concentraciones de un determinado contaminante.

Escenario de exposición. Área física que comprende el lugar donde se derraman o emiten los tóxicos al ambiente, donde se transportan y donde las poblaciones entran en contacto con los medios contaminados.

Estimación de la dispersión. Evaluaciones de gradiente para metales pesados tóxicos que se pudieran estar escapando del confinamiento como polvos hacia los asentamientos humanos y de transporte por lixiviación al acuífero y a escurrimientos superficiales.

Evaluación de exposición. Medición o estimación de la dosis de exposición incluyendo la calificación de las incertidumbres.

Evaluación de la toxicidad. Selección de los valores adecuados de los parámetros que miden la peligrosidad de las sustancias tóxicas presentes en el sitio, acompañados por la calificación de la calidad de esa información. El parámetro que se usa en evaluación de riesgos es el índice de toxicidad.

Evaluación de riesgos. Es la metodología para caracterizar los riesgos que existen en un sitio contaminado.

Evaluación de riesgos en toxicología. Determina la probabilidad de que se desarrolle un daño cuando se está expuesto a una dosis determinada durante un período especificado.

Evaluación de riesgos de línea base (ERLB). Evaluación de los riesgos presentes o futuros que se pueden presentar en un sitio antes de que se haya hecho intento alguno para controlar o reducir las exposiciones. Es la caracterización de los riesgos existentes en un sitio que no ha sido modificado para atenuar los riesgos.

Evaluación de riesgos para la salud humana (ER). Consiste en determinar si es tolerable el riesgo que enfrenta una población por estar expuesto a tóxicos en el ambiente de un sitio contaminado.

Evaluación preliminar (EP). Es una investigación de alcance limitado aprobada por la *U.S. EPA (Agencia de Protección Ambiental de los EUA)* que tiene como propósito

compilar la información que este fácilmente disponible y conducir un reconocimiento del sitio y sus alrededores, con el objeto de distinguir entre sitios que poseen pequeña o ninguna amenaza a la salud humana y el ambiente, de aquellos sitios que requieren investigación adicional. La evaluación preliminar identifica también sitios que requieren evaluación para posibles acciones de respuestas de emergencia.

Exposición. Es el contacto de una población o individuo con un agente químico o físico.

Exposición máxima razonable (EMR). Exposición más alta que es razonable esperar que ocurra en un sitio. El propósito de calcular la EMR es hacer una estimación de la exposición que esté dentro de los niveles posibles y que nos permita hacer predicciones conservadoras de los efectos que puede causar el tóxico.

Gradiente de sustancias o pluma de contaminación. Un área de sustancias químicas en un medio particular, tales como aire o aguas subterráneas, que se alejan de su fuente en una banda o columna. El gradiente puede ser una columna de humo de una chimenea o sustancias químicas que se mueven con aguas subterráneas.

Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental negativo significativo. Aquél cuya ocurrencia se traduce en la pérdida o desmejoramiento de las condiciones de calidad ambiental.

Incineración. Método de tratamiento mediante la oxidación de los residuos, vía combustión controlada.

Ingestión. Tragar (como cuando se come o se bebe). Las sustancias químicas pueden ser ingeridas en el alimento, la bebida, utensilios, manos, suelo). Luego de la ingestión, las sustancias químicas pueden ser absorbidas en la sangre y distribuidas en todas partes del cuerpo.

Inhalación. Respiración. La exposición puede ocurrir por inhalación de los contaminantes, porque éstos se pueden depositar en los pulmones, transportarse en la sangre o ambos.

Límite máximo de exposición. Cuando la exposición aunque puede representar un riesgo para la población, es todavía socialmente aceptable.

Lista de prioridades nacionales (NPL, por sus siglas en inglés). Un listado de sitios contaminados mantenido por la *Agencia de Protección Ambiental de los EUA (U.S. EPA por sus siglas en inglés)*. Estos sitios han sido sometidos a una evaluación preliminar e inspección para determinar cuáles lugares representan una amenaza inmediata para las personas que viven y trabajan cerca de las emisiones o derrames. Son los sitios que más apremia sean limpiados.

Matorral espinoso. Vegetación arbustiva que generalmente presenta ramificaciones desde la base del tallo, cerca de la superficie del suelo y con altura variable, pero casi siempre inferior a 4 metros. Se distribuye principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país. Comunidad vegetal arbustiva caracterizada por la dominancia de elementos espinosos.

Medio. En evaluación de la dispersión de polvos, es el término asignado para indicar un conjunto de escenas de tasa de emisión relacionadas entre sí por el mismo grupo de datos de porcentaje de polvo, número de días por año con una cantidad establecida de precipitación, y porcentaje de tiempo o frecuencia en que el viento excede una determinada velocidad.

Medio ambiente. Conjunto de medios en interacción con el organismo humano a causa de sus actividades. En el caso de toxicología ambiental el ambiente se describe en función de los medios que contienen los tóxicos.

Medios o medios ambientales. El suelo, el agua, el aire, las plantas, los animales o cualquier otra parte del medio ambiente que puede contener contaminantes.

Morbilidad. Enfermedad. La tasa de morbilidad es el número de enfermedades o casos de enfermedad en una población.

Muestreo biológico o dosimetría interna. Determinación cuantitativa de la concentración del tóxico o sus metabolitos en uno o más medios corporales del organismo expuesto. Se usa para estimar la exposición que experimentan cada uno de los tejidos del cuerpo, con el fin de estimar la magnitud de la exposición ambiental y para demostrar que existió una exposición efectiva. El simple hecho de que el tóxico se encuentre dentro del organismo es la prueba de que existió la exposición.

Pastizal. Áreas cuya vegetación fisonómicamente dominante es la graminoide, pudiendo encontrarse asociada con otros tipos de vegetación.

Peligro. Característica inherente de una sustancia para causar un daño.

Peligroso. Término que define la capacidad de una sustancia de producir efectos adversos en los organismos.

PM10. Partículas menores a 10 micras.

PST. Partículas Suspendidas Totales.

RCRA. Ley federal de los *EUA* que establece un sistema regulatorio para investigar sustancias peligrosas desde que se generan hasta que se disponen. La ley decreta procedimientos seguros para el tratamiento, transporte, almacenamiento, y disposición de las sustancias peligrosas. La *RCRA* se diseñó para prevenir nuevos e incontrolados lugares de disposición de residuos peligrosos.

Residuo. Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos. Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Restauración. Desde el punto de vista de la legislación ambiental mexicana es el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Restauración, remediación o corrección ambiental. En evaluación del riesgo se refiere a la intervención o proceso de limpieza ambiental en un sitio contaminado para reducir los niveles de los tóxicos hasta el punto de que no signifiquen peligro para la salud pública. Esta se determina cuando la *ERLB* caracteriza los riesgos existentes como no tolerables.

Riesgo. Probabilidad de que un residuo peligroso o una sustancia peligrosa produzca un efecto adverso o dañino en función de la exposición. En caso de materializarse el riesgo, la magnitud o intensidad del efecto dependerá del número de individuos que pueden ser afectados, tanto actualmente como en el futuro. También puede ser definido como la probabilidad de que, en un sitio determinado, los sujetos expuestos a una sustancia tóxica desarrollen una respuesta de daño. El riesgo está determinado tanto por la toxicidad de la sustancia como por la magnitud y duración de la exposición.

Ruta de exposición. Trayectoria que sigue un tóxico desde la fuente de emisión hasta el contacto con las poblaciones previamente seleccionadas como potencialmente expuestas, incluyendo la vía de ingreso del tóxico a los organismos expuestos.

Ruta potencialmente completa. Ruta de exposición en donde hay una potencial liberación de una sustancia desde una fuente, un posible escenario de exposición donde pueda ocurrir un contacto y una posible vía de exposición o ingreso.

Rutas significativas. Las que dan lugar a exposición humana.

Superfondo (Superfund por sus siglas en inglés). Otro nombre para la “Ley de Respuesta Ambiental Exhaustiva, Compensación y Responsabilidad Pública de 1980” (*CERCLA*, por sus siglas en inglés), la cual creó a la *ATSDR*.

Toxicidad. Es una medida del peligro inherente de una sustancia.

Toxicología ambiental. Estudia los daños causados al organismo por la exposición a los tóxicos que se encuentran en el medio ambiente y su principal objetivo es evaluar los impactos que producen en la salud pública la exposición de la población a los tóxicos ambientales presentes en un sitio contaminado.

Tóxicos. Xenobióticos que producen efectos adversos en los organismos vivos.

Transferencia. Es el traslado de contaminantes a un lugar que se encuentra físicamente separado del establecimiento que lo generó.

Tratamiento. Acción de transformar los residuos, por medio de la cual se cambian sus características.

Vegetación secundaria. Aquella que surge cuando es eliminada la vegetación original que dominaba en el área. Este tipo de vegetación puede aparecer como consecuencia de desmontes de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Vía de exposición. Mecanismo por medio del cual el tóxico entra al organismo. En el caso de exposiciones ambientales las vías de exposición son ingestión, inhalación y contacto cutáneo o dérmico.

Xenobiótico. Cualquier sustancia que no ha sido producida por la biota.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACAAN: Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte.

ASDH: Academia Sonorense de Derechos Humanos, A.C.

ATSDR: Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

CCA: Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte.

CEC: North American Commission for Environmental Cooperation.

CEDH: Comisión Estatal de Derechos Humanos.

CENICA: Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental.

CEPIS/OPS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente /
Organización Panamericana de la Salud.

CERCLA: Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act.

CIADRI: Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a la Inversión.

CIDESON: Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Sonora.

CIMARI: Centro Integral de Manejo de Residuos Industriales.

CMP: Concentración Máxima Permitida.

CNA: Comisión Nacional del Agua.

CPH: Centro de Población de Hermosillo.

CYTRAR: Confinamiento y Tratamiento de Residuos S.A. de C.V.

DOF: Diario Oficial de la Federación.

EP: Evaluación Preliminar.

EPA: Environmental Protection Agency.

ERLB: Evaluación de Riesgos de Línea Base.

EUA: Estados Unidos de América.

FORD: Ford Motor Company S.A de C.V.

GCA: Guía para la Calidad del Aire de la OMS.

GOES: Gobierno del Estado de Sonora.

GOMH: Gobierno Municipal de Hermosillo.

HRS: Hazard Ranking System.

IMADES: Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora.

INE: Instituto Nacional de Ecología.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

IRIS: Integrated Risk Information System.

ITESM: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Sonora Norte.

NAAQS: National Ambient Air Quality Standard.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

NPL: National Priorities List.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ONG: Organizaciones No Gubernamentales.

PEMCA: Programa de Evaluación y Mejoramiento de la Calidad del Aire.

PMDUH-2003: Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo, Sonora 2003, generación 2025+.

POETSON: Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora.

PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

RCRA: Resource Conservation and Recovery Act.

SARH: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social.

SEDUE: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

SEMARNAP: Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

SEMARNAT: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SMN: Sistema Meteorológico Nacional.

SPP: Secretaría de Programación y Presupuesto.

TECMED: Técnicas Medio Ambientales de México S.A. de C.V.

UCAI: Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales.

U.S. EPA: United States Environmental Protection Agency.

USON: Universidad de Sonora.

WHO: World Health Organization.

RESUMEN

Se llevó a cabo una Evaluación Preliminar de Riesgos en el confinamiento denominado CYTRAR siguiendo metodologías aceptadas internacionalmente y la información disponible. El objetivo fue determinar la existencia de posibles peligros para la salud pública en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México. CYTRAR fue un confinamiento que fue clausurado dejando una celda abierta que en la superficie contenía material con altas concentraciones de metales pesados. Se determinó que el tóxico de importancia fue el plomo. El modelo conceptual preliminar del sitio indica que la única ruta completa posible es el transporte por aire de los polvos desde la celda abierta hasta los límites de la ciudad y a los pequeños asentamientos humanos cercanos al confinamiento. El transporte de polvos se estimó usando modelos aprobados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA, por sus siglas en Inglés) tales como TSCREEN y SCREEN3, estudiando 540 diferentes escenarios. Se encontró que los polvos se transportan hasta una distancia de 1,700 m, sin embargo el límite de la ciudad está localizado a 3,000 m. Dentro del radio de 1,700 m no se localizan asentamientos humanos que podrían recibir polvos transportados desde el CYTRAR y más allá de el se evaluó que no se producen riesgos mayores a los tolerables por exposición a plomo. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) acordó con la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) realizar la remediación del sitio sin especificar la metodología para llevarla a cabo. La presión social pide que el total del material contenido en la celda abierta sea removido, si esto ocurre, se recomienda que se tomen precauciones para que no se incrementen los riesgos a la población por exposición a polvos durante el proceso de remoción.

SUMMARY

Using internationally approved methodologies and already available information a Preliminary Risk Assessment (PRA) was carried out for CYTRAR. The objective was to evaluate the possible hazards for public health at Hermosillo, Sonora, Mexico. CYTRAR was a toxic residue-dumping site whose operation was interrupted and one of the cells was left open with heavy metals containing material at the top. Based on the available information lead is the toxic substance of interest. The site's preliminary conceptual model indicates that the only possible complete pathway is the transport of airborne particles from the open cell to the populated area of the city and nearby settlers. The transport was estimated using United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) approved models such as TSCREEN and SCREEN3, studying 540 different scenarios. It was found that dust would travel about 1,700 m, but the edge of the city is located at 3,000 m. Within the 1,700 m radius there isn't located any community that would receive the dust coming from CYTRAR, and more than that there aren't significant risks to those related to lead exposure. The Secretariat for the Environment and Natural Resources (SEMARNAT, for their abbreviation in Spanish) had agreed with North American Commission for Environmental Cooperation (CEC) to remediate the site without specifying the methodology. Since the public pressure ask for removal of all of the material in the open cell, recommendation are that care should be taken to prevent the spread of the moved material during remediation.

INTRODUCCIÓN

El Confinamiento y Tratamiento de Residuos, CYTRAR, S.A de C.V. (CYTRAR) se localiza al sur de la Ciudad de Hermosillo y fue concebido con el objetivo de realizar el manejo de los residuos y subproductos generados por las industrias de la región, especialmente la planta propiedad de la Ford Motor Company (FORD). Durante su operación contó con instalaciones para realizar transferencias, tratamiento, almacenamiento y confinamiento controlado de residuos peligrosos con capacidad de aproximadamente medio millón de metros cúbicos en dos celdas y área para la instalación de siete celdas más. Contaba también con los servicios de laboratorio de análisis y almacén de material reciclable. CYTRAR hasta el mes de septiembre de 2004, fue propiedad de Técnicas Medio Ambientales de México S.A. de C.V. (TECMED), una empresa española.

Algunos grupos catalogados como organizaciones no gubernamentales (ONG) objetaron la forma de operar el CYTRAR debido a la manera en que se estaban recibiendo escorias y suelos contaminados con plomo y cadmio provenientes del área de Tijuana, lugar donde se estaba realizando la restauración de un sitio contaminado por la empresa Alco Pacífico de México. Las ONG ejercieron presiones para evitar el confinamiento de esos residuos en CYTRAR. Las autoridades ambientales federales decretaron la clausura del confinamiento, entablando la empresa española un litigio en contra del gobierno de la república. El Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a la Inversión (CIADRI) falló a favor de TECMED y México tuvo que indemnizar a dicha empresa con un monto de 7.2 millones de dólares. El fallo del CIADRI se basó en que la orden de cierre se produjo por presiones políticas y no por razones técnicas, implicando que CYTRAR no contamina y que, por lo tanto, no representa un riesgo para la salud de los hermosillenses.

No obstante lo anterior el Gobierno Mexicano se comprometió ante la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) que el CYTRAR sería remediado en su totalidad una vez que haya cumplido con la sanción económica

establecida en el laudo arbitral del CIADRI, este pago fue cubierto en el mes de diciembre de 2003. Quizá uno de los motivos que orillaron a esta decisión fue el amparo promovido por las ONG el día 22 de junio de 2001 en contra del cierre de la celda que estaba en operación y la presión ejercida, aún hasta el día de hoy, para la remediación del CYTRAR. En consecuencia la celda permanece abierta y los materiales, incluidos los transportados desde Tijuana con concentraciones supuestamente altas de materiales inorgánicos tóxicos, están expuestos a la intemperie, posiblemente en gradiente de sustancias por arrastre del aire y por los lixiviados.

En el año 2001 el Instituto Nacional de Ecología y el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental realizan un diagnóstico ambiental del CYTRAR, el estudio indica que las concentraciones de metales pesados no representan un efecto adverso hacia el ambiente ya que no exceden los proyectos de límites máximos permisibles establecidos por PROFEPA e INE para suelo, así como los establecidos por la CNA para agua, no obstante, los resultados de este diagnóstico fueron muy cuestionados por las ONG.

En el mes de julio de 2004 se crea el Consejo Ciudadano de Protección al Ambiente el cual se encargará de las acciones para remediar el Confinamiento y Tratamiento de Residuos (CYTRAR) y de la supervisión y reubicación de un nuevo confinamiento en Sonora. Este consejo selecciona a la empresa canadiense PROECO para que realice estudio y diagnóstico del sitio y cuyos trabajos consistirían en: (1) medición y posición de coordenadas para la toma de muestras de aire y suelo; (2) auditoria a las dos celdas y a la laguna de oxidación; y (3) pruebas para conocer si existen en realidad filtraciones de sustancias en el subsuelo del predio “Las Víboras”, donde se ubica este confinamiento. El costo de los trabajos es de 500 mil dólares que se calcula en aproximadamente 5 millones 710 mil pesos (considerando un tipo de cambio de 11.42 pesos).

La investigación fue iniciada en el mes de agosto de 2004 y concluyó en octubre de ese año. Actualmente los resultados oficiales del diagnóstico, no se han dado a

conocer a la luz pública. Sin embargo miembros del Consejo Ciudadano han declarado que existen elementos suficientes para solicitar la remediación del sitio a las autoridades federales, estatales y locales; los argumentos que mencionan para tal solicitud son: (1) que se ha encontrado desechos tóxicos que no debieron confinarse en el lugar, y (2) que la construcción del sitio viola las normas ecológicas.

En síntesis es claro observar que la investigación de la empresa PROECO considera los rubros de contaminación y auditoría ambiental, y con este diagnóstico se definirían las estrategias para la remediación del sitio. También lo es establecer, que la misma empresa, el consejo ciudadano de protección al ambiente y las propias autoridades federales y estatales, no han considerado en su estudio, metodologías para la evaluación de riesgos a la salud humana, misma que proporcionarían información de sí CYTRAR efectivamente representa una amenaza desde el punto de vista de salud pública a la población de la ciudad de Hermosillo, y de ser este el caso, entonces determinar los mejores criterios y técnicas para la remediación del sitio que garantizarán, sin duda alguna, salvaguardar la salud de la población hermosillense durante este proceso.

Muy probablemente la ausencia del estudio en materia de evaluación de riesgos se deba quizá a un desconocimiento generalizado sobre este tema. Lo que sí se puede afirmar, es que en la actualidad las autoridades mexicanas no cuentan con una base técnica de aceptación internacional que justifique que el confinamiento “CYTRAR” representaba y representa aún, un riesgo para la salud humana y que en consecuencia se requiere realizar la remediación del sitio. Y por otro lado, tampoco se cuenta con estudios de evaluación de riesgo que definan los criterios y niveles de saneamiento más apropiados.

El consejo de asesores científicos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA por sus siglas en inglés o también denominada simplemente como EPA) ha desarrollado metodologías de aceptación internacional para llevar a cabo la evaluación de riesgos para la salud humana y de los ecosistemas en forma sistemática y reproducible.

conocer a la luz pública. Sin embargo miembros del Consejo Ciudadano han declarado que existen elementos suficientes para solicitar la remediación del sitio a las autoridades federales, estatales y locales; los argumentos que mencionan para tal solicitud son: (1) que se ha encontrado desechos tóxicos que no debieron confinarse en el lugar, y (2) que la construcción del sitio viola las normas ecológicas.

En síntesis es claro observar que la investigación de la empresa PROECO considera los rubros de contaminación y auditoria ambiental, y con este diagnóstico se definirían las estrategias para la remediación del sitio. También lo es establecer, que la misma empresa, el consejo ciudadano de protección al ambiente y las propias autoridades federales y estatales, no han considerado en su estudio, metodologías para la evaluación de riesgos a la salud humana, misma que proporcionarían información de sí CYTRAR efectivamente representa una amenaza desde el punto de vista de salud pública a la población de la ciudad de Hermosillo, y de ser este el caso, entonces determinar los mejores criterios y técnicas para la remediación del sitio que garantizarán, sin duda alguna, salvaguardar la salud de la población hermosillense durante este proceso.

Muy probablemente la ausencia del estudio en materia de evaluación de riesgos se deba quizá a un desconocimiento generalizado sobre este tema. Lo que sí se puede afirmar, es que en la actualidad las autoridades mexicanas no cuentan con una base técnica de aceptación internacional que justifique que el confinamiento “CYTRAR” representaba y representa aún, un riesgo para la salud humana y que en consecuencia se requiere realizar la remediación del sitio. Y por otro lado, tampoco se cuenta con estudios de evaluación de riesgo que definan los criterios y niveles de saneamiento más apropiados.

El consejo de asesores científicos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S. EPA por sus siglas en inglés o también denominada simplemente como EPA) ha desarrollado metodologías de aceptación internacional para llevar a cabo la evaluación de riesgos para la salud humana y de los ecosistemas en forma sistemática y reproducible.

El gobierno norteamericano a través de la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del Departamento de Salud Pública (ATSDR por sus siglas en inglés) ha desarrollado de forma paralela, metodologías de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios peligrosos y realizado estudios sobre los efectos en la salud pública de sustancias tóxicas presentes en medios ambientales.

Tomando como base las metodologías y criterios de la EPA y la ATSDR, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), han elaborado una metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados adaptado a las condiciones de América Latina.

La evaluación completa de riesgos de la EPA en un sitio contaminado, está conformada por diversas guías y cada una de ellas es una metodología en sí misma. En forma general podemos considerar que se ejecuta a través de las siguientes etapas:

La primera se denomina Evaluación Preliminar (EP), se realiza utilizando la información disponible y haciendo suposiciones conservadoras de tal manera que si los riesgos que se determinan se consideran despreciables entonces no es necesario llevar a cabo la segunda etapa. La EP permite la calificación del sitio y el nivel de prioridad que deben darle las autoridades ambientales. Así, esta metodología es una herramienta útil para determinar si el sitio es candidato o no a un estudio más profundo a través de la Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB);

La segunda etapa es la ERLB, su resultado es la caracterización del riesgo a la salud como aceptable o no aceptable y es la herramienta para decidir la restauración y saneamiento del sitio. La intervención es necesaria solo en el caso de que los riesgos a la salud sean mayores que los considerados como aceptables; y

La tercera etapa es la elaboración del proyecto de restauración y/o remediación, que determina las actividades que deben ejecutarse en el sitio para que se disminuyan o eliminen los peligros en forma definitiva. Es un estudio técnico-económico que incluye la selección de la alternativa tecnológica más adecuada.

La metodología de CEPIS/OPS se basa en la resolución paulatina de interrogantes surgidas cuando se estudia un sitio contaminado. Considera las siguientes fases: (1) obtención de un listado preliminar de sitios potencialmente contaminados; (2) inspección de los sitios listados; (3) evaluación de la exposición “en aquellos sitios que como resultado de la inspección haya sido considerado de alto riesgo”. Así las actividades que se buscan realizar son: Obtener una priorización preliminar; realizar una calificación de sitios al final de la inspección; y categorizar los sitios al final de la fase de la exposición para su potencial inclusión en actividades de remediación.

Ambas metodologías EPA y CEPIS/OPS buscan tres criterios: *Identificación-calificación-priorización*. Este trabajo llevará a cabo una adaptación de ambos métodos y tiene como objetivo realizar una evaluación preliminar de riesgos a la salud producidos por el CYTRAR, que indique si representa una potencial amenaza a la salud humana de los hermosillenses.

Se propone la realización de la primera etapa de la Evaluación de Riesgos de la U.S. EPA (Evaluación Preliminar –EP–), complementada con una evaluación de gradiente de materiales inorgánicos tóxicos, particularmente metales pesados como el Plomo (Pb) y Cadmio (Cd), que se pueden estar escapando o migrando del confinamiento a través de rutas potencialmente completas.

La información obtenida permitirá inferir la potencial exposición de la población a estos metales y en consecuencia la caracterización preliminar del riesgo a la salud. Se buscará llevar a cabo la evaluación de gradiente de los metales pesados identificados como los más importantes en rutas potencialmente completas, usando para ello modelos de transporte de contaminantes aprobados en el ámbito internacional.

Aunque no se cuenta con análisis oficiales de los materiales confinados, se recopilará la información hemerográfica sobre el CYTRAR en medios escritos y electrónicos y se tratará de acceder a los archivos en dependencias gubernamentales. Así se buscará obtener datos sobre las concentraciones de los contaminantes inorgánicos tóxicos como Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) que se sabe están presentes en las tierras

contaminadas provenientes de Alco Pacífico de México; esta información permitirá generar posibles escenarios de exposición e identificar el peor de todos los escenarios.

Para poner en perspectiva el estudio, este trabajo se dividirá en dos partes:

En la primera y con la información disponible, se elaborará un Modelo Conceptual Preliminar del sitio que indicará las características del medio natural e impactos ambientales en el área del CYTRAR, se analizarán documentos e información hemerográfica y se obtendrá una descripción sobre el medio ambiente, situación histórica, identificación de potenciales fuentes, receptores y posibles rutas de exposición de los metales tóxicos Plomo (Pb) y Cadmio (Cd). Al final de esta etapa se identificará el contaminante más importante a evaluar y las rutas potencialmente completas; y

En la segunda parte y a partir de la identificación del contaminante más importante y las rutas potencialmente completas, se utilizarán modelos determinísticos y/o probabilísticos de transporte de contaminantes tóxicos en el ambiente, con el propósito de estimar la dispersión o migración del contaminante más importante y de evaluar posibles escenarios de exposición; tomando como criterios la reglamentación de concentraciones máximas permitidas de metales pesados en medios ambientales y para salud ambiental establecidos en el ámbito nacional e internacional, tales como: Límites Máximos de Exposición (LME) o Límites Máximos Permisibles (LMP) de las normas oficiales mexicanas y la agencia norteamericana para la protección del ambiente respectivamente, así como las Guías en Medios Ambientales de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

A partir de lo anterior se identificará el peor de todos los escenarios de exposición (escenario conservador) para llevar a cabo la estimación de la exposición y toxicidad del contaminante. Para lo anterior, se realizará la estimación de la exposición del metal pesado identificado como contaminante crítico, su caracterización toxicológica y de riesgos cancerígenos como no-cancerígenos.

Se revisará el Modelo Conceptual Preliminar y se desarrollaran las metodologías de CEPIS-OPS para obtener una calificación del sitio, cuyos resultados podrán indicar lo

siguiente: (1) no se espera que se presenten riesgos significativos; (2) es probable se presenten riesgos significativos y necesario llevar a cabo la ERLB; y (3) el problema es tan evidente que se recomienda la intervención inmediata del sitio. Finalmente se presentará el Análisis del Riesgo de CYTRAR, el cual incluirá toda la evidencia evaluada y la magnitud y características del riesgo que representa este sitio.

OBJETIVOS

General

Realizar una Evaluación Preliminar de Riesgos a la salud producidos por el Confinamiento y Tratamiento de Residuos S.A. de C.V. (CYTRAR) localizado en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México, que indique si representa una potencial amenaza a la salud humana.

Específicos

Estudiar la aplicabilidad de modelos de transporte y destino de contaminantes para estimar exposiciones de materiales inorgánicos tóxicos, particularmente metales pesados como el Plomo (Pb) y Cadmio (Cd), hacia los asentamientos humanos en las condiciones existentes en el CYTRAR.

Análisis de sensibilidad en las estimaciones obtenidas por los modelos para distintos niveles de los parámetros.

Análisis del Riesgo que representa el sitio.

HIPÓTESIS

Nula

La Evaluación Preliminar de Riesgos del CYTRAR indicará que no se espera que se presenten riesgos a la salud humana de la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

Alternativa

La Evaluación Preliminar de Riesgos del CYTRAR indicará que es probable se presenten riesgos a la salud humana de la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México, y necesario llevar a cabo la Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB); o que el problema es tan evidente que se recomienda la intervención inmediata del sitio.

ANTECEDENTES

Generalidades

El medio ambiente es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas.

Según el programa de trabajo 2000 de la entonces Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), diversas actividades como las económicas, producción y de servicios, generan y emiten al ambiente sustancias que representan riesgos para la salud de la población o para el equilibrio de los ecosistemas. Estos riesgos dependen además de la naturaleza de dichas sustancias, de su volumen, concentración que alcanzan en el medio receptor y de la capacidad de éste último para asimilarlas y degradarlas. Además señala que desde el punto de vista económico, la contaminación constituye una ineficiencia, ya que se dedican recursos a producir algo que no sólo no se necesita, sino que puede resultar dañino o redundar en perjuicio del medio ambiente. Así la contaminación del medio ambiente y los efectos de los contaminantes se dejan sentir tanto en los sistemas bióticos como en los abióticos (SEMARNAP, 2000a). Algunos de los efectos en los sistemas vivos son:

1. En la salud humana, la incapacidad para determinar o distinguir intervalos de tiempo, fallas en la agudeza visual y en la discriminación de colores, irritación de las mucosas, dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, cambios funcionales cardíacos y pulmonares o complicación con padecimientos localizados en esos sistemas, estados de coma e incluso la muerte. Además los días y zonas que tienen un elevado índice de contaminación, tienen efectos psicológicos en el hombre, por ejemplo: Tendencia a la depresión, a los olvidos y a la irritabilidad (U.S. EPA, 1990a; Santos-Burgoa y col., 1992; Díaz-Barriga y col 1997; SEMARNAP, 1998, 1999a);

2. En las plantas, la combinación de diferentes agentes contaminantes causa trastornos en los procesos fotosintéticos y respiratorios por su interferencia directa en las

reacciones bioquímicas y por la alteración de tejidos y órganos encargados de estas funciones. Tales modificaciones se traducen a su vez en cambios en la fenología, vitalidad, ciclo biológico y longevidad de las plantas, así como en una merma de los beneficios que estas proporcionan al hombre (SEMARNAP, 2000a); y

3. En el ámbito de sistemas, los efectos se pueden determinar en disminución de la productividad económica de la agricultura, pesca comercial y silvicultura. Afectar actividades humanas en sistemas ecológicos como la pesca deportiva, caza, observación de fauna silvestre, actividades recreativas, educativas y científicas, paisaje; como aquellas que no impactan las actividades humanas tales como la diversidad de especies y la estabilidad del ecosistema (U.S EPA, 1997).

Entre los efectos en sistemas no vivientes se pueden considerar, por ejemplo, los cambios en el estado atmosférico y clima por la incorporación en la atmósfera de partículas del suelo y de sus contaminantes, modificaciones en la calidad del aire y el agua (Miller, 1994; Henry y Heinke, 1999).

En los medios ambientales, elementos químicos como el cadmio, cromo, cobalto, cobre, plomo, mercurio, níquel y plata, se encuentran repartidos en pequeñas cantidades. Todos estos metales son potencialmente tóxicos y pueden dañar a los humanos y los seres vivos en concentraciones tan pequeñas como de 1 ppm (Díaz-Barriga y col., 1997; González y col., 1997; Ludwig y col., 2000). Además de ser elementos que se encuentran en la composición normal de rocas y minerales, pueden ser especialmente abundantes como resultado de erupciones volcánicas o por fuentes de aguas termales. Algunos compuestos de estos metales pueden sufrir acumulación en la cadena trófica, lo que origina que a pesar de encontrarse en dosis muy bajas en el ambiente, pueden llegar a concentrarse en plantas o animales, hasta provocar efectos adversos o daños en la salud (Miller, 1994; Henry y Heinke, 1999).

Sitios Contaminados

Hasta el año de 1977, existía poco interés de los desechos peligrosos en Estados Unidos y en el mundo, hasta que se descubrió que sustancias químicas habían escapado de un tiradero de desechos abandonado que contaminaron un desarrollo suburbano conocido como Canal Love cercano a las Cataratas del Niágara en Nueva York (U.S EPA, 1990a; Miller, 1994; U.S. EPA, 1997; Henry y Heinke, 1999).

El caso del Canal Love, fue uno de los primeros que captó la atención pública hacia el tema de los residuos. Entre 1947 y 1952 la compañía química Hooker usó un viejo canal que no se había llegado a terminar, para depositar 20,000 toneladas de productos químicos muy tóxicos. En 1952 la Ciudad de Niagara Falls expropió esos terrenos para construir una urbanización y una escuela. La compañía química advirtió de los peligros, pero se pensó que recubriendo, como hicieron, todo el vertedero con capas de arcilla y tierra quedaría suficientemente sellado.

Al final de los años cincuenta cuando los obreros que construían una escuela removieron la arcilla, empezaron a surgir los problemas. Los niños que jugaban en el patio sufrieron quemaduras, algunos enfermaron y otros murieron. Los vapores tóxicos que emanaban del sitio dañaban a las plantas y con las lluvias salía barro cargado de una mezcla oscura y tóxica. Estos problemas continuaron durante años hasta que en 1978 se hicieron análisis de las aguas de la zona que mostraron la presencia de 82 productos químicos contaminantes.

El Departamento de Salud de los Estados Unidos comprobó que una de cada tres mujeres había tenido abortos espontáneos, un porcentaje muy superior al normal y que de 24 niños, cinco tenían malformaciones. Se estudiaron otras enfermedades en niños y se vio que su incidencia era claramente más alta que en la población general. La escuela fue cerrada, la zona fue declarada un área catastrófica y cientos de familias fueron evacuadas. Además de los graves daños a la salud de las personas, el proceso tuvo un costo de cerca de 200 millones de dólares (U.S. EPA, 1990a; Johnson y DeRosa, 1997; Henry y Heinke, 1999).

En el año de 1980 se crea en los Estados Unidos de Norteamérica, el programa Superfondo a través de Ley de Respuesta Ambiental Exhaustiva, Compensación y Responsabilidad Pública (CERCLA, por sus siglas en inglés), con la que se asignó un fondo de 13,600 millones de dólares para la limpieza de los sitios de tiradero de desechos peligrosos abandonados o inactivos y tanques subterráneos con fugas, que amenazaban la salud humana y el ambiente en ese país (U.S. EPA, 1990a; Miller, 1994; U.S. EPA, 1997). Este programa se proyectó para dar respuesta inmediata en situaciones de emergencia que plantean un peligro inminente, en términos de acciones de eliminación o respuesta de emergencia; y además proporcionar remedios permanentes para los problemas ambientales producto de prácticas del pasado, principalmente los depósitos de residuos abandonados o inactivos, conocidos como acciones de respuesta rehabilitadora (Henry y Heinke, 1999).

Respecto a México, las acciones hacia sitios contaminados se han centrado de una manera importante en la Prevención de Accidentes y Contingencias Ambientales. En el primer caso se incluye la elaboración industrial de Programas para la Prevención de Accidentes (PPA), los cuales contemplan planes, procedimientos, organización, recursos y acciones establecidos para proteger a la población y sus bienes, así como al ambiente y sus ecosistemas, de los accidentes que pudieran ser ocasionados durante la realización de actividades altamente riesgosas. El segundo se deriva, cuando una vez que ha ocurrido un accidente se establecen los procedimientos de contingencia ambiental y emergencia ambiental, donde: Contingencia Ambiental se define como aquella situación de riesgo derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas; y Emergencia Ambiental es la situación promovida por actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas (SEMARNAP, 1999b, 2000a y 2000b).

Con respecto a los sitios contaminados, la entonces SEMARNAP señalaba en su página internet (<http://www.semarnap.gob.mx/programa2000/indice.htm>), en el apartado Contención del deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales, 1.B

Recuperación de ecosistemas, 1.B.3. Identificación y caracterización de sitios abandonados contaminados con residuos peligrosos, que: *“La disposición clandestina de residuos peligrosos, aunada a la dificultad para desarrollar infraestructura requerida para su manejo adecuado, constituye actualmente uno de los principales retos de gestión ambiental en nuestro país. Para enfrentarlo, desde 1995 la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) ha venido identificando y caracterizando sitios abandonados contaminados con residuos peligrosos, con objeto de evaluar riesgos para la población, determinar posibles daños causados al ambiente y promover las medidas de remediación que se requieran”*. Además la SEMARNAP a través de la PROFEPA ha integrado un padrón de sitios abandonados contaminados con residuos peligrosos en el cual se incorpora información sobre la ubicación y extensión del sitio, el tipo y cantidad de residuos presentes, así como la problemática ambiental y/o social generada por los residuos y la situación legal del sitio. En 1999 se identificaron 19 sitios abandonados, los que, sumados a los identificados en años anteriores, integraban un padrón de 90 sitios abandonados en 14 entidades federativas en ese entonces (<http://www.semarnap.gob.mx/programa2000/indice.htm>).

Por otro lado, Díaz-Barriga (comunicación personal) indica, que el número de sitios abandonados en el país según datos de INE para el 2001 a través de las denuncias de las delegaciones estatales de PROFEPA, se ha incrementado a 124; además que tan sólo para Petróleos Mexicanos (PEMEX) existen aproximadamente 1600 sitios considerados como pasivos ambientales; y que en el Estado de San Luís Potosí existen 47 sitios.

Residuos Peligrosos

La producción de residuos peligrosos en México ha ido en aumento: En 1986 se estimó una producción anual de 2.737 millones de toneladas; en 1990 llegó a 5.657 millones de toneladas; para 1995 se calculó una generación de entre 7 y 7.5 millones de toneladas anuales (Díaz-Barriga, 1996); y en 1998 la generación en México alcanzó la cifra de ocho millones de toneladas al año, de las cuales se considera que sólo el 26 %

recibió un manejo adecuado (SEMARNAP, 1997, 1998; CÉSPEDES y AMCRESPAC, 1998). Díaz-Barriga (1996) ha establecido que en 10 años se ha triplicado la producción de residuos, pero que en el mismo período no se ha incrementado la capacidad instalada para su manejo adecuado.

Por otra parte, el estado de Sonora ocupa el segundo lugar después de Chihuahua en la generación de desechos peligrosos para los estados fronterizos del Norte del País. Según autoridades mexicana se estima una generación de 266 000 toneladas métricas, de las cuales sólo el 71 000 registra la industria, esta cifra representa aproximadamente tan sólo el 4% del reportado como cumplimiento según la legislación ambiental vigente en México (<http://www.ine.gob.mx/dgmrar/ri/gen-edos/>).

La normatividad internacional y nacional en materia de residuos peligrosos señala en los pasados veinte años, hacia una inclinación sobre el manejo de los residuos a través de actividades tales como la minimización y reducción desde su generación, separación y concentración de los residuos, intercambio, recuperación de energía/materiales, tratamiento e incineración, y su confinamiento.

En Europa Occidental y Reino Unido, se ha determinado que la última alternativa con el problema de los residuos, será el confinarlos de manera indefinida ya que se considera preferible que sean parte de un sistema integral en el cual, primero se reducen el volumen y la peligrosidad de los residuos a través de neutralización, incineración y solidificación. Así este enfoque reduce en grado considerable los volúmenes de los residuos y lixiviados que es necesario almacenar, tratar y vigilar en forma permanente. Por otro lado, en Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, no obstante que se señala y se recomienda el manejo integral, todavía el confinamiento de los residuos peligrosos manifiesta un porcentaje mayor que el europeo (Henry y Heinke, 1999).

En México hasta el año de 1998 sólo se contaba con dos confinamientos de residuos peligrosos, el primero se localiza actualmente en el estado de Nuevo León y el segundo era el CYTRAR, ubicado en Sonora.

Confinamientos de Residuos Peligrosos

En los confinamientos controlados se presentan diversos problemas asociados a su construcción, operación y mantenimiento, por ejemplo: Problemas como hundimientos, incendios, explosiones, migraciones de sustancias orgánicas y erosión después de tres a ocho años de operación; por otro lado el período en el cual el operador del relleno esta obligado a dar mantenimiento y vigilar el predio después del cierre y previamente a las disposiciones para su cuidado permanente por parte del estado es demasiado corto, se recomienda al menos de 10 años. Aunque los problemas son aplicables a los rellenos de tierras en operación durante los años setenta, en Estados Unidos y Canadá se señala que podría existir correspondencia a los miles de predios de estos países que han sido cerrados o abandonados. No obstante los rellenos más recientes, proyectados y operados de acuerdo con la normatividad y reglas más estrictas de la Ley para la Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA por sus siglas en inglés) presentan muy poco de estos problemas (U.S. EPA, 1997, Henry y Heinke, 1999).

En México, en los últimos años, ocurre algo que se puede denominar como síndromes en torno a la construcción y operación de los confinamientos controlados y a los Centros de Manejo Integral de Residuos Industriales (CIMARI). Se señala que estos centros han presentado las siguientes particularidades o problemáticas para su establecimiento: (1) síndrome “*si hágase pero no en el patio de mi casa*”; (2) desinformación, distorsión del tema en la opinión pública, capitalización política, desvinculación entre los tres niveles de gobierno, incomunicación entre autoridades ambientales; (3) ausencia de una cultura de manejo de residuos industriales peligrosos; y (4) escaso reconocimiento al funcionamiento de la Industria Limpia (Anónimo, 1998).

Así en México se han cancelado y postergado proyectos de inversión en diversas entidades federativas (CÉSPEDES en Anónimo, 1998), tal como ha ocurrido con el CYTRAR en el Estado de Sonora.

Confinamiento y Tratamiento de Residuos S.A. de C.V. (CYTRAR)

Problemática

La norma oficial mexicana NOM-055-SEMARNAT-1993, establece los requisitos y condicionantes que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos (Diario Oficial de la Federación, 1993, 2003). Aspectos geohidrológicos, hidrológicos, ecológicos, climáticos, crecimiento de centros de población, sísmicos, topográficos, y de caminos de acceso son señalados. De entre ellos se han seleccionado los más importantes y se incluyen en el Apéndice A.

El “*punto 7*” de este Apéndice A, muestra la posibilidad de suplir características no adecuadas del sitio mediante la utilización de obras de ingeniería cuando existen las técnicas que permiten un manejo seguro de los residuos; no obstante, esta condicionante en la norma ha fomentado el temor y recelo de la ciudadanía lo que ha llevado a la cancelación de centros de confinamiento de residuos peligrosos y de proyectos de centros de manejo integrado para residuos industriales peligrosos (CIMARI). Tan sólo en la década de los noventa fue cerrado el confinamiento comercial controlado en Mexquitic y cancelado el proyecto de confinamiento en la Pedrera Municipio de Guadalcázar, ambos en el Estado de San Luis Potosí (Anónimo, 1998).

Para el caso del CYTRAR, motivo de este trabajo, los aspectos más cuestionados por algunos grupos sociales incluidos ONG, corresponden a los puntos 1, 2, 4, 5 y 7 del Apéndice A. En el Apéndice B se presenta una descripción de acontecimientos relacionados con la problemática del CYTRAR y en el Apéndice C un breve resumen histórico sobre las posturas y argumentos de los organismos gubernamentales y no gubernamentales que han participado en el conflicto.

Situación Actual

Es claro observar en el Apéndice B y Apéndice C que las posiciones, demandas, dictámenes y resoluciones se han basado en aspectos legales, sociales, económicos y

políticos, pero aún existe un vacío de análisis de tipo técnico y científico. No obstante que hay reportes que consideran criterios técnicos y científicos sobre el CYTRAR (USON, 1998 a,b,c; INE-CENICA, 2001) y recientemente se realizó un estudio diagnóstico por la empresa canadiense PROECO, estos reportes no toman en cuenta metodologías avaladas internacionalmente en materia de evaluación de riesgos a la salud. Sólo existen dos trabajos que cumplen esta característica, el de Chávez (2002) y de Flores y Quintero (2002), que al ser de carácter académico son limitados en un análisis más profundo sobre el tema.

Por todo lo anterior, e independientemente del fallo emitido por el CIADRI, el compromiso asumido por el Gobierno Mexicano ante la CCA de que el CYTRAR sería remediado en su totalidad, y la demanda que ha asumido el Comité Ciudadano de Protección al Ambiente para que se lleve la remediación del sitio; resulta necesario realizar una evaluación de riesgos, que considere metodologías avaladas a nivel internacional y cuyos resultados contribuya con argumentos técnicos y científicos a favor de la toma de decisiones más convenientes entre instancias gubernamentales, no gubernamentales y la sociedad civil. Como se verá a continuación, ésta puede ser llevada a cabo con la información disponible al público, a través de una Evaluación Preliminar de Riesgos (EP).

Evaluación de Riesgos

Díaz-Barriga (1999), señala que el tipo de contaminación que se presenta en los sitios peligrosos es uno de los más complejos. Por lo general, esta es una contaminación dada por varios contaminantes, que se presenta en varios medios ambientales y que afecta a varios grupos poblacionales en riesgo. Además señala que *“la complejidad de la contaminación en los sitios peligrosos requiere de una metodología específica para su estudio. El diseño de esta metodología, debe de considerar las características propias de los sitios peligrosos y suficiente información técnica sobre el sitio a estudiar”*.

En la literatura existen diversos diseños metodológicos para el estudio de sitios peligrosos. Dos de estos son complementarios entre sí, una fue diseñada por la Agencia

de Protección Ambiental (U.S. EPA por sus siglas en inglés) y la otra fue originada por la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del Departamento de Salud Pública (ATSDR por sus siglas en inglés). La primera estima el riesgo en salud y en los ecosistemas basándose en datos ambientales del sitio y la segunda evalúa el riesgo en salud con fundamento en los datos ambientales y en los antecedentes de salud registrados en el área de influencia del sitio (U.S. EPA, 1989; Díaz-Barriga y col. 1997; Díaz-Barriga, 1999; U.S. EPA, 1999).

Díaz-Barriga (1999), además señala que *“la aplicación exacta de los métodos de la EPA y de la ATSDR en América Latina, presenta algunas dificultades, fundamentalmente por dos hechos: El gran número de sitios que deben estudiarse y la escasez de recursos económicos para efectuar los estudios tan detallados que se requieren en dichas metodologías. Por consiguiente es importante adaptar los puntos más valiosos de estos métodos estadounidenses, a las condiciones y necesidades de países como México”*.

Evaluación Preliminar de Riesgos (EP)

Una metodología desarrollada por la United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA), considera la Evaluación Preliminar de Riesgos. Esta viene acompañada de una guía denominada *Guidance for Performing Preliminary Assessments Under CERCLA* (U.S. EPA, 1991). La ventaja que tiene esta metodología es que permite realizar una evaluación del sitio y calificarlo, como candidato o no, a la Lista de Prioridades Nacionales (NPL en sus siglas en inglés), para ser sujeto de apoyo en el programa del CERCLA (*Superfondo*). Así, esta metodología se convierte en una herramienta útil para determinar si el sitio es candidato o no a un estudio más profundo a través de la Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB) (U.S. EPA, 1989), el cual define su inclusión para realizar actividades de restauración y saneamiento a través de apoyos del Superfondo (U.S. EPA, 1991). La evaluación preliminar consiste en cuatro etapas: En la primera se realiza una búsqueda y recopilación de información; la segunda considera un reconocimiento o inspección del sitio; la tercera incluye la calificación del

sitio en donde se señala si posee pequeño o nula amenaza a la salud humana y el medio ambiente, o bien si se requiere realizar más investigación; y la cuarta consiste en la elaboración del reporte (EPA, 1991).

Bajo ese mismo contexto, el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente y la Organización Panamericana de la Salud (CEPIS/OPS) realiza una adaptación a las metodologías desarrolladas por la ATSDR y la EPA para las condiciones de América Latina denominada “*Metodología de Identificación y Evaluación de Riesgos para la Salud en Sitios Contaminados*” (Díaz-Barriga, 1999). En ésta se establece que la selección del sitio destinado al saneamiento ambiental o a la restauración debe considerar una metodología objetiva y realizarse a través de un programa científico, ya que los programas de restauración ambiental suelen ser costosos. Los Gobiernos de la región requieren de una herramienta que les permita identificar a los sitios de mayor riesgo y priorizar, para su atención, aquellos que verdaderamente requieran una intervención (Díaz-Barriga, 1999).

La metodología de CEPIS/OPS se basa en la resolución paulatina de interrogantes surgidas cuando se estudia un sitio contaminado y toma en cuenta las siguientes fases: (I) obtención de un listado preliminar de sitios potencialmente contaminados; (II) inspección de los sitios listados; (III) evaluación de la exposición “*en aquellos sitios que como resultado de la inspección hayan sido considerados de alto riesgo*”. De esta manera, las actividades que se buscan realizar son: (1) obtener una priorización preliminar; (2) realizar una calificación de sitios al final de la inspección; (3) categorizar los sitios al final de la fase de exposición para su potencial inclusión en actividades de remediación (Díaz-Barriga, 1999).

Como se observa, ambas metodologías EPA y CEPIS/OPS buscan tres criterios: *Identificación-calificación-priorización*. Considerando esos mismos criterios, el presente trabajo realizará una modificación en ambas metodologías. La razón de ello es debido al hermetismo con el que se trata la problemática del CYTRAR tanto por la misma empresa CYTRAR S.A. DE C.V., y organismos del gobierno federal como SEMARNAT y

PROFEPA, información disponible limitada y los elevados costos económicos que representa la realización de una ERLB, que sin embargo siempre será menor que la decisión de realizar una restauración o saneamiento ambiental sin tomar en cuenta un estudio previo en esta materia.

Por esas razones se analizó y se determinó la conveniencia de realizar una adaptación de ambos métodos y de esta forma llevar a cabo una EP en CYTRAR. Así el presente trabajo tomará en cuenta los métodos de U.S. EPA y de CEPIS/OPS.

Tomando como base los criterios de EPA (U.S. EPA, 1991): Se realizará una búsqueda exhaustiva y recopilación de información; un reconocimiento o inspección del sitio; y a partir de ello se tratará de calificar al sitio con relación a si posee pequeño o nula amenaza a la salud humana y el medio ambiente.

Para el caso de CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999), se considera la segunda fase o de inspección de sitios peligrosos, enfocándolo a las siguientes actividades: (1) visita al sitio que incluye la descripción del sitio y puntos de exposición; (2) selección de contaminantes críticos; (3) análisis preliminar de rutas de exposición; (4) estimación preliminar del riesgo; y (5) calificación del sitio.

En consecuencia al realizar una EP del CYTRAR bajo esta adaptación tiene dos ventajas: La primera de ellas es un costo económico bajo; y la segunda desde el punto de vista técnico y científico se trabajará con ambas metodologías que son reconocidas en el ámbito internacional.

JUSTIFICACIÓN

Peña y col., (2001), señalan que el uso del análisis de riesgos se puede aplicar a un amplio margen de situaciones de riesgo para la salud y medio ambiente, entre ellos, se considera la contaminación del aire en el ambiente, la presencia de sustancias tóxicas en la cadena alimenticia, la disposición de residuos peligrosos y las instalaciones que manejan o elaboran sustancias tóxicas. Otro aspecto importante con relación a la evaluación de riesgos, es su plena justificación cuando en determinados sitios, contaminados o no, es causa de preocupación social, las respuestas no son obvias y la información es ambigua e incierta.

En el análisis realizado a la información contenida en los diarios de la Ciudad de Hermosillo (Apéndice C), se detectó el sentir de la sociedad en general en torno al riesgo y el peligro que representa CYTRAR. Estos reportajes muestran las declaratorias expresadas sobre este problema por organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Además, permite identificar como será comentado más adelante, que existe claramente las condicionantes señaladas por Peña y col., (2001), es decir, el tema del CYTRAR es causa de preocupación social, las respuestas no son obvias y la información es ambigua e incierta.

Por otro lado, en la recopilación hemerográfica se identifica que no existen criterios técnico-científicos en materia de evaluación de riesgos a la salud, que sirvan como soporte en las declaraciones expresadas a los medios de comunicación por parte de todos los actores que han participado en el conflicto.

Tal es el caso de SEMARNAT y Sector Salud, que llegaron a comunicar en diversas ocasiones que no había evidencia de riesgos por estar abierta la Celda N° 2, sin haber presentado un informe que sustentara sus declaraciones. Y aunque INE-CENICA realizaron el diagnóstico ambiental preliminar del CYTRAR y zonas aledañas (INE-CENICA, 2001), su estudio no consideró una evaluación de riesgos a la salud pública.

También las autoridades federales han manifestado sobre el riesgo que representa a largo plazo, que la celda número dos continúe abierta, debido a que los residuos peligrosos contenidos en ella están a la intemperie y su dispersión puede ocasionar problemas en la salud de la población. Si bien pudiera considerarse como razonable este juicio, tendría un mayor sustento si fuera acompañado de un estudio que proyectara el potencial riesgo a que esta expuesta la salud de los hermosillenses.

En otro sentido, se distingue la inquietud de algunos sectores de la sociedad Hermosillense en torno al riesgo y el peligro que representa el CYTRAR, principalmente por la dispersión de los contaminantes a través del aire y el agua, contaminación en mantos freáticos y posibles efectos adversos o daños en la salud de la población. Así mismo, aunque deben tomarse con seriedad las declaraciones en torno a las molestias de la población debido a los contaminantes que aparentemente se están acarreado desde el CYTRAR a sus hogares, y la presencia de casos de cáncer, lupus y anancefalia imputables al CYTRAR, no existe hasta el momento un informe o un estudio que pueda atribuir este tipo de problemas de salud pública a este confinamiento.

No obstante que de los resultados derivados del estudio que realizó PROECO, los actores involucrados tomarían una base de acuerdo en función de la necesidad o no de remediar el sitio, es muy importante hacer notar que estos son aún insuficientes debido al vacío que se tiene, al no considerar métodos y procedimientos de evaluación de los riesgos a la salud pública que significa el CYTRAR. Pero aún más, porqué de requerirse realmente una remediación, no se cuenta con este estudio que defina las mejores técnicas de saneamiento y remediación para el sitio, mismas que garantizarían salvaguardar la salud humana y proteger al ambiente de la Ciudad de Hermosillo durante el proceso.

En síntesis, se identifica claramente al menos dos condicionantes señaladas por Peña y col (2001) que justifican se realice una EP en CYTRAR: La primera, porqué existe una intranquilidad social; y la segunda, porqué las declaraciones expresadas por los principales actores de este conflicto son confusas y dudosas. Es por ello que resulta necesario generar y aportar mayor información objetiva desde el punto de vista técnico y

científico sobre el riesgo a la salud de la población hermosillense que representa este confinamiento de residuos peligrosos.

Finalmente y ante lo escaso de la información existente, la gran controversia que se ha suscitado por la problemática del CYTRAR y los diversos argumentos y posturas de los actores involucrados, particularmente en relación al riesgo que representa las tierras contaminadas que se encuentran confinadas en la Celda N° 2; se determinó la existencia de un área de oportunidad, para evaluar la ventaja del uso de modelos de dispersión o migración de contaminantes inorgánicos tóxicos y establecer la potencial exposición de metales pesados como el Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) hacia las poblaciones humanas de la Ciudad de Hermosillo. Además, este trabajo pretende aportar como alternativa viable para otros sitios con similares características, el uso de modelos de transporte y destino de contaminantes durante la evaluación preliminar de riesgos de sitios contaminados.

METODOLOGÍA

La EP de los riesgos producidos por el CYTRAR se llevará a cabo a través de dos etapas. La primera tiene el objeto de establecer como producto un modelo conceptual preliminar del sitio y en la segunda el análisis de riesgos del CYTRAR.

Modelo Conceptual Preliminar del CYTRAR

Se utilizará la metodología desarrollada por la U.S. EPA, de la guía denominada *Guidance for performing preliminary assessments under CERCLA* (U.S. EPA, 1991) y la de *Identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados* del CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999). Los puntos de interés que se contemplarán son los siguientes:

1. Se realizará la formulación de la problemática del CYTRAR a través de la búsqueda, recopilación y análisis histórico de: Información diversa sobre el sitio; estudios realizados en el área sobre medio ambiente y salud pública; y datos sobre los contaminantes inorgánicos tóxicos contenidos en las tierras confinadas en CYTRAR, con énfasis en los metales pesados Plomo (Pb) y Cadmio (Cd), mismos que han sido señalados como de preocupación social y en consecuencia representan potencial riesgo a la salud de la población hermosillense.

2. La búsqueda y recopilación de la información incluirá documentación escrita y electrónica, además se revisarán mapas e imágenes de satélite desde nivel del territorio regional, de centro de población, urbano y del área del CYTRAR, en ese orden. Adicionalmente se realizarán reconocimientos al sitio y sus alrededores para corroborar y complementar la información.

3. Se presentará la descripción del sitio y se evaluará los potenciales impactos ambientales de la zona y los imputables al CYTRAR. Además y considerando la información recabada en el “inciso 1”, se identificarán los contaminantes inorgánicos tóxicos de mayor preocupación social y se definirán los más importantes.

4. Se determinarán de forma preliminar las potenciales rutas de exposición de mayor importancia en donde intervienen los contaminantes inorgánicos tóxicos identificados como los más importantes.

5. Se describirá el modelo conceptual preliminar del CYTRAR que incluirá los siguientes aspectos: La problemática examinada en el sitio; los impactos ambientales distinguidos; las rutas de exposición de mayor importancia, reconociendo en cada una de ellas a la población humana receptora; posibilidad de dispersión o migración fuera del sitio de los contaminantes inorgánicos tóxicos identificados como los más importantes; el riesgo potencial y las incertidumbres asociadas; y se definirán e identificarán las rutas potencialmente completas sobre poblaciones humanas.

6. Una vez establecida(s) las ruta(s) potencialmente completa(s) e identificado él o los contaminantes inorgánicos tóxicos (metales pesados) de mayor importancia se procederá a la segunda parte del trabajo.

Análisis de Riesgos del CYTRAR

Se utilizarán los modelos de cómputo *SCREEN3*, *TSCREEN* y *ACTS*, y las metodologías *Risk assessment guidance for superfund volume I human health evaluation manual (part A) interim final* (U.S. EPA, 1989), *Guidance for performing preliminary assessments under CERCLA* (U.S. EPA, 1991), y la de *Identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados* del CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999).

Es conveniente aclarar, que fue realizada una revisión del tipo de modelo o modelos más apropiados, considerando que para ello deberían de cumplir con los siguientes requisitos: (1) estar avalados por una agencia ambiental reconocida en el ámbito internacional; (2) que puedan ser aplicados para las características del CYTRAR; y (3) que los datos requeridos por los modelos puedan ser obtenidos o calculados a partir de la información disponible, principalmente la hemerográfica o de otras fuentes que hayan realizado estudios o evaluaciones del CYTRAR. En consecuencia, la revisión y el análisis de diversos modelos permitieron establecer como posibles usos a TSCREEN

(U.S. EPA, 1994), SCREEN3 (U.S. EPA, 1995a), y ACTS (Analytical Contaminant Transport System Version 6.1 for Microsoft Windows, 2001). Los puntos de interés que se contemplarán en ésta etapa son los siguientes:

1. Un primer análisis consistirá en realizar la evaluación de las rutas potencialmente completas, a través de estimar la potencial migración de los contaminantes inorgánicos tóxicos (metales pesados) definidos como los más importantes y que se encuentran contenidos en las tierras contaminadas y confinadas en la Celda N° 2 del CYTRAR. Esto se llevará a cabo mediante el uso de modelos de transporte y destino antes aludidos.

2. Durante la evaluación de las rutas potencialmente completas, se modelarán diferentes escenarios de potencial exposición para identificar el peor de los escenarios o escenario conservador. Estas modelaciones consisten en estimar la dispersión (transporte y destino) de los contaminantes inorgánicos tóxicos (metales pesados) definidos como los más importantes contenidos en las tierras contaminadas del CYTRAR. Para ello se utilizarán: Datos cuantitativos de concentración de metales pesados del CYTRAR a partir de la revisión de la información existente y disponible al público por diversos medios masivos de comunicación; datos meteorológicos del Sistema Meteorológico Nacional (SMN), de la Universidad de Sonora (USON) y de páginas web de Internet; y mapa topográfico de la zona del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

3. Dependiendo de la ruta potencialmente completa, los datos obtenidos serán procesados en los modelos de computo *SCREEN3*, *TSCREEN* y *ACTS*:

(1).- *SCREEN3* y *TSCREEN* simularán diferentes escenarios de emisión de contaminantes inorgánicos tóxicos identificados como los más importantes (metales pesados) desde el CYTRAR, cuantificando su concentración en aire en distancias definidas en los alrededores y hacia la Ciudad de Hermosillo. En cada distancia se comparará esa concentración con lo que establece la reglamentación (criterios) nacional e internacional sobre concentraciones máximas permitidas de metales pesados en aire ambiente para protección a la salud humana y se identificará la distancia crítica en donde se sobrepasa a estos criterios. En el primer caso la Norma Oficial Mexicana –NOM–

valor normado en Aire Ambiente como medida de protección a la salud de la población (DOF, 1994 b,c,d); en el segundo, la Norma Nacional para la Calidad del Aire en el Ambiente –NAAQS– (por sus siglas en inglés) de la EPA también conocida como Norma de Calidad de Aire en Exteriores para protección a la salud humana en EUA (U.S. EPA, 1995b); la Guía para la Calidad de Aire (GCA) de la Organización Mundial de la Salud –OMS– (WHO, 2000); y

(2).- *ACTS*, permitirá simular posibles lixiviaciones de contaminantes inorgánicos tóxicos identificados como los más importantes (metales pesados) desde el CYTRAR para cuantificar su concentración en corrientes superficiales y subterráneas. Al igual que en el inciso anterior, estas concentraciones también serán comparadas con los criterios nacionales y/o internacionales con el objeto de definir en forma preliminar potenciales escenarios de exposición. Estos criterios serán: A nivel nacional la Norma Oficial Mexicana que establece los límites permisibles de calidad de agua para uso y consumo humano (DOF, 1995), y la Norma Oficial Mexicana que refiere los límites máximos permisibles de metales pesados para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales (DOF, 1997, 2003); a nivel internacional la Norma Federal para el agua potable en EUA de la EPA que establece los máximos niveles de contaminante (U.S. EPA, 1986b, 1996); y la recomendación de la OMS (Guías OMS para la calidad del Agua Potable – cuadro A2.2. Sustancias químicas de importancia para la salud presentes en el agua potable – en <http://www.cepis.ops-oms.org/index.html>).

4. Concluida la etapa de modelación de los diversos escenarios de potencial exposición, se identificará el peor de todos los escenarios o escenario conservador, considerando qué: En la identificación del escenario conservador se tomará en cuenta la orientación de la migración potencial y se estimará la concentración de los contaminantes inorgánicos tóxicos definidos como los más importantes (metales pesados) hacia los asentamientos humanos en distancias definidas desde el perímetro del CYTRAR y en dirección a la Ciudad de Hermosillo; y que las concentraciones obtenidas en el escenario conservador también serán comparadas con los criterios nacionales e internacionales señalados en inciso 3(1) y 3(2). Esto permitirá poner a la vista de forma inicial la virtual exposición y riesgos a la salud humana por estos contaminantes presentes.

5. A continuación se realizará una estimación de riesgos en el escenario conservador. Para ello serán utilizadas las metodologías de la U.S. EPA *“Risk assessment guidance for superfund volume I human health evaluation manual (part A) interim final* (U.S. EPA, 1989) y la de CEPIS/OPS *“Identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados”* (Díaz-Barriga, 1999). El uso de estas metodologías definirán: Los metales pesados identificados como contaminantes críticos; las rutas de exposición; y los grupos de población expuesta a éstos.

6. Se establecerá una caracterización preliminar del riesgo del escenario conservador a través de: Análisis de las características toxicológicas de cada uno de los metales considerados como críticos; y se evaluará de manera preliminar si es tolerable el nivel de riesgo de que se produzcan efectos adversos o daños asociados a la exposición del metal(es) presente(s) en el sitio hacia la población expuesta a través del calculo de: (i) Riesgos por metales individuales para efectos cancerígenos; (ii) Riesgos por metales individuales para efectos no-cancerígenos; (iii) Riesgos agregados por varios metales para efectos cancerígenos; y (iv) Riesgos agregados por varios metales para efectos no-cancerígenos.

7. Se revisará y actualizará el Modelo Conceptual Preliminar y se definirá el riesgo en el sitio, a partir del procedimiento de calificación de sitios contaminados que establece la CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999). Es decir, este ejercicio aportará información sobre tres posibles escenarios: (1) CYTRAR posee pequeña o ninguna amenaza a la salud humana y en consecuencia no se requiere realizar mayor investigación; (2) CYTRAR es candidato a Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB); (3) CYTRAR se debe intervenir debido a que no existen dudas de su peligrosidad.

8. En último lugar se presentará el Análisis de Riesgos del CYTRAR que incluirá un resumen sobre las evaluaciones de dispersión, exposición, toxicidad, caracterización del riesgo del metal o metales críticos y el nivel de riesgo que manifiesta el CYTRAR. Análogamente este análisis expondrá toda la evidencia evaluada, la magnitud y la característica del riesgo identificado y de ser el caso se darán recomendaciones.

RESULTADOS

PRIMERA PARTE

I. Modelo Conceptual Preliminar

I.1. Caracterización de los Componentes del Medio Ambiente

I.1.1. Recopilación y Evaluación de Información. Considerando la metodología desarrollada por la United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA), de la guía denominada *Guidance for performing preliminary assessments under CERCLA* (U.S. EPA, 1991) y la de *Identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados* del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente / Organización Panamericana de la Salud (CEPIS/OPS) (Díaz-Barriga, 1999), se llevó a cabo una búsqueda, recopilación y análisis de información escrita, electrónica, además de revisión de mapas, imágenes de satélite y reconocimientos al sitio y sus alrededores.

Para la descripción del área de estudio se consideraron los siguientes niveles: Regional, de centro de población, urbano y local, en ese orden. Las principales fuentes de información consultadas se hallaron del Gobierno del Estado de Sonora (GOES), Gobierno Municipal de Hermosillo (GOMH), Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (IMADES) e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Cabe señalar que algunos mapas y planos que se integraron a este trabajo, fueron anexados y/o modificados de los ya existentes en el *Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo, Sonora 2003, generación 2025+* (GOMH, 2003); a partir de este momento y para los propósitos de este trabajo será abreviado como PMDUH-2003.

Por otro lado, también se analizó cartografía de IMADES e INEGI, de la cual se obtuvo información general a partir de mapas temáticos sobre topografía, usos del suelo y vegetación, edafología, hidrología superficial y subterránea, y geología entre otros.

Adicionalmente se realizó en el mes de abril de 2002 y septiembre de 2003, visitas al sitio con el objeto de llevar a cabo una caracterización ecológica y ambiental de los alrededores del CYTRAR, así como toma de fotografías. Durante la visita de abril de 2002 se tomaron coordenadas geográficas mediante la utilización de GPS (Geoposicionador Satelital) en diversos puntos del perímetro del CYTRAR, y a través de procedimientos de proyección de líneas entrecruzadas se pudo aproximadamente ubicar las diversas áreas de la instalación, así como las celdas de confinamiento. Se ubicó la posición geográfica de cuatro arroyos que tocan el perímetro y los del lecho de un cuerpo de agua de temporal que se encuentra adyacente a la instalación.

Con esta información obtenida en campo, la de planos temáticos e imágenes de satélite, se procedió primero a delimitar el área de estudio y en segundo lugar a la generación de planos que facilitarían la descripción física del área de estudio. Para ello y dependiendo del tipo de información requerida en cada plano, se utilizó tres tipos de programas de cómputo: (1).- *ESRI® ArcMap™ 8.2, 1999-2002 ESRI Inc. (ArcMap 8.2)*, (2).- *ArcView GIS 3.2a, 1999-2000 Environmental Systems Research Institute, Inc. (ArcView 3.2a)*, y (3).- *AutoCAD Release 14.0, 1996 Microsoft Corporation (AutoCAD R14)*.

En la delimitación del área de estudio se consideró una primera proyección sobre el Centro de Población de la Ciudad de Hermosillo (CPH) y la ubicación del CYTRAR con respecto a este, y una segunda proyección más a detalle sobre la zona donde se localiza el confinamiento. En esta segunda proyección se delineó un polígono externo y en su parte central interna otro polígono que considera el área de la instalación del CYTRAR. A partir de este momento y salvo que se indique lo contrario, al primer polígono se le citará "Polígono Mayor" y al segundo "Polígono CYTRAR". Cabe señalar que la longitud desde la parte central interna del Polígono CYTRAR hacia el límite norte y sur del Polígono Mayor fue de 8 kilómetros, y de su parte central hacia el límite este y oeste consideró una distancia de 8 kilómetros, respectivamente para cada uno de ellos, es decir, ocupa un área de 64 km² (6,400 ha), por otro lado, el perímetro del Polígono Mayor es de 32 km y toma en cuenta como se verá más adelante, la Zona de Salvaguarda (ZS) del CYTRAR.

Para la generación de los planos en los programas ArcMap 8.2, ArcView 3.2a, y AutoCAD R14, se utilizó información de la Tabla 1d (Apéndice Db) la cual muestra las coordenadas geográficas del Centro de Población de Hermosillo (CPH) y de la Tabla 2d (Apéndice Db) que contiene las coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) y Geodésicas de los vértices que conforman el Polígono Mayor, Pólígono Cytrar, Centro de la Celda N° 2 y Camino de Acceso desde la carretera internacional Hermosillo-Guaymas al CYTRAR.

A continuación se describe el procedimiento seguido y los productos obtenidos en cada uno de los programas de cómputo utilizados.

Para el diseño de los planos que se construyeron en ArcMap 8.2, se procedió de la siguiente manera: a partir de la Imagen de Satélite Landsat TM 1992- NASA, Modelo de Elevación Digital 1:250,000 de INEGI e información sobre los límites o coordenadas del CPH (Tabla 1d, Apéndice Db) y las de los vértices que conforman el Polígono Mayor y Pólígono CYTRAR (Tabla 2d, Apéndice Db), se georreferenció el CPH, el Polígono Mayor, el Polígono CYTRAR, así como la fisiografía del área y sus vías de comunicación. Para cada tipo de mapa se incluyó información digital de INEGI e IMADES sobre topografía, fisigrafía, clima, geología, edafología y vegetación. Cada plano elaborado se le anotó la fuente de donde se obtuvo la información y son presentados en la primera parte del trabajo, es decir, en el apartado I.1.2. Descripción del Área de Estudio.

Es importante señalar que además fue posible realizar en ArcMap 8.2 lo siguiente; a partir de planos existentes en el PMDUH-2003 (GOMH, 2003) particularmente los que muestran los sectores y distritos de población de la Ciudad de Hermosillo y del Croquis Municipal con Marco Geodésico de INEGI (escala 1:100,000) (INEGI, 2003a), se logró georreferenciar, sobreponer y construir planos que mostraran la localización del CYTRAR con respecto a los asentamientos humanos mas cercanos a este. Esto resulta relevante señalarlo, porqué además de que aportó información en la descripción del área de estudio, ayudó a la construcción del mapa base en AutoCAD R14 para la segunda etapa del trabajo.

Para la construcción de planos en ArcView 3.2a, el procedimiento consistió en proporcionar las coordenadas UTM al programa y a partir de ello, delimitar, georreferenciar y posteriormente integrar información digitalizada de las cartas temáticas de INEGI (INEGI, 1975, 1982a, 1982b, 1983, 1985a, 1985b; SPP, 1981a, 1981b, 1982) e información temática digitalizada de IMADES (IMADES, 2002). A los productos obtenidos se les integró coordenadas UTM, flecha del norte, etiquetas en color para identificar zonas en la imagen y finalmente se delinó la figura del Polígono Mayor y el Polígono CYTRAR. Como se advertirá más adelante estos planos corresponden a topografía, fisiografía, geología, edafología, aguas subsuperficiales y vegetación, y son presentados también en el apartado I.1.2. Descripción del Área de Estudio.

Referente a los planos procesados en AutoCAD R14, el procedimiento consistió en la elaboración de un mapa base a partir de lo siguiente: Cada una de las coordenadas obtenidas en campo con el GPS (Geoposicionador Satelital) fue introducida al formato digital del programa, posteriormente fueron delineadas y unidas entre si las coordenadas con objeto de delimitar los vértices del Polígono CYTRAR, la Celda N° 2 y el camino de acceso al confinamiento. Por otro lado y con la información que contiene el PMDUH-2003 (GOMH, 2003) sobre el límite y dimensión de la zona de salvaguarda del CYTRAR, en la que se muestra la forma de una circunferencia de 4 km de radio, se procedió a proyectar un polígono cuyas líneas son tangentes al perímetro de esta circunferencia, dando como resultado al Polígono Mayor.

Adicionalmente y con datos de INEGI, y la de los planos generados a partir de ArcMap 8.2, se sobrepuso, corroboró y se ubicó en el mapa base la siguiente información: Localidades aledañas al CYTRAR, comercios y otras instalaciones, la ubicación de los sectores y distritos de la Ciudad de Hermosillo, fisiografía, y vías de comunicación. Como ya se comentó, este mapa sirvió para la segunda etapa del trabajo (II. Análisis de Riesgos) durante la modelación de la dispersión de contaminantes; particularmente y como se verá más adelante, en el diseño de planos que muestran físicamente el comportamiento de isolíneas de concentración de contaminantes críticos dentro de la zona de estudio.

I.1.2. Descripción del Área de Estudio. A continuación se presenta los resultados de la caracterización del medio natural que incluye la descripción del medio físico, biológico y socioeconómico, además de los impactos ambientales identificados durante las visitas al sitio.

I.1.2.1. Ubicación del Sitio. El Estado de Sonora se localiza en la región noroeste de la República Mexicana, entre los 26°14' y 32°29' de latitud norte y los 108°26' y 115°02' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Es el segundo estado más grande de la República Mexicana, con una superficie de 185,431 Km², lo cual representa el 9.4% de la superficie total del país. Colinda al norte, con Estados Unidos de América; al este, con el estado de Chihuahua; al sur, con el estado de Sinaloa y al oeste con el Golfo de California (Mar de Cortés). Su capital es la Ciudad de Hermosillo y cabecera del municipio del mismo nombre (Figura 1).

El municipio de Hermosillo se ubica en la porción centro-oeste de la planicie costera de Sonora. INEGI en su Marco Geoestadístico 2000, señala que las coordenadas geográficas extremas del municipio de Hermosillo son al norte 29° 43', al sur 28° 14' de latitud norte; al este 110° 23', al oeste 112° 15' de longitud oeste y marca que representa el 8.70% de la superficie del estado (INEGI, 2002). Por otro lado, el Gobierno del Estado de Sonora indica que posee una superficie de 14,880.2 km² que representa el 8.02% de la superficie del estado y el 0.76% en relación a la nación, sin embargo el Gobierno Municipal de Hermosillo, confirma la información de INEGI e indica que su territorio representa el 8.70% de la superficie del estado (<http://www.sonora.gob.mx>; [http:// www.hermosillo.gob.mx](http://www.hermosillo.gob.mx)). Colinda con los siguientes municipios: Pitiquito al noroeste; Carbó y San Miguel de Horcasitas al noreste; Ures y Mazatán al este; y La Colorada y Guaymas al sureste, además al oeste su franja costera está bañada por las aguas del Golfo de California (GOMH, 2003) (Figura 1).

La Ciudad de Hermosillo concentra cerca del 25% de la población del estado, se ubica geográficamente a los 29° 06' de latitud norte y 110° 58' de longitud oeste a una altitud promedio de 200 metros sobre el nivel del mar (msnm) (GOMH, 2003) (Figura 2).



Figura 1. Ubicación del Municipio de Hermosillo y Centro de Población.

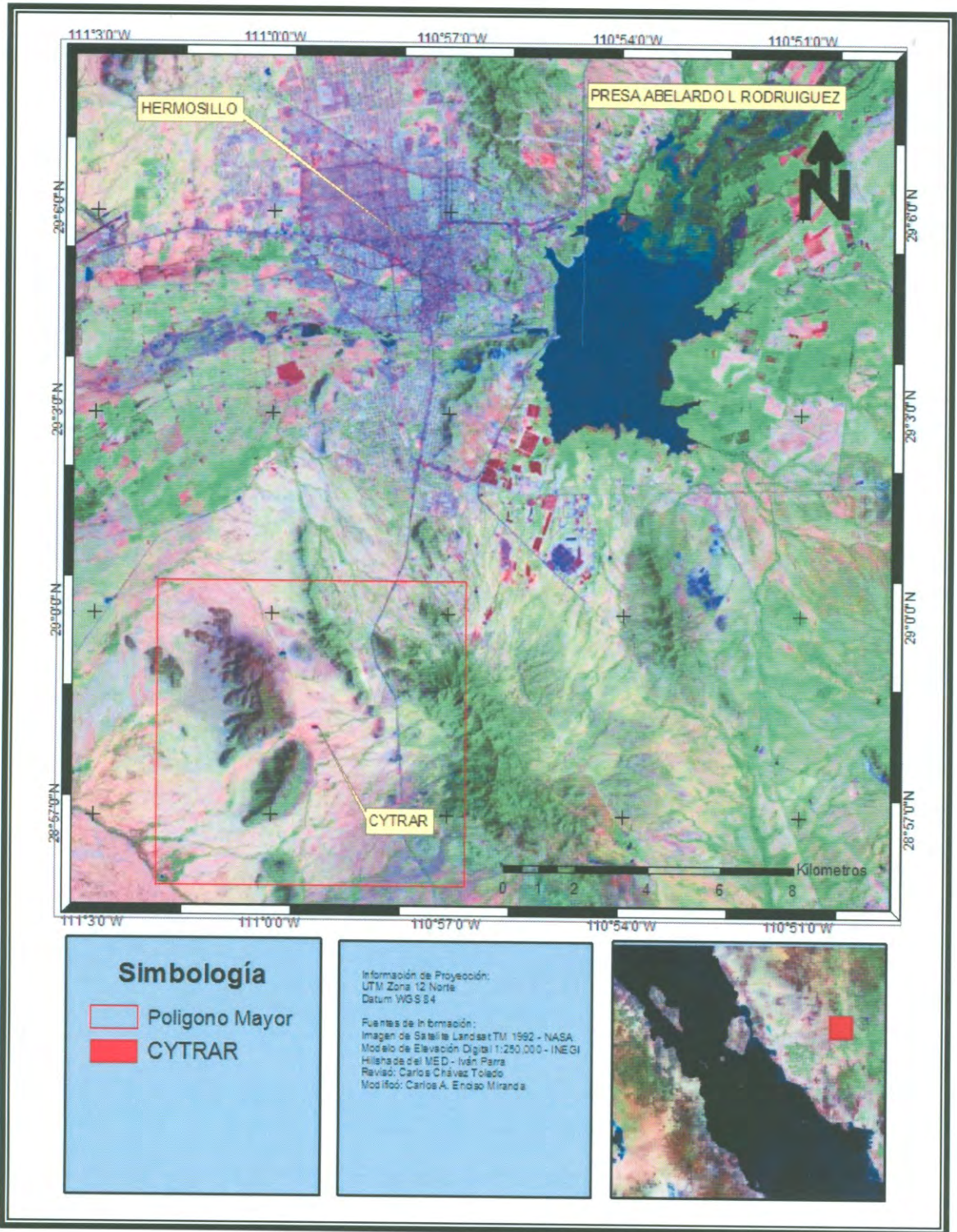


Figura 2. Ubicación de la Ciudad de Hermosillo y el Cytrar.

El CPH comprende dentro de sus límites de crecimiento a otras localidades pertenecientes al mismo municipio, entre ellas; La Victoria, el Tazajal, San Pedro, el Saucito, la Mesa del Seri y Las Placitas, localizándose entre las coordenadas geográficas extremas 110°49' y 111°09' de longitud oeste y 28°56' y 29° 13' de latitud norte (GOMH, 2003).

La Figura 1d (Apéndice Da) muestra la imagen satelital del CPH, y en sus vértices se enumeran sus coordenadas geográficas mismas que se enlistan en la Tabla 1d (Apéndice Db), cabe señalar que están expresadas en grados decimales WGS 84. El límite del CPH se ha definido como un polígono cuadrado de 1,000 Km² de 31,622.7766 metros por lado y con una extensión territorial de 10,000 Has (GOMH, 2003).

El CPH cuenta con una zona urbana de 14,744.41 hectáreas de las cuales el 52.33% corresponde a predios ocupados y 24.30% a predios baldíos, ambos se extienden principalmente sobre superficies planas del terreno y en menor proporción sobre los cerros. El 23.37%, que representa el resto de la zona urbana, concentra vialidades y cerros los cuales son un obstáculo natural para el crecimiento urbano (GOMH, 2003). La Tabla 3d (Apéndice Db), señala las principales elevaciones existentes dentro del centro de población y las que se han numerado del 1 al 3, son las que se encuentran en el área del CYTRAR.

Con objeto de establecer las áreas necesarias para el funcionamiento de la ciudad, el PMDUH-2003 ha considerado dentro del CPH una zonificación primaria que establece el área urbana actual, el área de reserva de crecimiento futuro, el área de preservación y las zonas de conservación ecológica.

La Figura 3 es el Plano E1 de Zonificación Primaria elaborado por el PMDUH-2003 (GOMH, 2003). En la parte inferior central de este plano se muestra una circunferencia que representa la zona de salvaguarda del CYTRAR, en su centro, se puede observar un rectángulo que simboliza a las instalaciones de este confinamiento.

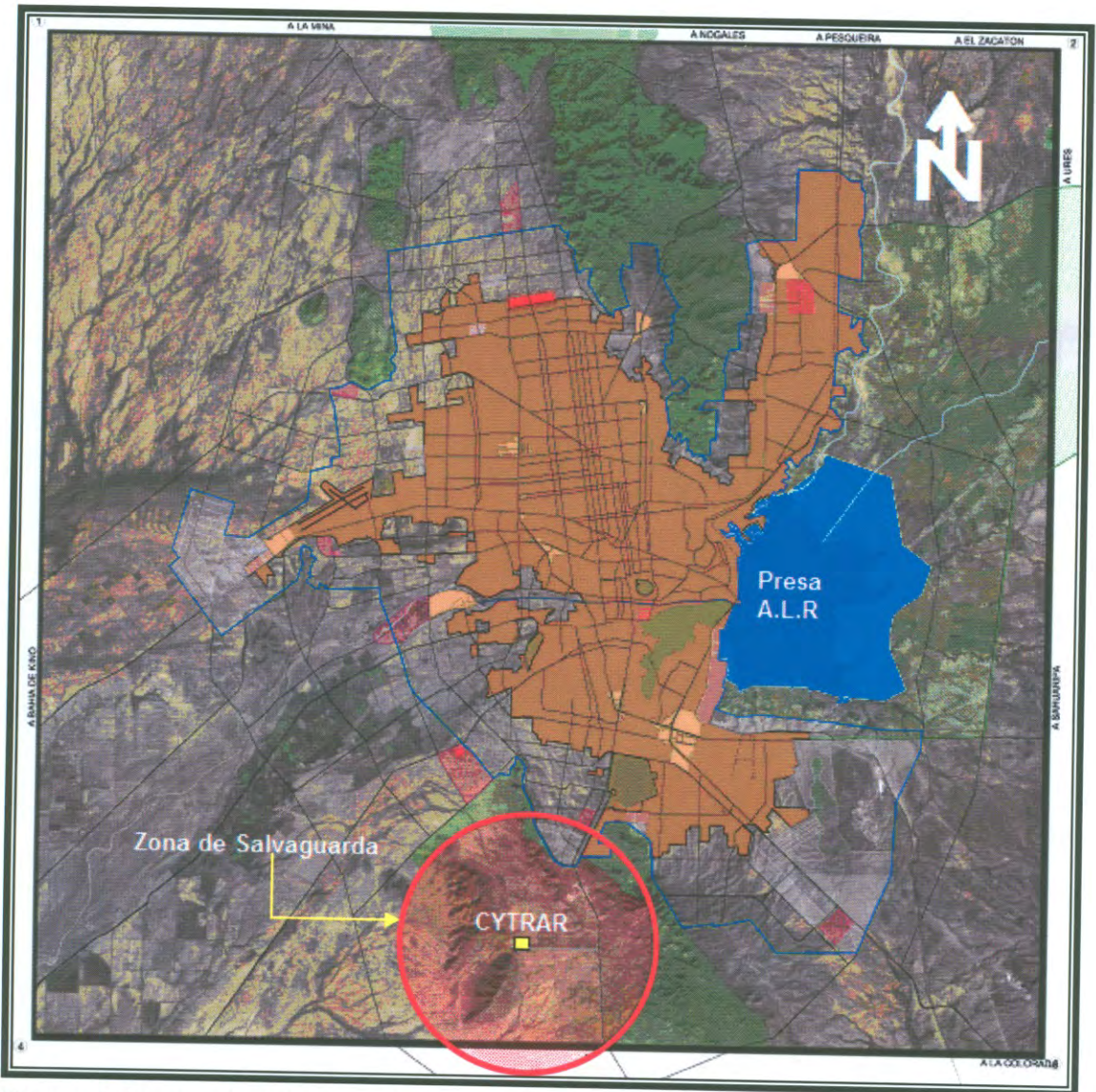


Figura 3. Centro de Población de Hermosillo, Ciudad de Hermosillo y localización del Cytrar con su zona de salvaguarda al sur de la ciudad.

Fuente: PMDUH-2003.

Por otro lado también en el PMDUH-2003 se han clasificado y representado gráficamente las áreas que, por sus características físicas y usos predominantes conforman zonas homogéneas, esta zonificación es el Plano E2 de Usos, Reservas y Destinos del Suelo que para este trabajo fue modificado (Figura 2d, Apéndice Da). En dicho plano se representan las zonas de preservación, conservación, uso especial y salvaguarda del CPH.

El PMDUH-2003 señala que la zona de preservación (ZP), es la zona que circunda el área urbana actual y las reservas de crecimiento a corto y mediano plazo, las cuales se señala con la siguiente simbología: (RH, RH1, RH2, RH3) para reservas habitacionales y para crecimiento de uso habitacional, (RI) para reservas industriales y (SC) de subcentro urbano. Por otro lado, la zona de conservación ecológica (CE), es aquella que por su valor ambiental o de paisaje deberá conservarse en su estado natural y para su uso o aprovechamiento se requerirá la aprobación de las autoridades ambientales federales, estatales o municipales. UE representa la zona de uso especial que es aquella destinada a un uso específico y exclusivo como almacenamiento de materiales peligrosos, explosivos o bioinfecciosos, plantas de tratamiento de aguas, plantas de generación de energía y confinamientos, entre otros (GOMH, 2003).

Finalmente, la zonas de salvaguarda (ZS) quedan definidas por radios o franjas derivadas de criterios y normas técnicas de planeación para la protección de los habitantes de la ciudad, incluyéndose las franjas de amortiguamiento de seguridad. Actualmente se distinguen como zonas de salvaguarda a las siguientes: Antiguo basurero municipal, aeropuerto internacional, relleno sanitario y la del confinamiento de residuos industriales (GOMH, 2003). La zona de salvaguarda del confinamiento de residuos industriales (Zona de Salvaguarda del CYTRAR) está delimitada por un radio de 4,000 metros desde el centro geométrico de las celdas de confinamiento e interrumpido por el área del Cerro de la Virgen que por su topografía constituye una barrera natural. Así, se define el límite de la zona de salvaguarda por la línea imaginaria que pasa por el parte aguas, es decir, sus puntos más altos en el sentido longitudinal. Además, en esta zona no se permitirá ningún uso habitacional o cualquier otro que implique concentración de personas (GOMH, 2003).

En la Figura 2d (Apéndice Da), se observa que hacia el noroeste y norte del centro geométrico de la instalación se delimita la Zona de Salvaguarda (ZS) con la Zona de Conservación Ecológica (CE); al nor-noreste con una zona que incluye diversas colonias ubicadas al sur de la Ciudad de Hermosillo; y hacia el noreste, este y sur-sureste con zonas de conservación ecológica representada principalmente, como se verá más adelante, por la Sierra Agualurca.

El PMDUH-2003 señala que esta zona no presenta buenas aptitudes para el desarrollo urbano por la restricción de la Zona Salvaguarda de CYTRAR y por la Sierra Agualurca, además de existir limitantes para la introducción de servicios. Indica que esta zona debe de ser preservada tanto por su valor escénico como por el valor ecológico que representa, ya que contiene flora y fauna de la región y algunas de ellas están sujetas a conservación por encontrarse en peligro de extinción (GOMH, 2003).

Continuando con la descripción de la ubicación del sitio, pero ahora desde el punto de vista urbano, el PMDUH-2003 establece que, por su morfología, la Ciudad de Hermosillo presenta un crecimiento del tipo policéntrico, es decir, la ciudad crece heterogéneamente hacia todas direcciones debido a que cada vez se han creado colonias y fraccionamientos en las periferias, alejándose de la zona urbana ocupada y se señala que, de seguir la tendencia actual, para el año 2030 el centro de población tendrá alrededor de 23,000 hectáreas, lo que implica un incremento equivalente al 60% de la zona urbana actual (GOMH, 2003).

No obstante esta morfología, en la Ciudad de Hermosillo es fácil identificar dos porciones diferenciadas por el cauce del Río Sonora que divide a la ciudad en norte y sur. Esto es así principalmente porque Hermosillo cuenta con una mancha urbana en aproximadamente 85% de terrenos sensiblemente planos, de escasa pendiente, y con una serie de canales que encauzan las aguas pluviales y que están orientados y convergen hacia el cauce del río Sonora el cual constituye una barrera natural que divide el norte y el sur de la ciudad (GOMH, 2003). Esta división permite establecer que el CYTRAR se localiza en la porción sur de la zona urbana de Hermosillo (Figura 4).

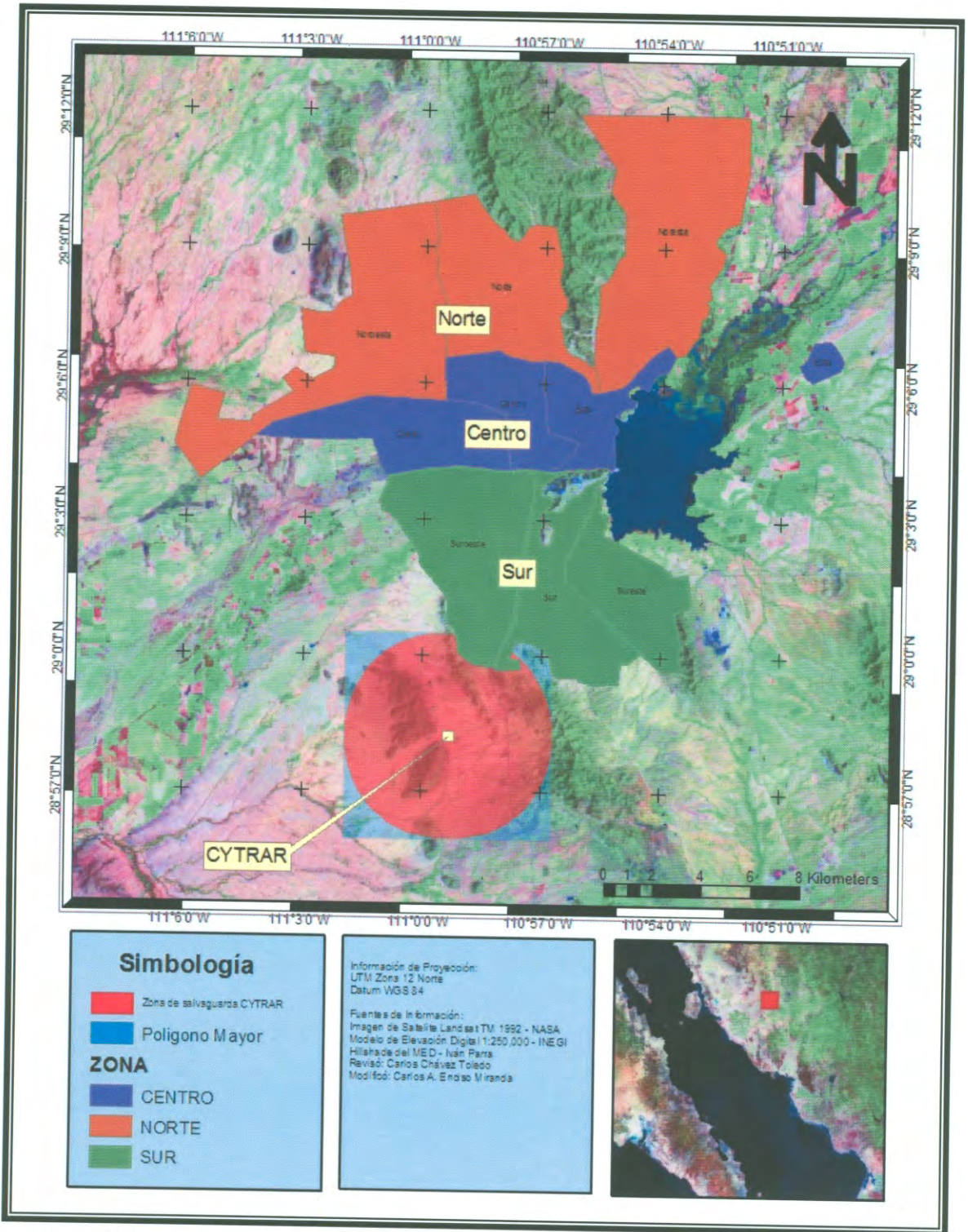


Figura 4. Zonificación de Hermosillo.

Por otro lado, el PMDUH-2003 ha dividido a la Ciudad de Hermosillo en nueve sectores, que a su vez se subdividen en distritos que constituyen las unidades territoriales de planeación. Esta división fue considerando la estructura de la ciudad y elementos naturales que la conforman, así como las características físicas, usos del suelo y tipologías predominantes en ella (GOMH, 2003) (Figura 4).

Estos sectores se han nombrado en función de su ubicación y son los siguientes: Sector Noroeste (NW), Sector Norte (NN), Sector Noreste (NE), Sector Este (EE), Sector Sureste (SE), Sector Sur (SS), Sector Suroeste (SW), Sector Oeste (WW) y Sector Centro (SC) (Figura 4). Cabe señalar que los distritos que conforman los sectores, contienen las diferentes zonas, colonias, fraccionamientos o barrios de la ciudad. EL PMDUH-2003 indica que éstos se han codificado para su identificación asignando dos dígitos para los sectores y dos para los distritos (e.g. Sector NN, Distrito NNO1). A cada uno de los 65 distritos se le ha fijado un nombre para su fácil identificación, de acuerdo al nombre de la colonia o característica más relevante incluida en el distrito (GOMH, 2003).

La Figura 3d (Apéndice Da) muestra el plano de sectores y distritos en donde se observa hacia el extremo sur (Sur y Suroeste) aquellos que están cercanos al CYTRAR. En la Tabla 4d (Apéndice Db) se señala los nombres de las diferentes colonias, fraccionamientos o barrios, que corresponden a cada uno de los Distritos por Sector que se encuentran adyacentes o cercanos a la Zona de Salvaguarda del CYTRAR.

Continuando con la descripción del sitio, finalmente se llega a la caracterización de su ubicación a nivel local. El CYTRAR se localiza al sur de la Ciudad de Hermosillo, aproximadamente a 8 Kms en línea recta de la ciudad y a 8 Kms al suroeste del Parque Industrial y de la Planta de Estampados y Ensamblados de Automóviles de Ford Motor Company S.A. de C.V (CIDESON, 1994 en Flores y Quintero (2002); INE-CENICA, 2001).

A la altura del Kilómetro 244+800 de la Carretera Internacional No.15 Guaymas – Hermosillo, se toma una desviación en el lado derecho y, a través de un camino de terracería, que tiene una longitud aproximada de 2.25 Km, se llega a su entrada principal en las coordenadas geográficas $28^{\circ} 58' 07.2''$ de latitud norte y $110^{\circ} 59' 07.8''$ de longitud oeste o coordenadas UTM 501412 Norte y 3204337 Este, a una altitud aproximada de 222 metros sobre el nivel del mar. Las coordenadas geográficas del área tomando como punto de referencia el centro del CYTRAR son: Latitud norte $28^{\circ} 58' 13.96''$ y longitud oeste $110^{\circ} 59' 18.58''$ o coordenadas UTM 501120.8340 Norte y 3204546.6468 Este, y el centro de la Celda N° 2 está ubicada en las coordenadas UTM 501267.7 Norte y 3204570.42 Este (Figura 5). El CYTRAR ocupa un área de aproximadamente de $240,000 \text{ m}^2$, las coordenadas del polígono CYTRAR se presentan en la Tabla 2d (Apéndice Db).

El CYTRAR está delimitado hacia el norte por la Ciudad de Hermosillo, siguiendo esta orientación y aproximadamente a 800 m al noroeste se localiza el Cerro Colorado y hacia el noreste a 1,250 m el Cerro La Espía (La Virgen), mientras que en la dirección suroeste a 500 m del CYTRAR se localiza el Cerro Yeso y en dirección este a una distancia de 2,256 m se localiza la Carretera Internacional No15. La Figura 5 muestra los asentamientos humanos que se ubican dentro del Polígono Mayor y la zona de salvaguarda, así como los mas cercanos a este confinamiento.

El sitio donde se localiza el CYTRAR presenta extensas áreas planas por debajo de la cota de los 250m. Considerando la pendiente, en esta área existe un descenso de noreste a suroeste de aproximadamente 5% hasta alcanzar los márgenes del arroyo El Salvador (cercano al poblado Las Canoas –Figura 5–)localizado por arriba de las coordenadas UTM 496500 Norte y 3200000 Este (Figura 6), y un pequeño represo que sirve de abrevadero para el ganado vacuno entre el CYTRAR (en su porción suroeste) y el Cerro Yeso, aproximadamente en las coordenadas geográficas $28^{\circ} 58' 05.56''$ de latitud norte y los $110^{\circ} 59' 26.85''$ de longitud oeste o coordenadas UTM 500897 Norte y 3204288 Este.

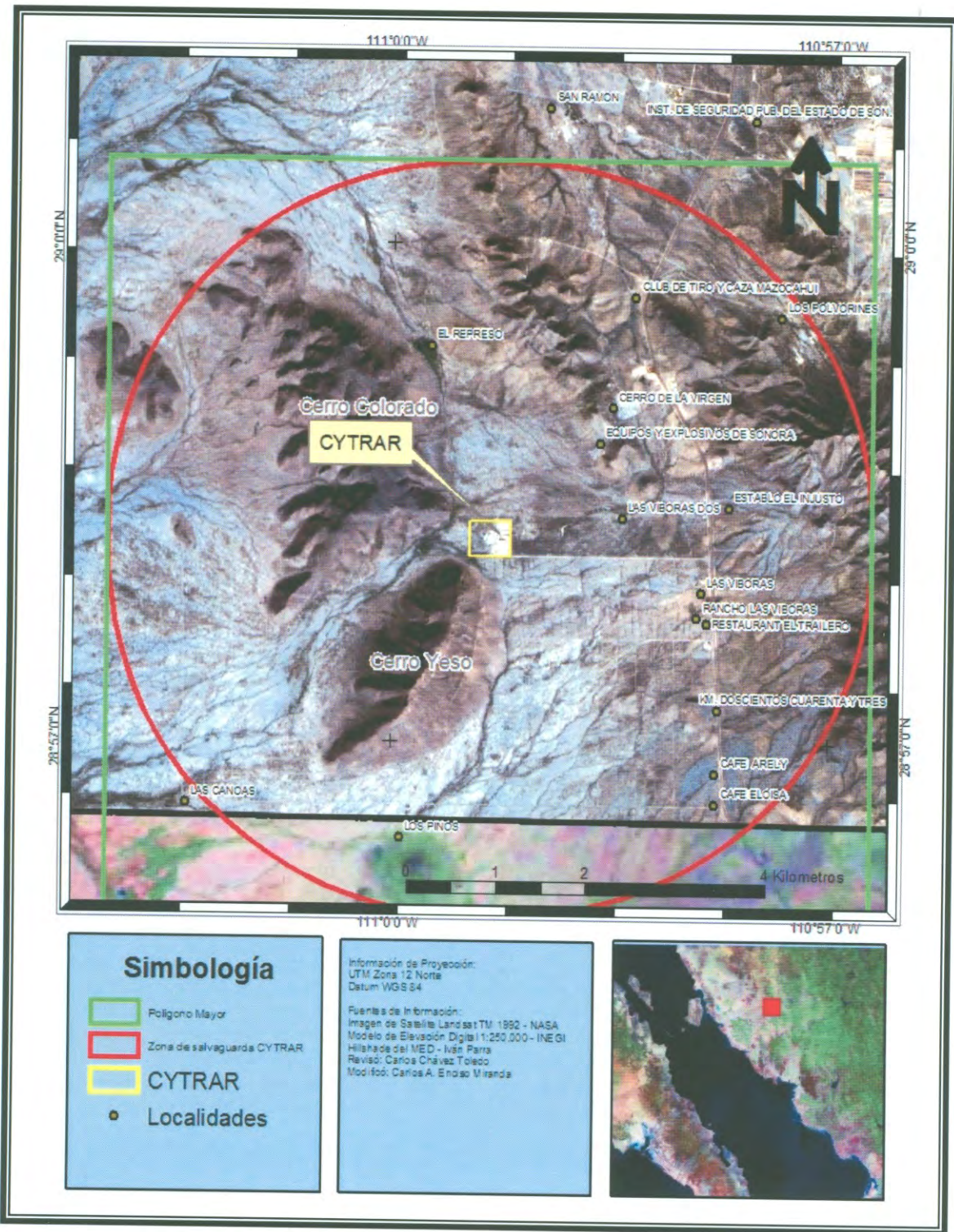


Figura 5. Localización del área de estudio. Polígono Mayor y Polígono Cytrar.

En dirección este se presenta una elevación aproximada de 100 m hasta el límite inferior de la Sierra Agualurca cuya cota de máxima altitud es de 500 m y con pendientes que van desde el 0 al 30% y topografía accidentada; por otro lado el lado occidental mantiene una altitud entre los 263 a 218 m y pendientes del 2 al 5% hasta el límite inferior del Cerro Yeso cuya cota máxima de altitud es de 300 m y pendientes que llegan hasta el 30% y también topografía accidentada. En dirección este y aproximadamente a 4,000 m de distancia se encuentra la Sierra Agualurca, la cual puede considerarse como parte aguas en donde los arroyos corren en dirección suroeste hacia el CYTRAR, para luego tomar una dirección oeste y justamente en el área entre los Cerros Yeso y Cerro Colorado tomar nuevamente una dirección suroeste y finalizar su recorrido superficial entre ambos cerros hasta el arroyo El Salvador, el cual se encuentra localizado aproximadamente a 6,000 m en dirección suroeste del CYTRAR (INEGI, 1975) (Figuras 5 y 6).

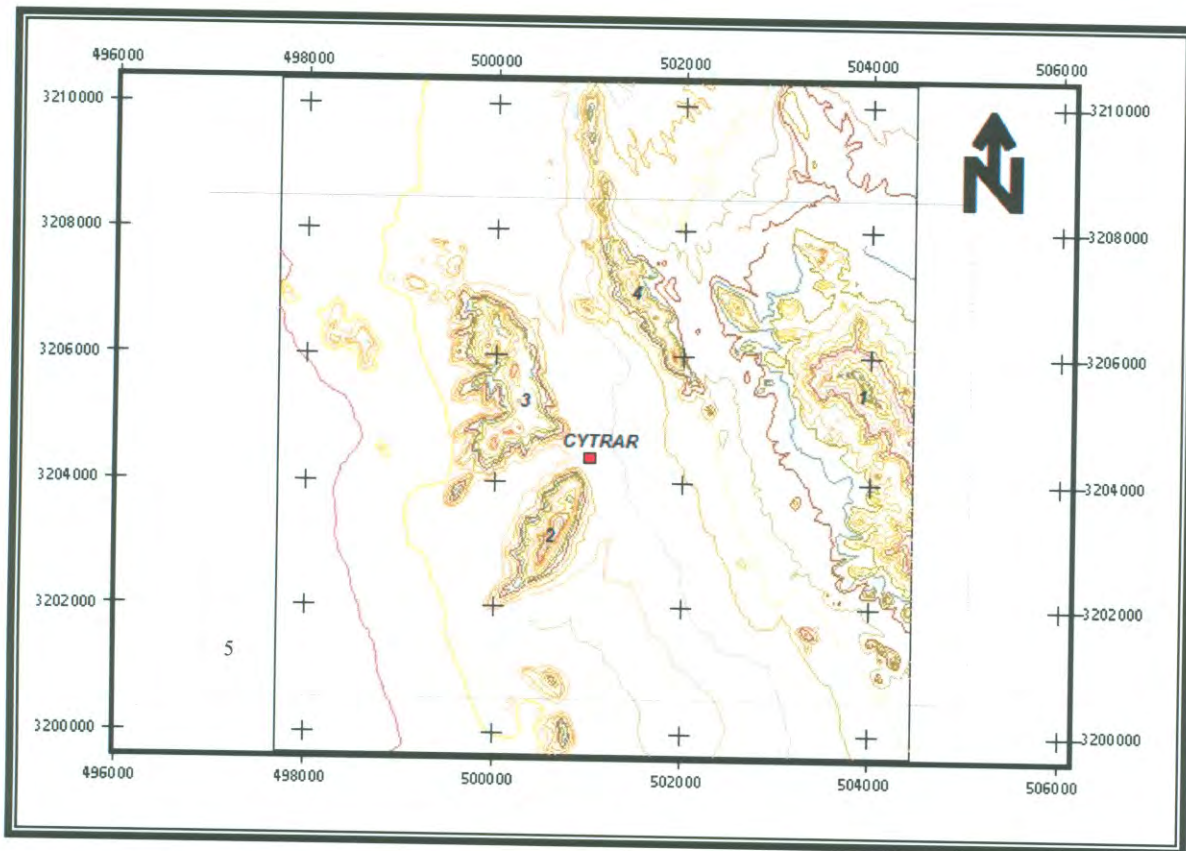


Figura 6. Plano que muestra la ubicación del Cytrar y su relación con la topografía del área. (1)Sierra Agualurca, (2) Cerro Yeso, (3) Cerro Colorado, (4) Cerro La Espía (La Virgen) (5), Arroyo El Salvador. Fuente: INEGI, 1975. Carta topográfica 1:50,000, Torres H12D51.

Nota: La línea punteada indica el área del Polígono Mayor y la distancia entre cada coordenada UTM es de 2,000 m. El plano fue elaborado en ArcView 3.2a

I.1.2.2. Descripción del Medio Natural. En la descripción del medio natural se consideró los niveles regional, de centro de población y urbano, de los siguientes aspectos:

Climatología.- El Gobierno del Estado de Sonora señala que en el Municipio de Hermosillo existen dos regiones climatológicas. La primera de ellas es la región costera, cuya localización se encuentra hacia el poniente del municipio y la segunda región ocupa el resto del municipio. La región costera se caracteriza por un clima desértico semicálido, con inviernos frescos y temperaturas extremas que van desde 0°C en los meses de enero y febrero, hasta temperaturas máximas de 48°C en julio y agosto. En el resto del municipio, el clima es muy seco, cálido y extremoso, con temperaturas medias de 14 a 16°C y extremas de hasta 0°C, siendo enero y febrero los meses más fríos, mientras que los meses más calientes son julio y agosto con temperaturas medias de 31°C y extremas de hasta 47°C (en: [http:// www.sonora.gob.mx](http://www.sonora.gob.mx)).

El Centro de Población Hermosillo (CPH) presenta un clima (BW(h')), es decir, de tipo cálido-seco a desértico, con temperaturas altas en verano, mientras que el invierno tiende a ser menos extremoso. En el CPH existen dos regiones climatológicas: La primera con un tipo de clima BWh(x') (muy arido, semicalido, lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual); y la segunda BW(h')(x') (muy arido, calido, lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual) es la de mayor extensión y donde se localiza el Polígono Mayor y Polígono CYTRAR (Figura 4d, Apéndice Da). El clima en la Ciudad de Hermosillo se caracteriza por ser diciembre el mes más frío con una temperatura mínima promedio de 3.5°C y junio el más caluroso con una temperatura máxima promedio de 45 °C (GOMH, 2003).

La Comisión Nacional del Agua (CNA) señala que durante el período de 1986 a 2001 se presentó en Hermosillo una temperatura media anual de 25.1°C, siendo 24.1 y 26.7 la media anual del año más frío y más caluroso, respectivamente (INEGI, 2002; GOMH, 2003).

La temperatura media mensual para Hermosillo, según datos de la CNA, indican que en el período de 1986 a 2001 el mes más caliente se presentó en julio con 32.4°C, mientras que el más frío en diciembre con 16.7°C (Figura 7), (Tabla 5d, Apéndice Db).

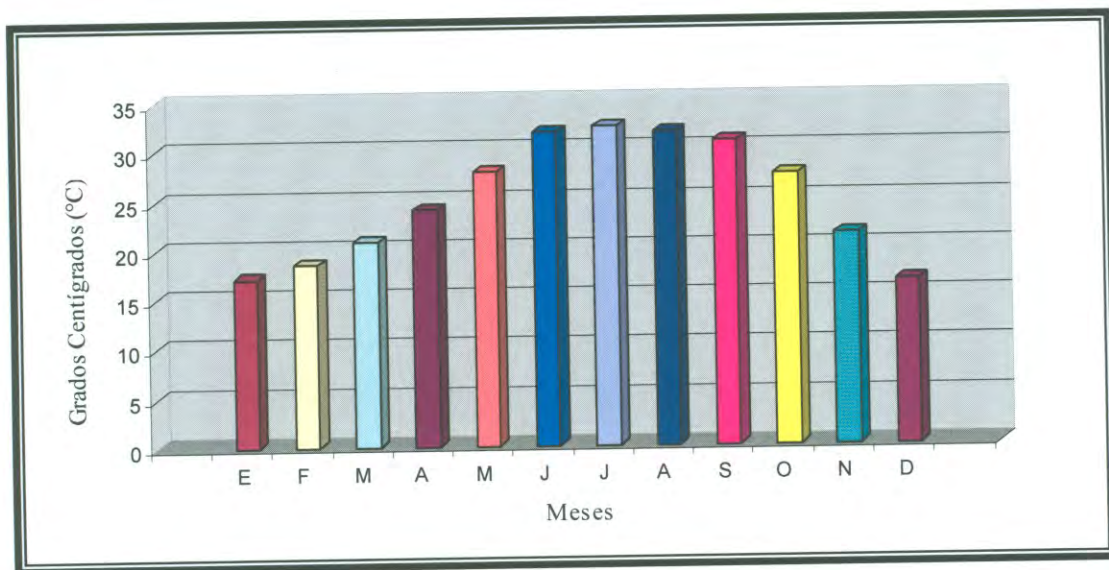


Figura 7. Grafico de registro mensual de temperatura media en grados centígrados para Hermosillo de 1986 a 2001.

Fuente: CNA, Gerencia Regional Noroeste (INEGI, 2002; GOMH, 2003).

La Tabla 5d (Apéndice Db) muestra que durante el período de 1986 a 2001 el año más caluroso fue 1986 y el más frío 1991. Por otro lado, el mes más caliente del año más caluroso fue octubre con 32.9°C y el mes más caliente del año más frío fue junio con 31.8°C; mientras que el mes más frío del año más caluroso se presentó en diciembre con temperaturas de 16.2°C y el mes más frío del año más frío fue enero con 15.8 °C. También en la Tabla 5d Apéndice Db, se muestran datos de temperatura promedio mensual para el ciclo 1986 a 2000 y de enero de 2000 al mes de abril de 2003.

Con respecto a la precipitación, el Gobierno del Estado señala que en la región costera la media anual varía de 75 a 200 milímetros (mm) durante los meses de junio a septiembre. Las lluvias en el resto del municipio se presentan en verano, con medias anuales de 200 a 300 mm (en: <http://www.sonora.gob.mx>).

Las precipitaciones más altas en el CPH ocurren durante los meses de julio, agosto y septiembre que coincide con la temporada de huracanes, registrándose una humedad relativa promedio del 53%, mientras que durante marzo a junio y en el mes de octubre las precipitaciones son escasas, con humedad una relativa del 30%. Por otro lado, el mes en el cual se presenta la mayor humedad relativa es diciembre con un máximo promedio de 62%, mientras que, el que posee menor es abril con un porcentaje promedio de 24.6%. Finalmente, y en cuanto a la insolación máxima, el mes en el cual se presenta mayor tiempo de horas luz es mayo con un promedio máximo de 326 horas luz (GOMH, 2003).

La Comisión Nacional del Agua establece que durante el período de 1986 a 2001 se presentó en Hermosillo una precipitación media anual de 408.2 mm, donde 219.5 y 578.4 mm corresponden a los valores de precipitación del año mas seco y mas lluvioso respectivamente (INEGI, 2002; GOMH, 2003).

La CNA indica también, que durante los años de 1986 a 2001 el mes que registró mayor precipitación pluvial fue agosto con un promedio total mensual de 110.5 mm, y el promedio menor se registran durante mayo con 2.3 mm (Figura 8).

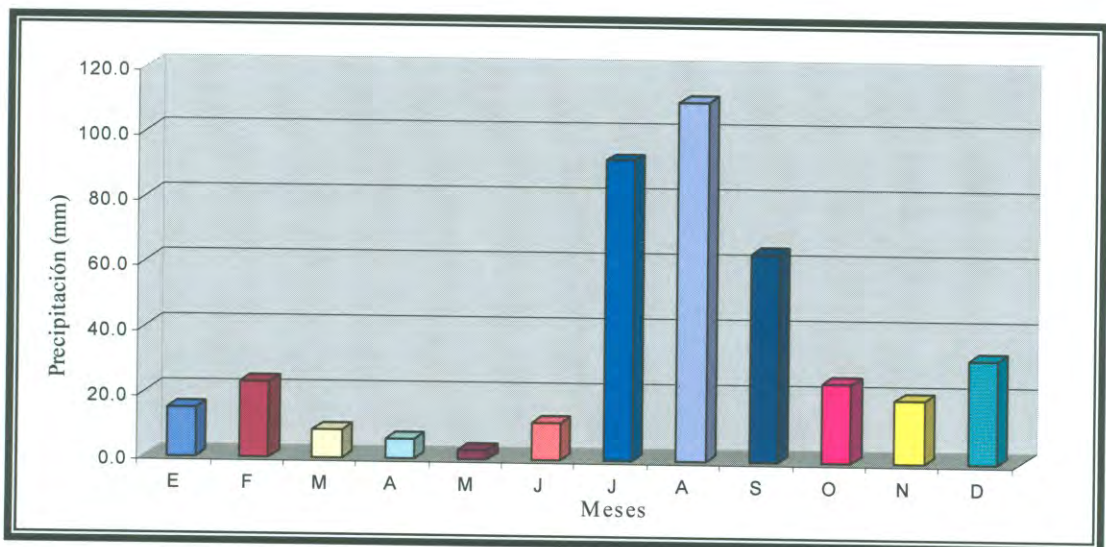


Figura 8. Grafico de registro mensual de precipitación pluvial en milímetros para Hermosillo de 1986 a 2001.

Fuente: CNA, Gerencia Regional Noroeste (INEGI, 2002; GOMH, 2003).

Durante ese período el año más seco fue 1987 y el más lluvioso 1990. Por otro lado, el mes con mayor precipitación del año más seco fue agosto con 55.4 mm y el mes de mayor precipitación del año más lluvioso nuevamente fue agosto con 220.6 mm. Los meses donde no ocurren precipitaciones son enero, marzo y noviembre para el año más seco y de febrero a abril en el más lluvioso, respectivamente. Durante el período de 2000 a 2003, el mes que registro mayor precipitación fue octubre de 2000 con una precipitación total mensual de 235 mm siendo además este año el más lluvioso de ese período con 531.2 mm y el más seco 2001 con 298.5 mm. (Tabla 6d, Apéndice Db) (INEGI, 2002; GOMH, 2003).

Con respecto a los vientos, la Figura 9 muestra su orientación según la Comisión Nacional del Agua, Delegación Sonora. Se puede establecer que a nivel regional, de centro de población y urbano, los dominantes se dirigen en sentido suroeste durante la mañana y en sentido contrario por la tarde. En los meses de julio a septiembre se presentan los vientos más fuertes con variaciones de 60 a 80 Km/h, que eventualmente pueden presentar ráfagas de hasta 120 Km/h, principalmente durante la temporada de huracanes o tormentas tropicales en las costas del Golfo de California (GOMH, 2003).

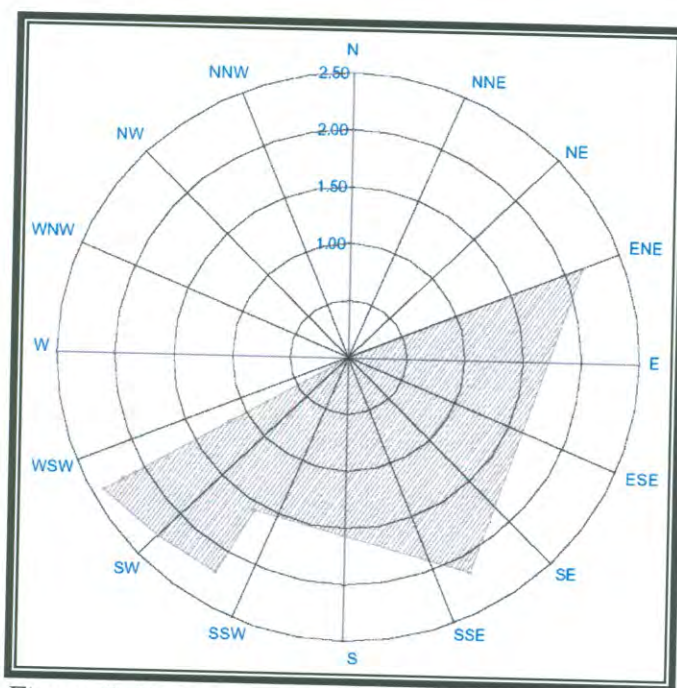


Figura 9. Vientos.

Fuente: CNA Delegación Sonora en PMDUH-2003.

Finalmente y con el propósito de realizar una caracterización climática en el Polígono Mayor y Polígono CYTRAR, se consultaron datos históricos de temperatura y precipitación mensual y anual de Hermosillo según García (1964 y 1980), además de cartas temáticas de INEGI (INEGI, 1985a y 1985b).

Así, la caracterización del área de estudio es la siguiente: presenta un tipo de clima $BW(h')hw(e')$, seco muy árido, régimen de lluvias de verano, cálido, oscilación térmica anual muy extremosa, sin marcha de temperatura tipo ganges y sin canícula. La temperatura promedio anual es de 25.2°C, y precipitación promedio anual de 244.9 mm. Los vientos dominantes tienen una dirección suroeste durante las mañanas y en sentido contrario por las tardes. Durante los meses de julio, agosto y septiembre se presenta la temporada de fuertes vientos, mismos que varían de 60 a 80 Km/h.

Las oscilaciones térmicas que se producen en el verano, generan precipitación por convección, la cual se caracteriza por la producción de aguaceros fuertes de corta duración y fuertes vientos (INEGI y col., 1998). Cabe señalar que estos fenómenos de lluvia torrencial y fuertes vientos ocasionan inundaciones temporales y frecuentemente son los responsables de favorecer una fuerte erosión eólica e hídrica en los suelos, manifestada por erosión por pedestales, ausencia de cobertura vegetal y cárcavas, las cuales son observadas en los alrededores del CYTRAR (ver Figuras 29 y 30 en I.2. Impacto Ambiental).

Según INEGI (1985a) en los meses de mayo, junio y julio, la isoterma media mínima es de 21°C y máxima de 39°C, con isoyeta media de mayo a octubre de 200 (entre 175 a 250), precipitación total en milímetros de mayo a octubre de 100 a 175, y el número de días con lluvia apreciable mayor de 0.1 mm de mayo a octubre es de 0 a 20 días con lluvia. Los meses de noviembre-abril la isoyeta cercana a la media es de 50, precipitación total de 50 a 75 mm, con isoterma media máxima de noviembre-diciembre-enero de 26°C y la mínima de 6°C, de 0 a 29 días con lluvia es el número de días con lluvia apreciable mayor de 0.1 mm de noviembre-abril (INEGI, 1985b).

Geomorfología y Geología.- La fisiografía de la entidad muestra que hacia el norte, se presentan complejos de montañas separadas por valles aluviales que van creciendo conforme se avanza hacia el noroeste, conformando el sistema topomórfico de Sierras y Llanuras Sonorenses.

El municipio de Hermosillo se encuentra en la Provincia “*Llanura Sonorense*”, Subprovincia “*Sierra y Llanuras Sonorenses*”, el cual tiene cinco sistemas de topofomas: Sierra que ocupa el 7.4 %; Sierra con Lomerios el 5.61, Lomerio 0.88, Bajada con Lomerio 65.53 y Llanura el 20.52 por ciento de la superficie municipal (INEGI, 2002).

La Figura 5d (Apéndice Da) muestra el escenario fisiográfico del CPH en el que se distingue tres tipos de zonas: Lomerios y Cerros aislados, Planicie y Sierra Menor; así también se muestra la fisiografía general que prevalecen en la zona del Polígono Mayor y los alrededores del CYTRAR.

Con respecto a la zona del área del CYTRAR, la Figura 10 muestra la fisiografía del Polígono Mayor y zonas adyacentes a este confinamiento. En la zona se presentan dos sistemas topomórficos, el primero de ellos corresponde al de Sierra Escarpada Compleja “Sierra Libre” (100-0/28) y el segundo al de Bajada con Lomerío Mazatán (402-0/018), ubicándose CYTRAR justamente en este (SIUE, SEMARNAT, IMADES, 1998).

Con respecto a la Ciudad de Hermosillo se registran primordialmente cinco tipos de pendientes. La primera y segunda oscilan entre 0-2% y 2-5% de inclinación respectivamente; ocupa la mayor parte del suelo de la ciudad y en estas se asientan la mancha urbana en un 90% aproximadamente, sobre terreno plano y de escasa pendiente, con inclinación orientada hacia el lecho del río Sonora, facilitando en buena medida la introducción de infraestructura y servicios. La tercera y cuarta presentan superficies con un grado mayor de inclinación, con pendientes que oscilan entre los 5-10 y 10-15% respectivamente; y la quinta alcanza hasta 30 grados de inclinación en terrenos escarpados de topografía accidentada, en estas el porcentaje de asentamientos localizados resulta poco significativo en el área total de la zona urbana, (GOES y HAH, 1994).

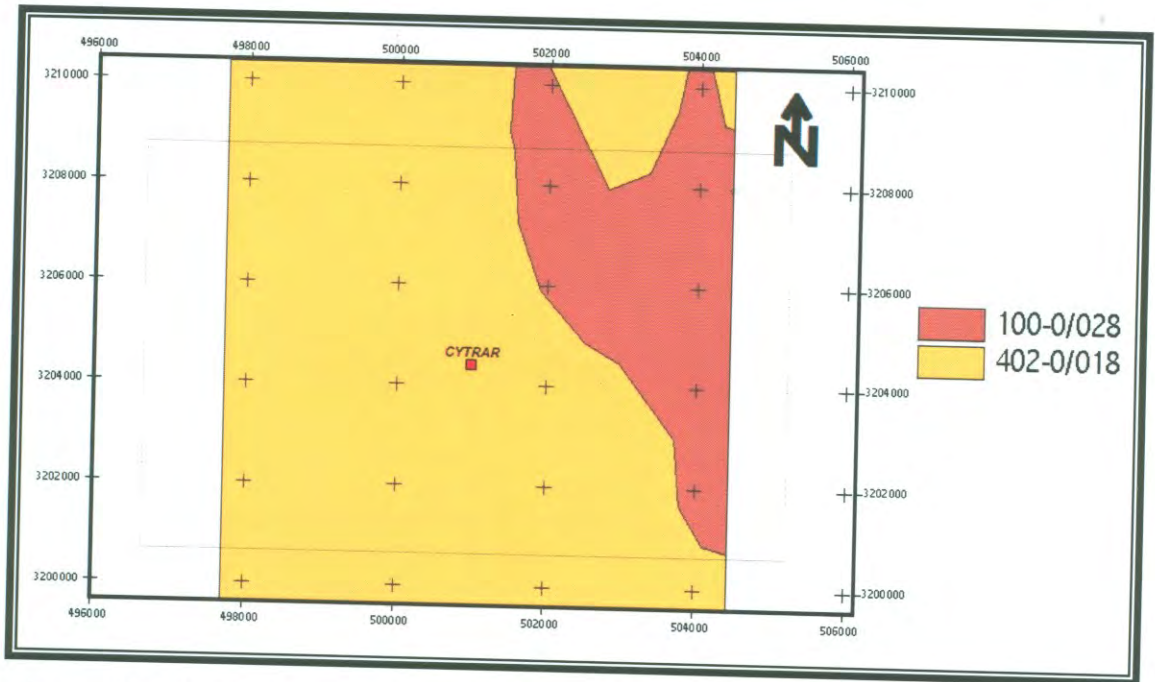


Figura 10. Plano que muestra la fisiografía en la zona adyacente al Cytrar. 100-0/028 (Sierra escarpada compleja "Sierra Libre", 402-0/018 Bajada con lomerío Mazatán. Fuente: SIUE, SEMARNAT, IMADES, 1998. Nota: La línea punteada indica el área del Polígono Mayor, la distancia entre cada coordenada UTM es de 2,000 m.

Con respecto a la geología, la Tabla 7d (Apéndice Db) muestra la composición geológica en el Municipio de Hermosillo, en donde se observa que predominan rocas de los períodos Cuaternario y Terciario de origen Cenozoico. La Figura 6d (Apéndice Da) exhibe el escenario geológico del CPH y zona del Polígono Mayor del CYTRAR; la Tabla 8d (Apéndice Db) indica el significado de la simbología o codificación de la Figura 6d.

El PMDUH-2003 dice que la Ciudad de Hermosillo está ubicada en una planicie de sedimentos cuaternarios; gravas, arenas, limos y arcillas. En esta planicie se encuentran diversos afloramientos cuyas edades varían desde el Paleozoico al Reciente. Hacia el centro y sureste de la ciudad se pueden observar afloramientos paleozoicos; calizas y diversos tipos de mármoles (GOMH, 2003).

El análisis de la geología del CYTRAR y sus zonas adyacentes, indica lo siguiente: (1) hacia el N y NE en la zona del Cerro de La Espía (La Virgen) y de la Sierra Agualurca, ubicada en la porción NE-E-SE del confinamiento, predominan rocas sedimentarias tipo caliza de origen Paleozoico P(cz) y rocas ígneas intrusivas de composición granito de origen Mesozoico M(Gr); (2) en la zona de los cerros Colorado y Yeso localizados en el NW-W-SW del CYTRAR, se presentan rocas ígneas extrusivas tipo riolitas de origen Terciario del Cenozoico T(R); y (3) en los alrededores del CYTRAR el que predomina es Q(al) que significa que comprende rocas sedimentarias y volcánicas de la era Cuaternaria, cuya unidad es aluvial, como se observa en la Figura 11, estos depósitos aluviales constituyen la unidad más ampliamente distribuida del área (INEGI, 1982a).

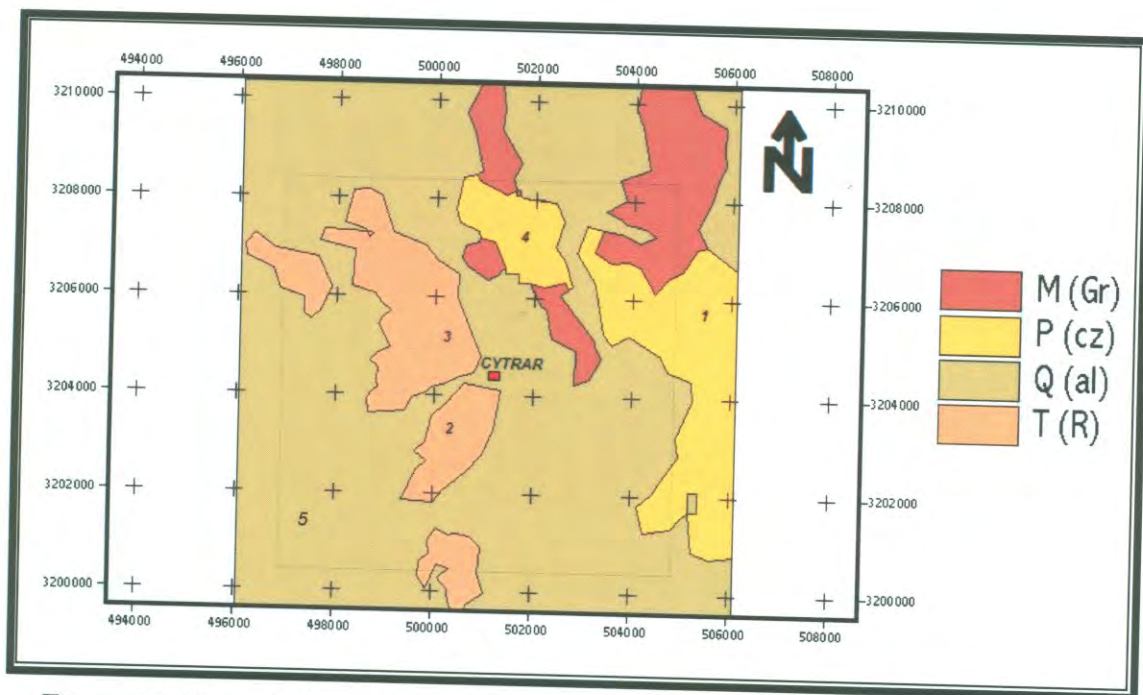


Figura 11. Plano de la geología en la zona adyacente al Cytrar.

(1) Sierra Agualurca, (2) Cerro Yeso, (3) Cerro Colorado, (4) Cerro La Espía (La Virgen) (5), Arroyo El Salvador. Fuente: INEGI, 1982. Carta geológica 1:250,000, Sierra Libre H12-11.

Nota: La Tabla 8d (Apéndice Db) indica el significado de la simbología o codificación.

La línea punteada indica el área del Polígono Mayor, la distancia entre cada coordenada UTM es de 2,000 m.

Los depósitos aluviales son de granulometría y composición sumamente diversa, que contienen importantes formas de piamonte, constituidos de gravas y arenas. Las rocas sedimentarias están compuestas por partículas minerales y/o organismos en fase sedimentaria, existe además productos formados por intemperismo de actividad química, física o bioquímica en rocas preexistentes, transportadas o erosionadas por el agua, viento hielo entre otros, INEGI (1982b) señala que estos fenómenos se inician bajo condiciones normales de temperatura y presión.

Suelos.- El Gobierno del Estado de Sonora señala que en el Municipio de Hermosillo se localizan suelos tipo Litosol, Regosol, Solonchak, Xerosol, Yermosol y Serozem (en <http://www.sonora.gob.mx>).

Los tipos Litosol se ubican al noroeste y sur del municipio, se encuentran en laderas, barrancas, lomeríos y algunos terrenos planos, su susceptibilidad a la erosión depende de la pendiente en que se encuentra y presenta diversos tipos de vegetación. Los Regosol se localizan al norte del municipio y presenta fase física y arenosa, susceptibilidad a la erosión muy variable y depende de la pendiente del terreno, de fertilidad variable y uso agrícola condicionado a su profundidad.

Solonchak se localiza al suroeste del municipio circundando el litoral del Golfo de California, presenta fase química sódica, se encuentran en zonas donde se acumula el salitre como en las partes bajas de los valles, son poco susceptibles a la erosión, y su uso agrícola se limita a cultivos muy resistentes a la sal.

Los tipo Xerosol se localizan del centro hacia el sur del municipio y son los que más predominan en él, tiene una capa superficial de color claro, muy pobre en humus y son suelos con alta fertilidad y baja susceptibilidad a la erosión, lo que favorece su utilización agrícola a zonas de riego.

Los Yermosol también predominan en el municipio y se localizan del centro hacia el norte del municipio, presentan una capa superficial de color claro y muy pobre en humus, su susceptibilidad a la erosión es baja, y su utilización agrícola está restringida a las zonas de

riego. Finalmente los tipo Serozem son suelos desérticos, salitrosos y calizos (en <http://www.sonora.gob.mx>).

La Figura 7d (Apéndice Da) muestra de manera general los principales tipos de suelos en el CPH y la zona del Polígono Mayor del CYTRAR y en la Tabla 9d (Apéndice Db) se anota el significado de la simbología o codificación de esta Figura 7d.

En la Ciudad de Hermosillo y zonas aledañas predominan básicamente tres tipos de suelos; arcilloso, gravoso y limoso de origen pluvial. Estos últimos se localizan en el cauce del Río Sonora en zonas ubicadas en el noroeste y suroeste, contiguas a la mancha urbana y donde la actividad agrícola es posible por el gran porcentaje de humedad que guardan (GOES y HAH, 1994; GOMH, 2003).

En la Figura 12 se presentan los tipos de suelos dentro del Polígono Mayor y zonas adyacentes del área del CYTRAR. Para este plano se tomo como criterio el sistema de clasificación de suelos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora (POETSON) (SIUE-SEMARNAT-IMADES, 1998), en la Tabla 10d (Apéndice Db) se anotan el significado de la simbología o codificación. Como puede observarse en esta figura, en la zona cercana al área del CYTRAR predominan los suelos tipo S181.

Por otro lado y según la unidad de Clasificación FAO- UNESCO 1970 modificada por DGGTNAL y la carta edafológica 1:250,000, Sierra Libre H12-11 (INEGI. 1983), los suelos presentes en la zona de estudio son del siguiente tipo:

Re/1. Unidades de suelo predominantemente Regosol eutrico de clase textural gruesa. Este es un suelo suelto, infértil y sin ningún horizonte diagnóstico, que se originan de la descomposición del substrato en los taludes y parte superior de los abanicos aluviales de las zonas cerriles;

I+Re/2. En las zonas aledañas específicamente en los cerros ubicados al poniente y noreste. Litosol más suelo secundario Regosol eutrico de clase textural media de arcilla en los 30 cm superficiales. Estos son suelos casi sin génesis ni desarrollo que ocurren

indistintamente en sustratos sedimentarios o volcánicos, que sin embargo presentan una importante cobertura vegetal nativa; y

Xh+Re/1. En la porción Este del CYTRAR adyacente a la carretera Internacional. Unidad de suelo predominantemente Xerosol haplico más suelo secundario Regosol eutrico de clase textural gruesa, que contiene moderada materia orgánica y cuya utilidad en algunos predios es para el establecimiento de praderas artificiales de zacate Buffel.

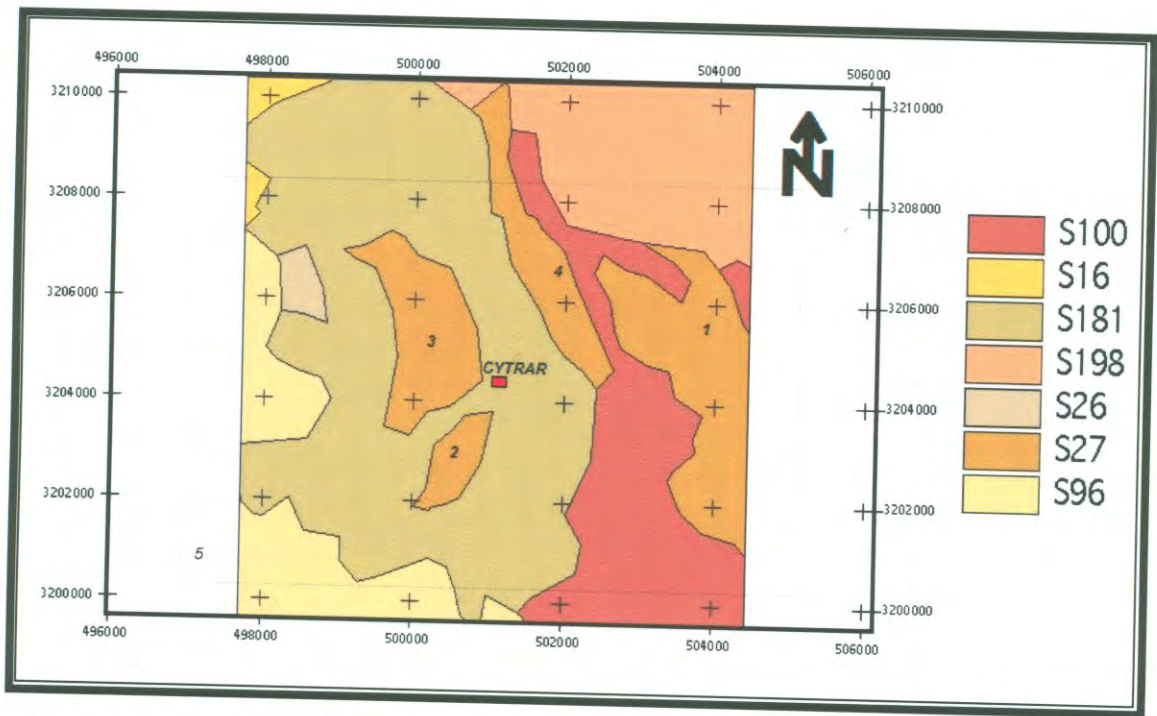


Figura 12. Plano de la edafología en la zona adyacente al Cytrar. (1) Sierra Agualurca, (2) Cerro Yeso, (3) Cerro Colorado, (4) Cerro La Espía (La Virgen) (5), Arroyo El Salvador. Fuente: SIUE, SEMARNAT, IMADES, 1998. Nota: Significado de simbología en Tabla 10d Apendice Db. La línea punteada indica el área del Polígono Mayor, la distancia entre cada coordenada UTM es de 2,000 m.

INE-CENICA (2001) indican que en el área de estudio y según la clasificación de la FAO-UNESCO 1970, mostrada en la carta edafológica del INEGI (INEGI, 1983), corresponden a un suelo Xh+Rc+We/2, es decir háplico, calcáreo, éutrico con una textura media en los primeros 30 cm de profundidad que no presenta fases químicas importantes, e indican que el sitio donde se localiza CYTRAR el tipo de suelo es Solonchak con una fase sódica. Así mismo, establecen la siguiente caracterización del suelo en cuanto a sus propiedades físicas y químicas: *“Existen zonas que presentan fases sódicas debidas a la acumulación de salitre. Respecto a algunas propiedades del suelo se tiene una consistencia arenosa migajosa con partículas finas, una conducción eléctrica de 4 mmhos/cm., tiene un pH en agua de 8.4, contiene 0.1% de materia orgánica, cuenta con un 100% de saturación de bases, 2.6 meq/100 g de potasio, 7.8 meq/100 g calcio y 0.7 meq/100 g de magnesio”*.

Hidrología.- El área comprendida dentro del límite del Centro de Población de Hermosillo (CPH) se encuentra dentro de la región hidrológica Sonora Sur (RH9) la cual cuenta con una superficie de 17,472 Km², y dentro de las cuencas hidrológicas Río Sonora (d) con una superficie de 5,324 Km² y Río Bacoachi (e) con una superficie de 2,858 Km².

El Río Sonora y su principal afluente, el Río San Miguel, unen sus cauces al noreste de la mancha urbana, y desembocan en la Presa Abelardo L. Rodríguez. Pasando la cortina de contención del embalse, el cauce recorre la ciudad en una dirección de este a oeste, lo que comúnmente se le ha denominado “el vado del río”, de esta manera, el sistema de drenaje natural de la ciudad divide a esta en dos grandes zonas, situadas hacia el norte y hacia el sur de este cauce (GOMH, 2003).

La Zona Norte se encuentra en la subcuenca La Manga (b) con una superficie de 245 Km² que pertenece a la cuenca hidrológica Río Bacoachi y en las subcuencas La Poza (i) con una superficie de 1,756 Km², Río San Miguel (e) con una superficie de 1,820 Km² y Río Sonora-Hillo (a) con una superficie de 224 Km², las cuales pertenecen a la cuenca hidrológica Río Sonora.

La Zona Sur se extiende sobre las subcuencas La Poza (i), Río Sonora-Hillo (a) y La Manga (b). Dentro de la cuenca operan dos estaciones hidrométricas, ambas sobre el Río Sonora. La estación El Orégano, 28 Km aguas arriba del vaso de la Presa Abelardo L. Rodríguez que reporta 103.9 millones de m³ anuales y la estación Hermosillo, al oriente de la ciudad, con un volumen medio anual de 216.3 millones de m³ (GOMH, 2003).

La urbanización y las obras hidráulicas construidas con el paso de los años, han cambiando el curso de los escurrimientos hacia nuevos destinos, de tal forma que actualmente se pueda hacer una partición hidrológica de la ciudad de acuerdo al punto donde descargan (GOMH, 2003).

La Figura 8d (Apéndice Da), muestra las principales cuencas hidrológicas dentro del límite de la Ciudad de Hermosillo, donde se observa que hacia la porción norte del vado del Río Sonora (al centro) se presentan tres zonas: La Zona Norte comprende la cuenca que drena al Arroyo Lázaro Cárdenas, la Zona Noreste drena hacia el vaso de la Presa Abelardo L. Rodríguez y la cuenca de la Zona Poniente hacia el Hoyo de Salgado.

En las zonas Centro y Sur cercanos al vado del río, las aguas drenan de acuerdo a la pendiente natural, hacia el lecho o Canal del Río Sonora; mientras que hacia la porción sureste y suroeste de este vado se presentan dos zonas de extensión reducida cuyas aguas escurren hacia el Canal de Villa de Seris. Finalmente hacia el sureste y suroeste existen dos zonas cuya área es extensa, la primera de ellas drena al vaso de la Presa Abelardo L. Rodríguez y la segunda al final del Arroyo el Buey.

Con respecto a la zonificación antes indicada el CYTRAR encuentra sus límites hacia el norte y noreste de la Zona Suroeste y hacia el noreste y este de la Zona Sureste. En esta zona se encuentra con la Sierra Agualurca que actua como un parte aguas que limita los escurrimientos hacia la Presa Abelardo L. Rodríguez en sentido noreste y en sentido suroeste hacia la zona del Polígono Mayor.

En relación a la hidrología superficial en el área del Polígono Mayor, la SPP (1981b) muestra que se encuentra localizado en la región hidrológica RH-9 Sonora Sur, en la cuenca

D-Río Sonora, y la subcuenca i-La Poza. Con un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%, este coeficiente explica que la unidad de escurrimiento es muy baja y se ubica en valles de permeabilidad alta con cubierta vegetal de densidad media y una precipitación menor de 200 mm.

Durante una visita de campo realizada al CYTRAR en Abril de 2002 y Septiembre de 2003 se pudo observar y constatar la presencia de cuatro cauces de escurrimientos superficiales cuya dirección inicia en sentido este-oeste desde la Carretera Internacional N° 15 hasta el límite oriental del alambrado perimetral del CYTRAR y un cauce mayor que atraviesa por toda la zona sur del alambrado perimetral, es importante señalar, que este cauce forma parte del área denominada como Zona de Amortiguamiento (Figuras 13 a 18).



Figura 13. Fotografías que muestran el cauce localizado en la zona de amortiguamiento, al sur del alambrado perimetral del Cytrar.

Los cuatro cauces que se localizan al este del alambrado perimetral del CYTRAR presentan las siguientes coordenadas UTM (Figuras 14 y 15): (1) 0501383 Norte y 3204549 Este a los 226 msnm; (2) 0501359 Norte y 3204507 Este a 225 msnm; (3) 0501359 Norte y 3204468 Este a 222 msnm; y (4) 0501359 Norte y 3204458 Este a 223 msnm.



Figura 14. Fotografías que muestran los cauces localizados al este del alambrado perimetral del Cytrar.



Figura 15. Fotografías que muestran los cauces localizados al este del alambrado perimetral del Cytrar.

Por otro lado hacia el suroeste a 30m del alambrado perimetral se encuentra un represo (R1) (Figuras 16 y 17) y aproximadamente a un kilómetro al Oeste del CYTRAR en una planicie entre los Cerros Yeso y Colorado se localiza otro más (R2) (Figura 18). El primero de ellos localiza en las coordenadas UTM 0500897 Norte y 3204335 Este.

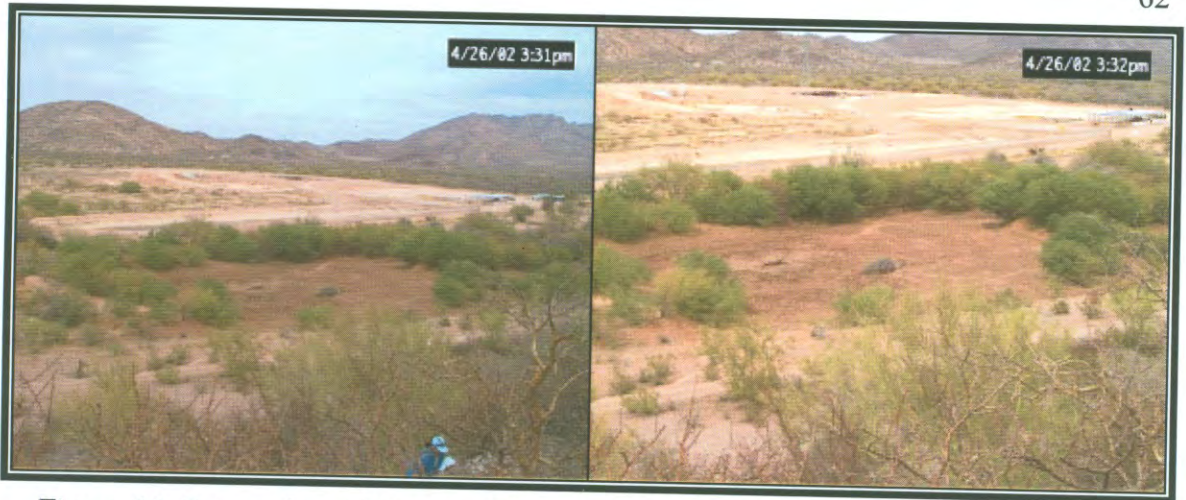


Figura 16. Fotografías del Represo (R1) localizado al suroeste del Cytrar durante la época de secas (Abril de 2002). Se observa la laguna de evaporación y la Celda N°2.

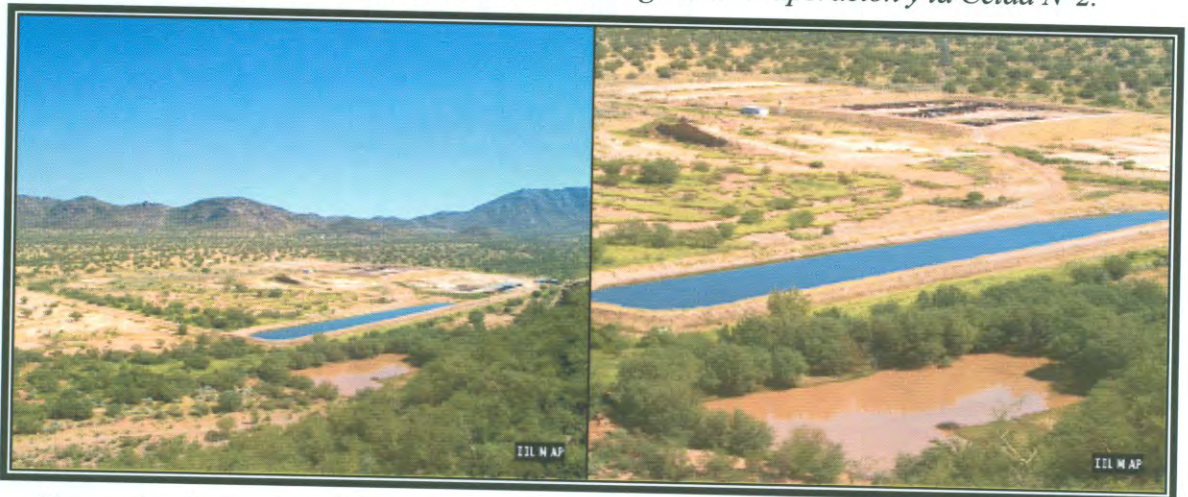


Figura 17. Fotografías del Represo (R1) en la época de lluvias (Septiembre de 2003). Nuevamente se observa la laguna de evaporación y la Celda abierta N°2.



Figura 18. Fotografías que exhiben el espejo de agua del Represo (R2) al oeste del Cytrar entre los Cerros Yeso y Colorado. Época de lluvias (Septiembre de 2003).

Debido a su topografía baja y promedio anual precipitación menor a los 175 mm (SPP, 1981b), se puede concluir que los escurrimientos que se presentan en la zona del Polígono Mayor y en particular en las zonas adyacentes al Polígono CYTRAR, se caracterizan por ser corrientes intermitentes y descargar sus aguas a los dos repesos (R1 y R2) y al arroyo El Salvador localizado aproximadamente a 6 kilómetros al suroeste del CYTRAR.

Lo anterior lo demuestra la información obtenida en las visitas de campo y la imagen de satélite de la Figura 19, en la que se observa (según la clasificación de orden de cauces de Horton), los cuatro cauces que llegan al borde este del alambrado perimetral son de segundo orden al igual que el cauce localizado a todo largo de la zona sur. Por otro lado hacia el oeste del Polígono CYTRAR se presenta un cauce de tercer orden el cual se extienden entre los Cerros Yeso y Colorado hacia el área de repeso (R2) para posteriormente tomar una dirección suroeste y encontrarse con cauces de segundo y tercer orden, los cuales al unirse con otros de tercer orden forman un cauce de cuarto y posteriormente quinto orden, que según la carta de aguas superficiales de INEGI (SPP, 1981b) corresponden al arroyo El Salvador.

Este análisis en los órdenes de corrientes muestra que las corrientes superficiales se dirigen hacia el arroyo El Salvador, y no existe evidencia que indique que los escurrimientos tomen una dirección hacia los distritos de población de Hermosillo más cercanos al CYTRAR.

Con respecto a la hidrología de aguas subterráneas en el área del Polígono Mayor, la SPP (1982) establece que las unidades geohidrológicas se definen a partir de la determinación de las características físicas de las rocas, así como de los materiales granulares para estimar la posibilidad de contener o no agua, clasificándolos en dos grupos, material consolidado y no consolidado, con tres tipos de posibilidades de funcionar como acuífero, alta, media y baja. En el Polígono Mayor (Figura 20) se encuentran las unidades que se describen a continuación:

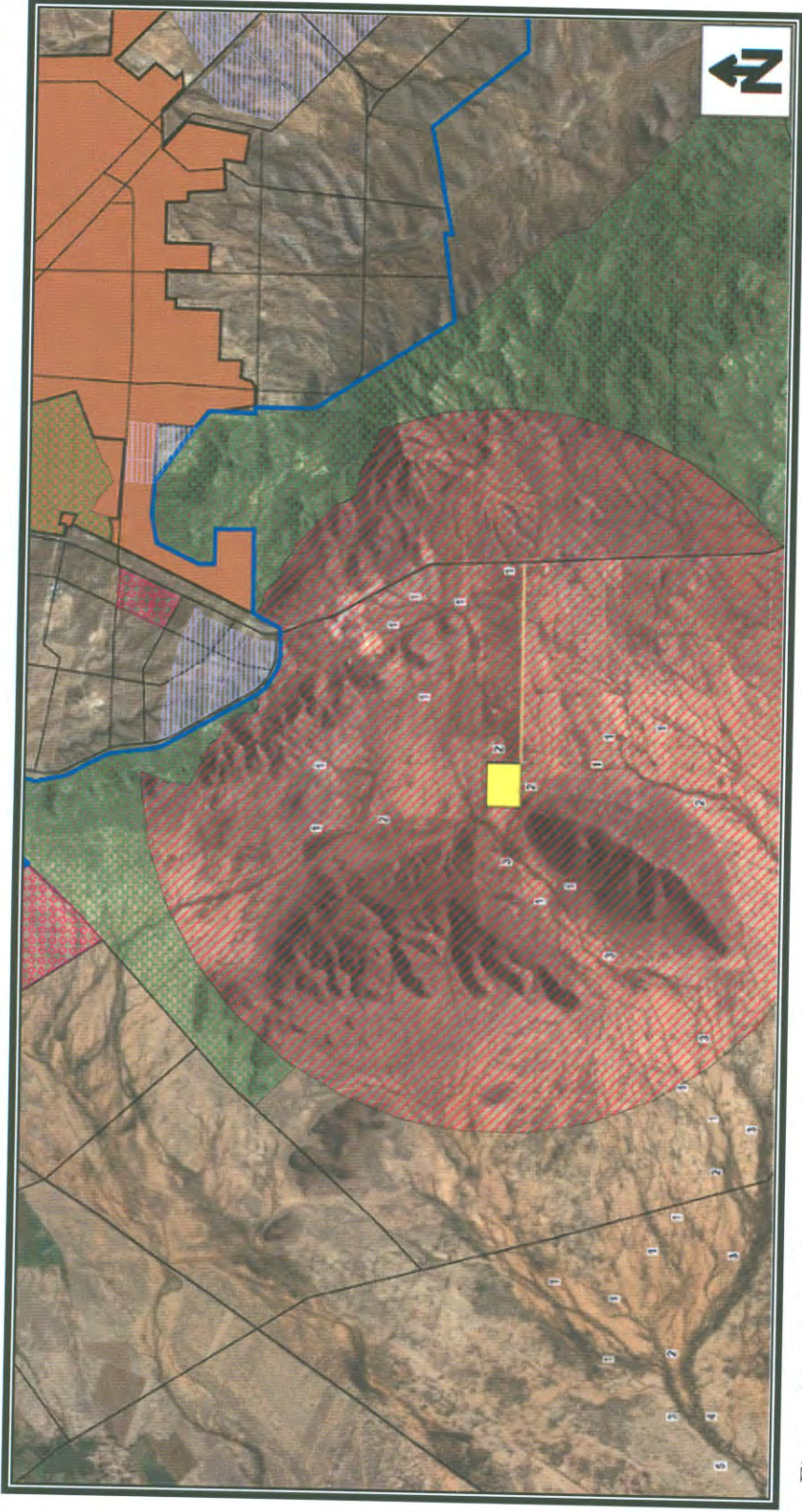


Figura 19. Imagen de satélite del área de estudio en donde se observan los escurrimientos superficiales y el orden de los cauces según la clasificación de Horton. Fuente: PMDUH-2003, imagen modificada del original.

Nota: En el centro de la imagen se observa el Cytarar y los Cerros Yeso y Colorado, en la esquina inferior izquierda se localiza el arroyo El Salvador. Los números indican el orden del cauce.

La unidad de todos los cerros es de material consolidado con posibilidades bajas; la cual esta representada por rocas ígneas y sedimentarias, que por sus características primarias de formación y permeabilidad secundaria quedan limitados de contener agua. Entre las rocas ígneas existe granito, granodiorita, tonalita, toba, riolita, andesita y basalto; en las rocas sedimentarias la caliza paleozoica y la secuencia clástica-carbonatada es la predominante. Esta unidad también pertenece al grupo barranca y no se han reportado acuíferos para aprovechamiento.

La segunda unidad que se ubica justamente en los valles y precisamente en el área del Polígono CYTRAR es de material no consolidado con posibilidades medias de contener agua. Esta formada por abanicos aluviales recientes y conglomerado terciario, en los cuales se localiza acuíferos de tipo libre. Sobre esta unidad existen numerosas norias y algunos pozos; los niveles estáticos se encuentran entre 10 y 35 m de profundidad, los volúmenes extraídos son reducidos, la calidad del agua varía de dulce a tolerable, la cual se destina para uso doméstico y pecuario (SPP. 1982) (Figura 20).

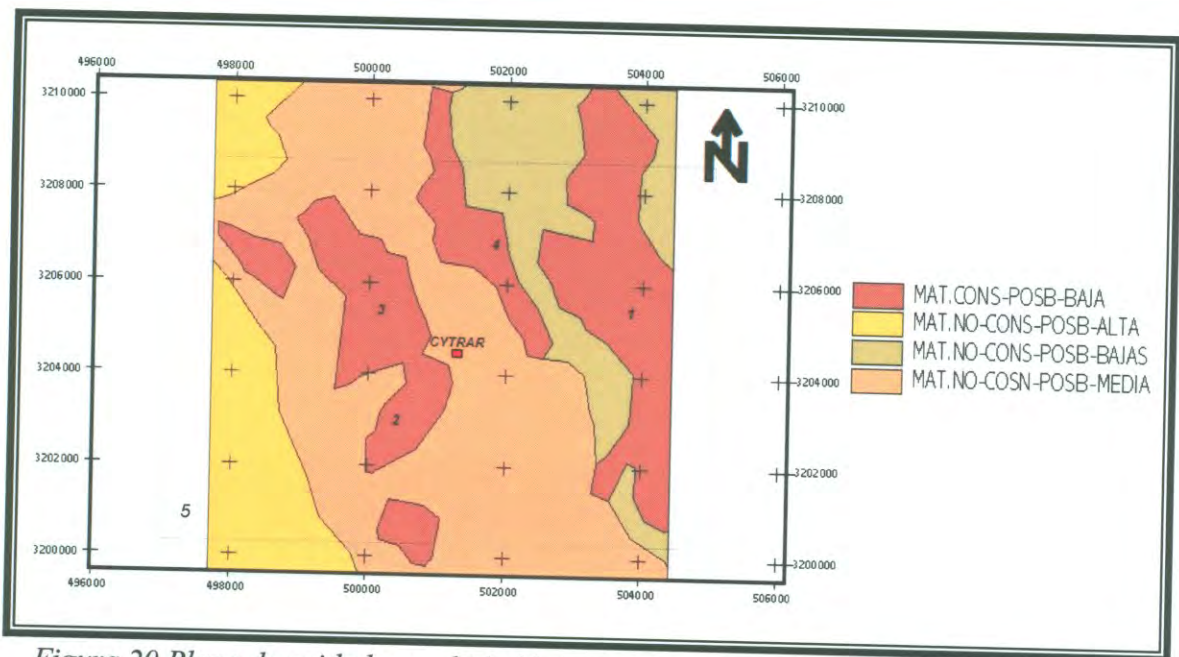


Figura 20 Plano de unidades geohidrológicas en las zonas adyacentes al Cytrar. (1) Cerro Agua Lurca, (2) Cerro Yeso, (3) Cerro Colorado, (4) Cerro La Espía (La Virgen) (5), Arroyo El Salvador. Fuente: SPP. 1982. Carta hidrológica de aguas subterráneas 1:250,000 Sierra Libre H12-11. Nota: La línea punteada indica el área del Polígono Mayor, la distancia entre cada coordenada UTM es de 2,000 m.

Vegetación.- El PMDUH-2003 señala que la vegetación dentro del límite del centro de población es típica de zonas cálidas desérticas con una densidad de media a baja. Destaca la vegetación compuesta por matorral y secundaria arbustiva en las partes elevadas de cerros y en las zonas planas esta compuesta por Mezquital y arbustos de zonas desérticas. Las especies nativas que predominan son: Mezquite, bagote, guaje, guamúchil, guayacán, mauto, palo verde y palo fierro. Las especies introducidas más comunes son: Yucateco, benjamina, ceiba, eucalipto, fresno, naranjo, palma datilera, palma real y palma washingtonia entre otras (GOMH, 2003). La Figura 9d (Apéndice Da) muestra de manera general los principales tipos de vegetación en el CPH y la zona del Polígono Mayor del CYTRAR y en la Tabla 11d (Apéndice Db) se anota el significado de la simbología o codificación de esta Figura 9d.

Con respecto a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de SPP (1981a), la vegetación que predomina en el área del Polígono Mayor es del tipo Mezquital con vegetación secundaria arbustiva. En las zonas adyacentes entre Cerro Colorado y Cerro Yeso es Matorral Desértico Micrófilo, y Matorral Subinerme, y el de cerros es Matorral Sarcocaulé y Matorral Subinerme (Figura 21).

En los alrededores del Polígono CYTRAR la vegetación presente es de tipo Mezquital con asociación de *Parkinsonia microphylum*-*Olneya tesota*. En el estrato de 4.00 m se encuentran *Parkinsonia microphylum*, *Olneya tesota*, *Prosopis glandulosa*, *Prosopis sp* y *Bursera sp*, en el de 1.60 m *Larrea tridentata*, *Lophocerus schottii*, *Lycium berlandieri*, *Acacia sp*, *Jatropha cuneata* y *Jatropha sp*, mientras que en el de 0.40 *Encelia farinosa* *Jatropha cuneata*, y finalmente en el de 0.15m *Boutelova aff. Rothrockii* y *Boutelova sp* (SPP, 1981a).

Mientras que, Flores y Quintero (2002), señalan que los tipos de vegetación representados en el área de estudio son el Mezquital, Matorral Subtropical y Matorral Desértico Micrófilo, y los predios circundantes son terrenos de agostadero (pecuario) con el establecimiento de praderas artificiales de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*).

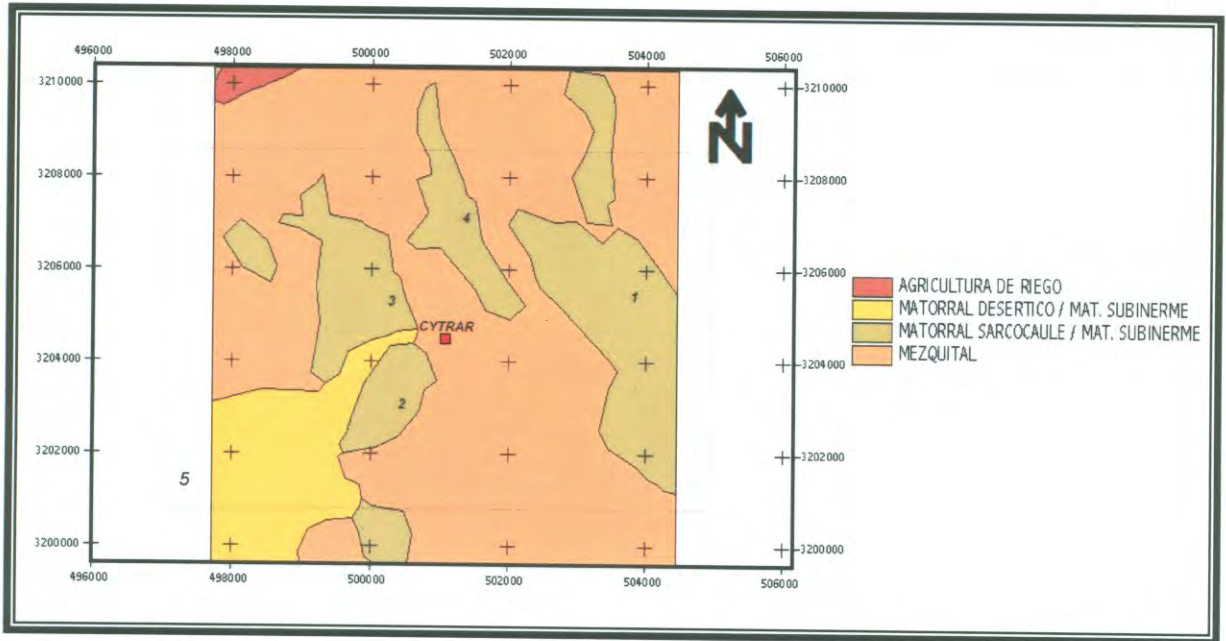


Figura 21. Plano de vegetación en los alrededores del polígono Cytrar.

(1) Cerro Agua Lurca, (2) Cerro Yeso, (3) Cerro Colorado, (4) Cerro La Espía (La Virgen) (5), Arroyo El Salvador. Fuente: SSP, 1981a. Carta de uso de suelo y vegetación 1:250,000 Sierra Libre H12-11.

Nota: La línea punteada indica el área del Polígono Mayor, la distancia entre cada coordenada UTM es de 2,000 m.

Por otro lado, fue realizado un análisis de la vegetación en la zona de estudio durante las visitas de campo en los meses de abril de 2002 y septiembre de 2003, los resultados indican lo siguiente:

Con respecto a las principales asociaciones de vegetación y su distribución, la que predomina en los alrededores del Polígono CYTRAR son estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo: El primero dominado por especies de mezquite, palo verde, palo fierro y torote (Figura 22); en el segundo se presenta rama blanca, choya, sibiri, sangregado, ocotillo, uña de gato, entre otros (Figura 23); y el herbáceo esta conformado predominantemente por zacates (Figuras 24). Es notorio altas densidades de vegetación secundaria arbustiva y herbácea por especies tales como: Rama blanca, toloache juan loco, tabacon, sinita, tomatillo, san miguelito, verdolaga, mal de ojo, aceitilla, zacate liebrero, grama china y zacate buffel.

La Tabla 12d (Apéndice Db) presenta el Listado Florístico de los alrededores del Polígono CYTRAR. En lo que toca a especies de interés comercial, las únicas que se encuentran en el área de estudio son el palo fierro (*Olneya tesota*) y las especies de mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr y *Prosopis velutina* Woot). Finalmente y con respecto a las especies en alguna de las categorías enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-1994 y PROY-NOM-059-ECOL-2000 (DOF, 1994a, 2000 y 2003), sólo *Olneya tesota* se encuentra bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr).



Figura 22. Fotografías de estrato arbóreo. Palo verde (izquierda), palo fierro (derecha).

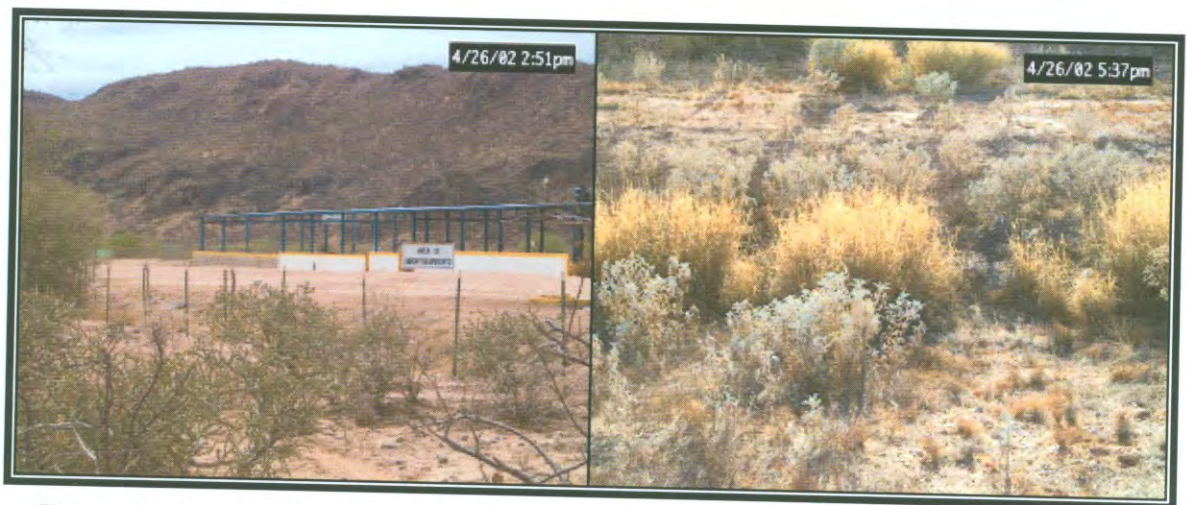


Figura 23. Fotografías de estrato arbustivo. Sibri (izquierda), rama blanca (derecha).



Figura 24. Fotografías de estrato herbáceo. Zacate buffel (izquierda), zacate liebrero (derecha).

Cabe hacer notar un hecho importante derivado de las observaciones realizadas durante las visitas de campo, y es que los alrededores del CYTRAR muestra una fuerte perturbación, lo anterior queda evidenciado por la presencia de vegetación secundaria y zonas con una pérdida de la cobertura vegetal por arriba del 70% y en otras del 100% (Figura 25). Lo cual es indicativo que en la zona ocurrieron desmontes y seguramente se manifiesta también efectos de sobrepastoreo.

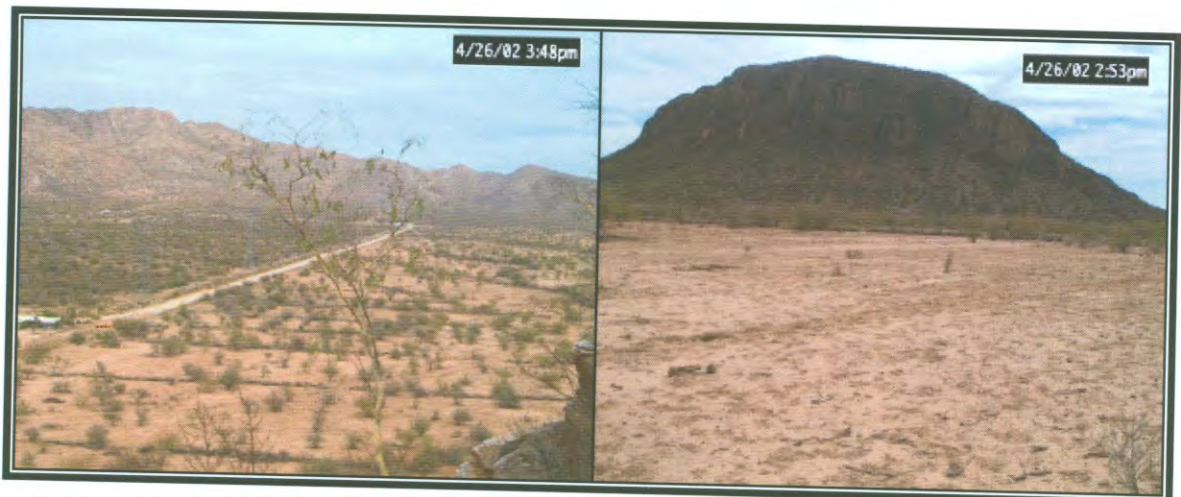


Figura 25. Fotografías de suelo desnudo. Vista Sureste del Cytrar (izquierda), vista Suroeste hacia el cerro Yeso (derecha).

Fauna.- Flores y Quintero (2002), indican que la fauna en la zona de estudio pertenece a la típica del desierto sonorense, con la ocurrencia de algunas especies de afinidad tropical o subtropical. INE-CENICA (2001) señalan que la fauna es muy variada debido a los diferentes hábitats que existen y predominan especies como: Sapo, sapo toro, tortuga del desierto, cachora, camaleón, huico, culebra chicotera, víbora sorda, coralillo, víbora de cascabel, salamanquesa, zorra gris, mapache y ratón de campo.

Además de las anteriores, en <http://www.sonora.gob.mx> se señala a las siguientes: Chirrionera, ardilla, juancito, ratón de campo, rata algodонера, conejo, liebre, tlacuache, jabalí, tejón, coyote, tórtola, paloma morada, churea, lechuza, tecolotito, golondrina común, tordo negro y aura.

Durante las visitas de campo realizadas en los meses de abril de 2002 y septiembre de 2003, se observó de forma directa o indirecta la presencia en los alrededores del Polígono CYTRAR, representantes de tres grandes grupos de fauna (reptiles, aves y mamíferos), además de insectos. La fauna encuentra su mayor distribución hacia los márgenes de los arroyos, el represo y en los cerros. En los alrededores se apreció de forma directa, actividades de especies tales como lagartija común (*Dipsosaurus dorsalis*), codorniz (*Callipepla gambelli*), aura (*Cathartes aura*), liebres (*Lepus alleni*), víbora chicotera y de cascabel; y de forma indirecta, madrigueras de ardillas posiblemente de la especie *Spermophilus variegatus* y mudas de piel de víboras de la familia Culubridae.

El dueño del rancho cercano al CYTRAR comentó que anteriormente se “veía” jabalí y venado y que incluso se cazaba a estos animales (Don Francisco Padilla, comunicación personal). No obstante lo anterior, no se puede aseverar la presencia en la zona de especies de valor comercial ni de interés cinegético, así tampoco aquellas que se ubiquen en los listados de amenazadas o en peligro de extinción. Es importante señalar que existe en el área 19 cabezas de ganado vacuno y animales domésticos (perros) tanto en el interior del CYTRAR como en el rancho de Don Francisco Padilla.

I.1.2.3. Descripción del Medio Social. En la descripción del medio social se consideró información general sobre población, servicios, actividades económicas y salud en el Centro de Población de Hermosillo y en el área del CYTRAR.

Centro de Población de Hermosillo (CPH).- En el XII Censo de Población y Vivienda 2000 se registra una población total en el Estado de Sonora de 2 216,969 habitantes, de los cuales 609,829 pertenecen al Municipio de Hermosillo y 545,928 se localizan en la Ciudad de Hermosillo (INEGI, 2001). Por su parte en el PMDUH-2003 se indica, que el CPH concentra un total de 559,539 habitantes (GOMH, 2003).

Al expresar estas cifras en términos de porcentaje resulta que: De la Población Total del Estado de Sonora, el 27.51% pertenece al Municipio de Hermosillo, 25.24% al CPH y 24.62% se localizan en la Ciudad de Hermosillo. De la Población Total del Municipio de Hermosillo, el 91.75% pertenece al CPH y 89.52% a la Ciudad de Hermosillo. Y finalmente, el 97.57% de la población total del CPH habitan en la Ciudad de Hermosillo.

El PMDUH-2003 indica que en el CPH se registra un decrecimiento en la población en los últimos treinta años, la tasa real entre el conteo de 1995 y el 2000 fue de 1.9 y según datos del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Sonora Norte (ITESM), existe una tendencia hacia la estabilización del crecimiento. También señala que considerando que la tasa empieza a nivelarse, hay un previsible incremento en la tendencia de atracción de población y advierte que el CPH puede alcanzar el millón de habitantes en los próximos veinte años (GOMH, 2003).

En la Tabla 13d (Apéndice Db), se han reunido los principales indicadores relacionados con las características de la población que son reportados en el XII Censo de Población y Vivienda 2000 (INEGI, 2001) y que serán referidos más adelante en este trabajo como Tabla 13d. Por otro lado, la Tabla 14d (Apéndice Db) muestra el número de codificación y el significado de las abreviaturas manejadas por INEGI.

En cuanto a Servicios, el CPH registra un total de 134,832 viviendas particulares habitadas, de las cuales el 98% tienen servicios de agua entubada, 96% drenaje y 98.71% con energía eléctrica (GOMH, 2003). En Hermosillo existen 132,712 viviendas particulares habitadas (90.58 % del total municipal), de las que 125,961 cuentan con agua entubada, 121,095 con drenaje y 131,042 con energía eléctrica; por otro lado, en 117,931 (94.81 % del total municipal) se dispone de agua entubada, drenaje y energía eléctrica (Tabla 13d). El número de habitantes por vivienda en el municipio de Hermosillo ha mostrado un decremento en los últimos 30 años, registrando de 6 en 1970 a 4.1 en el año 2000 (GOMH, 2003).

Con respecto a las Actividades Económicas, el CPH presenta una marcada orientación hacia las actividades comerciales, de servicio y en menor grado industrial (GOMH, 2003), la cual se espera que tenga un incremento en los próximos cinco años debido al crecimiento de la Planta FORD y empresas satélites a ella (en <http://www.sonora.gob.mx>).

La Población Económicamente Activa (PEA) es de 238,018 habitantes en el municipio y 213,156 en Hermosillo. Estas cifras representan con relación a la PEA estatal el 29.03 y 26.00% respectivamente para cada una de ellos. La población ocupada en la Ciudad de Hermosillo es de 210,488 habitantes y es captado por el sector secundario 61,263 de ellos; el sector terciario es el que atrae más con 135,804 y el primario menos con 4,505 habitantes. Estas cifras representan el 94.58, 95.60 y 24.14 por ciento con respecto al total municipal y 25.72, 32.68 y 3.50% del total de la entidad, respectivamente para cada uno de los sectores (Tabla 13d).

En <http://www.sonora.gob.mx>, se dice que el 13.5 por ciento de la población ocupada es captada por la actividad comercial y el 39.4% por el sector servicios; el sector industrial absorbe el 28% y aporta el 47.1 por ciento de los ingresos totales. Además se expresa que el soporte de su dinámica económica ha sido en los últimos años la industria manufacturera por las inversiones en la industria automotriz.

Finalmente y con respecto al Sector Salud, la infraestructura de este servicio la componen 26 unidades médicas y 236 consultorios, 1,050 camas, 26 gabinetes de rayos x, 12 laboratorios, 25 quirófanos. Existen para su atención 915 médicos, 1,483 enfermeras y 604 paramédicos (en <http://www.sonora.gob.mx>). El número total de derechohabientes a los servicios de salud en el Municipio de Hermosillo es de 381,238, que representa el 30.48% del total de la entidad (1 250,610). Esta cifra es ligeramente menor para la Ciudad de Hermosillo ya que se registran 351,555 derechohabientes que representan el 28.11% de la entidad (Tabla 13d).

Área del CYTRAR.- Con objeto de obtener información actualizada de los principales indicadores relacionados con las características de la población en colonias de la Ciudad de Hermosillo mas cercanas al Polígono Mayor y Zona de Salvaguarda del CYTRAR y aquellas localidades mas cercanas al Polígono CYTRAR; se procedió a la búsqueda de información escrita y electrónica los cuales se hallaron en dos fuentes oficiales: El primero de ellos en el software “SCINCE por Colonias” (INEGI, 2003b) y el segundo en el también software “Principales Resultados por Localidad” de INEGI (2001).

Además se corroboró y en otros casos se situó, los asentamientos o poblados más cercanos al CYTRAR al compararse la Carta topográfica 1:50,000 (Torres H12D51) de INEGI (1975) con el Marco de Referencia del AGEB-422-3 (INEGI, 2003a), que cabe señalar, es el que corresponde a la zona de estudio.

Con respecto a los indicadores de las características de población de las colonias de Hermosillo más cercanas al área del CYTRAR, se consideró los Sectores Sur y Suroeste (ver Figura 4), sus 11 Distritos de población (ver Figura 3d, Apéndice Da) y las 72 colonias que constituyen esta zona de estudio (ver Tabla 4d, Apéndice Db). Para facilitar el análisis se recopiló en la Tabla 13d (Apéndice Db), los principales indicadores de población de estas colonias según el XII Censo General de Población y Vivienda 2000 (INEGI, 2003b).

Considerando el Marco de Referencia de AGEB 422-3, la misma Tabla 13d compila la información de los principales indicadores de población de las 21 localidades más

cercanas al CYTRAR y/o dentro del Polígono Mayor y Zona de Salvaguarda (ver Figura 5), según la información del XII Censo General de Población y Vivienda 2000 (INEGI, 2001).

En los Sectores (S, SO) habitan en total 130,437 personas, cifra que representa el 5.88% de la población de la entidad, 21.39 del total del municipio, 23.31 del CPH y 23.89 por ciento del total de la población de la Ciudad de Hermosillo. Los Distrito de población que concentran mayor número de habitantes y mayor porcentaje en estos sectores son Palo Verde, Nuevo Hermosillo, Apache, Cuauhtémoc y Villa de Seris en ese orden (Figura 26 y Tabla 13d).

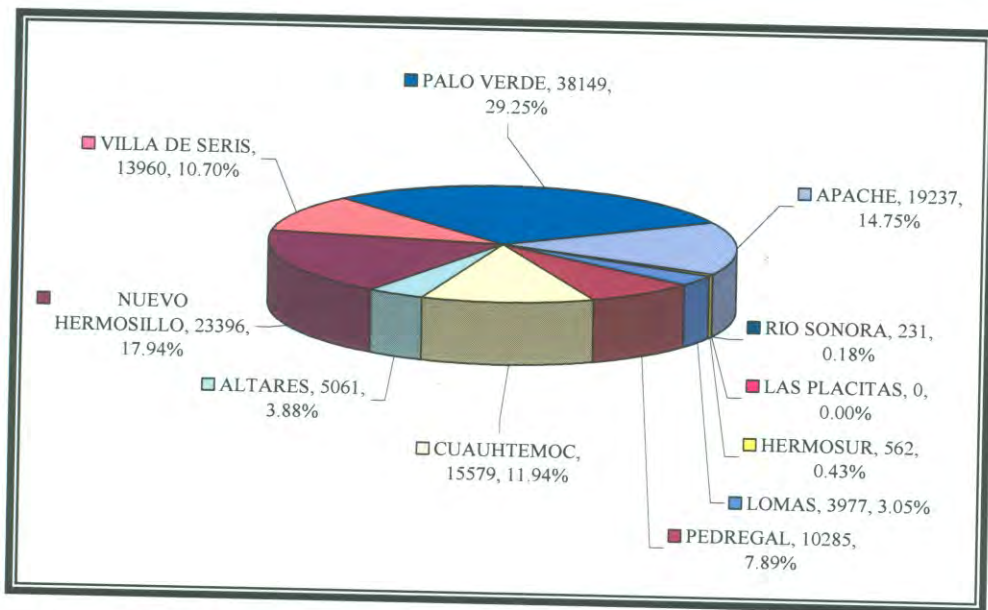


Figura 26. Población Total en los Sectores Sur y Suroeste de Hermosillo

En AGEB 422-3 el total de la población es de 1,117 personas que constituye el 0.05% de la entidad, 0.18 del municipio, 0.19 del CPH, 0.2% de la Ciudad de Hermosillo y 0.85 por ciento de la población total en los Sectores S y SO. De estos, 1,098 viven fuera del Polígono Mayor y están concentrados principalmente en el Fraccionamiento Costa del Sol con 1,089 habitantes. Este dato revela que la población más cercana al CYTRAR, es decir, dentro del Polígono y su Zona de Salvaguarda es de 19 habitantes, lo cual representa tan sólo el 1.7% de la población considerada dentro del AGEB-422-3 (Tabla 13d).

El PMDUH-2003 dice que la Dirección de Desarrollo Comunitario ha realizado 10,843 estudios socioeconómicos, que han sido verificados a través de 9,686 visitas domiciliarias, lo cual permite determinar las condiciones sociales de la persona, su familia, vivienda, ingresos, educación, salud y alimentación. Sus resultados muestran que existe marginación en la Ciudad de Hermosillo ya que de la población total (545,928) se muestra algún grado de marginación en 32,342 de sus habitantes que representan el 5.92%. Las Colonias cercanas al área del CYTRAR identificadas con alta marginación es Sur de Altares y con media marginación son San José las Minitas, los Olivos e Invasión Altares (GOMH, 2003).

En materia de Servicios, los Sectores Sur y Suroeste registran un total de 31,106 viviendas particulares habitadas, de las cuales 26,197 disponen de agua entubada, drenaje y energía eléctrica. El promedio de ocupantes por vivienda en estos Sectores es de 3.48. El AGEB 422-3 reporta un total de 294 viviendas habitadas, de las cuales 282 se ubican en el Fraccionamiento Costa del Sol. Los otros indicadores de población son reportados únicamente para este fraccionamiento y no así para el resto de las localidades del AGEB; en la Tabla 13d se registra esta información.

La Población Económicamente Activa (PEA) en los Sectores Sur y Suroeste de Hermosillo es de 49,437 habitantes que sumados a los 382 del AGEB 422-3 da un total de 49,819 mismos que representan el 23.19% y 0.18% respectivamente con respecto al total de PEA de Hermosillo (213,156 hab) (Tabla 13d). La población ocupada en estos sectores de la Ciudad de Hermosillo y en el AGEB es de 49,200 habitantes, de los cuales son captados por el sector terciario 28,960, seguidos por el sector secundario con 17,472 y el primario con 1,043 habitantes. Estas cifras representan el 21.3, 28.5 y 23.15 por ciento respectivamente con respecto al total de la Ciudad de Hermosillo para cada uno de los sectores productivos (Tabla 13d).

Finalmente y con respecto a Salud, el total de derechohabientes a los servicios de salud en los Sectores (S, SO) es de 90,287 y en el AGEB (422-3) de 832; es decir, en total 91,119 que significa el 25.92% de la Ciudad de Hermosillo (351,555) (Tabla 13d).

I.2. Impacto Ambiental

I.2.1. Centro de Población de Hermosillo. En el CPH se ubica una zona natural protegida, de competencia estatal, que es el Sistema de Presas Abelardo L. Rodríguez-El Molinito, así mismo la zona de la sierras del Bachoco y Agualurca que son de interés natural, por la biodiversidad que contienen y por el papel ambiental que juegan en la ciudad (GOMH, 2003).

El PMDUH-2003 indica que el crecimiento de la ciudad ha causado impactos en el ambiente, entre los principales se tienen: desmonte de zonas sin usos urbano (baldíos), desvío y desaparición de arroyos y escurrimientos naturales (principalmente al norte de la ciudad), generación de desechos sólidos, emisiones a la atmósfera, degradación en la calidad del agua y generación de ruido y olores. También señala textualmente que “el suelo del Municipio Hermosillo está conformado por una extensa planicie costera constituida por material aluvial poco consolidado y de variada composición granulométrica. Esto ocasiona que durante el periodo de lluvias el suelo se sature de agua y se expanda, y que durante el periodo de estiaje pierda la humedad y se contraiga, provocando cambios volumétricos y originando grietas” (GOMH, 2003), esto sin duda puede ser considerado como un elemento de riesgo o vulnerabilidad para acuíferos por el potencial arrastre o percolación de sustancia o elementos tóxicos.

En su documento, el PMDUH-2003 muestra un diagnóstico sobre estos impactos, a continuación se presenta un resumen de los aspectos más relevantes que están directamente relacionados con el presente trabajo:

I.2.1.1. Contaminación del agua. La mayoría de los cuerpos de agua muestran una tendencia a incrementar su contaminación, debido al crecimiento de la población y a actividades económicas que descargan el agua residual directa o indirectamente en ellos. La Ciudad de Hermosillo cuenta con varios colectores principales que desalojan las aguas residuales sin ningún tratamiento a cielo abierto sobre las zonas de riego ubicadas al suroeste de la ciudad.

I.2.1.2. Contaminación del aire. La calidad del aire en Hermosillo es influenciada por diversos factores como: Topografía y fisiografía de la ciudad; dirección y velocidad del viento; cobertura vegetal; tipo de suelo; cobertura de pavimento; terrenos baldíos; volumen y estado del parque vehicular; emisiones de fuentes fijas, semifijas y móviles. El Ayuntamiento de Hermosillo cuenta con el Programa de Evaluación y Mejoramiento de la Calidad del Aire (PEMCA), que tiene como propósito evaluar los niveles de contaminación del aire para PST (partículas suspendidas totales) y PM10 (partículas menores a 10 micras). Este programa, consiste en tres estaciones de monitoreo en las que las muestras se toman en forma manual cada 6 días.

Se señala que la problemática principal en cuanto a la calidad del aire se presentan en el norte de la ciudad, por “la suma de partículas suspendidas que los vientos dominantes del suroeste levantan en su recorridos regionales de las zonas baldías y deforestadas de la ciudad y las partículas generadas localmente por la circulación de vehículos sobre calles no pavimentadas”, las cuales “son impactadas en la barrera que en forma perpendicular a su trayectoria presenta la Sierra del Bachoco, regresando este aire contaminando, formando una cubierta de polvo” (GOMH, 2003).

El dato anterior resulta importante, ya que asume que los vientos dominantes del suroeste con sus partículas suspendidas manifiestan su radio de influencia aún en el norte de la ciudad y es significativo puntualizar que el Polígono CYTRAR se localiza justamente hacia el suroeste de Hermosillo; entonces es posible suponer que existe un potencial impacto negativo significativo por la acción del viento y dispersión de partículas desde el CYTRAR hacia la zona urbana de la ciudad.

I.2.1.3. Contaminación del suelo. Las principales fuentes de contaminación del suelo son los desechos industriales y los desechos domésticos. Según el GOMH (2003) la presencia del CYTRAR al sur de la ciudad representa “un punto de atención, por lo que se deberá mantener la restricción al crecimiento urbano en esa zona de la ciudad”.

I.2.1.4. Contaminación por olor. Nuevamente, los vientos del suroeste introducen olores en la ciudad, principalmente al poniente por influencia de descarga a cielo abierto del drenaje sanitario, así como instalaciones pecuarias, avícolas y agroindustrias como la de la uva.

I.2.2. Polígono CYTRAR. Con el propósito de realizar un análisis cualitativo de los elementos naturales que manifiesten un posible impacto ambiental en el área del CYTRAR, se llevaron a cabo durante las visitas de campo, recorridos sobre los alrededores del Polígono CYTRAR. La Figura 27 muestra las cuatro zonas en las que fue dividido los alrededores del polígono para facilitar su descripción y que tomó como criterio los ejes cardinales. La zona uno se ubica en el lado sur del polígono, la dos en el oeste, tres en el norte, la zona cuatro hacia el este y una quinta zona que corresponde al interior del polígono. A continuación se presentan una descripción de éstas y los resultados reconocidos en la identificación de afectaciones negativas potencialmente significativas de los elementos naturales y sus posibles causas.

I.2.2.1. Zona 1 (Sur). El tipo de vegetación a lo largo de toda la zona está compuesta principalmente por mezquite, toji, choya, rama blanca, chicura, palo fierro, zacate buffel, zacate liebrero, grama china, mal de ojo, hongos, tabaquillo, liquen, sangregado, torote, palo blanco, pitahaya, ocotillo, sibiri y tomatillo silvestre. Con respecto a la fauna observada existen liebres, codorniz, aves, insectos y ganado vacuno. En relación a la identificación de afectaciones negativas potencialmente significativas de los elementos naturales y sus posibles causas, a continuación se enlistan las siguientes:

1. En la porción centro y suroeste se presenta un desmonte cercano al 85% y durante la visita del mes de abril de 2002 que corresponde a la temporada de estiaje, se observó que existen franjas de suelo desnudo hasta en el 100%, separadas por líneas de vegetación que se ubican perpendicularmente a la línea de alambrado del CYTRAR. En esta misma zona pero posterior a la temporada de lluvias, se observa durante el mes de septiembre de 2003, que las áreas que antes estaban desnudas son ocupadas de forma incipiente, principalmente por zacate liebrero y buffel.

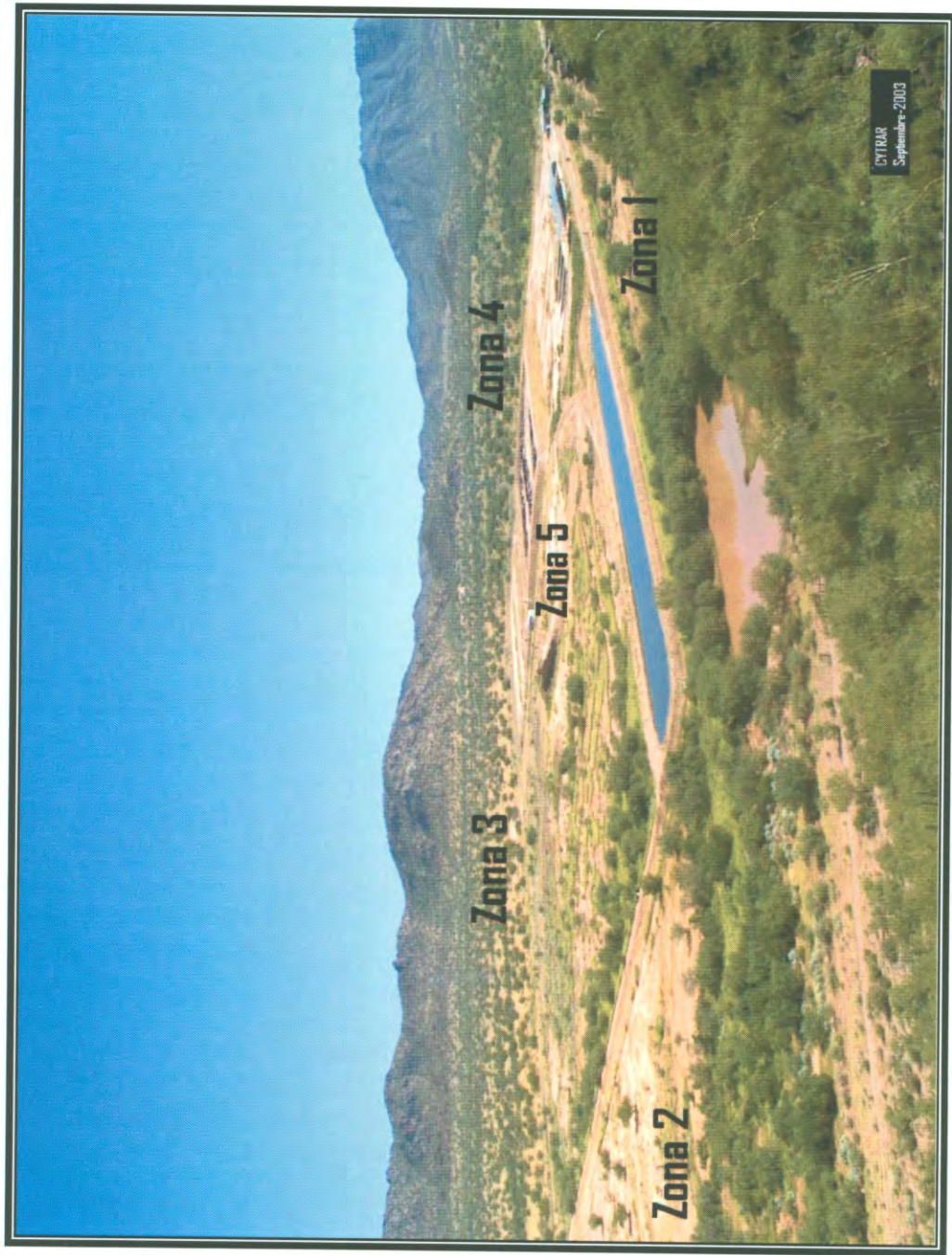


Figura 27. Zonificación en el polígono Cytrar. Fotografía de septiembre de 2003.

2. Hacia la zona suroeste se presenta mayor vegetación del tipo arbórea, predominando principalmente Mezquital. Esta abundancia en vegetación se asocia a la presencia del represo y a las faldas del Cerro Yeso. Como elementos de afectación al suelo se reconoció la presencia de carcavas adyacentes a la entrada del represo (R1) y en la porción oeste del mismo en los límites de la Zona 2.

3. Durante el mes de septiembre de 2003 se observó que la laguna de evaporación se encontraba cercana al 75% de su capacidad, con agua proveniente de los escurrimientos del área del CYTRAR y de los lixiviados de la Celda No 2. Si se considera que esta laguna se encuentra aproximadamente a unos metros del arroyo que recorre el perímetro sur de la instalación (Figura 28), y que éste a su vez escurre entre los Cerros Yeso y Colorado al segundo represo (R2) y de ahí al arroyo El Salvador; entonces de llegar a sobrepasar los volúmenes de agua ésta laguna de evaporación (ya reportado por INE-CENICA, 2001), existe un potencial impacto negativo en esta área, ya que al desbordarse la laguna, sus aguas con contenidos de lixiviados tóxicos, pueden incorporarse a las del arroyo y de esta forma afectar a ambos represos, principalmente el número dos (R2) y dependiendo de la capacidad de escurrimiento de este arroyo, su grado de afectación puede ir mas allá e incluir al mismo arroyo El Salvador.

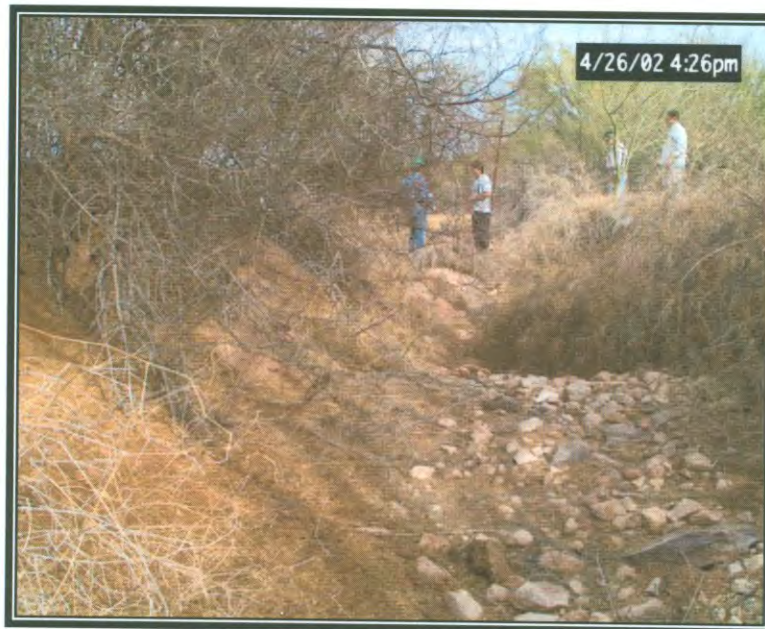


Figura 28. Cauce del arroyo de la Zona Sur en su límite oeste. Fotografía de abril de 2002.

En síntesis este análisis muestra que existe un potencial impacto negativo significativo por la posible dispersión de sustancias tóxicas desde el CYTRAR en dirección al arroyo El Salvador.

I.2.2.2. Zona 2 (Oeste). Adyacente al alambrado del CYTRAR se presenta vegetación dispersa representada principalmente por palo verde, pitahaya, gobernadora, romerillo, cinita, zacate aristida, zacate buffel, y hongos; mientras que la fauna incluye liebres, codorniz, aves, insectos y ganado vacuno.

Las observaciones realizadas durante abril de 2002 y septiembre de 2003 indican que el suelo es el elemento natural que recibe las mayores afectaciones negativas potencialmente significativas, ya que existe un desmonte de aproximadamente el 90% con un porcentaje de suelo desnudo de tipo caliche del 99%, lo cual es indicativo de que en la zona ocurre una alta evaporación (Figura 29).

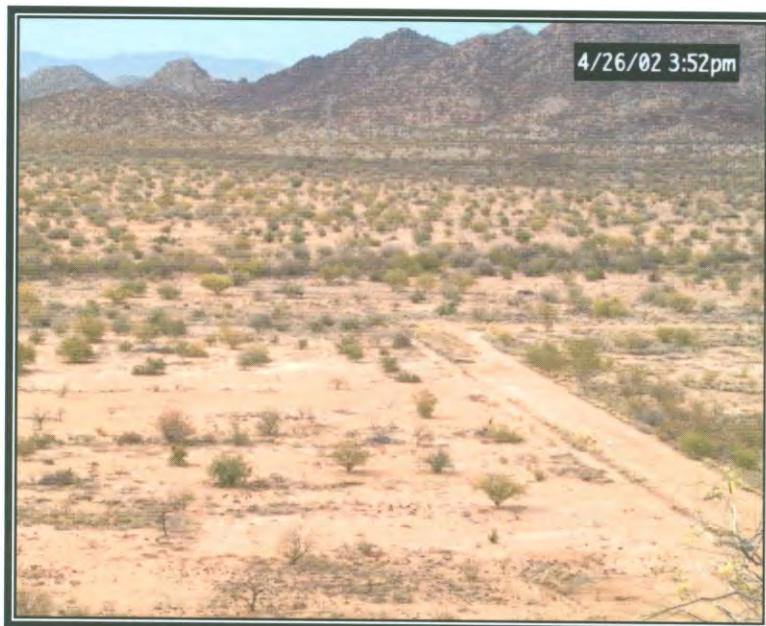


Figura 29. Zona 2 en la porción oriental adyacente al polígono Cytrar. Fotografía de abril de 2002.

I.2.2.3. Zona 3 (Norte). La vegetación a lo largo de esta zona es notoriamente más abundante que la de la Zona 2. Se observa vegetación secundaria constituida principalmente por rama blanca y zacate buffel, lo cual es indicativo que ocurrió un desmonte en esta área. Además de las especies anteriores se presentan las siguientes: palo verde azul, gobernadora y hongos; y con respecto a la fauna estas incluyen a liebres, aves e insectos. El suelo es nuevamente el elemento natural que recibe las mayores afectaciones negativas potencialmente significativas, en donde se presenta un 85% de suelo desnudo tipo caliche y escurrimientos superficiales paralelos al alambrado del CYTRAR. Estos escurrimientos favorecen erosión hídrica en la zona y este hecho queda evidenciado por la existencia de una cárcava de aproximadamente 5 metros de longitud por 60 centímetros de profundidad que se proyecta hacia el alambrado del Polígono CYTRAR (Figura 30).



Figura 30. Cárcava localizada en la Zona 3. Fotografía de abril de 2002.

I.2.2.4. Zona 4 (Este). Esta es la zona que presenta mayor abundancia de vegetación, cárcavas pronunciadas, materia orgánica y además de alta humedad. El tipo de vegetación es Mezquital constituida por palo fierro, palo verde y mezquite, además de vegetación secundaria. En esta zona se encontró romerillo, pitahaya, rama blanca, acacias y gran

abundancia de zacate buffel y otras especies de gramíneas. En cuanto a la fauna se observaron serpientes, liebres, aves y una gran variedad de insectos. Como ya fue descrito en el apartado de Hidrología, se reportan cuatro cauces que se localizan en esta zona (ver Figuras 14 y 15), sus escurrimientos de agua superficial penetran hacia la zona de amortiguamiento del Polígono CYTRAR y de acuerdo a la pendiente sus aguas son canalizadas hacia el arroyo localizado en la Zona 1 (Sur) (ver Figura 13).

A un lado de la zona de amortiguamiento se encuentra la Celda abierta No. 2 (Figura 31) y en esta área no se encontró evidencia de que las aguas que escurren sobre estos causes y en la zona de amortiguamiento, pudieran ante un gran evento de precipitación introducirse hacia la celda No. 2 y de esta forma incorporarse hacia el arroyo de la Zona 1. No obstante, la longitud de los cauces y su profundidad mayor en uno de ellos de 1.50 m, indican que las aguas pueden escurrir a nivel subsuperficial, ya que como señalan Bull (1991) y Pielou (1998), en regiones áridas durante la época seca, es común que secciones importantes de los cursos de agua no lleven corrientes superficiales aún cuando los flujos subterráneos sigan siendo importantes. De ser este el caso, existe una duda razonable de que las aguas de la zona vadosa de las cuatro corrientes pudieran llegar a penetrar hacia la celda No. 2. Por otro lado, lo que sí es claro, es que el agua de lluvia entra en contacto con los residuos de la celda abierta.

Como se verá más adelante (análisis hemerográfico), existen dudas sobre las condiciones físicas de la Celda No.2 y el posible confinamiento de sustancias que pueden dañar la membrana sintética de 1 mm de espesor de esta celda. Las ONG han presentado argumentos que sostienen la existencia de fallas en el diseño de ingeniería de la celda y posible ruptura en la membrana sintética que han ocasionado contaminación en el acuífero de la zona. Por otro lado y durante una visita oficial realizada por el Dr. Carlos E. Peña Limón al CYTRAR, él declara que percibió olor a solventes (Peña, C. comunicación personal), esta observación resulta importante puesto que, como es sabido, los materiales que se utilizan en la construcción de las celdas, particularmente la membrana sintética, se ven afectadas con estos productos. De ser este el caso, hay una alta probabilidad de que los lixiviados migren hacia el manto freático. Con base a lo anterior, cabe formular la siguiente

pregunta ¿qué pasaría si el diseño de ingeniería de la celda no fuera el óptimo y/o la membrana sintética estuviera dañada o rota? Este cuestionamiento pone en evidencia, que lo expresado por las ONG es razonable y que por tanto es plausible la migración de sustancias tóxicas hacia el acuífero de la zona.



Figura 31. Fotografía de los residuos peligrosos contenidos en la Celda No. 2 adyacente a la Zona 4.

I.2.2.5. Zona 5 (Interior del Polígono CYTRAR). Durante la visita de campo de abril de 2002 se capturo una imagen (Figura 32) en la que se muestra como el viento arrastra los polvos del interior de la laguna de evaporación (Figura 33), que como ya se comentó, tiene en su interior los lodos provenientes de los lixiviados de la Celda No. 2. Sí se toma en cuenta que este mismo fenómeno esta ocurriendo sobre la celda abierta, entonces se presenta evidencia suficiente para considerar este como un escenario de potencial exposición y el viento como la ruta por la cual se lleva a cabo la dispersión de elementos tóxicos (polvos contenidos en la laguna y en la celda) hacia los asentamientos humanos y a los Distritos de Población de Hermosillo más cercanos al CYTRAR.



La Figura 32 (izquierda). Dispersión de polvos por la acción del viento en la laguna de evaporación. Figura 33 (derecha). Laguna de evaporación que contiene los lodos de los lixiviados provenientes de la Celda No. 2. Fotografías tomadas en abril de 2002.

I.3. Estudios Previos e Información Hemerográfica sobre Medio Ambiente y Salud Pública

Durante el conflicto de CYTRAR, los grupos de ONG han esgrimido declaraciones y cuestionamientos sobre la ubicación, obras de ingeniería, estudios, incumplimiento de la legislación y normatividad mexicana, efectos adversos o daños al ambiente y a la salud de la población, y percepción del riesgo causados por este confinamiento.

En el Apéndice C se presenta un ejercicio que tuvo como principal propósito presentar un breve resumen sobre las posturas y argumentos de los organismos que han participado en el conflicto del CYTRAR incluyendo a las propias ONG. En este apéndice se documentó la información, datos y estudios sobre aspectos de contaminación, medio ambiente y salud pública, y percepción de riesgo, obtenidos a partir de la revisión hemerográfica (principalmente de diarios locales como El Imparcial, Cambio y El Independiente). Adicionalmente se describen dos reportes académicos realizados por estudiantes del posgrado de la Universidad de Sonora.

Cabe aclarar que se buscó plasmar una descripción de la información sin arbitrar a cualquiera de las partes, respetando los textos de los reporteros y de los responsables de los escritos. Este ejercicio fue utilizado en el siguiente apartado 1.4 y sirvió para la conformación de la estructura final del Modelo Conceptual Preliminar del CYTRAR.

I.4. Modelo Conceptual Preliminar del CYTRAR (*Descripción*)

I.4.1. Medio Ambiente. Las observaciones durante los meses de abril de 2002 y septiembre de 2003 en las zonas adyacentes al Polígono CYTRAR muestra que:

1. Los alrededores del polígono presentan diversos grados de erosión del suelo cuyos agentes principales son: desmonte, sobrepastoreo, y la acción del viento y la lluvia;
2. Las acciones de desmonte y sobrepastoreo, se reflejan de forma importante con un alto porcentaje de suelo desnudo en las Zonas 1 y 2. Patten (1998), y Martin y Chambers (2002) señalan que el pastoreo excesivo destruye la cobertura del suelo, incrementa la erosión y favorece la pérdida de su estabilidad, así como la calidad del agua. En el último caso, así se explica que el color café de los repesos (R1 y R2) se debe a una alta turbiedad por material disuelto y en suspensión;
3. Muy probablemente este sobrepastoreo afecta directamente el ciclo productivo de la vegetación arbórea en la zona pues la mayoría de ellos son muy palatables al ganado. Es decir, como indica Szaro (1989), el sobrepastoreo puede reducir o eliminar la regeneración de las principales especies vegetales, y/o bien como lo señalan Martin y Chambers (2002), alterar la dinámica de los nutrientes. Es quizás por ello que las Zonas 1 y 2 (en el que se tiene evidencia que el ganado esta suelto) existe menor vegetación que en las Zonas 3 y 4 en donde no se presenta;
4. Se corrobora las evaluaciones realizadas por la Universidad de Sonora en 1998, (USON, 1998b) en la que dictaminan que en las inmediaciones del CYTRAR S.A. de C.V. se encuentran diversos arroyos superficiales;
5. No obstante que existe evidencia de una alta evaporación por la presencia de suelo tipo caliche (INE-CENICA, 2001), también lo es, el señalar que en la zona existe una red de drenaje importante, ya que la mayor abundancia de la vegetación contrasta

marcadamente con la vegetación de las planicies adyacentes, en otras palabras, las zonas de escurrimientos y los causes actúan como una conexión a lo largo de la red de drenaje formando galerías de vegetación, fenómeno muy común en comunidades riparias de zonas áridas y semiáridas (Belsky et. al 1999);

6. Si se toma en cuenta que los ecosistemas mantienen capacidades de carga limitadas para asimilar sustancias contaminantes, la presencia y cantidad de sustancias introducidas en ellos, como por ejemplo los metales pesados, representa un riesgo para la parte biótica del ecosistema y la salud humana de sus alrededores. Un hecho importante es que en los alrededores del área de estudio existe ganado vacuno el cual puede ingerir las aguas de represo que se encuentra a un lado de la Laguna de Evaporación y además consumir la vegetación cercana al sitio que potencialmente puede estar contaminada con estos metales. Por otro lado la generación de productos lácteos de este ganado y la propia carne consumida por la población, son agentes que pueden suministrar estos tóxicos a las poblaciones humanas;

7. El fenómeno de precipitación sobre la Celda No.2, los potenciales escurrimientos subsuperficiales en y hacia ella, la duda que existe a nivel de diseño de ingeniería y el posible daño en la membrana sintética de la celda, hacen suponer un potencial impacto y riesgo sobre el acuífero de la zona;

8. Con respecto a los fenómenos de precipitación y la presencia de escurrimientos superficiales en la zona, el análisis de impactos potenciales negativos significativos señalan que existe duda razonable para suponer un potencial impacto y riesgo por contaminación al escurrir el agua con su carga contaminante hacia los cuerpos de agua ubicados en el área oeste del Polígono CYTRAR, pero no así hacia los asentamientos humanos y los Distritos de Población de Hermosillo más cercanos al CYTRAR; y

9. La Laguna de Evaporación y la Celda No.2 son potenciales escenarios de exposición, es decir, la acción del viento sobre estos sitios generan dispersión de polvos que contienen contaminantes inorgánicos tóxicos como el Plomo (Pb), los cuales podrían llegar a estar en contacto con poblaciones humanas por ingesta, inhalación o contacto dérmico y en consecuencia afectar su salud. Por otro lado, el comportamiento y la dirección predominante de los vientos en la Ciudad de Hermosillo, indican que la dispersión de polvos es plausible y

por tanto puede ser considerada potencialmente como una ruta significativa. Por lo anterior se propone evaluar escenarios de dispersión de polvos tóxicos por el viento hacia los asentamientos humanos y Distritos de Población más cercanos al CYTRAR.

I.4.2. Situación Histórica. El análisis de la situación histórica del CYTRAR contenidos en los Apéndices B y C muestra lo siguiente:

1. Existe una real preocupación de la sociedad en torno a este confinamiento;
2. Se indica que el CYTRAR es un sitio peligroso por todos los residuos peligrosos confinados en él y que existe un riesgo de contaminar el suelo, el agua, y afectar la salud de la población;
3. Se establece una supuesta incidencia de cáncer y malformaciones congénitas, y se presentan cifras y porcentajes de enfermedades causadas por este confinamiento las cuales son: anancefalia, lupus y cáncer de la piel;
4. Entre los agentes tóxicos causantes de las enfermedades señaladas en el punto anterior, se mencionan particularmente a los metales pesados como plomo y cadmio, que como se recordará son el producto de las tierras contaminadas que llegaron de Alco Pacífico y se admite que estas tierras tienen otros metales como selenio, cobalto y zinc, pero el plomo es el material predominante. Así mismo, se mencionan que otras sustancias pueden estar ocasionando enfermedades aunque no se precisa cuales son estas;
5. Se establece una potencial contaminación del acuífero del CYTRAR debido a la precolación de sustancias tóxicas almacenadas en el confinamiento y se dice que en uno de los pozos de agua se encontró plomo en cantidades superiores a las permisibles según la normatividad mexicana;
6. Un aspecto que desafortunadamente no se dio mayor difusión en su momento fue la declaración hecha en febrero de 1998 por Cristina Cortinas de Navas, entonces Directora General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas del INE. Ella llegó a señalar, cuando se le cuestionó sobre las concentraciones de plomo encontradas por arriba de la norma en pozos de agua de la zona del CYTRAR, que el plomo y cadmio hallado en estos pozos eran “sustancias que están distribuidas en el ambiente sobre todo en regiones que han tenido actividades mineras”; y “para demostrar que el plomo encontrado cerca del

CYTRAR pertenece a éste, se debe hacer un estudio y demostrar que hay una ruta de migración del confinamiento a un lugar donde haya población”. Esta declaración es relevante, porque hace alusión a la importancia de investigar sobre potenciales rutas completas de contaminantes tóxicos que pudieran significar un riesgo a la población humana. No obstante y como veremos mas adelante, esta declaración no fue tomada en cuenta durante los estudios oficiales realizados al CYTRAR;

7. Se menciona que debido al hecho de que se encuentra abierta la Celda No.2 existe un riesgo a la salud pública, debido a que los residuos peligrosos están expuestos al ambiente y pueden ser dispersados por el viento y la lluvia e incluso infiltrarse en el manto subterráneo;

8. El viento y el agua son los principales agentes para el establecimiento de las rutas de exposición, en el primer caso el GOMH (2003) señala que las altas concentraciones de PST y PM10 en la ciudad se favorece por la acción de los vientos del suroeste;

9. No obstante que se señala que se han realizado estudios y monitoreos de suelo, agua y de aire para evaluar el riesgo y determinar la certidumbre con relación a la posibilidad de que haya dispersión de los contaminantes, sólo existe un diagnóstico ambiental preliminar del CYTRAR elaborado por INE-CENICA (2001) que desafortunadamente no apunta en esa dirección ya que el estudio tuvo como objetivo identificar potenciales contaminantes provenientes del confinamiento y no pretendió caracterizar a las muestras ambientales como peligrosas;

10. Los resultados obtenidos por INE-CENICA (2001) en suelo y agua indican que las concentraciones de los contaminantes estudiados (particularmente metales pesados) en las muestras tomadas en el área de CYTRAR, no exceden los proyectos de límites máximos permisibles establecidos por PROFEPA e INE para suelo así como los establecidos por la CNA para agua. Puesto que los resultados no consideran métodos para evaluación de riesgo para salud humana, no pueden ser comparados en este contexto;

11. No obstante que en las conclusiones presentadas por los estudiantes de la Maestría en Ciencias de Ingeniería de la USON (Chávez, 2002; Flores y Quintero, 2002) se establece que el arsénico, plomo, cadmio y cromo hexavalente son considerados como contaminantes críticos, y que presumiblemente exista riesgo de cáncer por la ingestión de

arsénico, estos resultados deben considerarse como un ejercicio estrictamente académico y no como resultados definitivos, además de que existe una duda razonable de que las concentraciones de arsénico en la zona sea por condiciones naturales tal como lo señala INE-CENICA (2001);

12. Se detecta en el reciente estudio ambiental o diagnóstico del CYTRAR realizado por la compañía canadiense PROECO, que existe diferencias de opinión en cuanto al tipo de trabajo ejecutado ya que se manejan al menos tres vertientes: Estudio de impacto ambiental; auditoría ambiental que incluye análisis de contaminantes para conocer si existe filtraciones de sustancias en el subsuelo del predio; e inclusive se llegó a señalar que se ejecutó un estudio diagnóstico de la “toxicidad” y “riesgo ecológico” (en el suelo y aire aledaño al predio “Las Víboras”) que representa el CYTRAR. Lo que sí es claro, es que con el estudio se pretendió conocer la situación que guarda el sitio y buscar las alternativas para cerrar o remediar ese lugar;

13. No obstante y a partir de que de forma extraoficial se dice que PROECO ha encontrado desechos tóxicos que no debieron confinarse y que la construcción del sitio viola las normas oficiales mexicanas en materia de confinamiento de residuos peligrosos; estos son, es decir los argumentos legales, los que muy probablemente servirán de peso para declarar la remediación del sitio; y

14. En síntesis se puede concluir que el estudio diagnóstico realizado por PROECO no se orientó a la investigación de potenciales rutas completas de contaminantes tóxicos presentes en medios ambientales que pudieran mostrar un potencial riesgo a la salud de la población humana cercana al confinamiento, y menos aún, un estudio diagnóstico sobre el riesgo ambiental “ecológico” que representa el CYTRAR.

I.4.3. Conclusiones. CYTRAR muestra ser un sitio potencialmente peligroso en el que se sospecha riesgos para la salud humana por los contenidos de plomo y cadmio en las tierras contaminadas y confinadas, considerando que el efecto dañino no sólo obedece a su peligrosidad sino también al potencial nivel de exposición a estos. No obstante, el plomo por ser el metal más predominante en estas tierras es el que se percibe como de importancia o de mayor preocupación social (ver apartado 1.4.2 inciso 4 y Apéndice C).

Las áreas que manifiestan riesgos son la Laguna de Evaporación y la Celda abierta No.2, porque están expuestas a condiciones ambientales como el viento y la lluvia que pueden actuar como agentes promotores de contaminación e impacto ambiental en la zona.

La Sierra Agualurca es un parte aguas que limita los escurrimientos en dirección noreste hacia la Presa A.L. Rodríguez y suroeste hacia la zona del Polígono Mayor. El análisis de ordenes de corrientes revela que los escurrimientos en el Polígono Mayor y en particular en las zonas adyacentes al Polígono CYTRAR descargan sus aguas a los repesos R1 y R2 y al arroyo El Salvador al suroeste del CYTRAR y no en sentido contrario a los asentamientos y Distritos de Población de Hermosillo más cercanos a él. Por esta razón se descarta que la potencial migración de contaminantes a través de este medio muestre ser una ruta potencialmente completa e importante desde el enfoque de la evaluación de riesgos.

El factor viento es un elemento que debe ser considerado como agente promotor de la dispersión de contaminantes inorgánicos tóxicos contenidos en la Laguna de Evaporación y en la Celda N° 2. El análisis muestra que existe una potencial ruta completa de exposición al plomo hacia la población humana asentada en los alrededores y en los Distritos de Población de Hermosillo más cercanos al CYTRAR, pero su dispersión debe ser evaluada.

En síntesis, este Modelo Conceptual Preliminar justifica que se realice una evaluación de la dispersión de este metal, que permita inferir sobre su potencial exposición en poblaciones humanas y la caracterización de los riesgos asociados a esta ruta identificada y propuesta como peligrosa.

SEGUNDA PARTE

II. Análisis de Riesgos

II.1 Evaluación de la Ruta Potencialmente Completa

Como se establece en el Modelo Conceptual Preliminar, se ha sugerido que existe una potencial ruta completa de dispersión de polvos con contenidos de plomo hacia las poblaciones humanas asentadas en los alrededores del CYTRAR y a los Distritos de Población Sur y Suroeste de la Ciudad de Hermosillo. En el apartado “Metodología” se explicó que los modelos de computo *SCREEN3* y *TSCREEN* permitirían simular diferentes escenarios de emisión desde el CYTRAR, de él o los metales identificados como los más importantes, en este caso el plomo, con objeto de cuantificar su concentración en aire ambiente en distancias definidas tanto en los alrededores del Polígono CYTRAR como en dirección a la Ciudad de Hermosillo y de esta forma identificar el peor de los escenarios o escenario conservador.

Se señaló que en cada distancia se comparará la concentración resultante con lo que establece la reglamentación o los criterios nacionales e internacionales sobre concentraciones máximas permisibles en aire ambiente para protección a la salud humana del metal reconocido como el más importante y se identificará la distancia crítica en donde se sobrepasa a estos criterios.

A continuación se presenta los resultados obtenidos en la estimación de la dispersión del Plomo (Pb) en esta ruta, con respecto a diversos escenarios de potencial exposición establecidos hacia las poblaciones humanas cercanas al CYTRAR. Cabe aclarar que en el Apéndice E se describe a los modelos *SCREEN3* y *TSCREEN* que incluye: (1) una explicación sobre los criterios considerados; (2) la forma cómo fueron calculadas las tasas de emisión y las ecuaciones asociadas al cálculo; y (3) los criterios considerados en la evaluación de escenarios de exposición.

II.1.1. Cálculo de Tasas de Emisión. Para facilitar el análisis este apartado ha sido dividido en dos secciones; la primera establece el origen de los datos y la segunda los resultados obtenidos.

II.1.1.1 Origen de los datos. Los datos de entrada requeridos por SCREEN3 (U.S. EPA, 1995a) para evaluar una fuente de área son: Tasa (o cantidad) de emisión en $[g/(s \cdot m^2)]$; altura de la fuente de liberación (m); longitud del lado más largo del área rectangular (m) y longitud del lado más corto del área rectangular (m); altura del receptor sobre el suelo (m); opción urbana o rural; y opción de búsqueda de dirección del viento o bien especificación del ángulo deseado.

Tasa de emisión $[g/(s \cdot m^2)]$.- Para su cálculo se desarrollaron las ecuaciones contenidas en U.S. EPA (1992 -sección 4.1.2.1-) (ver en Apéndice E “Ecuaciones para el cálculo de la tasa o cantidad de emisión”) y se convirtieron las unidades (g/s) a unidades $[g/(s \cdot m^2)]$ para el uso del modelo SCREEN3. Como es señalado en el Apéndice E, SCREEN3 requiere cuatro parámetros para el cálculo de la tasa o cantidad de emisión y estos son los siguientes: Porcentaje de la masa total del contaminante; porcentaje de polvo contenido en el montículo; porcentaje de tiempo que la velocidad del viento excede 5.4 m/s; y número de días por año con más de 25 mm de precipitación. Más adelante será presentada la forma en que fueron recabados estos cuatro parámetros.

Altura de la fuente de liberación (m).- Se asignó un valor de cero metros considerando que la dispersión se genera a nivel de piso.

Longitud del lado más largo del área rectangular (m) y longitud del lado más corto del área rectangular (m).- Se consideró la información de INE-CENICA (2001) que dice que las dimensiones de la Celda N° 2 del CYTRAR es de 135 m de largo por 70 m de ancho, por lo cual ocupa un área de 9,450 m².

Altura del receptor sobre el suelo (m).- Se fijo a cero metros con objeto de obtener datos a nivel de máxima concentración, es decir, hacer la evaluación más conservadora.

Opción urbana o rural.- Puesto que la densidad de población es menor a 750 personas/km² dentro del Polígono Mayor (ver I.1.1. Recopilación y Evaluación de Información, I.1.2.1. Ubicación del Sitio y I.1.2.3. Descripción del Medio Social), se decidió procesar la información en esta opción tal como es sugerido por la EPA (U.S. EPA, 1995a); además se identificó que la máxima concentración o evaluación más conservadora se exhibía en la opción rural.

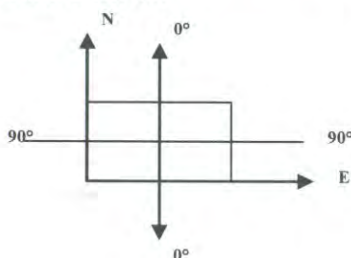
Opción búsqueda de dirección del viento o bien especificación del ángulo deseado.- Se tomó la decisión de realizar el modelaje a través de la búsqueda de máxima concentración y especificación del ángulo deseado en la que sopla el viento desde la Celda N° 2 del CYTRAR en dirección a los asentamientos humanos cercanos a ella y también hacia los Sectores (S, SO), aproximadamente en el centro del polígono de cada Distrito de población de estos sectores. A continuación se describen los criterios que se tomaron en cuenta para definir la dirección (rumbo) y velocidad del viento asociada.

A través del programa AutoCAD R14 y haciendo uso de la Figura 3d (Apéndice Da) y de la Figura 5, se ubicó la Celda N° 2 del CYTRAR y se proyectó una línea en dirección norte y ángulo de 0° desde el punto Suroeste de la celda. En seguida se localizó el centro de la Celda N° 2 y se proyectaron líneas hacia cada uno de los asentamientos humanos de la Figura 5 y el centro de cada Distrito de Población de la Figura 3d (Apéndice Da). Una vez efectuado esto y a través de AutoCAD se obtuvo el ángulo de cada localidad y centro de distrito según el sentido de las manecillas del reloj de la siguiente manera: Dirección N-E de 0° a 90°; E-S de 90° a 0°; S-O de 0° a 90°; y O-N de 90° a 0°. Finalmente se tomó la distancia resultante. La Tabla 1 muestra los rumbos y distancias calculadas por este procedimiento.

Tabla 1. Rumbos y distancias aproximadas desde la Celda N° 2 del CYTRAR en dirección a los asentamientos humanos más cercanos.

Localidad	Rumbo			Distancia m
	grados	minutos	segundos	
NE				
Las Viboras Dos	79°	51'	29.52"	1273
Equipos y explosivos de Sonora	44°	58'	7.32"	1441
Cerro de la Virgen	39°	6'	0"	1796
Establo El Injusto	81°	27'	36"	2396
Club de Tiro y Caza Mazocahui	27°	58'	52.68"	2908
Los Polvorines	50°	49'	48"	3227
Rancho San Ramón	5°	37'	0.48"	4547
Instituto de Seguridad Pública	30°	52'	17.04"	5128
⁽¹⁾ HERMOSUR	17°	17'	4.92"	5194
Club Santa Clara	19°	51'	29.16"	5215
⁽¹⁾ ALTARES	41°	52'	26.4"	5814
Costa del Sol	21°	20'	23.28"	5884
Casa Linda	19°	56'	57.84"	6426
⁽¹⁾ NUEVO HERMOSILLO	56°	47'	28.32"	6669
⁽¹⁾ CUAUHTEMOC	28°	19'	44.4"	7493
⁽¹⁾ PALO VERDE	7°	19'	53.4"	7668
⁽¹⁾ APACHE	4°	16'	31.44"	9339
⁽¹⁾ LOMAS	27°	54'	19.8"	9876
⁽¹⁾ VILLA DE SERIS	15°	49'	14.52"	9950
⁽¹⁾ PEDREGAL	19°	58'	51.24"	10000
NO				
El Represo	20°	34'	21"	2169
⁽¹⁾ LAS PLACITAS	8°	34'	5.52"	8919
SE				
Las Viboras	75°	12'	30.96"	2145
Rancho Las Viboras	68°	27'	4.32"	2181
Restaurant El Trailero	67°	53'	39.84"	2298
Km 243	52°	23'	17.88"	2873
Café Arely	42°	54'	15.84"	3287
Café Eloisa	39°	18'	9.72"	3532
SO				
Los Pinos	19°	3'	12.96"	3315
Las Canoas	50°	3'	58.32"	4331

⁽¹⁾ Distancia del Centro de la Celda N° 2 a cada localidad y Centro del Polígono de Cada Distrito.



Nota: El Norte se proyecta desde el punto Suroeste de la Celda N°2. en un ángulo de 0°.

El rumbo se obtuvo desde el centro de la Celda N°2, considerando el ángulo en el sentido de las manecillas del reloj de la siguiente manera:

Dirección N-E de 0° a 90°; E-S de 90° a 0°; S-O de 0° a 90°; y O-N de 90° a 0°.

Calculados los rumbos y las distancias hacia los asentamientos humanos, el siguiente paso fue determinar la velocidad aproximada con que llega el viento en cada una de las localidades.

Por lo general, la dirección del viento se define como la orientación del vector viento en la horizontal. Para propósitos meteorológicos, la dirección del viento se limita a la dirección desde la cual sopla el viento y se mide en grados en la dirección de las agujas del reloj a partir del norte verdadero. Puesto que en el área de estudio no se cuentan con estaciones meteorológicas que aporten información sobre velocidad y dirección del viento, se analizó la posibilidad de obtener datos de sitios cercanos y que a su vez considerara los principales rumbos en los ejes cardinales. Así se logró generar dos criterios a partir de dos fuentes confiables.

Un primer criterio fue estimar la dirección del viento y su velocidad asociada en la Rosa de Vientos de la Ciudad de Hermosillo (ver Figura 13 -I.1.2.2. Descripción del Medio Natural “Climatología”). La forma que se siguió para obtener esta información, fue proyectar en AutoCAD R14 líneas desde el punto central de la Celda N° 2 hacia la dirección de los ejes cardinales en la que la Rosa de Vientos de la CNA indica que sopla el viento. Posteriormente se sobrepuso la rosa en el centro de la celda y se determinó la velocidad asociada a cada eje. Finalmente se comprobó el ángulo en el que sopla el viento con respecto a estos, es decir, en los ejes SE, SSE, S, SSO, y los límites más extremos hacia el este y el oeste. La Tabla 2 registra los valores de velocidad del viento obtenidos por este procedimiento.

Un problema que se presentó por este criterio es que sólo se logró obtener información de velocidad en los rumbos NE y NO y no así en los puntos cardinales SE y SO, rumbos en los cuales se encuentran también asentamientos humanos dentro del Polígono Mayor. Para resolver este inconveniente se optó por generar un segundo criterio.

Tabla 2. Velocidades de viento calculadas a partir de Rosa de Vientos de CNA.

⁽¹⁾ Dirección del viento	Velocidad m/s	⁽²⁾ Ángulo (grados)	Observaciones
SE	1.8	45°	Límite extremo E
SSE	1.9	67.5°	
S	1.55	90°	
SSO	1.52	112.5°	
SO	2.3	135	
>SO<O	2.4	150	Límite extremo O

⁽¹⁾ La dirección del viento se define como la dirección desde la cual sopla el viento y se mide en grados en la dirección de las agujas del reloj a partir del norte verdadero

⁽²⁾ Ángulo relacionado a la dirección perpendicular al lado más pequeño donde sopla el viento según programa SCREEN3 (U.S. EPA, 1995a).

Nota: El lado mas pequeño de la Celda N° 2 esta en dirección N-S, por tanto el rumbo E se encuentra en un ángulo de 0°, a partir del cual la dirección es en favor de las manecillas del reloj.

El segundo criterio fue utilizar los datos de la Estación Solarimétrica Eduardo Hinojosa de la USON. Esta divide al plano polar en ocho direcciones básicas de 45° cada segmento a partir del norte verdadero, así por ejemplo en dirección norte (N) su intervalo en grados es de 337.5° a 22.5° y para la dirección este (E) de 67.5° a 112.5°. Estas ocho direcciones básicas son; N, NE, E, SE, S, SO, O y NO (USON, 1995a). Así al utilizar los ocho rumbos se logró considerar a todas las localidades dentro y fuera del Polígono Mayor.

En otro orden de ideas, pero no menos importante es conveniente enfatizar en la forma rectangular de la Celda N° 2 del CYTRAR, ya que ello hace que se consideren los criterios que establece el modelo SCREEN3 el cual señala, que en la modelación a direcciones conocidas el Usuario tiene la opción para especificar la orientación de la dirección del viento relativa al eje mas largo del área rectangular (U.S. EPA, 1995a).

En la celda el eje más largo se delinea en la dirección este, por lo que en el E, es donde se encuentra los cero grados y a partir de él es donde se calcula el ángulo relativo

con que sopla el viento en la celda. Específicamente SCREEN3 solicita al Usuario que indique la dirección perpendicular al lado más pequeño donde sopla el viento y esta dirección se encuentra en el eje N-S. En síntesis y para los propósitos de este trabajo se establece que cero grados se encuentra al E del plano polar a partir del cual se sigue una trayectoria a favor de las manecillas del reloj. Los ángulos que se dan como entrada en las modelaciones serán aquellos que resulten cuando sopla el viento en la Celda N° 2 con respecto a este rumbo.

La Tabla 3 muestra los promedios mensuales de velocidad del viento por dirección y las frecuencias (%) de velocidad del viento de la Estación Solarimétrica Eduardo Hinojosa de la Universidad de Sonora (USON, 1995a-1). Adicionalmente se calculó para posteriores análisis, el promedio y percentil 95 de las frecuencias (%) de velocidad del viento para velocidades de 0 a 5 m/s, promedios mensuales, promedios por dirección y promedios por hora.

Es importante señalar que la mayor agrupación de asentamientos humanos se halla en los puntos cardinales SE y NE dentro del Polígono Mayor y N y NE fuera de él en dirección a los Distritos del Centro de Población de Hermosillo (ver Figura 3d (Apéndice Da) y Figura 5. El siguiente análisis de la dirección de vientos toma en cuenta esta hecho y su discusión se concentra en las direcciones de viento NO, O, SO y S.

En las direcciones de viento sur y suroeste cuyo sentido es rumbo a las localidades del N y NE, tanto en el Polígono Mayor como fuera de él (ver Tabla 1), las velocidades promedio más altas ocurren durante el periodo de primavera-verano. Es decir, en dirección de vientos del sur la velocidad más alta ocurre durante los meses de mayo a agosto; el mayor es junio (1.8 m/s), seguidos de agosto (1.5 m/s), julio (1.4 m/s) y mayo (1.2 m/s) para una velocidad promedio anual de 1.081 m/s. En la dirección suroeste (hacia los Distritos del Centro de Población) son mayores que las de S y su intervalo es más amplio (marzo a septiembre); en esta dirección se supera los 2.4 m/s de abril a julio, y ocurren los valores máximos en los meses de mayo (2.7 m/s) y junio (2.6 m/s). La velocidad promedio anual en esta dirección del viento es de 1.961 m/s (Tabla 3).

Tabla 3. Datos de velocidad y frecuencias de viento en Hermosillo según datos de la Estación Eduardo Hinojosa de la Universidad de Sonora.

Mes	Velocidad del Viento	Frecuencia (%)					Promedio Mensual (m/s)	Velocidad Promedio por Dirección									
		0	1	2	3	4		5	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	SO Max/hr
Enero		31.89	33.81	22.60	8.49	2.08	1.12	1.68	0.000	1.780	2.110	1.060	1.060	1.187	1.656	1.750	1.800
Febrero		21.67	37.50	29.17	9.79	1.88	0.00	1.76	0.000	3.000	2.174	1.000	0.800	1.517	1.847	1.370	2.190
Marzo		26.48	34.01	27.55	7.80	2.55	1.61	1.81	0.000	4.110	2.000	0.940	0.800	2.138	2.000	1.888	3.200
Abril		22.22	30.97	27.22	12.92	4.72	1.94	2.03	0.000	2.149	1.937	1.130	0.990	2.500	1.900	1.346	3.800
Mayo		23.52	30.24	20.56	13.71	8.87	3.09	2.13	0.000	3.350	1.775	1.060	1.285	2.700	2.225	1.000	4.200
Junio		26.44	29.17	20.35	13.94	8.01	2.08	2.04	0.094	1.000	1.598	1.152	1.849	2.624	2.172	0.940	4.200
Julio		15.52	40.52	24.14	10.78	6.75	2.30	2.10	0.000	2.400	2.000	1.670	1.430	2.500	2.237	1.290	4.000
Agosto	Frecuencia (%)	16.81	44.03	26.81	7.50	3.33	1.53	1.92	0.000	2.560	2.000	1.900	1.560	2.000	1.500	1.360	3.400
Septiembre		22.64	38.61	26.81	9.17	1.67	1.11	1.80	0.000	2.857	1.856	1.480	1.174	2.100	1.218	0.490	3.500
Octubre		31.32	37.10	23.93	6.72	0.81	0.13	1.58	0.000	2.368	1.842	1.052	0.684	1.684	1.789	1.631	2.600
Noviembre		36.53	35.56	21.11	5.00	0.83	0.97	1.50	0.000	3.128	1.936	0.819	0.670	1.117	1.117	0.935	1.750
Diciembre		34.26	33.80	24.85	6.02	0.77	0.31	1.57	0.000	1.960	2.000	0.710	0.670	1.470	1.320	1.500	2.100
Promedio		25.78	35.44	24.59	9.32	3.52	1.35	1.83	0.008	2.555	1.936	1.164	1.081	1.961	1.748	1.292	3.062
Percentil 95		35.28	42.10	28.28	13.81	8.40	2.66	2.11	0.042	3.692	2.139	1.774	1.690	2.658	2.230	1.812	4.200

En las direcciones de viento oeste y noroeste en sentido de los asentamientos humanos localizados en el E y SE del Polígono CYTRAR, las velocidades promedio más altas son de 1.748 m/s y 1.292 m/s respectivamente para cada uno de ellos. En la dirección del viento O las velocidades más altas se presentan durante los meses de marzo a julio, siendo los meses de julio y mayo los más altos (2.2 m/s), seguido de junio (2.1 m/s), marzo (2.0 m/s) y abril (1.9 m/s). En la dirección del viento NO y con rumbo de las localidades ubicadas al sureste del CYTRAR los valores más altos de la velocidad del viento ocurren durante el periodo invernal en los meses de diciembre a marzo, siendo este último el superior en velocidad (1.8 m/s), seguido de enero (1.7 m/s) y diciembre (1.5 m/s) (Tabla 3).

En otro orden de ideas, pero concerniente también al cálculo de tasa de emisión, fue destacado que para el cálculo de la tasa (o cantidad) de emisión en $[g/(s \cdot m^2)]$, se requieren de los parámetros: Porcentaje de la masa total del contaminante; porcentaje de polvo contenido en el montículo; porcentaje de tiempo que la velocidad del viento excede 5.4 m/s; y número de días por año con más de 25 mm de precipitación. A continuación se exhibe una descripción de la forma en que fue recopilada esta información, es decir, el origen de los datos que permitió generar las escenas de tasas de emisión de la celda N° 2 de CYTRAR en SCREEN3.

Porcentaje de la masa total del contaminante (m%).- Se utilizaron datos cuantitativos de concentración de metales pesados contenidos en las tierras contaminadas que fueron depositadas en CYTRAR. Estos se obtuvieron a partir del análisis de diversas fuentes de información hemerográfica, entre los que figuran el Sector Salud, PROFEPA, ONG y los reportados como existentes en las tierras contaminadas de Alco Pacífico S.A. de C.V. Cabe señalar que la decisión de utilizar todos los datos disponibles, fue debido al hecho de que existe discrepancia entre los resultados declarados por estos organismos (ver Apéndice C. *Cronología de estudios e información hemerográfica sobre medio ambiente y salud pública del CYTRAR*).

Por otro lado, si bien no se cuenta con evidencia que certifique que los muestreos fueron realizados cumpliendo la normatividad internacional y la nacional, para los propósitos del presente trabajo se establecen dos supuestos: (1) los muestreos realizados cumplen con los requisitos mínimos de calidad; y (2) sus resultados son válidos. En consecuencia a todas las fuentes se les otorgo el mismo grado de credibilidad.

El primero de los datos corresponde a lo declarado por el Sector Salud en mayo de 1998, en donde se indica que *en base al estudio realizado por el Laboratorio Estatal de Salud Pública se determino que el contenido de plomo en el polvo fue de 5 partes por millón* (El Imparcial, 16 de Mayo de 1998, ver Apéndice C). El segundo a PROFEPA, el cual reporta que *de los 23 mil metros cúbicos, entre 11 y 12 mil son residuos de plomo y el resto tierra contaminada* (La Onda, junio de 1997). A su vez PROFEPA también admite en El Imparcial (jueves 18 de septiembre de 1997), que *la tierra tiene otros químicos como cadmio, selenio, cobalto y zinc, pero que el plomo es material predominante hasta en un 95% e indica que se trata de plomo mezclado con tierra en una proporción aproximada de 10 gramos por kilo* (ver Apéndice C). El tercero corresponde a las ONG y fue proporcionado por cortesía del Dr. Germán Ríos Barceló, en el que se muestra que la concentración de plomo presente en las tierras contaminadas es de 4.11% (Apéndice Fa. *Datos de concentración de plomo (Pb) en tierras contaminadas del CYTRAR*; Apéndice Fb. *Datos de concentración de elementos lixiviables en tierras contaminadas del CYTRAR*).

En otro documento en el que desafortunadamente no se pudo localizar la fuente de origen pero que fue titulado “*¡Alco Pacífico: La Limpieza comienza! Pero ¿a cuál costa de la salud pública?*” por el reportero César Luna; señala datos de concentración de plomo en Alco Pacífico S.A. de C.V. Estos datos fueron considerados en la evaluación ya que representan tres tipos de concentraciones de plomo existentes y posiblemente enviadas al CYTRAR como tierra contaminada. Al respecto el reportero Luna menciona, que los datos obtenidos en 1994 por Rena Thea Martin internista de EHC y estudiante universitaria en la Universidad Estatal de San Diego (San Diego State University), muestran que los niveles de plomo dentro y alrededor de la Planta Alco Pacífico tienen

las siguientes cifras: De 61 muestras, 32 contenían niveles equivalentes a ó más de 1,000 mg/kg (mil partes por millón); dentro de la empresa las concentraciones de plomo excedieron este nivel diez veces, que equivale a 10,000 mg/kg, y 42 muestras excedieron 500 mg/kg.

A partir de los datos anteriores y para el cálculo de (m%), es decir, porcentaje de la masa total del contaminante plomo (Pb) se transformaron los valores en concentración de unidades ppm, g/kg y mg/kg a porcentajes (%) (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de Plomo en tierra contaminada de CYTRAR indicado o calculado a partir de la información de diversas fuentes.

<i>Fuente</i>	<i>Concentración</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
<i>SALUD</i>	<i>5 ppm</i>	<i>0.0005</i>
<i>PROFEPA</i>	<i>10 g de Pb/kg de tierra</i>	<i>1.00</i>
<i>ONG</i>	<i>4.11 %</i>	<i>4.11</i>
<i>*⁽¹⁾</i>	<i>10 000 mg/kg</i>	<i>1.00</i>
<i>*⁽²⁾</i>	<i>1 000 mg/kg</i>	<i>0.1</i>
<i>*⁽²⁾</i>	<i>500 mg/kg</i>	<i>0.05</i>

**Rena Thea Martin*

⁽¹⁾ Dentro de la empresa Alco Pacífico S.A. de C.V.

⁽²⁾ Dentro y alrededores de la empresa Alco Pacífico S.A. de C.V.

Porcentaje de polvo contenido en el montículo (s%).- Considerando lo expresado por PROFEPA en junio y septiembre de 1997 se establece un porcentaje de 50 y 95 por ciento respectivamente (ver Apéndice C). Para el primer caso, se interpreta que al declarar *de los 23 mil metros cúbicos, entre 11 y 12 mil son residuos de plomo y el resto tierra contaminada* se esta hablando que aproximadamente el 50% de las tierras son polvos con residuos de plomo; y en el segundo, cuando se indica *el plomo es material predominante hasta en un 95%*, se interpreta nuevamente que ese porcentaje se refiere al contenido de residuos de plomo en forma de polvos.

Porcentaje de tiempo que la velocidad del viento excede 5.4 m/s (%).- Fueron calculados valores de 0.27 y 41.1 a partir de datos obtenidos de la página de internet “<http://www.wunderground.com>”, así como también datos mensuales de frecuencia de velocidad del viento de la Estación Eduardo Hinojosa de la Universidad de Sonora. A continuación se presenta una breve descripción sobre el origen de estos valores.

En el primer caso la información fue obtenida de *Weather Underground: Historia de Hermosillo, México*; en ésta se examinaron datos diarios de la Ciudad de Hermosillo sobre velocidad del viento y velocidad máxima del viento del año 1988 al 2003. Se decidió procesar los datos del año de 1988 donde se presentó la mayor distensión del conflicto CYTRAR. Los resultados muestran que un solo día en el año el viento excede 5.4 m/s lo que corresponde a 0.27 % (Figura 34); por otro lado fue calculado también el Promedio y el Percentil 95 de la velocidad del viento y estos indican 1.63 y 3.49 m/s respectivamente para cada uno de ellos.

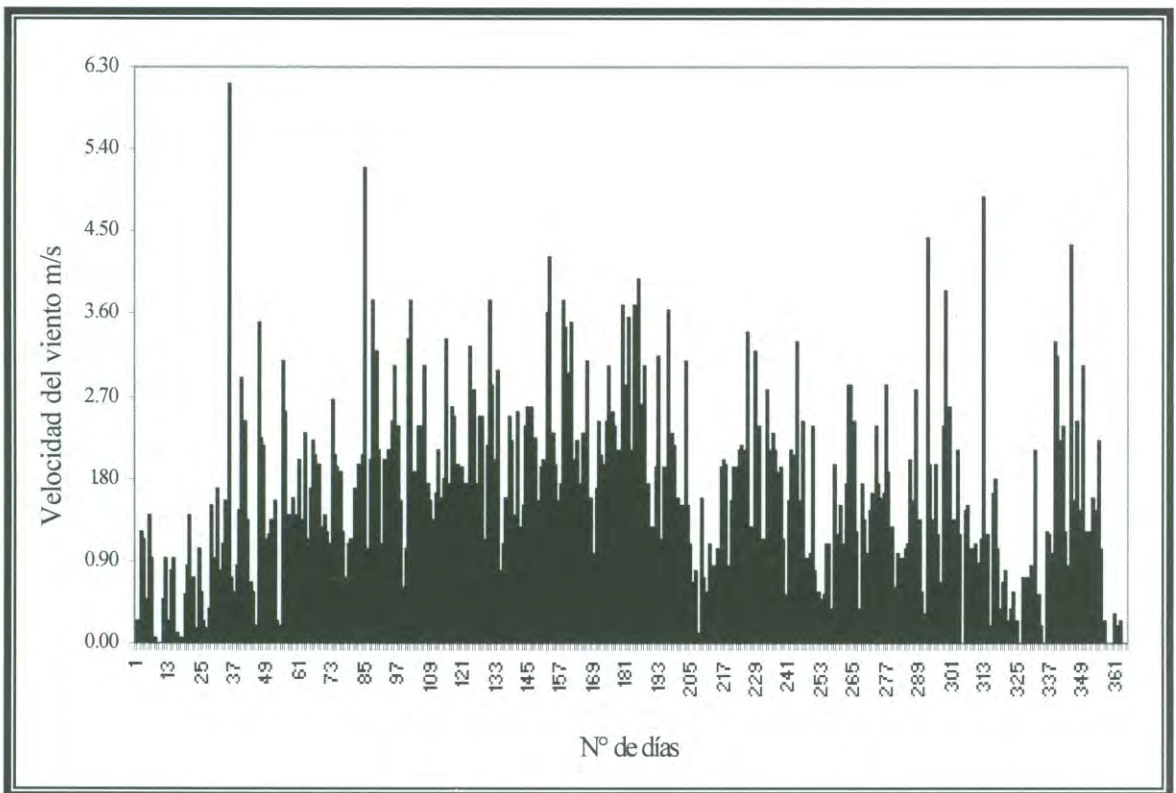


Figura 34. Velocidad del viento en Hermosillo para el año 1998. Un solo día se excede los 5.4 m/s que equivale a 0.27%.

Con respecto al número de días en el año en que la velocidad máxima del viento sobrepasó los 5.4 m/s fue en un total de 150, que lo relaciona con un porcentaje de 41.10 (Figura 35), así mismo se calculó el Promedio y el Percentil 95 y los resultados indican 5.37 y 9.31 m/s respectivamente.

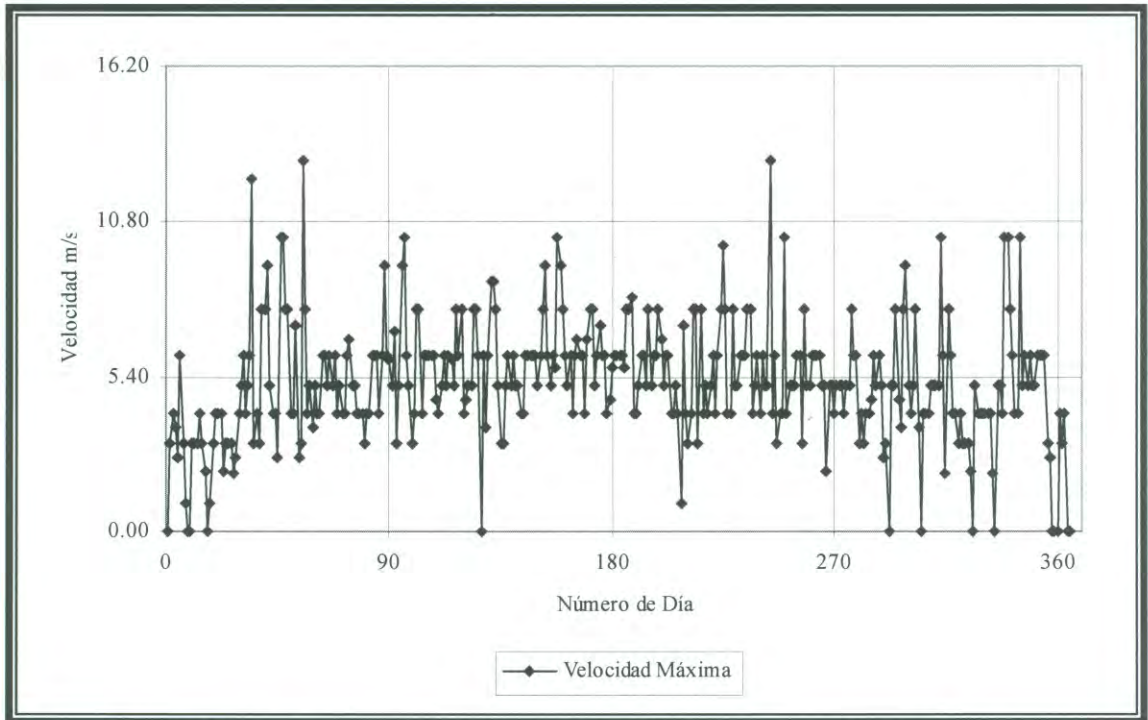


Figura 35. Velocidad máxima del viento en Hermosillo para el año 1998. 150 días exceden los 5.4 m/s que equivalen a 41.10%.

Los registros del año 1995 de la estación solarimétrica “Eduardo Hinojosa” del Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, permitió analizar datos sobre velocidad de viento por día, velocidad de viento máxima por día, frecuencia y velocidad promedio del viento por dirección, e incluso velocidad promedio de la dirección más frecuente por hora. La estación se encuentra localizada en los 29° 04’ de Latitud Norte y 110° 57’ de Longitud Oeste a una altura de 240 msnm (USON, 1995(a) hasta (1)).

Cabe señalar que si bien estos no corresponden a los del año del conflicto y posteriores a él, la naturaleza del viento a diferencia de la precipitación, presenta consistencia en su dirección, frecuencia y velocidad a lo largo del día, meses y años, es decir, mientras que es relativamente fácil diferenciar entre años más o menos lluviosos que otros, en el viento no sucede esto, por consiguiente no se puede establecer que un determinado año es mas ventoso que otro, o que se presenten cambios en su periodicidad y estacionalidad con respecto a su velocidad y frecuencia (Dr. Rafael Cabanillas comunicación personal).

La Figura 36 muestra la grafica de frecuencias de la velocidad del viento en Hermosillo durante los meses de enero a diciembre, en ella se observa que la mayor frecuencia ocurre para velocidades desde 1 hasta menores que 2 m/s, siguiéndoles en los límites de 0 (velocidades de viento menores que uno); 2 (velocidades desde dos hasta menores que tres); 3 (desde tres hasta menores que cuatro); 4 (cuatro hasta menores que cinco); y 5 (para velocidades cinco y mayores).

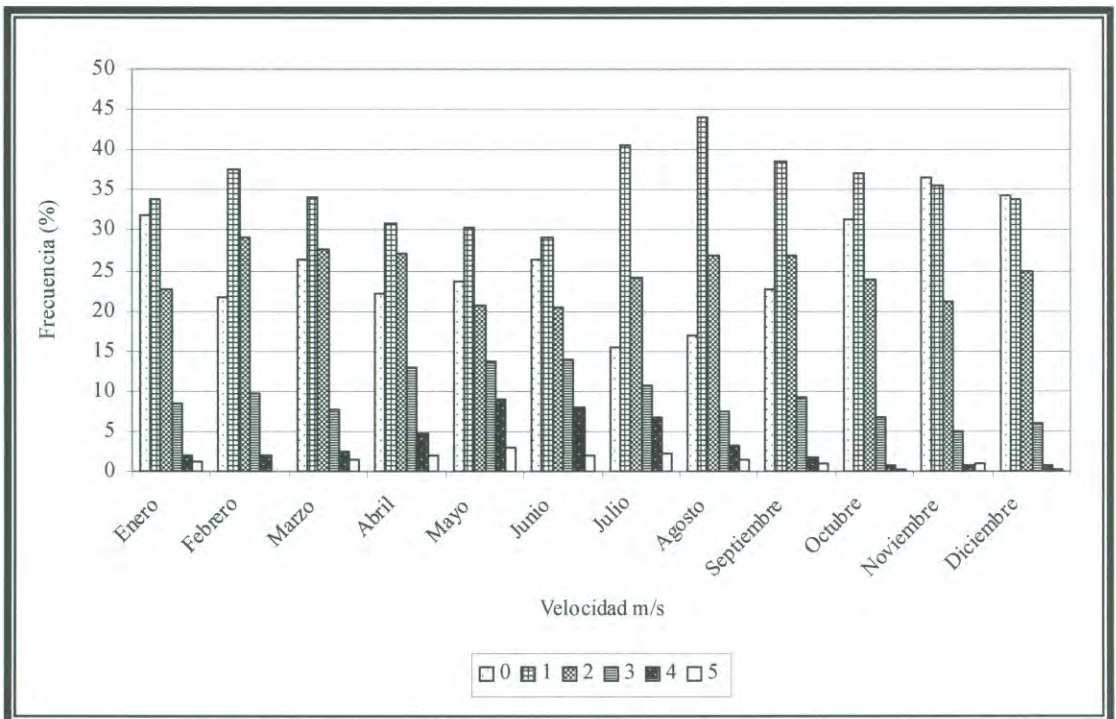


Figura 36. Frecuencia de la velocidad del viento en Hermosillo. Estación Eduardo Hinojosa – Universidad de Sonora.

Fueron incorporadas como porcentaje de tiempo que la velocidad del viento excede 5.4 m/s, la frecuencia (%) mensual de velocidad del viento en m/s desde cinco y mayores que se encuentran en la Tabla 3. El porcentaje en el mes de enero fue de (1.12), febrero (0.0), marzo (1.61), abril (1.94), mayo (3.09), junio (2.08), julio (2.30), agosto (1.53), septiembre (1.11), octubre (0.13), noviembre (0.97) y diciembre (0.31). Además se calculó el Promedio (1.35) y Percentil 95 (2.66) por ciento respectivamente.

Número de días por año con más de 25 mm de precipitación.- Dos días en el año de 1998 superan la cifra de 25 mm de precipitación y corresponden al 13 de agosto (185.9 mm) y 30 de octubre (189 mm) (*Weather Underground: Historia de Hermosillo, México* en <http://www.wunderground.com>) (Figura 37). Cabe aclarar que al igual que en el caso del viento, se revisaron los datos diarios del año 1988 al 2003 en donde se observó ligeras variaciones de 2 a 5 días por año con más de 25 mm de precipitación, no obstante se consideró el año de 1998 por las razones ya comentadas y que están relacionadas con el conflicto CYTRAR.

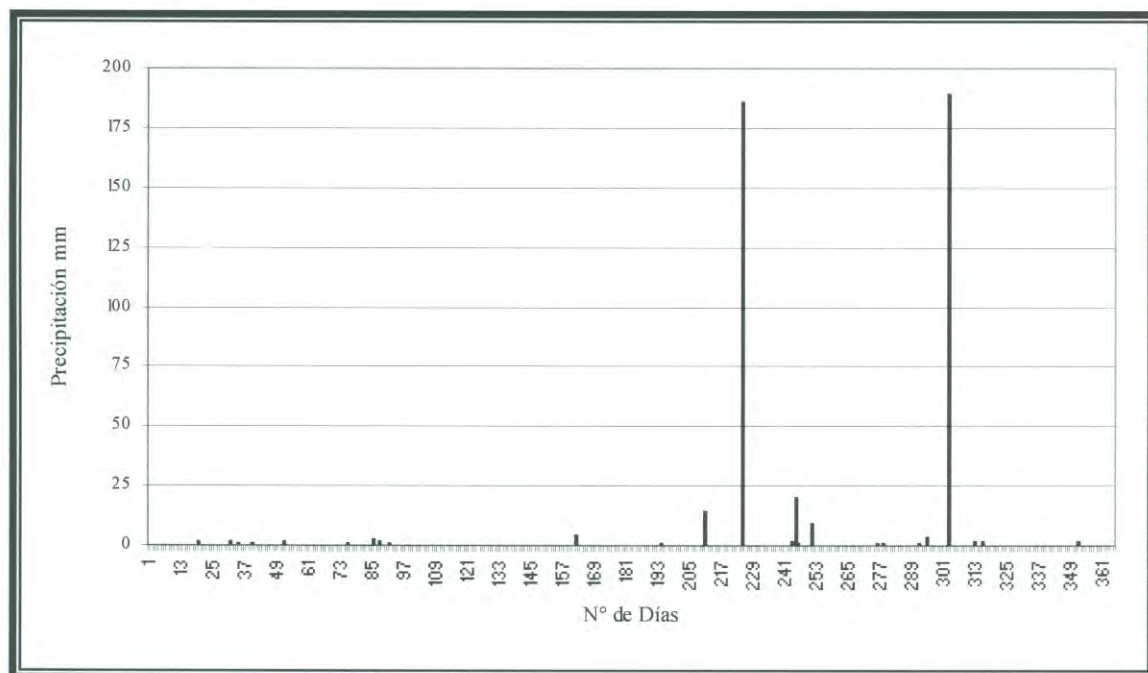


Figura 37. Precipitación en Hermosillo para el año 1998. Dos días sobrepasan los 25 mm.

II.1.1.2 Tasas de emisión obtenidas. Una vez conseguidos los datos y con el objeto de procesar la información del Sector Salud, PROFEPA, ONG y los reportados como existentes en las tierras contaminadas de Alco Pacífico S.A. de C.V, se decidió obtener diversas escenas de tasas de emisión para determinar cuales de ellas generarían el peor de los escenarios (escenario conservador). Cada escena es la expresión de la interacción de los datos de s (contenido de porcentaje de polvo), p (número de días por año con más de 25 mm de precipitación), w (porcentaje de tiempo que la velocidad del viento excede 5.4 m/s), con respecto a m (porcentaje de la masa total del contaminante), por lo que, a partir de este momento y salvo que se indique lo contrario, a un conjunto de escenas de tasa de emisión relacionadas entre sí por el mismo grupo de datos s, p, w, se les nombro Medios.

En las Tablas 1g a 4g (Apéndice Ga) se presentan los valores calculados de 20 tasas de emisión en cuatro medios denominados Medios I, II, III y IV respectivamente. Mientras que las Tablas 5g y 6g (Apéndice Gb) concentran los resultados de 124 tasas en los Medios V y VI, de los cuales 120 corresponden a los 12 meses del año, 2 al promedio anual y 2 más al percentil 95 anual.

El Medio I (Tabla 1g, Apéndice Ga) esta representado por los siguientes datos: s = 50%; p = 2 días; w = 0.27% y los porcentajes “m” de la Tabla 4 (0.0005, 0.05, 0.1, 1.0 y 4.11), se observa que el valor más alto en la tasa fue de 8.37668×10^{-8} (g/s-m²) que corresponde al valor en porcentaje del contaminante en masa total de 4.11% declarado por las ONG.

En el Medio II (Tabla 2g, Apéndice Ga) los datos son: s = 95%; p = 2 días; w = 0.27% y los porcentajes “m” de la Tabla 4. La Tasa de emisión más alta fue de 1.591568×10^{-7} (g/s-m²) relacionado nuevamente al valor en porcentaje del contaminante en masa total de 4.11%.

El Medio III (Tabla 3g, Apéndice Ga) incluye: s = 50%; p = 2 días; w = 41.1% y los porcentajes “m” de la Tabla 4, donde la tasa más alta es de $1.27511616 \times 10^{-5}$ (g/s-m²) para

4.11% como porcentaje del contaminante en masa total, nuevamente perteneciente al declarado por las ONG.

Los datos del Medio IV (Tabla 4g, Apéndice Ga) son: $s = 95\%$; $p = 2$ días; $w = 41.1\%$ y los porcentajes “m” de la Tabla 4, cuya tasa de emisión más alta obtuvo un valor de $2.42272071 \times 10^{-5}$ (g/s-m²) relacionado nuevamente al valor en porcentaje del contaminante en masa total de 4.11% de las ONG.

El Medio V (Tabla 5g, Apéndice Gb) presentan también los valores “m” de la Tabla 4, donde se asignó: $s = 50\%$, $p = 2$ días y los datos w de porcentaje de velocidad del viento expresados mensualmente como la frecuencia para velocidad del viento de cinco y mayores contenidos en la Tabla 3. Se observa nuevamente que los valores más altos en tasa de emisión (g/s-m²) corresponden al dato en porcentaje del contaminante en masa total de 4.11% declarado por las ONG y en segundo lugar los de PROFEPA y Rena Thea Martin expresados como 1.0%.

En la Figura 1g (Apéndice Gb) se muestra el gráfico de las 60 Tasas de Emisión del Medio V, en donde se manifiesta que los mayores valores corresponden al porcentaje de plomo en masa total de 4.11% seguido por el de 1.0%; y además, que el mes de mayo es el que manifiesta la mayor tasa con $9.58663978 \times 10^{-7}$ (g/s-m²), seguidos por los meses de julio, junio, abril, marzo, agosto y septiembre.

Finalmente la Tabla 6g (Apéndice Gb) representa al Medio VI por los datos: $s = 95\%$, $p = 2$ días y valores mensuales w de frecuencia de velocidad del viento para cinco y mayores en m/s de la Tabla 3. Los resultados más altos en tasas de emisión ocurrieron en los meses de marzo a septiembre y son aún más altos que los calculados para el Medio V, prueba de ello es el resultado del mes de mayo cuya tasa es de $1.821461557 \times 10^{-6}$ (g/s-m²). La Figura 2g (Apéndice Gb) es la representación gráfica de las 60 Tasas de Emisión calculadas en este Medio VI.

II.2 Evaluación de Escenarios de Exposición (*Identificación del peor escenario*)

Para la determinación del peor de los escenarios (escenario conservador) de potencial exposición al Plomo, se obtuvo en el modelo *SCREEN3* las concentraciones máximas de una hora en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del contaminante a partir de las tasas de emisión calculadas en los Medios I a VI.

Los datos fueron transformados en tres periodos utilizando para ello los criterios de U.S. EPA en su Apéndice D “*Averaging period concentration estimates*” (U.S. EPA, 1992), en donde se indica que la concentración debe multiplicarse por un factor dado y señala que en el caso de 24 horas el factor multiplicador es $0.4 (\pm 0.2)$ y para un año de $0.08 (\pm 0.02)$.

El primer periodo consideró tres meses y se estimó un factor para este tiempo de (0.26), el cual se multiplicó con respecto a la máxima concentración de una hora (ver Apéndice E). La determinación de este tiempo tuvo como objeto que los resultados pudieran ser comparados con respecto a la Norma Oficial Mexicana –NOM 026-SSA1-1993– (DOF, 1994d) y la Norma Nacional para la Calidad del Aire en el Ambiente –NAAQS– (por sus siglas en inglés) de la EPA (U.S. EPA, 1995b), las cuales fijan una concentración máxima permitida para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana (CMP) de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo. Estas permiten estimar en forma preliminar la potencial exposición del plomo en la población asentada en el Polígono CYTRAR y en los Distritos del Centro de Población de Hermosillo cercanos a este con respecto a la distancia en donde es sobrepasada la CMP.

El segundo tomó en cuenta la Guía para la Calidad de Aire (GCA) de la Organización Mundial de la Salud –OMS– (WHO, 2000), que fija como recomendación una concentración de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual. Por lo que en este caso el factor 0.08 se multiplicó por las concentraciones máximas de una hora para obtener la distancia en donde se sobrepasa a ese valor guía.

El tercero, supuso un periodo de un mes ya que permite modelar las tasas de emisión de los Medios V y VI y sus resultados pueden entonces ser promediados trimestralmente o anualmente, el factor multiplicador estimado fue de 0.32 y al igual que el anterior se multiplicó con respecto a la máxima concentración de una hora (ver Apéndice E).

En síntesis, los resultados obtenidos es decir cada distancia, fue comparada con lo que establece la reglamentación o los criterios nacionales e internacionales en materia de concentraciones máximas permisibles del metal plomo en aire ambiente para protección a la salud humana. De esta forma y como se verá más adelante fue determinada la distancia crítica en donde se sobrepasa a estos criterios en cada uno de los escenarios evaluados.

En otro orden de ideas, es pertinente hacer mención, que en la definición del peor de los escenarios se consideraron adicionalmente cinco tipos diferentes de área con el propósito de ofrecer mayores opciones de escenarios. La primera es denominada 100% y se asocia a las dimensiones 135x70 metros de la Celda N°2 señaladas por INE-CENICA (2001), la segunda, tercera, cuarta y quinta corresponde a los porcentajes 35, 25, 15 y 5% respectivamente. A continuación se presenta una descripción y los criterios tomados en cuenta para definir estos valores.

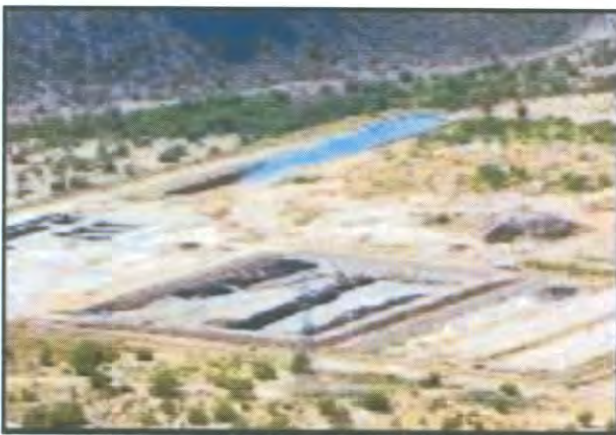


Figura 38. Celda N° 2 del Cytrar Fotografía obtenida en www.elimparcial.com

Durante las observaciones de campo y fotografías aparecidas en la página de internet de El Imparcial (Figura 38), se advierte que la Celda N° 2 presenta áreas planas en tonalidades claras, muy posiblemente cubiertas de material terroso, mientras que en otras, las zonas tienen matices oscuros. En estas zonas las notas de campo indican la presencia de supersacos que

seguramente contienen tierras contaminadas, además de contenedores o tambos de 200 litros de capacidad cuyo contenido se desconoce.

Con el objeto de estimar el área que ocupa las sombras, se realizó una proyección de 10 líneas longitudinales y otras 10 perpendiculares a estas dentro del área de la Celda N° 2 y se observó que estas sombras representan aproximadamente el 35% del área total, a partir de ello se supusieron tres porcentajes arbitrarios adicionales y fueron el 25, 15 y 5 por ciento respectivamente con respecto al área total de 100% ya señalados.

Los cálculos realizados en estas áreas, tomaron en cuenta posibles cuestionamientos de los actores involucrados, ya que se supuso que probablemente argumentarían que la Celda N° 2 no se encuentra en su totalidad llena de tierra contaminada. Por tanto y con base en lo anterior, se determinó que cada una de las áreas a las que se les asignó estos porcentajes representan zonas potenciales de dispersión de los polvos con plomo (Pb) y en consecuencia fueron también sujetas a evaluación cada una de ellas para determinar el peor de los escenarios.

II.2.1 Evaluación de Escenarios de los Medios I a IV (Máxima Concentración Sin Especificación del Ángulo Deseado). A continuación se presenta la primera búsqueda del peor de los escenarios en los Medios I a IV (Apéndice H), en el que se muestra: La distancia hasta donde se excede la CMP ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS) y la recomendación de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual de la GCA; y la relación entre los porcentajes de área y el porcentaje de las concentraciones en masa total del contaminante en que esto se presenta. Para ello se modeló en *SCREEN3* 100 escenas en los Medios I a IV tomando como criterio la evaluación a concentración máxima (U.S. EPA, 1995a), es decir, la estimación se llevo a cabo a través de la búsqueda de rangos de direcciones del viento para encontrar las concentraciones máximas, o también denominado como meteorología completa y distancias automatizadas desde 100 hasta 10,000 metros, en las cinco áreas preestablecidas (Tabla 1h y 2h, Apéndice H).

II.2.1.1 Medio I. En este medio fueron evaluados 50 escenarios y se encontró que en ninguna de ellos se alcanza la distancia en se iguale o sobrepase la concentración máxima permitida para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana (CMP) de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo y el valor GCA de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual (Tablas 1h y 2h, Apéndice H).

II.2.1.2 Medio II. Se evaluaron nuevamente 50 escenarios, las Tablas 1h y 2h (Apéndice H) muestran que sólo en el área del 100% y a los 100 m, se alcanza la distancia que sobrepasa la CMP y el valor GCA, esta escena corresponde a 4.11% como masa total del contaminante plomo (Pb) reportado por las ONG.

II.2.1.3 Medio III. En los 50 escenarios de este medio las Tablas 1h y 2h (Apéndice H) señalan que, en el área del 100% las concentraciones que sobrepasan la Concentración Máxima Permitida (CMP) y valor guía de la OMS, se ubican desde 0.05% a 4.11% como masa total del contaminante y en distancias que van de 100 a los 6,000 metros para el caso del primero y de 100 a 5,500 m para el segundo.

Esto significa que para el análisis de 4.11% la CMP y el valor GCA son excedidos desde los 100 metros hasta una distancia de 6,000 m y 5,500 m respectivamente después de la cual, las concentraciones serán menores a $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral y $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del promedio anual. Para el caso del 1.0% la CMP y el valor GCA es superado desde los 100 m hasta los 2,100 m y 2,000 m respectivamente, después de estas distancias las concentraciones son menores a estos criterios. Para una concentración de 0.1% el límite es sobrepasado desde los 100 hasta los 300 y 200 metros, más allá de estas distancias, las concentraciones son mas bajas a la concentración máxima permitida y al valor guía. Cuando la concentración como masa total de contaminante es del 0.05%, sólo hasta una distancia de 100 metros y en ambos casos, es mas alto que la CMP y el valor GCA, después de la cual, las concentración esta por debajo de estos criterios. La Tablas 1h y 2h (Apéndice H) muestran las distancias para las áreas de 35, 25, 15 y 5 por ciento con relación a las concentraciones del 0.05, 0.1, 1.0 y 4.11% respectivamente.

Es importante hacer notar que las mayores distancias hasta donde la CMP y el valor GCA son alcanzadas corresponde a las escenas de 4.11%, seguida por 1.0 (Figuras 39 y 40); y las menores se relacionan a las de los porcentajes de masa total de Plomo de 0.05 y 0.1 por ciento respectivamente.

Por lo tanto el peor de los escenarios de este Medio III pertenece a la escena donde “m” es igual a 4.11%, s (50%), p (2.0), w (41.1) en el área total (100%) de la Celda N° 2.

II.2.1.4 Medio IV. En este medio la Tabla 1h (Apéndice H) y Tabla 2h (Apéndice H) marcan las distancias en que se exceden la CMP y el valor guía de la OMS de los 50 escenarios evaluados, así por ejemplo, se observa que la concentración máxima permitida de NOM y NAAQS sobrepasan el límite de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el valor guía de la OMS de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ desde 0.05 a 4.11 por ciento a partir de las distancias de 100 m hasta los 10,000 metros para el primer caso y de 100 a 9,000 m para el segundo.

Las Figuras 39 y 40 demuestran que el peor de los escenarios del Medio IV es la escena en donde las tierras contienen el 4.11% en concentración de masa total del contaminante (m) y se encuentran en el área total (100%) de la celda. Cabe recordar que esta escena corresponde a las tierras que contienen un 95% en porcentaje de limo (s), se presentan dos días por año con más de 25 mm de precipitación (p) y 41.10 es el porcentaje de tiempo que la velocidad del viento excede 5.4 m/s (w). En síntesis este escenario es el peor de todos los existentes en los Medios I a IV.

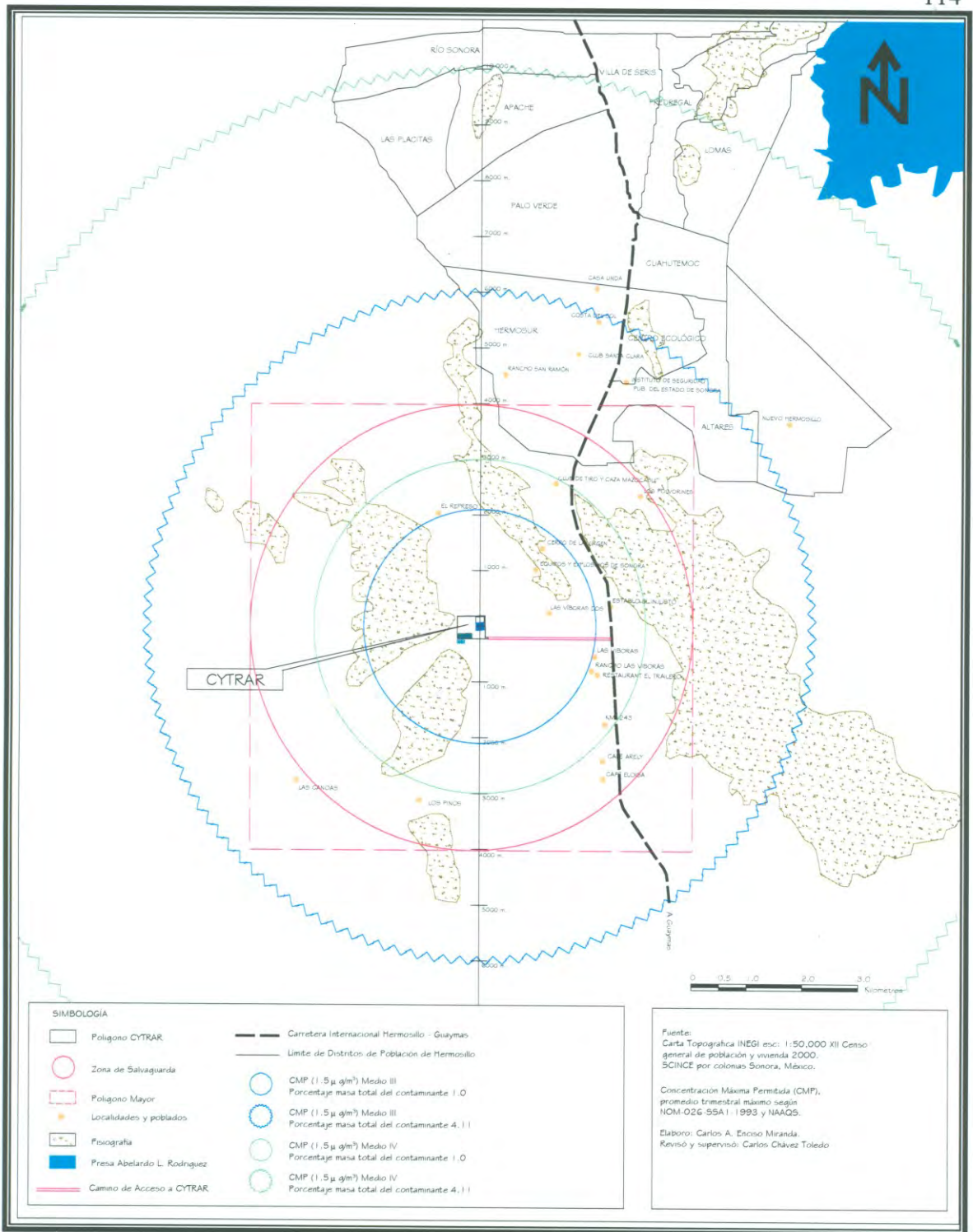


Figura 39. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentajes de masa total de contaminante de 1.0% y 4.11%. Muestra las distancias donde es sobrepasada la CMP.

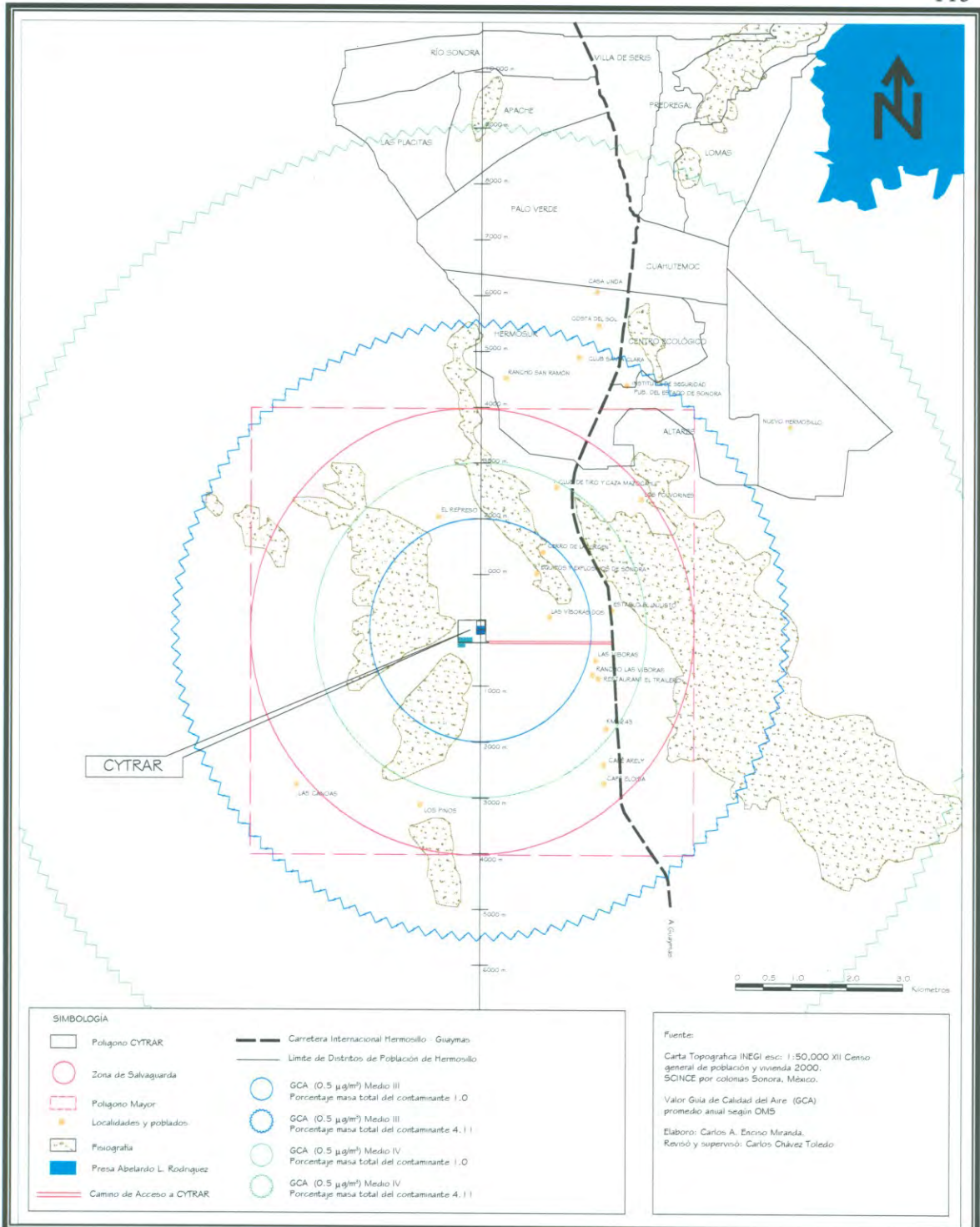


Figura 40. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentajes de masa total de contaminante de 1.0% y 4.11%. Muestra las distancias donde es sobrepasado el valor GCA.

II.2.2 Evaluación de Escenarios de los Medios I a IV (*Máxima Concentración Con Especificación del Ángulo Deseado*). Si bien en el análisis anterior se obtuvieron las distancias a las cuales por cada escenario evaluado se determinaba si sobrepasaba la CMP y el valor GCA, se reflexionó que era necesario conocer *¿qué concentración es la esperada en cada una de las poblaciones humanas asentadas en los alrededores del CYTRAR (ver Tabla 1) y en la de los Distritos de Población Sur y Suroeste de Hermosillo (ver Figura 4 y Figura 3d, Apéndice Da)? Y ¿sí exceden o no la concentración máxima permitida para el Plomo de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo y el valor recomendado por la OMS de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual?* El siguiente análisis que aquí se presenta, toma en cuenta la evaluación de diversos escenarios a partir de los valores calculados de velocidad del viento de la Rosa de Vientos de la CNA con respecto al ángulo o rumbo que se juzgó sopla en cada dirección (ver Tabla 2).

Cabe aclarar que puesto que de los 100 escenarios del Medios I y II no mostraron ser importantes de considerarse en esta evaluación (Tabla 1h y 2h, Apéndice H), sólo se realizará el análisis de máxima concentración con especificación del ángulo deseado de los Medios III y IV considerando que la tierra contaminada ocupa el 100% de la celda.

Otro aspecto importante de señalar, es que desde un principio se sabía que los resultados en los Medios III y IV resultarían en sobre evaluación puesto que se presentan cuando $w = 41.1$ por ciento, es decir, bajo condiciones de velocidad máxima del viento y que, para que esto ocurra, la frecuencia de vientos en la Ciudad de Hermosillo deben exceder y mantener una velocidad de 5.4 m/s durante 150 días en el año, cosa que no acontece. No obstante y puesto que los datos de Rosa de Vientos de Hermosillo se encuentran por debajo de esa cifra, se reflexionó que resultaría útil su análisis para evaluar: *¿Cuáles concentraciones son las esperadas en los asentamientos humanos cercanos al CYTRAR cuando se presentan vientos de esta característica a lo largo del año o al menos en un trimestre?*

Por lo anterior se tomó la decisión de evaluar el comportamiento en la escena que evidenció el peor escenario de los Medios III y IV, es decir, aquella que corresponden a 4.11% como masa total del contaminante (reportado por las ONG). Ya que en estos escenarios se presentan las mayores distancias en las que se sobrepasa la CMP ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS, y el valor guía de la OMS ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como promedio de exposición anual. También y para propósitos comparativos se hizo la evaluación en la escena 1.0 % como masa total del contaminante que corresponde al de PROFEPA y Rena Thea Martin (ver Tablas 3g y 4g, Apéndice Ga).

Con el objeto de que los resultados pudieran ser comparados anualmente o durante al menos un trimestre del año, se alimentó al modelo para dos clases de estabilidad atmosférica según los criterios de U.S. EPA (1995a). La primera es la Clase de Estabilidad “C” y la segunda es la “F”, la razón de ello es evaluar la condición atmosférica que se presupone es la que prevalece a lo largo del año en Hermosillo y al mismo tiempo modelar en la peor de todas, es decir la más conservadora.

En estas evaluaciones se tuvo en cuenta cada una de las velocidades y los ángulos o rumbos de la dirección del viento de la rosa de CNA (ver Tabla 2). Por ejemplo, en un ángulo de 45° la velocidad es de 1.8 m/s y corresponde a los vientos del SE; a los 90° y para vientos del sur la velocidad es de 1.55 m/s. En síntesis los ángulos que fueron considerados en esta evaluación son: 45, 67.5, 90, 112.5, 135 y 150 grados para vientos del SE, SSE, S, SSO, SO y $>\text{SO}<\text{O}$ respectivamente para cada uno de ellos; y para los propósitos de esta evaluación se les denominará como “*ángulos deseados*” según el modelo SCREEN3 (U.S. EPA, 1995a).

Se modelaron 48 escenas con ángulos deseados y se realizó la búsqueda de máxima concentración en distancias automatizadas de 100 hasta 10,000 metros para evaluar el comportamiento de las concentraciones en los asentamientos humanos cercanos al CYTRAR de la Tabla 1.

Como resultado, se analizaron 96 escenarios para determinar en cada uno de ellos la distancia hasta donde se excede la CMP ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS, y el valor GCA ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de la OMS. A continuación se presenta el análisis de las evaluaciones realizadas en los dos medios.

II.2.2.1 Clase de estabilidad atmosférica “C” para “m” de 1.0%. En los 12 escenarios analizados en el Medio III, los resultados indican que la CMP y el valor de referencia de la OMS (GCA) son sobrepasados entre los límites de distancias de 100 a 200 metros en las seis direcciones del viento evaluadas. Con respecto a los 12 del Medio IV, se observa que estas distancias se incrementan para el caso de la CMP hasta los 300 m en los ángulos de los vientos del SE, SSE, S y SSO y hasta 400 m en los de SO y >SO<O (límite extremo O); con respecto al valor guía de la OMS las distancias se hallan entre los 100 a 300 metros en las direcciones de vientos del SSE, SO y límite extremo O y hasta 400 m en aquellos que corresponden a los vientos del sureste, sur y suroeste.

Cabe señalar que ningún poblado o asentamiento humano está localizado en la zona donde se sobrepasa los criterios nacionales e internacionales para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana.

II.2.2.2 Clase de estabilidad atmosférica “F” para “m” de 1.0%. En este Medio III los 12 escenarios muestran un incremento en las distancias donde es sobrepasada la CMP y el valor GCA, estas corresponden a 1,400 y 1,300 m respectivamente en dirección norte favorecido por los vientos del sur. En el caso del Medio IV la mayor distancia donde es sobrepasada la CPM se encontró a los 2,400 y 2,300 m en direcciones del viento SSO y S; y para el caso del valor guía de la OMS a los 2,300 m en esas mismas direcciones.

Únicamente el Medio IV muestra dos asentamientos humanos (Equipos y Explosivos de Sonora y los del Cerro de la Virgen) localizados en la zona donde se excede la CMP y el valor GCA, además de El Represo en su proximidad (Figura 41). Las Tablas 3h y 4h (Apéndice H) contienen los datos de estos medios.

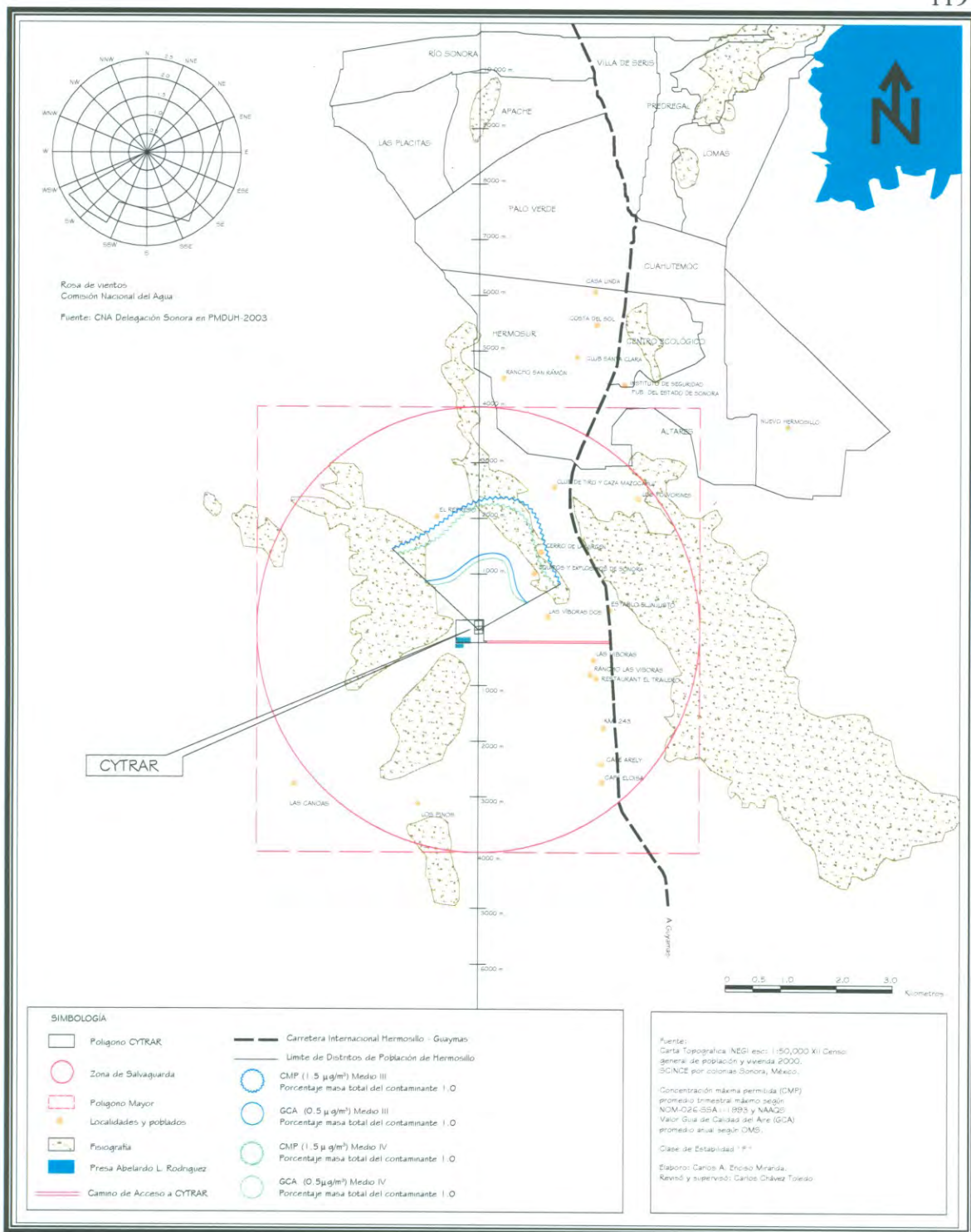


Figura 41. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentaje de masa total de contaminante de 1.0% y Clase de Estabilidad "F". Muestra las distancias donde son sobrepasados la CMP y el valor GCA.

II.2.2.3 Clase de estabilidad atmosférica “C” para “m” de 4.11%. En el Medio III se analizaron 12 escenarios y sus resultados indican que la CMP y el valor de referencia de la OMS (GCA) son excedidos desde el NO al NE hasta una distancia de 700 m; y con respecto a los 12 del Medio IV nuevamente se observa que estas se incrementan en esos mismos rumbos hasta los 1,100 metros (Figura 42). En esta figura se observa que ningún poblado o asentamiento humano están localizados en esa zona.

La Tabla 5h (Apéndice H) muestra los valores de concentración de plomo para periodos de 3 meses y 1 año en el Medio III. Se observa que las distancias donde se sobrepasa a los criterios nacionales e internacionales para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana son: En el primero de ellos y en dirección de los vientos del SE, S y SSO la distancia límite donde se excede la CMP es en los 700 m y hasta los 600 m en los de SSE, SO y >SO<O (límite extremo O); con respecto al valor guía de la OMS las distancias se hallan a 700 metros en las direcciones de vientos del S, y SO, 600 m en las de los vientos del sureste y sursureste, y 500 m en SO y límite extremo O.

La Tabla 6h (Apéndice H) también presenta los datos de concentración de Pb en el Medio IV para 3 meses y 1 año. En este medio los 6 escenarios que contienen las distancias donde es sobrepasado la CMP corresponden a 1,100 m en dirección norte causado por los vientos del S y SSO, a los 1,000 m en dirección de vientos del SE, 900 m en los del SSE y SO, y 800 m en aquellos >SO<O (límite extremo O). Con respecto al valor GCA de la OMS la mayor distancia donde es sobrepasada se encontró a los 1,000, 900 y 800 m en direcciones del viento S, SSO para la primera, SE, SSE la segunda, SO y >SO<O para la tercera.

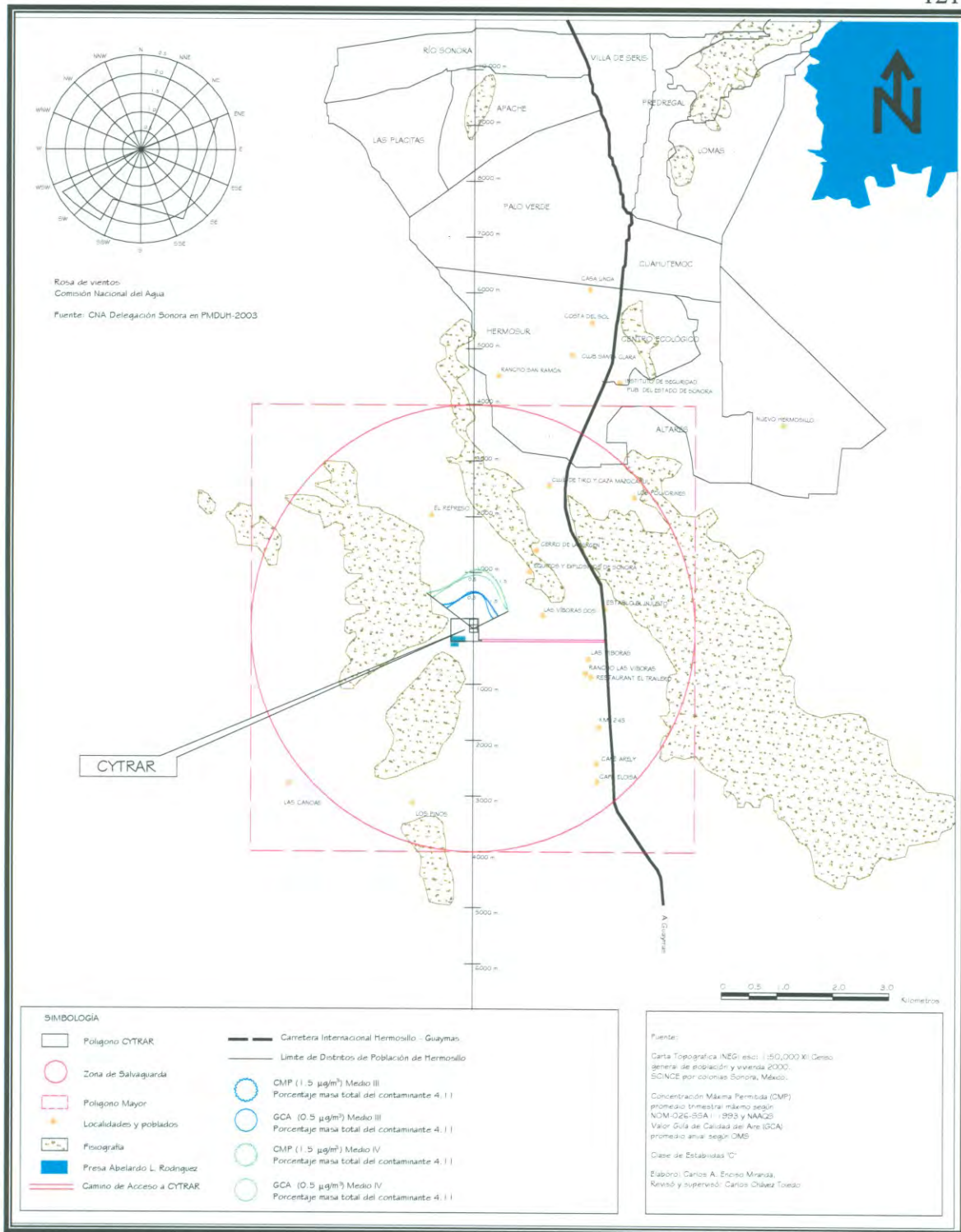


Figura 42. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentaje de masa total de contaminante de 4.11% y Clase de Estabilidad "C". Muestra las distancias donde son sobrepasados la CMP y el valor GCA.

II.2.2.4 Clase de estabilidad atmosférica “F” para “m” de 4.11%. Los 12 escenarios del Medio III analizados indican que la CMP y el valor de referencia de la OMS (GCA) son excedidos hasta una distancia de 4,000 m en la zona ubicada entre el NO y NE de la celda. Con respecto a los 12 del Medio IV se observa que estas se incrementan a 7,000 m en esas direcciones. Para ambos medios la Figura 43 señala la presencia de poblados o asentamientos humanos en esta zona y muestra que sobrepasa los criterios nacionales e internacionales para este metal en aire ambiente para protección a la salud humana.

En el Medio III y hacia el NE de la celda se encuentran asentamientos humanos tales como: Equipos y Explosivos de Sonora, Cerro de la Virgen, Los Polvorines y Club de Tiro y Caza Mazocahui que están localizados en la zona donde se excede la CMP y el valor GCA, además de El Represo en dirección NO (Figura 43). La Tabla 7h (Apéndice H) contienen los datos de concentración de plomo en las seis direcciones del viento evaluadas en este medio, además de los valores del promedio y percentil 95 que indican que: A los 3,500 metros se presenta una concentración de $1.668 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de plomo como promedio trimestral y $0.513 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual; y para el caso del Percentil 95 a una distancia de 4,000 m son excedidos los criterios establecidos por CMP y el valor guía de la OMS, ya que presentan concentraciones de plomo de $1.693 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $0.521 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

En el Medio IV los escenarios revelan un incremento en las distancias donde es sobrepasado la CMP y el valor GCA, estos corresponden a 7,000 y 6,500 m respectivamente en dirección N y NNE. La Figura 43 muestra que además de los asentamientos humanos del Medio III se añaden a estos: Las colonias del Distrito Altares; asentamientos en el Distrito Hermosur tales como Club Santa Clara, Rancho San Ramón y los Fraccionamientos Costa del Sol y Casa Linda; y algunas colonias del Distrito Palo Verde. La Tabla 8h (Apéndice H) presenta los valores de concentración de Pb obtenidos en las seis direcciones del viento de este medio y los promedios y percentil 95.

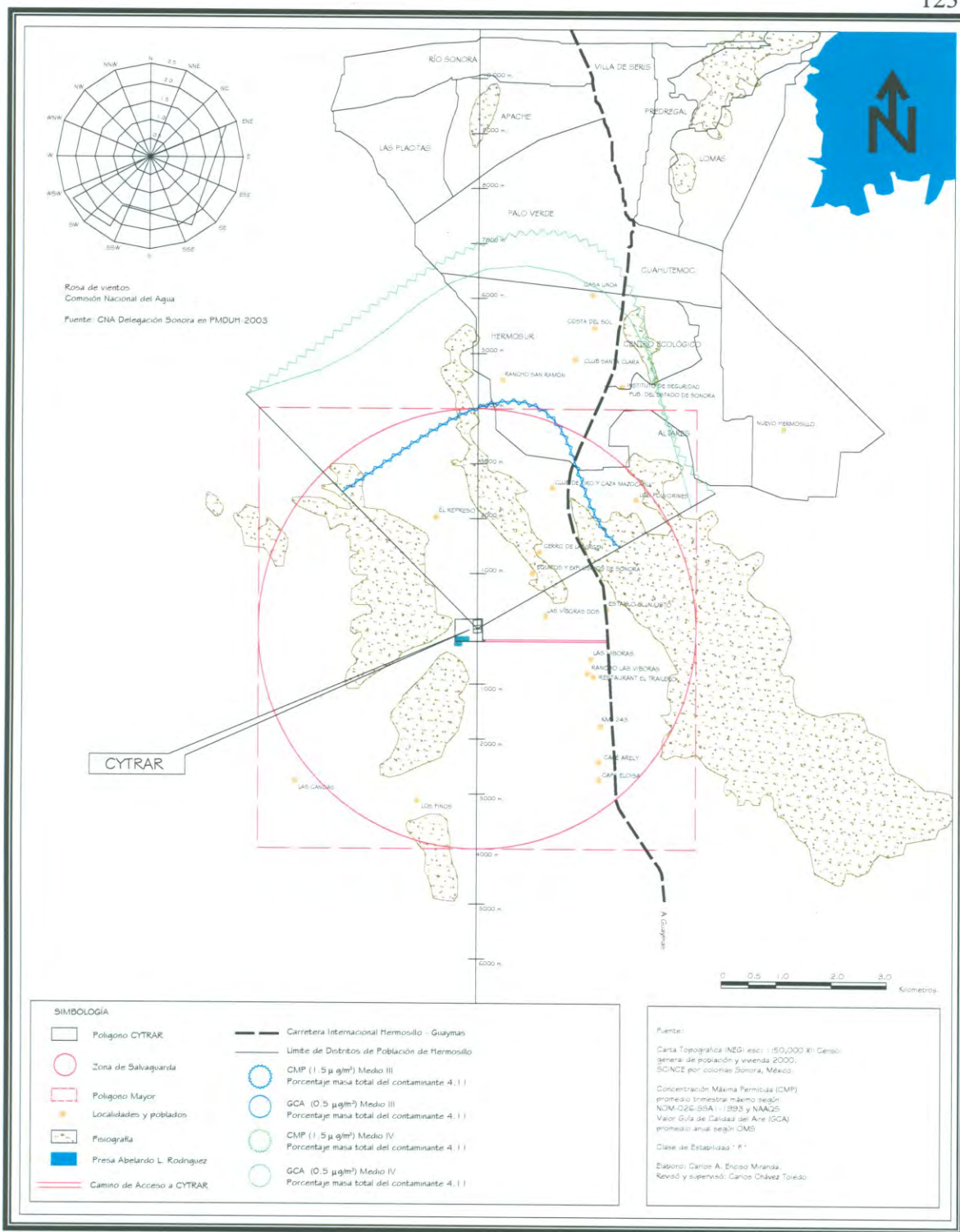


Figura 43. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio III y IV para porcentaje de masa total de contaminante de 4.11% y Clase de Estabilidad "F". Muestra las distancias donde son sobrepasados la CMP y el valor GCA.

II.2.3 Evaluación de Escenarios de los Medios V y VI (*Máxima Concentración Sin Especificación del Ángulo Deseado*). Para la búsqueda de los peores escenarios en los Medios V y VI (Apéndice I) se tomó en cuenta el promedio anual y percentil 95 anual de las tasas de emisión de porcentaje de plomo en masa total de 0.0005 a 4.11%, y los cinco porcentajes de área (ver Tablas 5g y 6g, Apéndice Gb). Se evaluaron 200 escenarios y en cada uno de ellos se determinó la distancia hasta donde se excede la CMP ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS) y la recomendación de valor GCA ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual). La modelación en *SCREEN3* se llevó a cabo a concentración máxima, meteorología completa y distancias automatizadas desde 100 hasta 10,000 metros para un trimestre del año y para un periodo anual. La Tablas 1i y 2i (Apéndice I) compila los resultados obtenidos en ambos medios.

II.2.3.1 Medio V (*Promedio Anual*). Los resultados de la evaluación de los promedios del Medio V, indican que de los 50 escenarios, sólo en el porcentaje de 4.11 como masa total de contaminante se alcanza la distancia en la que se iguale o sobrepase la CMP y el valor GCA. En ambos casos la mayor concentración esperada ocurre hasta una distancia de 400 metros con respecto al área total de celda (Figuras 44 y 45), seguida de 200 m para un área de 35% y de 100 m en 25% y 15% respectivamente (Tabla 1i y 2i, Apéndice I).

II.2.3.2 Medio V (*Percentil 95 Anual*). En este medio las Tablas 1i y 2i (Apéndices I) muestran los 50 escenarios evaluados. Se observa que las mayores distancias en las que se iguala o sobrepasa la CMP y GCA corresponden a un porcentaje de masa total del contaminante de 1.0 y 4.11% y además las distancias se incrementan al doble con respecto al resultado de los promedios. Las concentraciones esperadas que superan la CMP y el valor GCA se presentan hasta una distancia de 800 m y 700 m respectivamente para un área de 100% (Figuras 44 y 45); 400 m en área de 35%, 300 m en 25%, 200 m en 15% y 100 m en 5% en cada caso y con respecto al área total de celda.

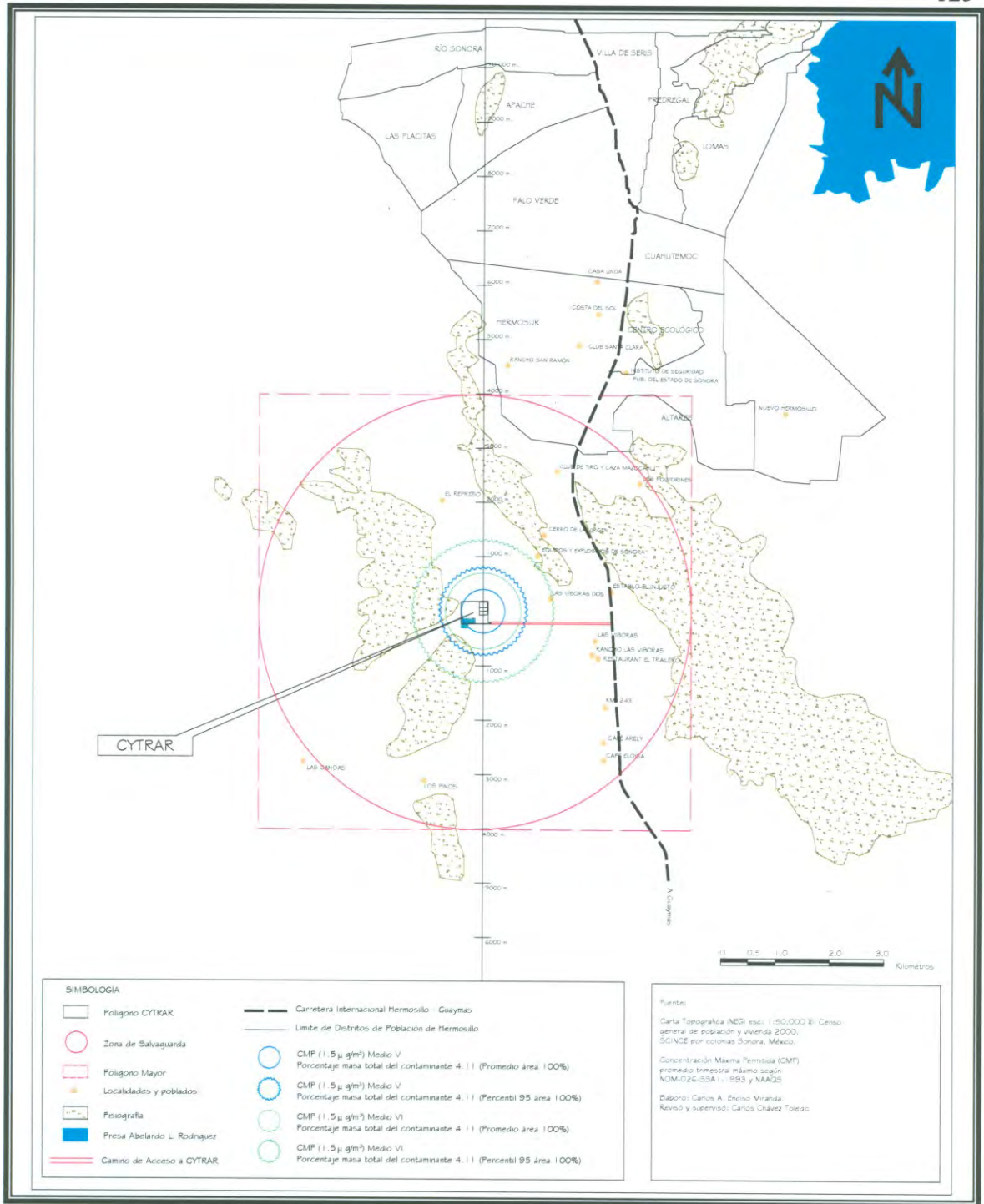


Figura 44. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio V y VI para porcentaje de masa total de contaminante de 4.11%. Muestra las distancias donde es sobrepasada la CMP a partir del Promedio y Percentil 95.

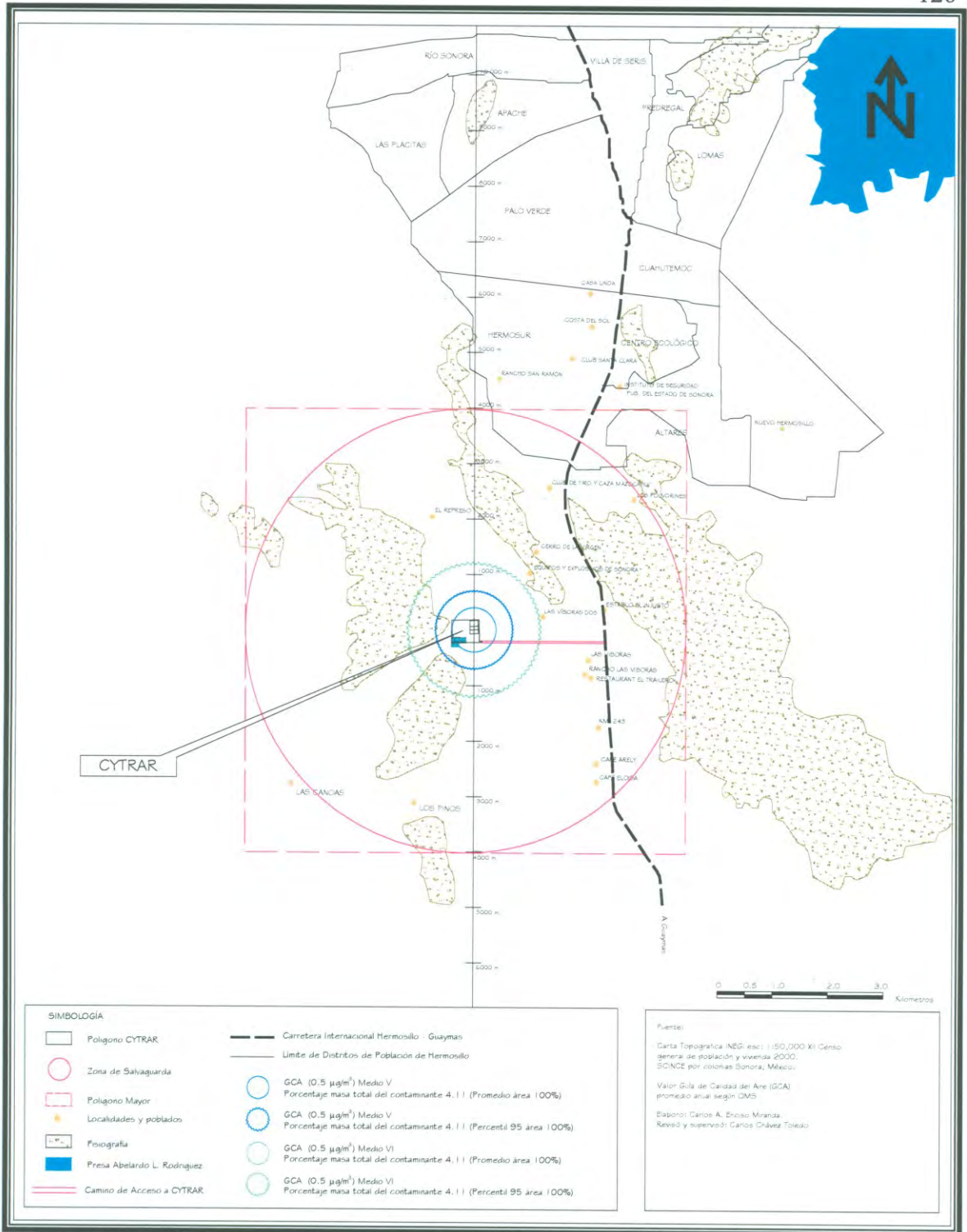


Figura 45. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en el Medio V y VI para porcentaje de masa total de contaminante de 4.11%. Muestra las distancias donde es sobrepasado el valor GCA a partir del Promedio y Percentil 95.

II.2.3.3 Medio VI (Promedio Anual). La evaluación de los promedios del Medio VI revela que, de los 50 escenarios sólo en los porcentajes de 1.0 y 4.11 como masa total de contaminante se alcanza la distancia en la que se iguale o sobrepase la concentración máxima permitida de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS, así como la recomendación de la OMS de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual. Nuevamente las mayores concentraciones esperadas ocurren en los escenarios de 4.11% cuando el porcentaje de área es de 100 por ciento. Con respecto a las distancias, la CMP y el valor GCA es superado hasta los 700 metros en el área total de celda (Figuras 44 y 45); le sigue la distancia de 400 m y 300 para un área de 35% respectivamente para cada uno de ellos; 300 m en 25%; 200 en 15% y 100 m para 5% con respecto al área total y en ambos casos (Tablas 1i y 2i, Apéndice I).

II.2.3.4 Medio VI (Percentil 95 Anual). En los 50 escenarios evaluados de este medio, las distancias en las que se iguale o sobrepase la CMP y el valor GCA corresponden al 1.0 y 4.11% como porcentaje de masa total del contaminante. La Tabla 1i (Apéndice I-1) y Tabla 2i (Apéndice I) muestran como las distancias se incrementan con respecto a los resultados de los promedios para este medio y nuevamente en los escenarios de 4.11% se presentan las mayores distancias en donde las concentraciones esperadas superan la CMP y el valor GCA. Estas distancias se ubican a los 1,200 m y 1,300 m con respecto el área total de la celda para GCA y CMP respectivamente (Figuras 44 y 45); 600 m en el área de 35% y 500 m en 25% para ambos; 300 y 400 m para el valor GCA y la CMP en un área relativa al 15%; y 200 m en 5% del área total en ambas.

En síntesis se determina que al menos en un trimestre del año es posible alcanzar la CMP hasta una distancia de 1,300 metros de la celda y para un periodo anual a 1,200 m con respecto al valor GCA. Este escenario corresponde a 95% de polvo, dos días por año con más de 25 mm de precipitación y 4.11 como porcentaje de masa total de plomo en el área total de la Celda N°2. Como este es el peor de todos los evaluados, a partir de este momento será nombrado escenario 4.11% del Medio VI o **conservador**.

Por todo lo anterior, se consideró que este escenario resultaba el mas propicio para modelar *¿qué mes o meses del año podrían representar mayor riesgo a la población cercana a la Celda N° 2 del CYTRAR en términos de excederse la concentración máxima permitida para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana como promedio trimestral máximo o la recomendación como promedio de exposición anual? y ¿en cuál asentamiento humano y Distrito de Población de Hermosillo más cercano al CYTRAR es excedido estos criterios?* A continuación se presenta los resultados de las modelaciones realizadas para el escenario conservador, cabe señalar que el factor tiempo considerado en estas estimaciones fue de 0.32 y 0.08 que corresponden a los valores calculados por mes y por año respectivamente. En el primer caso permite evaluar periodos trimestrales en el año para ser comparados con la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS, y el segundo durante un periodo anual para la recomendación de la OMS.

II.2.4 Evaluación Anual del Peor Escenario o Escenario Conservador (Máxima Concentración Sin Especificación del Ángulo Deseado). Con objeto de dar respuesta a la pregunta *¿qué mes o meses del año podrían representar mayor riesgo a la población cercana a la Celda N° 2 del CYTRAR en términos de excederse la CMP y el valor GCA?*, fueron consideradas 14 escenas del escenario conservador, tomando los valores de tasas de emisión mensuales y el promedio y percentil 95 de la Tabla 6g (ver Apéndice Gb), por consiguiente fueron obtenidos en total 28 escenarios.

Cada escena corresponde al mes del año y en la modelación se consideró estimación de la dirección a concentración máxima y meteorología completa en distancias de 100 a 10,000 metros de la celda según U.S. EPA (1995a). La Tabla 1j (Apéndice J), contiene los resultados mensuales de concentración de plomo que calculó el modelo para una hora en cada distancia definida a lo largo del año y misma que, como se verá más adelante, sirvió para la transformación de los datos en un periodo mensual y otro anual considerando los criterios de U.S. EPA (1992) (ver Apéndice E).

En la Tabla 1j (Apéndice J) se puede observar que las máximas concentraciones se presentan en los meses de mayo, julio, junio, abril, marzo y agosto, seguidas por los meses de enero, septiembre, noviembre, diciembre y octubre. Caso especial es la concentración cero del mes de febrero y esto debido al valor cero en su tasa de emisión, por lo cual la modelación genera el mismo resultado.

Con respecto a la modelación para concentración máxima mensual, en la Tabla 2j (Apéndice J) se anotan los resultados de los 12 escenarios que contienen los valores en concentración máxima de plomo emitido desde la Celda N° 2 del CYTRAR hasta una distancia de 10,000 metros y durante el ciclo anual de 1998. En recuadros aparecen la concentración superior más cercana a la CMP y 1,700 metros como la mayor distancia que se sobrepasa ese valor y que ocurre en el mes de mayo. Además y tomando como referencia esa distancia, se observa que las máximas concentraciones resultan durante los meses de julio, junio, abril, marzo y agosto entre los límites de distancias de 1,000 a 1,400 m en ese orden; y las menores concentraciones entre los 800 y 100 metros en los meses de enero, septiembre, noviembre, diciembre y octubre. La Figura 46 representa gráficamente el comportamiento de estos resultados.

Con objeto de comparar los datos en forma trimestral se calcularon los promedios mensuales en cuatro trimestres del año dando como resultado lo siguiente: En el primer trimestre (enero a marzo) la distancia donde se excede la CMP corresponde a los 600 metros para una concentración de $1.724 \mu\text{g}/\text{m}^3$; el segundo trimestre (abril a junio) presume ser el que alcanza la mayor distancia ya que la CMP es alcanzado a los 1,400 metros con una concentración promedio de $1.5424 \mu\text{g}/\text{m}^3$; el tercer trimestre (julio a septiembre) ocupa el segundo lugar ya que la CMP es excedida hasta una distancia de 1,000 metros y concentración promedio en esos tres meses de $1.678 \mu\text{g}/\text{m}^3$; y el último trimestre del año (octubre a diciembre) resultó ser el mas bajo de todos, la CMP es sobrepasada hasta una distancia de 300 metros y $1.7483 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de concentración trimestral.

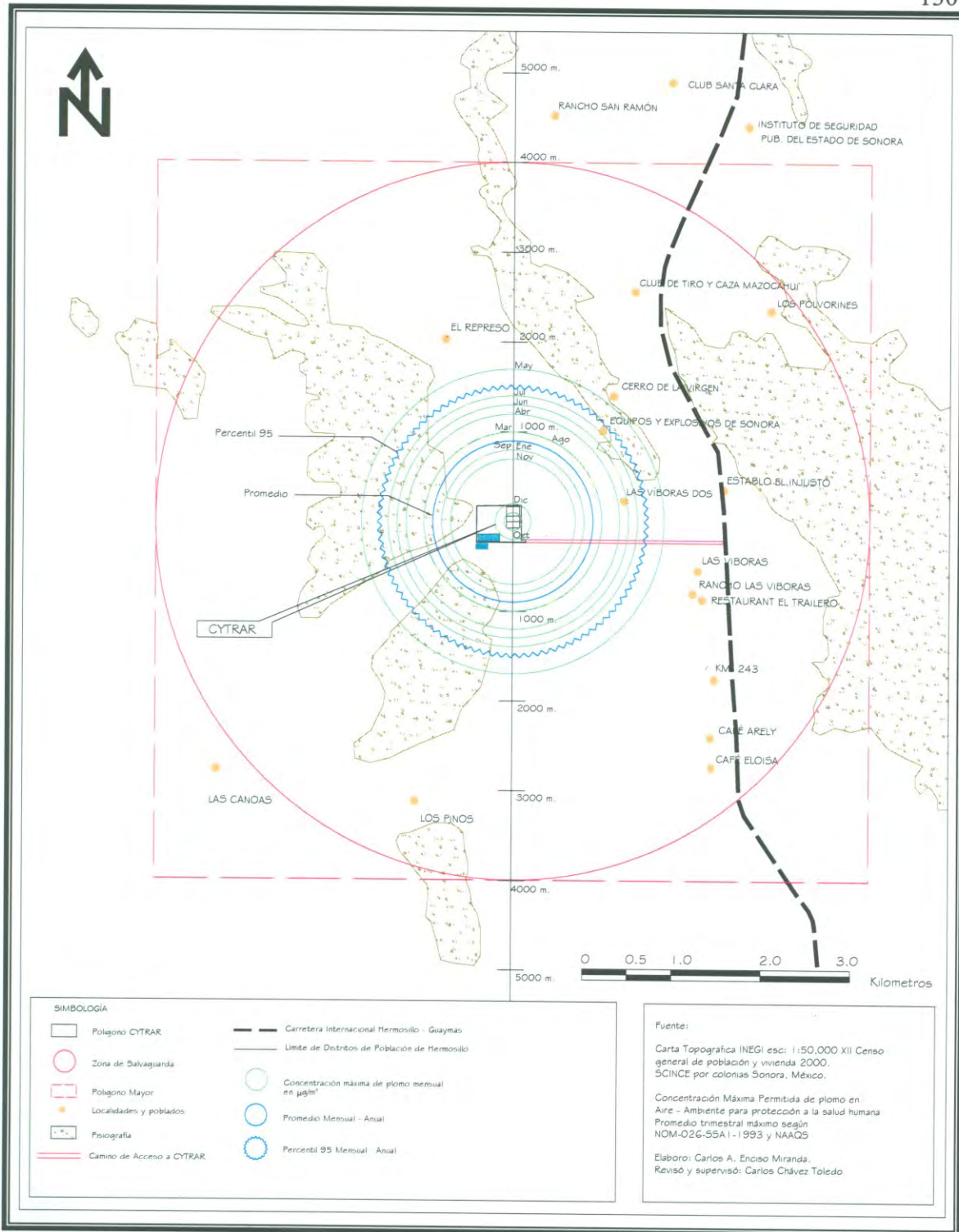


Figura 46. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en los meses del año y Promedio y Percentil 95. Muestra las distancias donde es sobrepasada la CMP.

Finalmente fueron incluidos en la Figura 46, los escenarios de concentración promedio y percentil 95 del año a partir de los datos de la Tabla 2j (Apéndice J). En ésta se muestra el comportamiento del promedio de datos de concentración máxima de plomo donde se observa como la CMP es sobrepasada desde los 100 hasta los 900 metros y más allá de una distancia de 1,000 metros las concentraciones se encuentran por debajo de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo reportados por NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS.

Con respecto a los datos de Percentil 95, también en la Figura 46 se advierte que la CMP es excedida hasta una distancia de 1,500 metros y superior a ella los datos en concentración máxima de plomo se ubican por debajo de la CMP.

En síntesis, los resultados obtenidos en este análisis de 14 escenarios demuestra que bajo las condiciones de modelación del escenario conservador, la mayor concentración esperada ocurre en el mes de mayo y durante el segundo trimestre del año y más allá de una distancia de 1,500 m (indicado por el Percentil 95) no se espera que sea sobrepasado los criterios nacionales e internacionales de concentración máxima de plomo en aire ambiente para protección a la salud humana. Es pertinente señalar que sólo dos asentamientos humanos (Las Víboras Dos y Equipos y Explosivos de Sonora) están localizados en esta zona y se encuentran hacia el NE del CYTRAR (Figura 46).

La modelación para concentración máxima anual indica que la concentración más cercana al valor GCA es a los 1,400 metros y ocurre en el mes de mayo, seguida de julio, junio, abril, marzo, agosto, enero, septiembre y noviembre entre los límites de distancias de 500 a 1,100 m en ese orden; y las menores hasta los 100 m en diciembre y octubre. La Figura 47 es la representación gráfica de estos resultados y en la Tabla 3j (Apéndice J) se presenta los 12 escenarios esperados de concentración máxima de plomo emitido desde la Celda N° 2 del CYTRAR hasta una distancia de 10,000 metros.

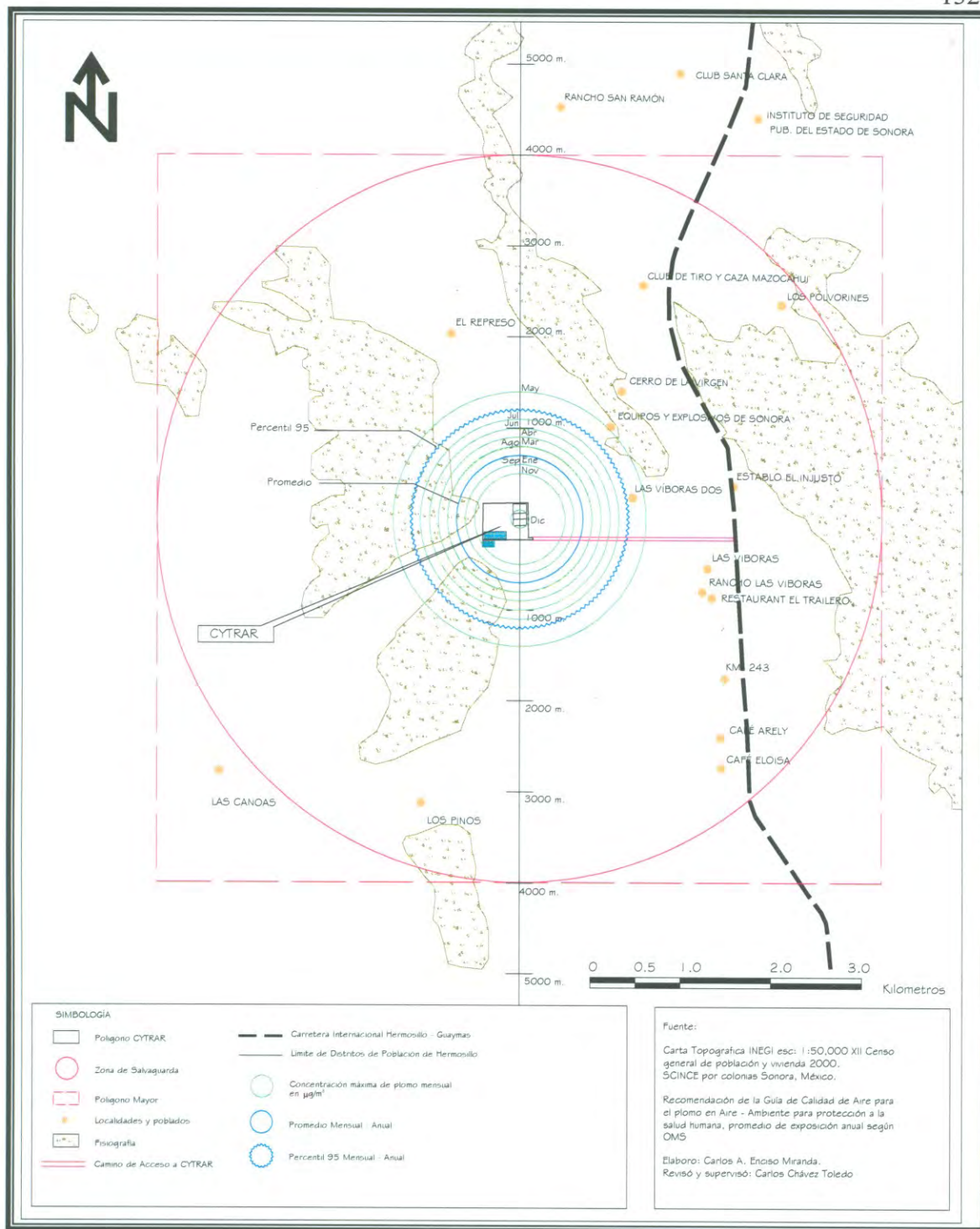


Figura 47. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en los meses del año y Promedio y Percentil 95. Muestra las distancias donde es sobrepasado el valor GCA.

Al igual que para la evaluación trimestral se ha incluido en esta Figura 47 los datos de los dos escenarios de concentración de los promedios y percentil 95 anual de la Tabla 3j (Apéndice J), donde se muestra como el valor GCA es excedido hasta una distancia de 700 m después de la cual las concentraciones se encuentran por debajo de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual. Con relación al Percentil 95 esta misma figura y tabla indican que hasta una distancia de 1,200 m es sobrepasado el valor recomendado por la OMS.

Así, los resultados muestran que bajo las condiciones de modelación del escenario conservador, la mayor concentración esperada como promedio de exposición anual de plomo en aire ambiente para protección a la salud humana y que es fijada como recomendación por la Organización Mundial de la Salud, ocurre hasta una distancia aproximada de 1,200 metros (indicado por el Percentil 95) y que más allá de una distancia de 1,400 m (señalado por el mes de mayo) no se espera que sea sobrepasado este criterio. Esto da como resultado que sólo el poblado Las Víboras Dos, el más cercano al CYTRAR sea el que potencialmente este más expuesto y durante la mayor parte del año a las concentraciones muy cercanas o por arriba del valor GCA de la OMS (Figura 47).

En síntesis, el análisis de los 28 escenarios que incluye la evaluación mensual, trimestral y anual permite definir como las condiciones más adversas, aquellas en donde se reciben concentraciones de plomo hasta una distancia de 1,700 m de la Celda N° 2 del CYTRAR. Por lo que las poblaciones asentadas en un radio superior a esta distancia, incluidos los ocho Distritos de Población de Hermosillo, se encuentran dentro de lo que establece el criterio nacional y los internacionales de exposición por plomo en aire ambiente para protección a la salud humana. En consecuencia es posible que la celda abierta de CYTRAR no represente un riesgo a la población asentada a una distancia superior a los 1,700 metros.

II.2.5 Evaluación Anual del Escenario Conservador (*Máxima Concentración Con Especificación del Ángulo Deseado*). Para confirmar o rechazar la posibilidad que la celda abierta de CYTRAR no representa un riesgo a la población asentada en un radio superior a los 1,700 m y a la segunda pregunta formulada *¿en cuál asentamiento humano y Distrito de Población de Hermosillo más cercano al CYTRAR es excedido estos criterios?*, a continuación se muestra la descripción de resultados al modelar el escenario conservador en dirección a los asentamientos humanos localizados en el Polígono Mayor y hacia los ocho distritos de población.

Para la evaluación anual del escenario conservador se modelaron 96 escenas tomando en cuenta las tasas de emisión de los meses del año y la búsqueda de máxima concentración en función de rumbos y distancias aproximadas desde la Celda N° 2 del CYTRAR en dirección a los asentamientos humanos⁽¹⁾ más cercanos que están registrados en la Tabla 1.

En el análisis se tomo en cuenta el segundo criterio⁽²⁾ de estimación de la dirección y su velocidad asociada, según los datos de la Estación Solarimétrica Eduardo Hinojosa de la USON. Como se recordará, este criterio considera la velocidad promedio por dirección de las ocho direcciones básica del plano polar (ver Tabla 3) y en consecuencia, representa a todos los asentamientos humanos dentro y fuera del Polígono Mayor. Es decir, tomando como base este criterio de U.S. EPA (1995a), los cero grados se ubica en la dirección E del norte verdadero; a partir de este rumbo y el punto Suroeste de la celda, se establece para la modelación los ángulos deseados según SCREEN3, con que sopla el viento en función al eje más largo del área rectangular de la Celda N° 2 del CYTRAR. Por lo que en la modelación se consideró los siguientes ángulos: en el norte (270°), NE (315°), E (0°), SE (45°), S (90°), SO (135°), O (180°) y por último en el noroeste (225°).

(1) Ver - Opción búsqueda de dirección del viento o bien especificación del ángulo deseado - páginas 94 y 95.

(2) Ver - Opción búsqueda de dirección del viento o bien especificación del ángulo deseado - páginas 97, 98 y 99.

Además, en esta evaluación anual del escenario conservador se modeló cada uno de los meses del año considerando dos criterios: El primero toma en cuenta las distancias automatizadas desde los 100 m a 10,000 metros a partir del centro de la Celda N° 2 y el valor $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración máxima permitida para el Plomo como promedio trimestral máximo (CMP); y el segundo, estas mismas distancias automatizadas y el valor recomendado por la OMS de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual (valor GCA). Así y tomando en cuenta estos criterios se obtuvieron en total 16 escenarios de análisis.

A continuación, se presenta los resultados de la modelación que generó *SCREEN3* en los escenarios evaluados de cada uno de los rumbos del plano polar y las distancias donde se excede la concentración máxima permitida para el plomo según la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS, y el valor recomendado por la OMS.

Norte (270°).- El poblado Los Pinos, es el asentamiento humano más cercano en donde soplan los vientos del Norte y se encuentra localizado aproximadamente a 3,315 metros hacia el sur de la celda (ver Tabla 1 página 95). La velocidad promedio para esa dirección que muestra la Tabla 3, indica valores muy por debajo de los 0.1 m/s en tres meses del año y de 0.0 m/s en los siguientes meses. Por lo que los datos de concentración máxima de plomo calculados para cada mes dan valores cercanos a $0.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En las Figuras 48 y 49 se observa que ningún asentamiento humano localizado hacia el sur, esta expuesto a concentraciones de plomo en aire ambiente.

Noreste (315°).- Los asentamientos humanos más cercanos a la celda en esta dirección del viento es el poblado Las Canoas, localizado aproximadamente a 4,331 metros de distancia del centro de la Celda N° 2 (ver Tabla 1).

La modelación en cada uno de los meses del año evaluados, tomando como primer criterio distancias automatizadas desde los 100 metros a 10,000 m a partir del centro de la Celda N° 2 y el valor $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración máxima permitida para el

plomo como promedio trimestral máximo (CMP) muestra lo siguiente (Tabla 4j, Apéndice J): En los meses de enero y agosto la mayor distancia hasta donde se excede la CMP ocurre a los 300 metros; en marzo, septiembre y noviembre a los 100 m; los meses de abril, mayo y julio a 500 m. Junio es el mes que presume ser donde se registra la mayor distancia (1,100 m) que excede la CMP con una concentración de $1.613 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la Figura 48 se muestran las isolíneas de concentración máxima de plomo en la dirección suroeste que sobrepasan la concentración máxima permitida de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana según la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS; y donde se observa que ningún poblado se encuentra cercano a una exposición mayor al criterio fijado para el plomo de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo. En el caso de Las Canoas, tomando en cuenta la distancia a la celda en 4,000 metros y los tres meses de mayor exposición al plomo en aire ambiente por la población, este asentamiento manifiesta un promedio trimestral cercano a $0.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ muy por debajo de la CMP (ver Tabla 4j, Apéndice J).

El segundo criterio de modelación mensual, que considera el valor recomendado por la OMS de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual (valor GCA) muestra que nuevamente junio es el mes donde se alcanza la mayor distancia (900 m) hasta donde se excede el valor GCA, seguido por julio con 400 m; mientras que en los meses de abril y mayo se sobrepasa hasta los 300 m; enero y agosto (200 m); y septiembre y noviembre (100 m). En febrero, octubre y diciembre no se alcanza en ninguna distancia evaluada el valor recomendado por la OMS (Tabla 5j, Apéndice J).

La Figura 49 es la representación gráfica de este análisis, es decir, expone las isolíneas de concentración máxima de plomo en la dirección oeste que sobrepasan el valor recomendado por la OMS como promedio de exposición anual y muestra que no existe ningún asentamiento humano cercano al CYTRAR en esta dirección que este expuesto a concentraciones de plomo en aire ambiente por arriba del valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Este (0°).- No existe ningún poblado dentro del Polígono Mayor en esa dirección del viento. No obstante se efectuó la modelación en cada uno de los meses del año considerando el primero y segundo criterio de evaluación.

Para el primer criterio, el análisis de las distancias donde se excede el valor $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de CMP para el plomo muestra lo siguiente (Tabla 6j, Apéndice J): En el mes de enero ocurre a los 400 metros, en marzo a los 600 m, abril a 700 m, mayo a los 1,100 m, junio a 900, julio a 800 m, agosto a 500 m, septiembre en los 400 m, noviembre a los 300 m, y diciembre hasta los 100 metros. Mayo es el mes en donde se registra la mayor distancia con una concentración de $1.568 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la Figura 48 se observan las isolíneas de concentración máxima de plomo en la dirección oeste que sobrepasan la concentración máxima permitida de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana según la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS; y donde se muestra que no existen ningún poblado cercano al CYTRAR en este rumbo.

La modelación mensual para el segundo criterio, también tomó en cuenta en la evaluación distancias automatizadas de 100 a 10,000 m desde el centro de la celda y el valor recomendado por la OMS de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual (valor GCA). Muestra nuevamente a mayo como el mes en donde se alcanza la mayor distancia (900 m) hasta donde se excede el valor GCA, seguido por junio (700 m) y julio 600 m. En los otros meses ocurre lo siguiente: En enero y noviembre se excede hasta los 200 m; marzo y agosto (400 m); y septiembre 300 m. En febrero, octubre y diciembre no se alcanza en ninguna distancia evaluada el valor recomendado por la OMS (Tabla 7j, Apéndice J). La Figura 49 es la representación gráfica de este análisis y en ella se observa que ningún asentamiento humanos se ubica en dirección oeste.

Sureste (45°).- Al igual que el anterior, en esta dirección del viento no se localiza ningún poblado dentro del Polígono Mayor, sin embargo nuevamente se llevó a cabo la modelación en cada uno de los meses del año siguiendo ambos criterios de evaluación.

Para el primer criterio, la Tabla 8j (Apéndice J) presenta los datos de concentración máxima de plomo y sus distancias asociadas, en color gris se resalta las concentraciones que exceden el valor $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de CMP para el plomo. En este escenario el análisis muestra lo siguiente: En enero se sobrepasa la CMP hasta una distancia de 600 metros; en los meses de marzo y abril a los 900 m; mayo a los 1,500 m; junio 1,000 y julio a 800 m; seguidos por el mes de noviembre en 500 m; agosto y septiembre en los 400 m; y diciembre hasta los 100 metros. Mayo es el mes en donde se registra la mayor distancia con una concentración de $1.565 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La Figura 48 presenta en el noroeste, las isolíneas de concentración máxima de plomo que sobrepasan la concentración máxima permitida de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana según la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS. Esta figura indica que no existen poblados cercanos al CYTRAR en este rumbo.

Con respecto a la modelación mensual, para el segundo criterio el análisis muestra nuevamente a mayo como el mes en donde se alcanza la mayor distancia (1,200 m) hasta donde se excede el valor GCA, seguidos por: Marzo, abril y junio a los 700 m; julio 600 m; enero y noviembre 400 m; agosto 300 m; septiembre 200 m y diciembre 100 m. Además en ninguna distancia durante los meses de febrero y octubre se alcanza el valor recomendado por la OMS (Tabla 9j, Apéndice J). En la Figura 49 se representa gráficamente este análisis y se puede observar que no existe ningún asentamiento humano en dirección noroeste cercano a las isolíneas de concentración de plomo en aire-ambiente en ese rumbo.

Sur (90°).- Los vientos que soplan en esta dirección, se dirigen hacia la mayor concentración de asentamientos humanos ubicados desde los 2,000 a 10,000 metros de distancia del CYTRAR y estos son: El Represo, Rancho San Ramón, Club Santa Clara, Costa del Sol, Casa Linda y los distritos de población Palo Verde, Las Placitas, Apache, Río Sonora, Villa de Seris, Pedregal, Lomas y Cuauhtémoc.

La modelación realizada, tomando como primer criterio distancias automatizadas desde los 100 metros a 10,000 m a partir del centro de la Celda N° 2 y el valor de CMP para el plomo como promedio trimestral máximo de la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS indica lo siguiente (Tabla 10j, Apéndice J): En el mes de enero y julio la mayor distancia hasta donde se excede la CMP se presenta a 400 metros de la celda; en marzo a los 700 m; abril a 900 m; mayo en 1,100 m; junio a los 900; y agosto, septiembre y noviembre a 300 m. Mayo es el mes en donde se registra la mayor distancia con una concentración de $1.594 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En la Figura 48 se observan las isolíneas de concentración máxima de plomo en dirección norte que sobrepasan la concentración máxima permitida de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En esta se muestra que sólo el poblado El Represo, a 2,169 m de distancia del CYTRAR (ver Tabla 1 página 95), es el único asentamiento que se encuentra cercano, aunque por debajo, de la CMP. Por otro lado y tomando como base una distancia de 2,100 m, tan sólo en los meses de marzo, abril y mayo, que registran las mayores concentraciones de plomo en aire-ambiente, se presenta un promedio en ese trimestre de $0.648 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ver Tabla 10j, Apéndice J). Por consiguiente la población humana ubicada en los demás asentamientos localizados o cercanos a este rumbo, se presume que están expuestos por debajo de la concentración máxima de plomo en aire ambiente como promedio de exposición trimestral.

La modelación mensual que toma como base el valor recomendado por la OMS de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual, muestra que nuevamente mayo es el mes donde se sobrepasa el valor GCA (800 m) seguido en orden decreciente por: Abril 600 m; marzo y julio 500 m, y 200 m en los meses de enero, agosto, septiembre y noviembre. En los meses de febrero, octubre y diciembre no se alcanza en ninguna distancia evaluada el valor recomendado por la OMS (Tabla 11j, Apéndice J). La Figura 49 es la representación gráfica de este análisis y en ella se observa que todos los asentamientos humanos referidos en esta dirección N, están expuestos por debajo del valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Suroeste (135°).- Los vientos que soplan en esta dirección se dirigen hacia el noreste del CYTRAR, los asentamientos humanos más cercanos a este se localizan desde los 1,441 m a 10,000 metros de distancia de la celda (ver Tabla 1 página 95) y estos son: Equipos y Explosivos de Sonora, Cerro de la Virgen, Club de Tiro y Caza Mazocahuí, Los Polvorines, además de los distritos de población Altares y Nuevo Hermosillo.

La modelación realizada tomando distancias automatizadas desde 100 a 10,000 m a partir del centro de la Celda N° 2 y el valor de CMP de plomo como promedio trimestral máximo según la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS indica lo siguiente (Tabla 12j, Apéndice J): El mes de mayo es el que registra la mayor distancia donde se excede la CMP con una concentración de $1.656 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 600 m de la celda. Le siguen en orden descendente los meses de enero y julio con 500 m, marzo, abril, junio, agosto y noviembre hasta los 400 m y septiembre a los 200 m. En los meses de febrero, octubre y diciembre, en ninguna distancia se sobrepasa esta concentración máxima permitida.

Nuevamente la Figura 48 muestra las isolíneas de concentración máxima de plomo en dirección noreste que sobrepasan la concentración máxima permitida de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En ella se observa que los asentamientos, Equipos y Explosivos de Sonora y Cerro de la Virgen se ubican a 1,441 m y 1,796 m de distancia de la celda respectivamente (ver Tabla 1) y aproximadamente a 500 m de las isolíneas de concentración máxima de plomo. Por otro lado y tomando como base una distancia de 1,400 m, tan sólo en los meses de enero, mayo y julio, que registran las mayores concentraciones de plomo en aire-ambiente, se presenta un promedio en estos tres meses de $0.586 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ver Tabla 12j, Apéndice J). Por consiguiente las poblaciones humanas ubicadas en todos los asentamientos localizados o cercanos a este rumbo, se presume que están expuestos muy por debajo a la concentración máxima de plomo en aire ambiente como promedio de exposición trimestral.

La modelación mensual que toma como base el valor recomendado por la OMS, muestra nuevamente a mayo como el mes donde la mayor distancia sobrepasa el valor GCA (400 m) seguido en orden decreciente por: Enero, abril, junio, julio, agosto y noviembre (300 m), y septiembre con 100 m. Nuevamente en los meses de febrero, octubre y diciembre no se rebasa en ninguna distancia evaluada el valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud (Tabla 13j, Apéndice J). La Figura 49 es la representación gráfica de este análisis y muestra que todos los asentamientos humanos referidos en esta dirección NE dentro y fuera del Polígono Mayor, están expuestos por debajo del valor GCA.

Oeste (180°).- Los asentamientos humanos más cercanos a la celda en esta dirección del viento son: Las Víboras Dos, Establo El Injusto, Las Víboras, Rancho Las Víboras y Restaurante El Trailero.

La modelación realizada en cada uno de los meses del año evaluados, tomando como primer criterio distancias automatizadas desde los 100 m a 10,000 metros a partir del centro de la Celda N° 2 y el valor $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración máxima permitida para el plomo como promedio trimestral máximo (CMP) muestra lo siguiente (Tabla 14j, Apéndice J): En el mes de diciembre la mayor distancia que se sobrepasa la CMP ocurre a los 100 metros; en enero a los 500 m; marzo, septiembre y noviembre a los 600 m; abril, junio, julio y agosto a 700 m; y mayo en los 900 m, que además es el mes en donde se registra la mayor distancia con una concentración de $1.621 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En los meses de febrero y octubre no se rebasa en ninguna distancia evaluada, el criterio establecido por la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS.

En la Figura 48 se observa que sólo el poblado Las Víboras Dos, a una distancia de 1,273 m del centro de la Celda N° 2 (ver Tabla 1 página 95), es el único asentamiento que se encuentra cercano, aunque por debajo, del criterio de concentración máxima permitida para el Plomo de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo. Es decir, tomando como base una distancia de 1,200 m, tan sólo en los meses de abril, mayo y

junio, que presumen ser los de mayor exposición al plomo en aire ambiente por la población de este asentamiento, exhiben un promedio trimestral de $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ver Tabla 14j, Apéndice J).

La modelación mensual del segundo criterio, es decir, la evaluación de distancias automatizadas de 100 a 10,000 m desde el centro de la celda y el valor recomendado por la OMS de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual muestra lo siguiente (Tabla 15j, Apéndice J): Nuevamente mayo es el mes donde se alcanza la mayor distancia (700 m) hasta donde se excede el valor GCA; seguidos por abril, junio, julio, agosto, septiembre y noviembre (500 m); enero (300 m); y diciembre 100 m. En febrero y octubre no se reporta ninguna distancia que exceda el valor recomendado por la OMS.

La Figura 49 es la representación gráfica de este análisis, en ella se muestran las isolíneas de concentración máxima de plomo en dirección E que rebasan el valor recomendado por la OMS y como todos los asentamientos humanos referidos en esta dirección están expuestos por debajo de este valor GCA.

Noroeste (225°).- Los vientos que soplan en esta dirección se dirigen hacia el sureste del CYTRAR, los asentamientos humanos más cercanos a esta dirección se registran entre las distancias de 2,873 m a 3,532 metros de la celda y son: Km 43, Café Arely y Café Eloisa (ver Tabla 1 página 95).

La modelación realizada tomando el valor de CMP de plomo como promedio trimestral máximo según la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS indica lo siguiente (Tabla 16j, Apéndice J): El mes de mayo es el que registra la mayor distancia (1,600 m) de la celda donde se excede la CMP con una concentración de $1.529 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le siguen en orden descendente los meses de junio y julio con 1,100 y 1,000 metros respectivamente; abril a los 800 m; agosto y septiembre hasta los 600 m; noviembre a 500 m; y enero a los 300 m. En ninguna distancia de los meses de febrero, octubre y diciembre se rebasa esta concentración máxima permitida.

La Figura 48 muestra las isolíneas de concentración máxima de plomo en dirección sureste que exceden la concentración máxima permitida de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En ella se observa que los asentamientos Km 43, Café Arely y Café Eloisa, se localizan entre los 1,300 m a 2,000 metros de la isolínea de concentración máxima de plomo del mes de mayo. La evaluación del promedio trimestral en los meses de mayo, junio y julio que toma como base una distancia de 2,800 m, es decir, al sitio más cercano, registra un valor en concentración de plomo en Aire-Ambiente de $0.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ver Tabla 16j, Apéndice J). Esto es indicativo de que los tres asentamientos humanos están expuestos muy por debajo de la concentración máxima de plomo en aire ambiente fijado por la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS.

Finalmente, la modelación mensual que toma como base el valor recomendado por la OMS, muestra nuevamente a mayo como el mes donde la mayor distancia sobrepasa el valor GCA (1,200 m) seguido en orden decreciente por: Junio (900 m), julio (700 m), abril (600 m), agosto, septiembre y noviembre (400 m) y enero con 200 metros. En los meses de febrero, octubre y diciembre no se sobrepasa en ninguna distancia evaluada el valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual (valor GCA) (Tabla 17j, Apéndice J). La Figura 49 es la representación gráfica de este análisis y muestra que los tres asentamientos humanos referidos en esta dirección SE están expuestos por debajo del valor GCA.

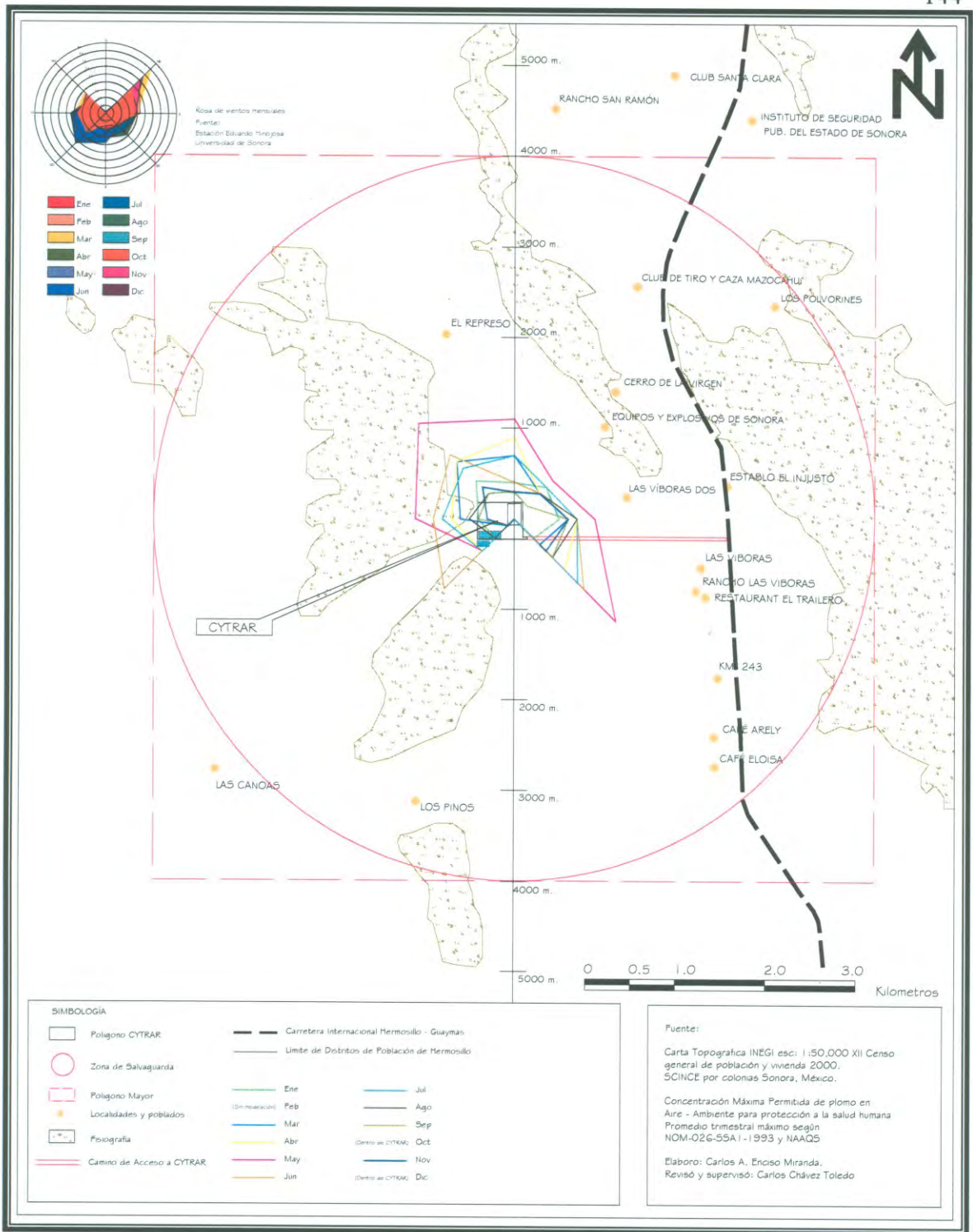


Figura 48. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en los meses del año y en las ocho direcciones básicas del plano polar. Muestra las distancias donde es sobrepasada la CMP.

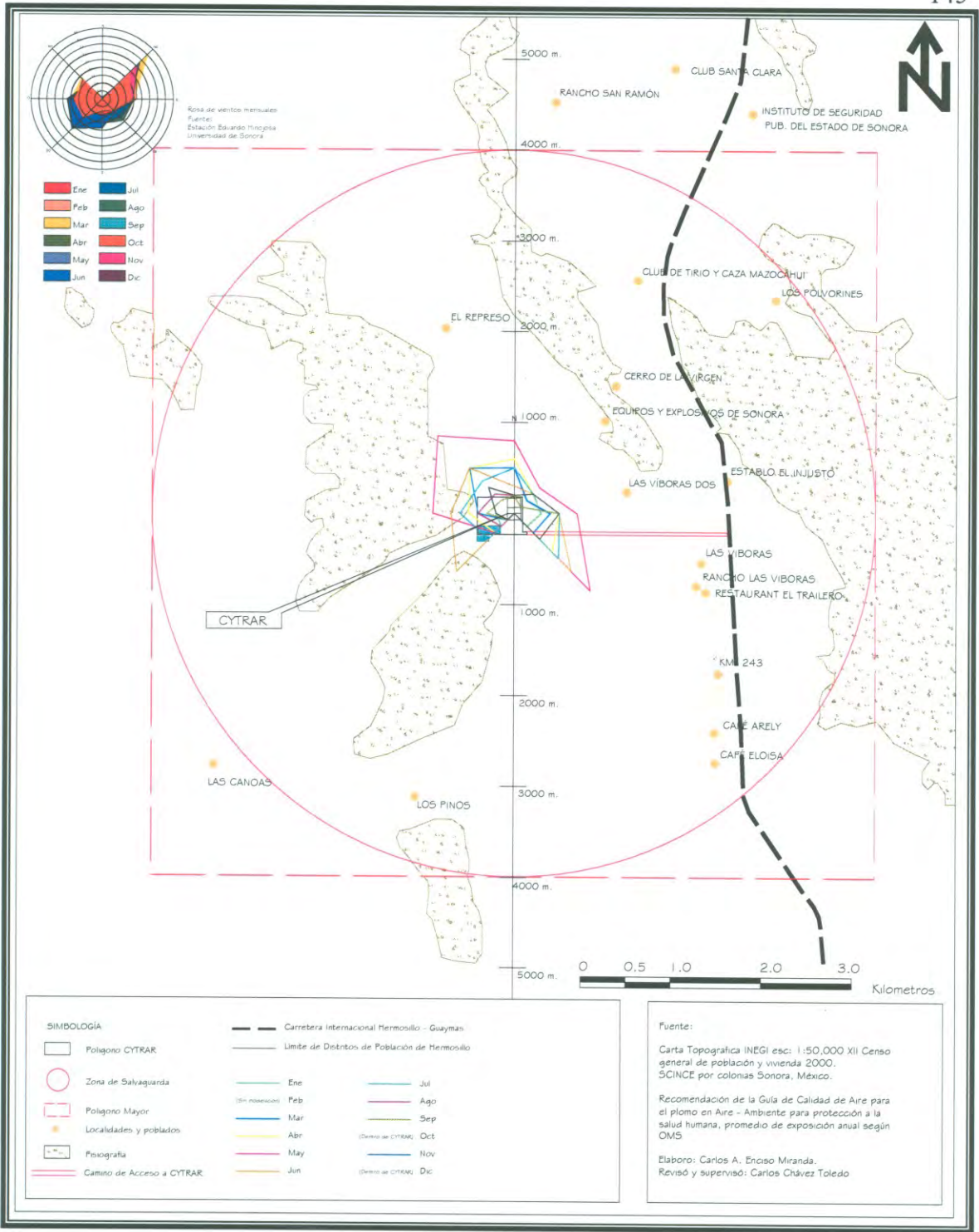


Figura 49. Escenarios de concentraciones esperadas de Plomo en los meses del año y en las ocho direcciones básicas del plano polar. Muestra las distancias donde es sobrepasado el valor GCA.

II.2.6 Análisis Final. Los resultados presentados en torno a los diferentes escenarios obtenidos en los ocho rumbos del plano polar, demuestran que bajo las condiciones de modelación del escenario conservador, es decir, el peor escenario y de mayor sobre evaluación, es posible confirmar que la celda abierta de CYTRAR no representa un riesgo a la población asentada en un radio superior a los 1,700 m y en consecuencia, a los asentamientos humanos y Distrito de Población de Hermosillo más cercano al CYTRAR, debido a que en ninguno de estos se exceden los criterios nacional e internacionales de concentración máxima de plomo en aire ambiente.

Es decir, se confirma que las concentraciones recibidas a lo largo del año en todos los asentamientos humanos dentro y fuera del Polígono Mayor, se encuentran por debajo de los criterios de concentraciones máximas permitidas de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana fijados por la norma oficial mexicana NOM-026-SSA1-1993 (DOF, 1994d), la norma norteamericana de calidad del aire en el ambiente NAAQS (U.S. EPA, 1995b) y el valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2000).

Por todo lo anterior y al menos para el año de 1998 se resuelve que, las tierras contaminadas confinadas en la Celda N° 2 del CYTRAR no representaban un riesgo para la salud de la población asentada dentro y fuera del Polígono Mayor y a una distancia superior a los 1,700 metros del CYTRAR, no así para aquellos grupos de personas que por cuestiones laborales o de otro tipo, por ejemplo, trabajadores de CYTRAR S.A. de C.V. se localicen en un radio menor a esta distancia.

No obstante lo anterior, este trabajo considera como relevante, sobre todo sí en los próximos meses los diferentes sectores gubernamentales, no gubernamentales y de la sociedad civil, resuelven realizar un saneamiento o restauración en CYTRAR, presentar a continuación el siguiente análisis, que para tal propósito, se ha denominado como zona afectada o de afectación del CYTRAR.

Zona afectada o de afectación del CYTRAR.- El procedimiento para su análisis consistió en delimitar con las isolíneas más externas de concentración máxima de plomo en aire-ambiente, un polígono que encierra las máximas concentraciones a lo largo del año y a partir de ello, delinear un cuadrángulo que limita los puntos máximos de las isolíneas que arrojo el modelo SCREEN3 durante la evaluación mensual y anual (ver apartado II.2.5 Evaluación Anual del Escenario Conservador). De tal forma que consideró los criterios de concentración máxima permitida en Aire-Ambiente para protección a la salud humana de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CMP) fijado por la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS, y el valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual (valor GCA).

La Figura 50 muestra el polígono de la isolínea máxima de concentración de plomo y en su parte central se indica que, en un área de 245.97 ha, se excede la concentración máxima permitida de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fijado por la NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS. Adicionalmente se ha representado en un cuadrángulo un área de afectación con los puntos máximos de esta isolínea y que es de aproximadamente 499.42 hectareas. Como se puede observar en esta figura, sólo el asentamiento denominado “Equipos y Explosivos de Sonora” queda dentro de esta zona de afectación.

Con respecto a la evaluación anual, la Figura 51 presenta también el polígono de la isolínea máxima de concentración de plomo cuya área de afectación es ahora de 146.41 ha en donde se excede el valor recomendado de exposición anual de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido por la OMS, y se delinea el cuadrángulo de puntos máximos de esta isolínea para un área de afectación de aproximadamente 305.47 ha. En en esta figura se muestra que ningún asentamiento humano se ubica dentro de la zona de afectación.

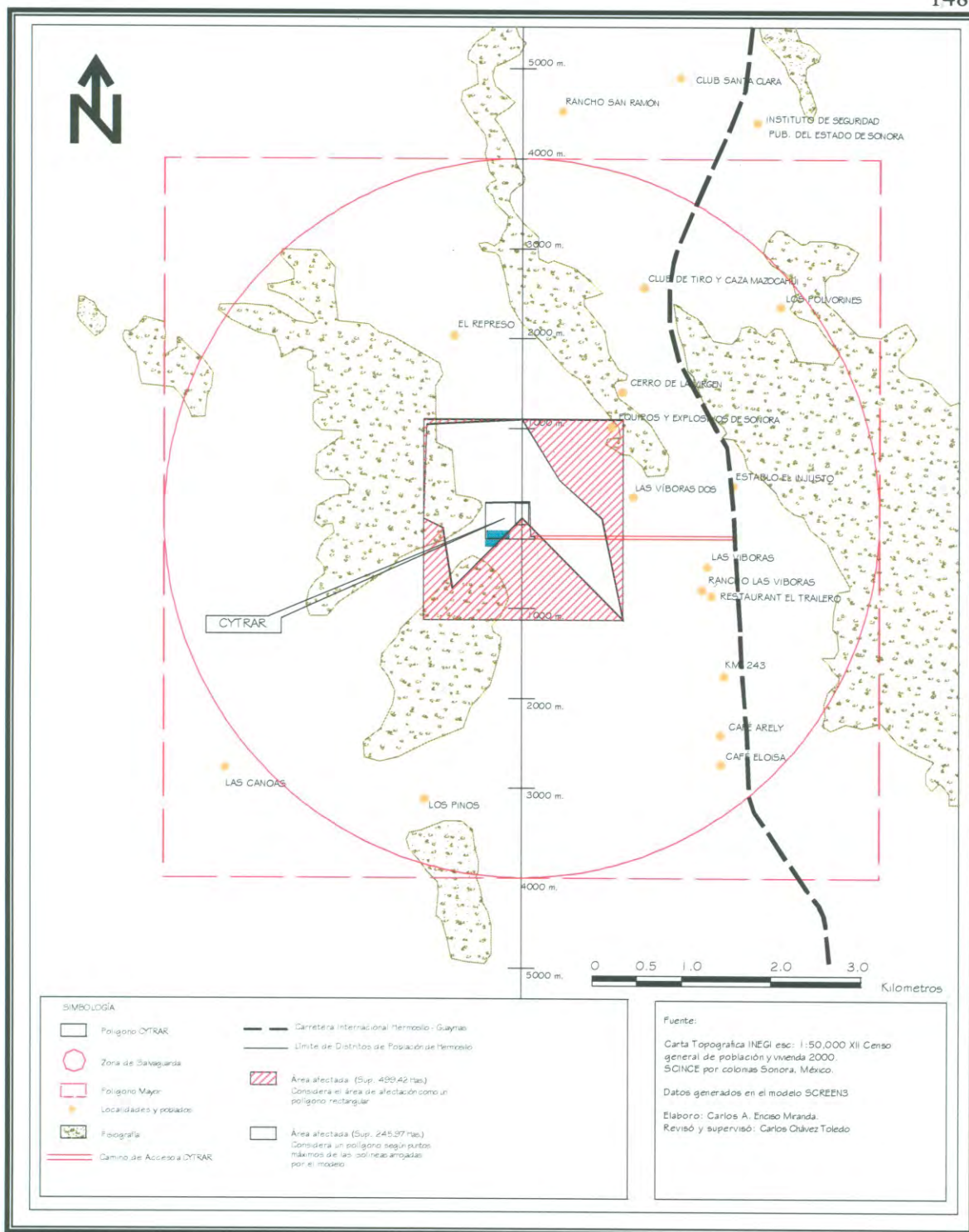


Figura 50. Polígonos generados de la isolínea máxima de concentración de Plomo que muestra las áreas potenciales de afectación del Cytrar y que fueron calculados con respecto a CMP.

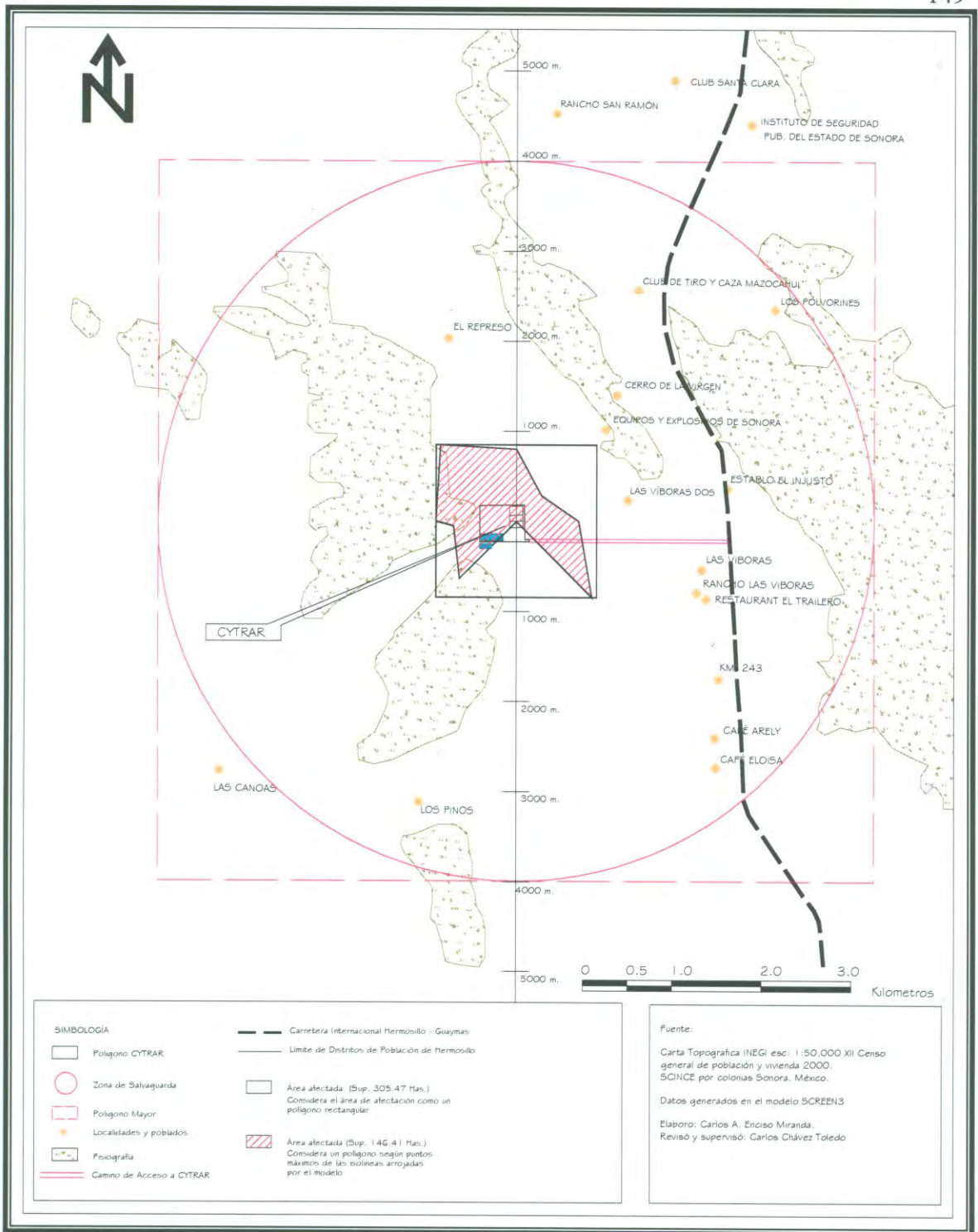


Figura 51. Polígonos generados de la isolínea máxima de concentración de Plomo que muestra las áreas potenciales de afectación del Cytrar y que fueron calculados con respecto al valor GCA.

En síntesis, de decidir los diferentes sectores gubernamentales, no gubernamentales y de la sociedad civil, ejecutar trabajos de saneamiento o restauración en CYTRAR, es recomendable que previo a esto, se realicen estudios para determinar si en estas zonas las concentraciones de plomo en aire-ambiente se han incorporado con el paso de los años al medio ambiente suelo y representan en consecuencia un riesgo en la salud de las poblaciones humanas asentadas en sus alrededores; tomando como criterio un valor de referencia de 250 mg/kg de plomo en suelo, el cual ha sido recomendado por Madhavan et al., en Díaz-Barriga y Corey (1999) para áreas de recreación infantil. De presentarse concentraciones que rebases este valor, las áreas que han sido denominadas como de afectación del CYTRAR, merecen ser también consideradas como terrenos que deben ser saneados o restaurados conjuntamente con los de la propia instalación de CYTRAR S.A. de C.V.

II.3 Estimación de la Exposición

Los resultados obtenidos indican que en ninguno de los asentamientos humanos dentro del Polígono Mayor y de los Sectores y Distritos del Centro de Población de Hermosillo, las concentraciones de plomo (Pb) excedieron las concentraciones máximas permitidas en aire ambiente para la salud humana establecidos por la normatividad nacional e internacional.

Puesto que para el Plomo la EPA (U.S. EPA, 2003b) y la ATSDR (ATSDR, 2001) no reporta valores de dosis de referencia por exposiciones crónicas por inhalación (RfC) o nivel mínimo de riesgo (MRL) respectivamente (Tabla 1k, Apéndice K), se justifica el utilizar como criterios: La Norma Oficial Mexicana –NOM 026-SSA1-1993– (DOF, 1994d) y la Norma Nacional para la Calidad del Aire en el Ambiente –NAAQS– (por sus siglas en inglés) de la EPA (U.S. EPA, 1995b), las cuales fijan una concentración máxima permitida para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana (CMP) de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo; y la Guía para la Calidad de Aire (GCA) de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2000), que fija como recomendación una concentración de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual.

Por otro lado, es pertinente señalar que se realizaron diversas modelaciones a partir de la generación de tasas de emisión de metales reportados por las ONG con respecto a la concentración de Plomo del 4.11% (Apéndice Fb), observándose que estas tasas eran muy inferiores a las mas bajas calculadas para el plomo a lo largo del año. Además, las concentraciones resultantes se mantenían muy por debajo del Límites Máximos de Exposición (LME) de la OSHA en el aire del lugar de trabajo (Harte y col., 1995) y se supuso que también para los valores MRL y RfC que establecen la ATSDR (ATSDR, 2001) y EPA (U.S. EPA, 2003a) (Tabla 1k, Apéndice K).

Por todo lo anterior y tomando como criterio, que el primer fundamento para calificar a los contaminantes como críticos es la comparación de su concentración ambiental frente al valor estimado de la Guía de Evaluación para Medios Ambientales (EMEG) para un medio específico (Díaz-Barriga, 1999) y que para ello se debe considerar la dosis de riesgo mínimo de la dosis de referencia de la EPA (RfC) o de ATSDR (MRL); se tomó la decisión de que no tenía objeto realizar este calculo EMEG para definir los contaminantes críticos de los metales pesados, puesto que se supuso, que el único que existe es el Pb.

Por otro lado, se presume que no existe evidencia de exposición hacia los asentamientos humanos dentro del Polígono Mayor y en los Sectores y Distritos del Centro de Población de Hermosillo, al menos en lo que corresponde a la dispersión de polvos con contenidos de plomo (Pb) desde la Celda N° 2 del CYTRAR, por lo que, resultó innecesario desarrollar las metodologías de la U.S. EPA (U.S. EPA, 1989; Peña y col. 2001) y de CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999), para calcular la estimación de las dosis de exposición y los grupos de población expuesta a estos metales.

II.4 Estimación de la Toxicidad

Tomando como base lo señalado en el apartado anterior (*II.3 Estimación de la exposición*) no resultó necesaria la caracterización toxicológica del plomo (Pb) como contaminante crítico y utilizar las metodologías de la U.S. EPA (U.S. EPA, 1989; Peña y col. 2001) y de CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999), para evaluar si es tolerable el nivel de riesgo de que se produzcan efectos tóxicos asociados a la exposición de este metal y otros más presentes en CYTRAR, hacia las poblaciones expuestas a través del cálculo de:

- i. Riesgos por metales individuales para efectos cancerígenos
- ii. Riesgos por metales individuales para efectos no-cancerígenos
- iii. Riesgos agregados por varios metales para efectos cancerígenos
- iv. Riesgos agregados por varios metales para efectos no-cancerígenos

No obstante lo anterior, a continuación se presenta un breve resumen sobre la importancia de evaluar la toxicidad y en seguida las características toxicológicas del Plomo, que como se recordará fue el único metal que manifestó ser considerado como de importancia en el presente trabajo.

La toxicología ambiental se encarga de estudiar los efectos adversos o daños causados al organismo por la exposición a los tóxicos que se encuentran en el medio ambiente, su objetivo principal es el de evaluar los impactos que producen en la salud pública la exposición de la población a los tóxicos ambientales presentes en un sitio contaminado (Peña y col., 2001).

La evaluación de la toxicidad permite determinar cuales son las enfermedades u otros efectos sobre la salud que pueden ser causados por la exposición a los tóxicos, la cantidad de la dosis que tendrá efectos peligrosos para la salud, y la relación de incertidumbres como el peso de la evidencia de un particular cancerígeno químico en humanos. Para su evaluación se requiere determinar la identificación del peligro y la evaluación dosis-respuesta.

En el primer caso, es un proceso que se utiliza para determinar el nivel de exposición en el que un agente puede causar un incremento en la incidencia de un efecto tóxico a la salud como cáncer o defectos de nacimiento.

En el segundo, es un proceso cuantitativo de la evaluación de la toxicidad y permite obtener información y caracterización de las relaciones entre la dosis del contaminante suministrado o recibido y la incidencia de los efectos adversos en la salud de la población expuesta. Esto permite estimar la incidencia de efectos adversos en humanos ante diferentes niveles de exposición (Peña y col., 2001).

A continuación se presenta las características toxicológicas del Plomo (Pb):

Plomo (Pb). El Pb es un ión divalente que no puede ser biotransformado a una forma inocua por el organismo humano; existen diversas fuentes de entrada, las vías área, digestiva y la piel (Rivera, 2002). La mayor parte de la exposición en humanos adultos se presenta en los alimentos, considerados como el 60 % de los niveles en la sangre; el aire vía inhalación contribuye con 30% y el agua con 10%. Recientes evidencias indican que el agua potable es una fuente de ingestión de plomo muy importante y que incluso en algunos sitios podría representar hasta el 40% de la exposición. En el caso el caso de niños, los preescolares son los que reciben las más altas exposiciones a través del suelo, el polvo y pinturas con base de plomo (Harte y col., 1995).

Las acciones tóxicas del Pb se atribuyen a su afinidad por los sitios de acción molecular del calcio (Ca); el Pb actúa como sustituto del Ca en varios eventos regulatorios intracelulares, ya que es capaz de activar las fosfodiesterasas dependientes de la calmodulina y las proteínas cinasas independientes de la misma, teniendo efectos además, sobre los canales de Ca (Rivera, 2002). Es decir, se metaboliza en el organismo ya que se comporta como el calcio y se acumula en los huesos; en épocas de deficiencia o mayor necesidad de calcio (como durante el embarazo), el plomo puede metabolizarse desde los huesos y entrar al torrente sanguíneo, donde eleva los niveles en la sangre (Harte y col., 1995).

En los humanos, el plomo afecta al sistema nervioso, la producción de células de la sangre, los riñones, el sistema reproductivo y la conducta. Los síntomas por intoxicación incluyen palidez, vómito, dolor abdominal, estreñimiento, apatía, estupor, inapetencia, irritabilidad y falta de coordinación muscular (Harte y col., 1995).

El Pb se ha asociado con efectos tóxicos en el desarrollo de la línea roja hemática, los riñones, el sistema cardiovascular y el aparato reproductor (Rivera, 2002). El efecto tóxico del Pb sobre el sistema hematopoyético reduce la vida media de los eritrocitos circulantes e inhibe la síntesis de hemoglobina con la consiguiente aparición de anemia. En los riñones producen nefropatías crónicas, aunque en los niños puede presentarse un síndrome de tipo agudo (Rivera, 2002).

El Pb aparece tanto en el tejido suave, como la sangre, hígado, pulmones, bazo, riñones y médula ósea de donde es rápidamente eliminado, mientras que en el esqueleto se elimina más lentamente. La vida media biológica del Pb es mayor en niños que en adultos; en los adultos la vida media del Pb es de 36 a 40 días en sangre y en tejidos suaves, mientras que en el esqueleto es de 17 a 27 años. Del total de Pb en el cuerpo de los adultos el 80 al 95% se concentra en el esqueleto, mientras que en los niños es el 73% (Rivera, 2002).

El valor criterio para la concentración de Pb en sangre en niños y mujeres embarazadas es de 10 $\mu\text{g/dL}$ y 25 $\mu\text{g/dL}$ en adultos. Las mujeres embarazadas y los niños son grupos de alto riesgo. En las primeras el plomo puede inducir abortos o cruzar la placenta y dañar el desarrollo del sistema nervioso del feto; en los niños un nivel de plomo en sangre tan sólo por arriba de las concentraciones típicas (7-11 $\mu\text{g}/100$ ml en niños rurales, 9-33 $\mu\text{g}/100$ ml en niños citadinos), favorecen cambios en las enzimas de la sangre que conducen a la anemia y el inicio de deficiencias mentales (Harte y col., 1995). La Tabla 2k (Apéndice K) muestra los efectos de la salud según el nivel de plomo en sangre.

Como ya se comentó, durante el embarazo el Pb se moviliza desde el hueso atravesando la barrera placentaria y pasa a la circulación fetal provocando daños neurológicos, hematológicos y de otros órganos fetales. La transferencia vía placenta del Pb de la madre al feto se inicia a partir de la semana doce de gestación, continuando durante todo el embarazo. La concentración en la sangre de cordón umbilical es del 80 al 100% del nivel de Pb en la sangre materna. Como efectos del plomo en la madre es frecuente la hipotensión arterial y en el recién nacido, bajo peso al nacer, conducta agresiva y se reporta un caso de anencefalia fetal (Rivera, 2002).

En los lactantes y niños pequeños, los síntomas asociados a la intoxicación por Pb son: irritabilidad, dolor abdominal, ataxia, crisis convulsivas y/o pérdida de conocimiento, deficiencia en el aprendizaje, hiperactividad y lapsos de atención reducidos, así como conducta agresiva (Rivera, 2002).

En la actualidad se ha establecido, que sus efectos en el desarrollo intelectual y la inteligencia, se reporta incluso a concentración relativamente baja y que el desajuste de la función cognitiva empieza en los niveles por arriba de 10 mg/dL niveles de Pb en sangre. Estos efectos se asocian con déficit del coeficiente intelectual (CI), trastornos del comportamiento, retardo en el crecimiento y alteraciones en la audición (U.S. EPA., 1986a; U.S. EPA, 1990b; Davis y Grant, 2003). Algunos autores reportan que hay una disminución de 8 puntos en el CI al incrementarse los niveles de Pb sanguíneo de 10 a 35 $\mu\text{g/dL}$, mientras que otros señalan una disminución de 2 a 4 puntos en el promedio de coeficiente intelectual (Rivera, 2002; Davis y Grant, 2003).

El Integrated Risk Information System de la U.S. Environmental Protection Agency en “weight of evidence characterizations” (peso de la evidencia) (U.S. EPA, 2003b), indica que el plomo pertenece al Grupo B2 (Probable Carcinógeno Humano), que significa que hay evidencia suficiente que proviene de estudios en animales, aunque los datos epidemiológicos son inadecuados o inexistentes. Diez bioensayos en ratas y uno en ratones mostraron incrementos en tumores renales estadísticamente significativa, cuando hubo exposición en dieta y subcutánea a base de muchas sales solubles de plomo. Los ensayos en animales mostraron resultados reproducibles en diversos laboratorios, deformaciones en ratas con alguna evidencia de sitios con múltiples tumores. Estudios de cortos períodos mostraron efectos del plomo en la expresión genética.

Aunque la evidencia en humanos es inadecuada y el factor pendiente y el riesgo no puede ser determinado y determinable, se menciona que la dosis suministrada corresponde a 4.5×10^{-5} mg/kg/día. Además el Integrated Risk Information System de la U.S. EPA señala que dentro del grupo de Riesgo de Cancerígenos recomendados no puede ser usado para una estimación numérica, y que la cuantificación de riesgo por cáncer envuelve muchas incertidumbres, algunas de las cuales pueden ser únicas del plomo. Entre ellas se tiene la edad, estado nutricional, peso corporal, y duración de la exposición, que influyen en la adsorción, liberación, y excreción del plomo (U.S. EPA, 2003b).

Con respecto a los efectos ambientales causado por plomo, Harte y col., (1995) establecen que este entra en los vegetales cuando las raíces lo absorben de los suelos debido a que es un poco soluble en agua, y otra forma de presentarse contenidos de plomo es cuando cae en sus hojas desde el aire y son adheridos a ellas. Se puede establecer además que se transmite sin alteraciones en la cadena alimenticia, y tiene capacidad de bioconcentración.

II. 5. Revisión del Modelo Conceptual Preliminar y Calificación del CYTRAR

A partir de la información que fue posible obtener de diversas fuentes, en la primera parte de este trabajo se llegó a la conclusión que existía suficiente información para sospechar de un potencial riesgo a la salud humana por la potencial exposición a metales pesados y de forma particular por el plomo (Pb). Se identificó que la ruta potencialmente completa que puede dar lugar a la exposición de éste con poblaciones humanas, corresponde a la dispersión de polvos a través del aire desde la Celda N° 2 del CYTRAR (ver I.4.3 Conclusiones, página 91, en I.4 Modelo Conceptual Preliminar del CYTRAR – Descripción–).

En la segunda parte, se realizaron diversas simulaciones de esta dispersión y se llegó a la conclusión que para el peor de los escenarios las concentraciones de plomo se mantenían por debajo de las concentraciones máximas permitidas en aire ambiente para la salud humana establecidos por la normatividad nacional e internacional y en consecuencia no representan una amenaza a la salud de la población asentada dentro del Polígono Mayor y en los Sectores y Distritos del Centro de Población de Hermosillo más cercanos al CYTRAR (ver II.2.6 Análisis Final, página 146, en II.2 Evaluación de Escenarios de Exposición –Identificación del peor escenario–).

A partir de toda esta información recopilada, evaluada y analizada, se llega a la conclusión de que es posible realizar la calificación del CYTRAR (Apéndice L), utilizando

la metodologías de calificación de sitios de la CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999), obteniéndose el siguiente resultado:

Al menos en lo que corresponde al confinamiento de tierras contaminadas con plomo y otros metales pesados en el Confinamiento y Tratamiento de Residuos S.A. de C.V (CYTRAR) localizado en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, más allá de un radio de 1,700 metros éste posee pequeña o ninguna amenaza a la salud humana, particularmente en los asentamientos dentro del Polígono Mayor y en los Sectores y Distritos del Centro de Población de la Ciudad de Hermosillo más cercanos al CYTRAR. En consecuencia no se requiere realizar mayor investigación y por tanto no es candidato a una Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB).

II.6 Análisis del Riesgo (*Descripción*)

Se realizaron diversas evaluaciones de gradiente para el plomo (Pb) que se pudiera estar escapando desde la Celda N° 2 del confinamiento CYTRAR hacia los asentamientos humanos, con objeto de inferir la potencial exposición de la población humana a este metal. En total fueron evaluados 540 escenarios y se llegó a lo siguiente:

1. Los datos de información de velocidad y frecuencia de vientos de la USON muestran que en la dirección Suroeste, hacia los asentamientos humanos dentro del Polígono Mayor y en los ocho Distritos del Centro de Población de Hermosillo más cercanos al CYTRAR y de mayor población en Hermosillo, las velocidades más altas del viento ocurren durante los meses de marzo a septiembre, hecho que influye en el comportamiento de la tasas de emisión de Pb y en su dispersión desde la Celda N° 2 del CYTRAR;

2. El peor escenario es cuando se presenta la interacción de los siguientes parámetros: $s = 95\%$; $p = 2$ días; $w = 41.1\%$ y 4.11 como porcentaje total de la masa del contaminante Pb, sin embargo y para significar un riesgo a la salud de la población asentada dentro del Polígono Mayor y en los ocho Distritos del Centro de Población de

Hermosillo más cercanos al CYTRAR, se requiere que en Hermosillo prácticamente la mitad del año estén soplando de forma constante vientos superiores a los 5.4 m/s hacia esos asentamientos;

3. La modelación con los datos de velocidad y dirección del viento de la Rosa de Vientos de la Comisión Nacional del Agua (CNA), bajo el supuesto que a lo largo del año se presenta una clase de Estabilidad "C", indica que la mayor distancia donde es sobrepasado la CMP ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS) corresponden a 1,100 m desde la Celda N° 2 en al menos un trimestre del año y en 1,000 m con respecto al valor GCA ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual según la OMS);

4. La modelación con los datos de velocidad y dirección del viento de la Rosa de Vientos de la CNA, considerando la peor condición o conservadora cuya clase de estabilidad atmosférica es "F", revelan un incremento en las distancias donde es sobrepasado la CMP y GCA, estos se relacionan a 7,000 y 6,500 m respectivamente;

5. La modelaciones con los datos mensuales de velocidad y frecuencia de vientos de la Estación Solarimétrica Eduardo Hinojosa de la Universidad de Sonora (USON), muestran que el peor escenario o escenario conservador alcanza la mayor distancia a los 1,700 metros con respecto a la CMP y 1,400 m para el valor GCA. En ambos casos estas distancias se presentan durante el mes de mayo;

6. El análisis de los promedios mensuales de velocidad y frecuencia de vientos en función de la CMP, indican que las peores condiciones o de mayor concentración de Pb ocurren durante los trimestres de Abril-Junio y Julio-Septiembre alcanzando la CMP distancias de 1,400 metros y 1,000 metros respectivamente;

7. Las modelaciones con los datos del promedio y percentil 95 anual de velocidad y frecuencia de vientos mensuales de la USON indican: La CMP es excedido hasta una distancia de 1,000 y 1,500 metros respectivamente, mientras que para el valor GCA es rebasado hasta una distancia de 700 m y 1,200 m;

8. El análisis de escenarios que incluye la evaluación mensual, trimestral y anual permite definir como las condiciones más adversas, aquellas en donde se reciben

concentraciones de Pb hasta una distancia de 1,700 m de la Celda N° 2 del CYTRAR. Por lo que las poblaciones asentadas en un radio superior a esta distancia, incluidos los ocho Distritos de Población de Hermosillo, se encuentran dentro de lo que establece el criterio nacional y los internacionales de exposición por plomo en aire ambiente para protección a la salud humana. En consecuencia es posible que la celda abierta de CYTRAR no represente un riesgo a la población asentada a una distancia superior a los 1,700 metros;

9. Los resultados en torno a los diferentes escenarios obtenidos en los ocho rumbos del plano polar, demuestran que bajo las condiciones de modelación del escenario conservador, es posible confirmar que la celda abierta de CYTRAR no representa un riesgo a la población asentada en un radio superior a los 1,700 m y en consecuencia, a los asentamientos humanos y Distrito de Población de Hermosillo más cercano al CYTRAR. Es decir, en ninguno, se exceden los criterios nacional e internacionales de concentración máxima de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana fijados por la norma oficial mexicana NOM-026-SSA1-1993 (DOF, 1994d), la norma norteamericana de calidad del aire en el ambiente NAAQS (U.S. EPA, 1995b) y el valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2000);

10. Por todo lo anterior y al menos para el año de 1998 se resuelve que, las tierras contaminadas confinadas en la Celda N° 2 del CYTRAR no representaban un riesgo para la salud de la población asentada dentro y fuera del Polígono Mayor y a una distancia superior a los 1700 metros del CYTRAR, no así para aquellos grupos de personas que por cuestiones laborales o de otro tipo, por ejemplo, trabajadores de CYTRAR S.A. de C.V. se localicen en un radio menor a esta distancia;

11. El análisis en torno a la isolínea máxima de concentración de plomo indica que, en un área de 245.97 ha, se excede la concentración máxima permitida de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fijado por la NOM-026-SSA1-1993; y a partir de los puntos máximos de esta isolínea se presume un área de afectación de aproximadamente 499.42 hectáreas;

12. La evaluación de la toxicidad del plomo a través del análisis de sus características toxicológicas establecen que el Pb es considerado como contaminante altamente persistente y de toxicidad severa, además afecta el sistema nervioso humano, la producción de las células de la sangre, los riñones, el sistema reproductivo y la conducta. No se hizo necesaria realizar la caracterización del riesgo, es decir, determinar si es tolerable el nivel de riesgo de que se produzcan efectos adversos o daños asociados a su exposición; y

13. El análisis resultante de la información permitió calificar al CYTRAR, confirmando la hipótesis nula formulada en la presente investigación, la cual señala que CYTRAR no representa ninguna amenaza a la salud humana y no es candidato a una Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB).

CONCLUSIONES

En la primera parte de este trabajo se indicó que se justifica la preocupación de la sociedad, particularmente de los sectores no gubernamentales en torno a este confinamiento. Lo anterior debido a que al ser evaluado las zonas adyacentes al Polígono CYTRAR se pudo corroborar y coincidir en algunas de las apreciaciones manifestadas por estos grupos durante el conflicto del CYTRAR.

La evaluación de esta etapa concluyó que la Laguna de Evaporación y la Celda abierta N° 2 son sitios potencialmente peligrosos para la salud humana por contener plomo (Pb), considerando que los agentes promotores de rutas de exposición son la lluvia y el viento. No obstante y tomando en cuenta el efecto adverso sobre la salud de la población hermosillense se determinó que la ruta potencialmente completa corresponde a la de dispersión de polvos por el aire; por lo que se recomendó evaluar la dispersión de plomo por este medio ambiental, para inferir su exposición en poblaciones humanas cercanas al CYTRAR y realizar la caracterización del riesgo.

Utilizando la información que fue manifestada en su momento por todos los actores involucrados en la problemática del CYTRAR sobre concentración de plomo (Pb) en las tierras contaminadas y confinadas en la Celda N° 2, se llevó a cabo la segunda parte del trabajo. En esta, se modelaron 540 escenarios en la ruta potencialmente completa, con objeto de encontrar el peor escenario en donde se pueden presentar las más altas concentraciones de Pb.

La modelación en el peor de los escenarios muestran que no representan un riesgo para la salud de la población asentada dentro del Polígono Mayor a una distancia superior a los 1,700 metros del CYTRAR y en los Distritos de Población de la Ciudad de Hermosillo (Cuauhtémoc, Altares, Nuevo Hermosillo, Villa de Seris, Palo Verde, Apache, Las Placitas y Hermosur) más cercanos a este. Cabe aclarar que el límite de la ciudad está localizado aproximadamente a los 3,000 m de la celda en los distritos Hermosur y Altares.

La evaluación de las características toxicológicas del plomo muestra que es un contaminante altamente persistentes y de toxicidad severa que afecta el sistema nervioso humano, la producción de las células de la sangre, los riñones, el sistema reproductivo y la conducta. No se requirió realizar la caracterización del riesgo para determinar si es tolerable el nivel de riesgo de que se produzcan efectos adversos o daños asociados a su exposición.

La evaluación final que se realizó a CYTRAR utilizando la metodología de calificación de sitios de la CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999), confirma la hipótesis nula formulada en la presente investigación, la cual señala que el Confinamiento y Tratamiento de Residuos S.A. de C.V localizado en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México, no representa ninguna amenaza a la salud humana y no es candidato a una Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB).

RECOMENDACIONES

Puesto que el Gobierno Mexicano se ha comprometido ante la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) de que realizará la remediación del CYTRAR, y a partir de los resultados obtenidos en este trabajo, se infiere que existe información suficiente, que de no tomarse medidas, procedimientos y tecnologías adecuadas durante la remediación del sitio, esta remediación dará como resultado que la población humana que será mayormente afectada será aquella que se encuentra asentada más cercanamente a un radio de 1,700 metros del CYTRAR.

Por lo antes aludido, a continuación se presentan las siguientes recomendaciones para ser analizadas y evaluadas antes de iniciar la remediación del sitio con objeto de que no se incrementen los riesgos a la salud de la población asentada dentro del Polígono Mayor y en los distritos más cercanos a causa de la dispersión y potencial exposición por plomo (Pb) y otros metales como cadmio, selenio, cobalto y zinc (ver Apéndice C).

A. Con el objeto de descartar riesgos a la salud de la población y previo a la remediación, se recomienda realizar una valoración de los componentes humanos asentados en un radio igual o menor a los 1,700 metros del CYTRAR, como por ejemplo trabajadores, que pudieran estar expuestos al Plomo y a otros metales pesados, así como los posibles efectos biológicos asociados a estos, para lo cual se propone:

1. Realizar una evaluación de la exposición a través de muestreo biológico o dosimetría interna, es decir, realizar la cuantificación de biomarcadores químicos con objeto de certificar la absorción de los contaminantes en las personas que laboran dentro de un radio de 1,700 metros del CYTRAR, considerando para ello los perfiles toxicológicos de la ATSDR;

2. Puesto que en este tipo de estudios se deben coleccionar muestras humanas, se recomienda contar con la aprobación de un comité de Bioética que revise los procedimientos que se planea seguir durante el muestreo y el consentimiento del donador, tal como lo señala Mejía, F. y col. (2003); y
3. De presentarse evidencia que manifieste estas exposiciones en estas personas bajo las condiciones existentes en el CYTRAR, se exhorta a los diferentes sectores gubernamentales, no gubernamentales y de la sociedad civil que han participado en “El Caso CYTRAR”; que consideren llevar a cabo la Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB), misma que permitirá definir los procedimientos y tecnologías más adecuadas durante la remediación, para así evitar efectos adversos o daños a la salud de la población.

B. Se recomienda la participación del Sector Salud, SEMARNAT, PROFEPA, SIUE, Ayuntamiento de la Ciudad de Hermosillo y en coordinación con la Universidad de Sonora, para que estos organismos sean los encargados de evaluar las propuestas de remediación.

C. De decidir los diferentes sectores gubernamentales, no gubernamentales y de la sociedad civil, no llevar a cabo la Evaluación de Riesgos de Línea Base y con el objeto de asegurar la protección de la salud de la población asentada dentro del Polígono Mayor y en los distritos Hermosur, Altares, Nuevo Hermosillo, Cuauhtémoc, Palo Verde, Las Placitas, Villa de Seris y Apache, que como se recordará son los más cercanos a la Celda N° 2 del CYTRAR se presenta para su análisis lo siguiente:

1. Con objeto de evaluar si las concentraciones de plomo en aire-ambiente se han incorporado con el paso de los años al medio ambiente suelo y en consecuencia representan un riesgo en la salud de las poblaciones humanas asentadas en sus alrededores, se recomienda, realizar muestreos de campo y análisis de laboratorio de este metal y otros metales pesados en suelo. En estos análisis se deberá determinar si estos, particularmente plomo, exceden las concentraciones máximas permitidas para protección a la salud humana, que se han fijado a nivel nacional e internacional en

este medio. En el caso del Pb se propone el valor de referencia de 250 mg/kg de plomo en suelo, el cual ha sido recomendado por Madhavan et al., en Díaz-Barriga y Corey (1999);

2. Estos análisis se deberán realizar dentro del área calculada en este trabajo de 245.97 ha y que comprende al polígono de la isolínea máxima de concentración de plomo; que como se recordará, es aquella que excede la concentración máxima permitida de plomo en Aire-Ambiente para protección a la salud humana de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fijado por la NOM-026-SSA1-1993;
3. De encontrarse en esta área valores de concentración en Pb y otros metales pesados por arriba de las concentraciones máximas permitidas, se propone ampliar el área de estudio considerando ahora el área definida en este trabajo como “área de afectación” de aproximadamente 499.42 hectáreas, la cual comprende los puntos máximos de la isolínea máxima de concentración de plomo;
4. De ocurrir (1) en cualquiera de las áreas señaladas (2 y 3), se sugiere que estas áreas que han sido denominadas como de afectación del CYTRAR, sean también tomadas en cuenta como terrenos que deben ser sujetos a saneamiento y restauración de manera conjunta a los de la propia instalación de CYTRAR S.A. de C.V.;
5. También se propone, que los trabajos de remediación se realicen durante el semestre de Septiembre-Febrero ya que este reportó las más bajas concentraciones para Pb. El horario más conveniente para los trabajos de remediación se ubica entre las 0:00 hrs y 14:00 hrs de cada día; y
6. De tomarse la decisión de realizar los trabajos de remediación durante el semestre Marzo-Agosto es pertinente que estos se efectúen antes de las 11:00 horas del día (entre las 0:00 hrs y 11:00 hrs de cada día), ya que existe información suficiente para señalar que la velocidad promedio de la dirección más frecuente por hora, particularmente los vientos del Sur y Suroeste participan de forma importante en la dispersión de polvos con su material contaminante hacia los asentamientos humanos en dirección a la Ciudad de Hermosillo.

REFERENCIAS

- Anónimo. 1998. Estados Unidos suspende proyectos. Cohíben inversiones en residuos industriales. *Teorema*, Año 5, No 17: 6-8.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2001. Minimal risk levels (MRLs) for hazardous substances". Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services. In: <http://www/atsdr.cdc.gov/mrls.html>.
- Belsky, A.J., A. Matzke, and S. Uselman. 1999. Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystem in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation* 54:419-431.
- Bull, W.B. 1991. *Geomorphic response to climatic change*. Oxford University Press. New York. 336 p.
- Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) y Asociación Mexicana para el Control de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A. C. (AMCRESPAC). 1998. Residuos Industriales Peligrosos en México: Políticas, Inversiones e Infraestructura. No.6. En http://www.temarry.com/Espanol/residuos_industriales1.htm
- Chávez, C. 2002. Evaluación del riesgo de línea base del confinamiento de residuos peligrosos CYTRAR, localizado en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México. Trabajo inédito elaborado durante el curso de Toxicología y Evaluación de Riesgos, de la Maestría en Ingeniería Ambiental, Postgrado en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Sonora. 94 p.
- Davis, M.J., y L.D. Grant. 2003. Experiencias de la instauración de normas relativas al contenido de plomo en aire y el agua, en los Estados Unidos de América. *Salud Pública de México* 45: 237-243.
- Díaz-Barriga, F. 1996. Los residuos peligrosos en México. Evaluación del riesgo para la salud. *Salud Pública de México* 38: 280-291.
- Díaz-Barriga, F., Hamel, J., Paz, E., Carrizales, L., Batres, L., Calderón, J., Galvao, L., Caldas. L.Q. y McConnell, R. 1997. Evaluación de riesgos para la salud en la población expuesta a metales en Bolivia. Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. OPS-CEPIS-GTZ. 004/110266-MRS/2303/D66/031961. Metepec. 95 p.

- Díaz-Barriga F. 1999. Metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados. Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Primera Edición, pp 96. OPS/CEPIS/PUB/99.34. Perú. World Health Organization.
- Díaz-Barriga, F., Corey, O.G. 1999. Evaluación del riesgo por la exposición a plomo. Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. CEPIS/OPS. 004/115691-2400/D66/033070. CEPIS. Lima. 207 p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1993. Norma Oficial Mexicana (NOM-055-ECOL-1993) que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, excepto de los radioactivos (viernes 22 de octubre de 1993). 11 p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994a. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-1994) que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestre y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección (28 de abril de 1994; 1-110).
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994b. Norma Oficial Mexicana (NOM-024-SSA1-1993), salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas suspendidas totales (PST). Valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales (PST) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población (18 de agosto de 1994). 3p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994c. Norma Oficial Mexicana (NOM-025-SSA1-1993), salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a partículas menores de 10 micras (PM 10). 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 (18 de agosto de 1994). 3p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994d. Norma Oficial Mexicana (NOM-026-SSA1-1993), salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población (18 de agosto de 1994). 3p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1995. Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994), salud ambiental, agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización (30 de noviembre de 1995). 6p.

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1997. Norma Oficial Mexicana (NOM-001-ECOL-1996), que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales (6 de enero de 1997). Tabla 3 Límites máximos permisibles para contaminantes básicos (metales pesados). 31p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Proyecto de Norma Oficial Mexicana (PROY-NOM-059-ECOL-2000), protección ambiental-especies de flora y fauna silvestres de México-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo (lunes 16 de octubre de 2000; 3-56).
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2003. Reforma a la nomenclatura de las normas oficiales mexicanas expedidas por la SEMARNAT, así como la ratificación de las mismas previa a su revisión quinquenal. (Publicado el 23 de abril de 2003). 17 p.
- Flores, R. y T. Quintero. 2002. Análisis de riesgos del confinamiento y tratamiento de residuos (CYTRAR). Trabajo inédito elaborado durante el curso de Toxicología y Evaluación de Riesgos, de la Maestría en Ingeniería Ambiental, Postgrado en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Sonora. 32 p.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Offset Larios México, D.F. 225p.
- García, E. 1980. Apuntes de climatología. Larios e hijos impresores, S.A. México, D.F., 154 p.
- Gobierno del Estado de Sonora (GOES), H. Ayuntamiento de Hermosillo (HAH). 1994. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Hermosillo, Sonora. Gobierno del Estado de Sonora, H. Ayuntamiento de Hermosillo, Sonora.
- Gobierno Municipal de Hermosillo (GOMH). 2003. Programa municipal de desarrollo urbano del centro de población de Hermosillo, Sonora 2003 (Generación 2025+). Versión Preliminar de Consulta. Instituto Municipal de Planeación Urbana de Hermosillo, Hermosillo, Sonora. En <http://www.hermosillo.gob.mx/implan/>
- González M., Banderas, J.A., Raya, C., Báez, A. y Belmont, R. 1997. Cuantificación de plomo, cadmio y cromo mediante sialoquímica. Salud Publica de México 39:179-186.
- Harte, J., Holdren, C., Schneider, R. y Shirley, C. 1995. Guía de las sustancias contaminantes, el libro de los tóxicos de la A a la Z. Editorial Grijalbo, S.A. de C.V. México. P. 55-63, 291-514.
- Henry, J.G. y Heinke, G.W. 1999. Ingeniería Ambiental. 2a edición. Prentice Hall. México. P. 14-45, 620-679.

- Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (IMADES). 2002. Área de Digitalización. Hermosillo, Sonora.
- Instituto Nacional de Ecología (INE) y Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA). 2001. Diagnóstico ambiental preliminar del sitio de confinamiento CYTRAR S.A. de C.V. y zonas aledañas. Informe Técnico de Estudio. México, D.F. 38 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1975. Carta topográfica 1:50,000, Torres H12D51.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1982a. Carta geológica 1:250,000, Sierra Libre H12-11.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1982b. Carta Geológica. Hermosillo. H12-8. 1:250,000. INEGI. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1983. Carta edafológica 1:250,000, Sierra Libre H12-11.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1985a. Carta de efectos climáticos regionales mayo-octubre 1:250,000 Sierra Libre H12-11.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1985b. Carta de efectos climáticos regionales noviembre-abril 1:250,000 Sierra Libre H12-11.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Gobierno del Estado de Sonora y H. Ayuntamiento Constitucional Hermosillo. 1998. Cuaderno Estadístico Municipal de Hermosillo, Estado Sonora. INEGI. Hermosillo. 193 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001. Principales Resultados por Localidad. Estados Unidos Mexicanos. XII Censo de Población y Vivienda 2000. Software en CD. (Sonora, Municipio de Hermosillo, Hermosillo).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2002. Censo de Población y Vivienda del Municipio de Hermosillo. Sonora, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2003a. Croquis Municipal con Marco Geoestadístico (Escala 1:100,000). XII Censo de Población y Vivienda 2000. Estado de Sonora Municipio de Hermosillo.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2003b. SCINCE por Colonias México Sonora. XII Censo de Población y Vivienda, 2000. Software en CD. (Hermosillo).

- Johnson, B.L. and DeRosa, C.T. 1997. The toxicologic hazard of superfund hazardous waste sites. *Reviews on Environmental Health*. Freund Publishing House Ltd., 12(4): 235-251.
- Ludwig, J.P., Apfelbaum, S.I. and Giesy, J.P. 2000. Ecotoxicological effects in ecosystems: wildlife indicators of environmental contamination. Reprint from *Assessing the Impacts of Watershed Development on Aquatic Ecosystems and Water Quality*: 241-249.
- Martin, D. and Chambers, J. 2002. Restoration of riparian meadows degraded by livestock grazing: above and below ground responses. *Plant Ecology* 163:77-91.
- Mejía, J., Yáñez, L., Carrizales, L. y Díaz-Barriga, F. 2003. Evaluación integral del riesgo en sitios contaminados (una propuesta metodológica). Universidad Autónoma de San Luis Potosí. (URL) <http://ambiental.uaslp.mx/docs/FDB-EvalRiesgo.pdf>.
- Miller, G.T.Jr. 1994. *Ecología y medio ambiente*. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México, D.F. P. 277-310, 597-699.
- Oklahoma Department of Environmental Quality (ODEQ). 2002. Air dispersion modeling guidelines for Oklahoma air quality permits. Air Quality Division, Oklahoma Department of Environmental Quality. 29 p.
- Patten, D.T. 1998. Riparian ecosystem of semi-arid North America: diversity and human impacts. *The Society of Wetlands* 18:498-512.
- Peña, C. E., Carter, D.E. and Ayala-Fierro Felix. 2001. Toxicología ambiental: evaluación de riesgos y restauración ambiental. Universidad de Arizona (Grant P42 ESO 4940). Distributed on the Internet via the Southwest Hazardous Waste Program. En <http://superfound.pharmacy.arizona.edu/toxamb/>.
- Pielou, E.C. 1998. *Fresh water*. University of Chicago Press. Chicago. 275 p.
- Rivera, L.M. 2002. Riesgo de exposición al plomo en el binomio madre-hijo. *Rev Fac Med UNAM*. 45(4): 164-169.
- Santos-Burgoa, C., Rojas-Bracho, L., Barrera-Romero, N., Ongay-Delhumeau, E. y Escamilla-Cejudo, J.A. 1992. Método para estimar el riesgo poblacional atribuible a una estación de transferencia de desechos sólidos municipales. *Salud Pública de México* 34(5): 489-498.

- Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología (SIUE), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (IMADES). 1998. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora. Estudio Técnico. Hermosillo Sonora. México, 565 p.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1997. Residuos peligrosos en México. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. P. 1-120.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1998. Programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996-2000. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. P. 1-166.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1999a. Promoción de la minimización y manejo integral de residuos peligrosos. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. P. 10-121.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1999b. Promoción de la prevención de accidentes químicos. No 2. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. P. 132-158.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 2000a. Evolución de la política nacional de materiales peligrosos, residuos y actividades altamente riesgosas. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. P. 21-25, 37-45, 87-107, 139-150, 160-167, 172-174, 226-248.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 2000b. Promoción de la prevención y reducción de riesgos químicos ambientales No 1. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. P. 40-66.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1981a. Carta de uso de suelo y vegetación 1:250,000 Sierra Libre H12-11. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Dirección General de Geografía.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1981b. Carta hidrológica de aguas superficiales 1:250,000, Sierra Libre H12-11. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Dirección General de Geografía.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1982. Carta hidrológica de aguas subterráneas 1:250,000 Sierra Libre H12-11. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Dirección General de Geografía.

- Szaro, R.C. 1989. Riparian forest and scrubland community types of Arizona and New Mexico. *Desert Plants* 9:72-73.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1986a. Air quality criteria for lead. Research Triangle Park (NC): Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA report no. EPA-600/8-83/028aF-dF. 4v. Available from: NTIS, Springfield, VA; PB87-142378.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1986b. Safe Drinking Water Act, as amended by PL 99-339, June 19, 1986. U. S. Code 42: sect. 300f et seq.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1989. Risk assessment guidance for Superfund, volume I, human health evaluation manual (part A) interim final. Office of Emergency and Remedial Response. EPA/540/1-89/002. Washington, D.C. P. 1-40
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1990a. Sustancias peligrosas en nuestro ambiente: guía ciudadana para comprender los riesgos a la salud de la población y la reducción de la exposición a las sustancias peligrosas. Id.CEPIS 004/123742-2303/E66/03604. Washington, D.C., 55 p.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1990b. Air quality criteria for lead: Supplement to the 1986 addendum. Research Triangle Park (NC): Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office 1990; EPA Report no. EPA/600/8-89/049F,. Available from: NTIS, Springfield, VA; PB91-i38420/XAB.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1991. Guidance for performing preliminary assessments under CERCLA. Office of Emergency and Remedial Response. EPA/540/G-91/013. Publication 9345.0-01A. Washington, DC., 166 p. A+.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1992. Workbook of screening techniques for assessing impacts of toxic air pollutants (Revised). Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, Monitoring, and Analysis Division. EPA-454/B-95-004. Research Triangle Park, North Carolina. P. 2-1 a 2-28; 4-1 a 4-14; 5-1 a 5-15; A-1 a A-3; D-1 a D-2.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1994. User's guide to TSCREEN. A model for screening toxic air pollutant concentrations (Revised). Office of Air Quality Planning and Standards, Office of Air and Radiation. EPA-454/B-94-023 (revises EPA-450/4-90-013). Research Triangle Park, North Carolina. 41 p.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1995a. SCREEN 3 model user's guide. Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, Monitoring, and Analysis Division. EPA-454/B-95-004. Research Triangle Park, North Carolina. 60 p.

- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1995b. National air quality and emissions trends report. Research Triangle Park (NC): Office of Air Quality Planning and Standards, Emissions Monitoring and Analysis Division 1996; Report no. EPA/454/R-96-005. Available from: NTIS, Springfield, VA; PB97-127500/XAB.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1996. Safe Drinking Water Act, as amended by PL 104-182, August 6, 1996. U. S. Code 42: sect. 1417(a).
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1997. RCRA: reduciendo el riesgo de residuo. EPA530-K-97-004S. Washington, D.C., 48 p. En <http://www.epa.gov/osw>.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 1999. Exposure and fate assessment screening toll (e-fast). Beta versión. Documentation manual. EPA Contract No. 68-W-99-041. Washington, D.C., 38 p.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 2003a. Integrated risk information system (IRIS).) IRIS Substance List. In <http://www.epa.gov/iris/>.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 2003b. Integrated risk information system (IRIS).) IRIS Substance List\0277-Lead and compounds (inorganic) (CASRN 7439-92-1). In <http://www.epa.gov/iris/>.
- Universidad de Sonora (USON). 1995a. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-1, Período: Enero.
- Universidad de Sonora (USON). 1995b. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-2, Período: Febrero.
- Universidad de Sonora (USON). 1995c. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-3, Período: Marzo.
- Universidad de Sonora (USON). 1995d. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-4, Período: Abril.

- Universidad de Sonora (USON). 1995e. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-5, Período: Mayo.
- Universidad de Sonora (USON). 1995f. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-6, Período: Junio.
- Universidad de Sonora (USON). 1995g. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-7, Período: Julio.
- Universidad de Sonora (USON). 1995h. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-8, Período: Agosto.
- Universidad de Sonora (USON). 1995i. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-9, Período: Septiembre.
- Universidad de Sonora (USON). 1995j. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-10, Período: Octubre.
- Universidad de Sonora (USON). 1995k. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-11, Período: Noviembre.
- Universidad de Sonora (USON). 1995l. Reporte de datos solarimétricos y climatológicos, estación solarimétrica, Hermosillo, Sonora, México. Grupo de Energía de la Universidad de Sonora, Depto. De Ingeniería Química y Metalurgia. Reporte No. 95-12, Período: Diciembre.
- Universidad de Sonora (USON). 1998a. Comentarios acerca del tema relacionado con el confinamiento de residuos tóxico. Oficio signado por Dr. Salvador Aguayo Salinas y Q.B. Agustín Gómez Álvarez, dirigido el 5 de enero de 1998 al Dr. Alejandro Castellanos Villegas, Secretario General Académico. Universidad de Sonora. 2p.

- Universidad de Sonora (USON). 1998b. Observaciones sobre un recorrido alrededor del CYTRAR. Oficio signado por M.C. Jaime Varela Salazar e Ing. Daniel Zaragoza Ortega, dirigido el 16 de febrero de 1998 al Dr. Alejandro Castellanos Villegas, Secretario General Académico. Universidad de Sonora. 2p.
- Universidad de Sonora (USON). 1998c. Información acerca del CYTRAR. Oficio signado por Dr. Salvador Aguayo Salinas, M.C. Jaime Varela Salazar, Q.B. Agustín Gómez Álvarez e Ing. Daniel Zaragoza Ortega, dirigido el 03 de marzo de 1998 al Dr. Alejandro Castellanos Villegas, Secretario General Académico. Universidad de Sonora. 5p.
- World Health Organization (WHO). 2000. Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. ISBN 1358 3 ISSN 0378-2255, WHO Regional Office for Europe, Scherfigsvej 8, DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark. 274 p. En <http://www.euro.who.int/air>.

ANEXOS

APÉNDICE A

Requisitos y condicionantes que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, según la norma oficial mexicana NOM-055-SEMARNAT-1993 y que están relacionados con el CYTRAR

Requisitos y condicionantes que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos, según la norma oficial mexicana NOM-055-SEMARNAT-1993 y que están relacionados con el CYTRAR.

1. Ubicarse preferentemente en una zona que no tenga conexión con acuíferos, o bien el acuífero subyacentes deberá de estar a una profundidad mínima de 200 m. De no cumplirse lo anterior, el acuífero subyacente debe ser confinado cuyo material garantice que cualquier elemento contaminante quede retenido antes de llegar al acuífero. Además el tiempo de flujo de la superficie al manto freático debe ser mayor a 300 años.
2. Con respecto a la hidrología superficial: Estar alejado en desnivel 20 metros a partir del fondo del cauce de corrientes con un escurrimiento medio anual mayor de 100 metros cúbicos, y longitudinalmente 500 metros a partir del centro del cauce de cualquier corriente superficial, ya sea permanente o intermitente, sin importar su magnitud; la cuenca de aportación hasta el sitio debe ser en lo posible, pequeña y cerrada; y de no cumplirse la condición anterior, el sitio deberá de localizarse dentro de la cuenca hidrológica aguas abajo de asentamientos humanos mayores de 10,000 habitantes y zonas con una densidad industrial mayor de 50 industrias.
3. Ubicarse en zona donde no represente un peligro para las especies protegidas o en peligro de extinción, o en aquéllas áreas en las que el impacto ambiental sea mínimo para los recursos naturales.
4. Instalarse en zonas donde se evite que los vientos dominantes transporten las posibles emanaciones a los centros de población y sus asentamientos humanos; la porción de la lluvia promedio diaria susceptible de infiltrarse, calculada a partir del coeficiente de escurrimiento promedio diario, debe ser menor que la capacidad de campo del terreno; y la evaporación promedio mensual, debe ser al menos el doble de la lluvia promedio mensual.

5. 25 kilómetros como mínimo, debe de ser la distancia del límite del centro de población para poblaciones mayores de 10,000 habitantes con proyección al año 2010.
6. La pendiente media del terreno natural del sitio de confinamiento no debe ser menor de 5 ni mayor del 30 por ciento.
7. Cuando se acredite técnicamente su efectividad, la secretaría al cargo (en este caso la SEMARNAT), podrá autorizar la realización de medidas y obras, cuyos efectos resulten equivalentes a los que se obtendrán del cumplimiento de los requisitos previstos en los puntos anteriores.

APÉNDICE B

Resumen de acontecimientos relacionados con la problemática del CYTRAR

Resumen de acontecimientos relacionados con la problemática del CYTRAR

CYTRAR fue concebido con el objetivo de realizar el manejo de residuos y subproductos industriales de sectores tales como las industrias: Química básica y secundaria, agroquímica, maquiladora, automotriz, petroquímica, textil, minera, farmacéutica, alimenticia, metal mecánica, electrónica y eléctrica. Cuenta en sus instalaciones con centro de transferencia, área de tratamiento, laboratorio de análisis y caracterización, almacén de materiales reciclables, así como un confinamiento controlado con capacidad para más de medio millón de metros cúbicos en dos celdas y área para la instalación de 7 celdas más.

Esta empresa obtuvo su autorización de operación en diciembre de 1987 y funcionó normalmente hasta fines del año 1997. CYTRAR ha sido desde el año de 1997 motivo de controversias por interpretaciones y supuestas violaciones en contra de lo que dicta la legislación ambiental internacional y la del Estado Mexicano. Las controversias o disputas han ocurrido entre Organizaciones No Gubernamentales (ONG), grupos civiles, gobiernos locales como el del Estado de Sonora y Municipal de Hermosillo, e instancias federales como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Estas se han centrado principalmente en denuncias por supuestas violaciones de CYTRAR y autoridades federales y locales, a lo que establece la legislación ambiental mexicana en materia de residuos peligrosos, principalmente lo que dicta la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento, y las Normas Técnicas Ecológicas y Normas Oficiales Mexicanas respectivamente.

Estas disputas inician en el año de 1997 cuando las organizaciones sociales y ambientales de la Ciudad de Hermosillo observan que el confinamiento, comienza a recibir residuos peligrosos provenientes de diversos estados de la República Mexicana y la franja fronteriza con los Estados Unidos de Norteamérica. De manera más específica

observan que se está confinando escoria y tierra contaminada con plomo, cadmio y otros metales pesados, provenientes del Rancho El Florido ubicada a 30 Kilómetros del municipio Tijuana, Baja California, la cual fue abandonada por la empresa Alco Pacífico de México, S.A. de C.V, después de que el Instituto Nacional de Ecología (INE) le cancelo el permiso de confinamiento de residuos peligrosos en el año de 1996.

La problemática se acentúa aún mas cuando se presenta un derrame de tierras contaminadas en una espuela de ferrocarril localizada en el Parque Industrial de la ciudad. A partir de este suceso, organizaciones locales no gubernamentales inician el movimiento *pro cierre* del **CYTRAR** por considerar que atenta contra la salud de los hermosillenses, a estas protestas se une el Ayuntamiento de Hermosillo y demandan la cancelación de la autorización o la re-localización del confinamiento controlado.

A finales de ese año de 1997 y por inspecciones de PROFEPA, la SEMARNAT descarta problemas en CYTRAR. Se determina que el derrame no significó riesgo sobre la población o los ecosistemas y que en todo caso CYTRAR no tuvo responsabilidad sobre el mismo, ya que éste se presentó durante actividades externas de transporte y no en la operación del confinamiento. Además, en su revisión señalan que la instalación cumple con los requisitos para su operación y que no existen violaciones a la normatividad que pudieran conducir a su clausura o justificar su reubicación.

No obstante lo anterior, los grupos civiles se inconforman ante este dictamen y presentan las siguientes demandas: (1) que los residuos peligrosos principalmente las tierras contaminadas con plomo y otros provenientes de diversos estados de la República Mexicana fueran retornados a su lugar de origen; (2) que CYTRAR indicara el tipo, características y volumen de los residuos que se encontraban confinados en ese momento en sus instalaciones; (3) que además indicará el nombre de las empresas responsables de este tipo de residuos; y (4) que CYTRAR a través de la empresa española Tecnologías Medioambientales (TECMED), realizará las labores de saneamiento y remediación en el confinamiento.

Así, la participación activa de estos grupos civiles influyó para que el 26 de enero de 1998 el Tribunal de lo Contencioso Administrativo iniciara un juicio contra CYTRAR y prohibiera temporalmente la entrada de residuos tóxicos provenientes de otras ciudades.

El día 30 de enero ONG de Hermosillo bloquean la entrada al CYTRAR y no permiten el acceso a ningún vehículo que pretenda ingresar residuos peligrosos. Informan que esta medida será permanente hasta que se cierre el confinamiento. El representante legal de TECMED responsable de la operación del CYTRAR declara que de no intervenir el gobierno estatal para eliminar el bloqueo, la empresa cerrará, se irá de Sonora y exigirá al Gobierno de México la devolución de la inversión cuya cifra es en el orden de cinco millones de dólares.

El 7 de marzo y mediante un operativo policiaco se retira a las personas de las ONG que mantenían el plantón frente al CYTRAR.

En el mes de mayo de ese año de 1998 se presentan irregularidades en la descarga de tierras contaminadas en una espuela de ferrocarril localizada en el Parque Industrial de la ciudad, por lo que PROFEPA ordena a CYTRAR regresar estas tierras a su lugar de origen.

El 20 de octubre de 1998 las ONG denuncian ante la opinión pública que se esta ampliando ilegalmente la capacidad de la celda número dos del CYTRAR en el orden del 20 al 40% al construir bordos de contención. El Ayuntamiento de Hermosillo anuncia que pedirá al INE que no se ratifique la licencia de funcionamiento. El Gobierno del Estado a través de su titular declara el primero de noviembre que CYTRAR deberá funcionar hasta el 19 de ese mes, fecha en que se vence su licencia de funcionamiento.

La Unidad de Participación Social, Enlace y Comunicación del INE, señala que la decisión de ampliar o no la licencia de funcionamiento del la empresa CYTRAR será a raíz de un dictamen estrictamente técnico por parte de esa dependencia.

El Ayuntamiento de Hermosillo comunica a CYTRAR que a partir del día 10 de noviembre no podrán ingresar al confinamiento desechos tóxicos que provengan de otras partes del estado, del país o del extranjero, esta notificación corresponde a las medidas cautelares que decretó la magistrado Gloria Gertrudis Tapia Quijada por el Auto del 26 de enero de 1998, y se señala que dicha medida será mientras la Suprema Corte de Justicia de la Nación, emita una resolución definitiva al amparo que interpuso Domingo Gutiérrez Mendivil, presidente de la Academia Sonorense de Derechos Humanos (ASDH), en torno a la revocación del permiso para uso de suelo que se le concedió al CYTRAR.

El 19 de noviembre vence la licencia de operación y el día 25 el INE revoca el permiso de funcionamiento del CYTRAR y ordena el cierre definitivo del confinamiento. Indican que lo anterior se debió a lo siguiente:

1. Los residuos de la celda número dos sobrepasaban de manera significativa los niveles autorizados en algunas áreas;
2. La empresa almacenaba residuos peligrosos que serían enviados a otras empresas de manejo, por lo que funcionaba como centro de transferencia sin autorización;
3. La empresa no entregó un informe preliminar de impacto ambiental y un informe preventivo de riesgos para el acopio y tratamiento de residuos peligrosos, mismos que se le pidieron desde el 16 de septiembre de 1997;
4. CYTRAR contravino lo establecido en la autorización al recibir residuos biológico infecciosos y no notificarlo, lo cual tenía prohibido en la autorización; y
5. Se almaceno de forma temporal residuos líquidos y biológicos infecciosos sin la autorización correspondiente y sin dar cumplimiento a la normatividad que establece el artículo quinto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

CYTRAR se inconforma por este cierre o clausura, rechaza estas demandas y favorece a que los grupos civiles interpongan las mismas a la Comisión Estatal de Derechos Humanos para el Estado de Sonora (CEDH). Debido a que la CEDH se declara

incompetente para dar una resolución sobre las demandas, estos grupos interponen un amparo ante un juzgado en donde exigen que se realice una auditoria ambiental y peritaje y adicionalmente que los residuos peligrosos sean sacados de este sitio.

PROFEPA ordena a CYTRAR sellar las celdas sin embargo las ONG logran que en el mes de enero de 2001 se emite una medida cautelar que impide sellar a estas, y más tarde en mayo del 2001 las ONG entablan un juicio en contra de las autoridades ambientales y de la misma empresa por pretender cerrar el confinamiento sin hacer una auditoria ambiental o sacar los residuos allí confinados.

Al parecer estas disposiciones legales imposibilitan a CYTRAR a cerrar la celda número dos que operaba en ese momento, hasta que no se logre dictar una resolución jurídica para que se proceda según a derecho.

Al mismo tiempo que ocurren estos eventos y aún en el año del 2003, las ONG solicitan en tres ocasiones a la Comisión de Cooperación Ambiental para América del Norte (CCA), que esta emita un expediente de hechos debido a que aseveran que *“México está incurriendo en omisiones en la aplicación efectiva de su legislación ambiental en el caso del confinamiento de residuos peligrosos propiedad de CYTRAR S.A de CV, en Sonora, México”* (<http://www.cec.org>).

Por otro lado el 29 de septiembre del año 2000 la empresa española TECMED demanda al gobierno mexicano ante un tribunal internacional por el cierre del CYTRAR. De lo cual se deriva que en el 20 junio de 2003, el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a la Inversión (CIADRI) presente un laudo arbitral en que se dictamina que la actuación del Instituto Nacional de Ecología fue *“contradictoria, incongruente, poco transparente y violatoria del Acuerdo de Promoción y Protección Reciproca de Inversiones México-España”* y señalan que el INE canceló el permiso para operar el CYTRAR no porque éste hubiera violado la ley, sino por presiones políticas y sociales. Por lo que condena a pagar al Gobierno Mexicano el monto original de 5

millones 553 mil dólares mas intereses fijando como fecha el año de 1998, lo cual se estima que a la fecha de la resolución es cercano a los 7 millones de dólares.

El 12 de agosto de 2003 y por tercera ocasión las ONG a través de Guillermo Gutiérrez Mendivil solicitan a la CCA, que esta emita un expediente de hechos. Entre sus argumentos se afirma que México está incurriendo en omisiones en la aplicación efectiva de su legislación ambiental con relación a la construcción y operación del confinamiento. Sostienen que *“funcionó sin una autorización en materia de impacto ambiental; incumplió las especificaciones de diseño para los muros de contención de las celdas del confinamiento, y aceptó la importación de residuos peligrosos de EUA para su confinamiento en el sitio”*. Además que esas acciones han causado daños a la salud humana y al medio ambiente. También aseveran que las autoridades ambientales no iniciaron los procedimientos judiciales contra la empresa respecto de las presuntas infracciones, además de que no han permitido a los Peticionarios (Guillermo Gutiérrez Mendivil) el acceso a la información relacionada con el sitio. (<http://www.cec.org>).

De esta petición el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental y en conformidad con los artículos 14(1) y (2) del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte estable que dicha petición amerita solicitar una respuesta de la Parte interesada, en este caso México, y a través de esa determinación se le da un plazo de 30 días (<http://www.cec.org>).

El Gobierno Mexicano responde el 19 de noviembre de 2003 y manifiesta que *“considera haber aplicado de manera efectiva su legislación ambiental ya que, al detectar los incumplimientos de CYTRAR, le negó la renovación de su permiso de operación y le solicitó la presentación de un programa de cierre del confinamiento. Ello provocó que México fuera demandado ante el CIADRI por la empresa TECMED socia inversionista de CYTRAR y que dicho tribunal arbitral resolvió que, al haber denegado la renovación del permiso de operación de CYTRAR, México infringió sus obligaciones en términos del Acuerdo para la Promoción y Protección Recíproca de Inversiones el cual celebró con España por lo que quedó obligado a pagar 5, 533,017.12 de dólares*

estadounidenses más intereses". Finalmente declara que *"el sitio conocido como CYTRAR será remediado en su totalidad una vez que haya cumplido con la sanción económica establecida en el laudo arbitral"* (<http://www.cec.org>).

Finalmente la CCA señala que "el Secretario deberá, en términos del artículo 15(1) del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), analizar la petición a la luz de la respuesta de México para decidir si recomienda al Consejo la elaboración de un expediente de hechos" (<http://www.cec.org>).

En ese mes de noviembre de 2003, se presentan declaraciones relacionadas con la necesidad de construir un nuevo confinamiento y con la problemática del CYTRAR. La primera de ellas la genera el titular de la Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología (SIUE), quien señala que ante la ampliación del Proyecto Ford se analiza terrenos aptos para instalar otro CYTRAR en la entidad. La declaración propicia que el Secretario de Gobierno asegure, que se escuchará a la sociedad antes de abrir un nuevo confinamiento *"para que no se convierta en otro problema"*. Por otro lado el mismo gobernador de Sonora, contradice al titular de SIUE y declara que, *"el estado antes de pensar en abrir otro confinamiento de desechos tóxicos primero tiene que solucionar la contaminación que genera el que existe y que en eso trabaja una comisión"*.

Otro aspecto relevante es la afirmación del delegado estatal de la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente, quién solicitó a SEMARNAT realice una auditoria ambiental con el propósito de tener la certeza científica de que *"las más de 130 mil toneladas de basura que están en el Confinamiento y Tratamiento de Residuos (CYTRAR) están contaminando la zona y además buscar una solución definitiva al problema"*. Reveló que el estudio se efectuaría en los primeros meses del 2004 y que, sea cualquiera la respuesta, es decir sí contamina o no, espera que esté avalado por especialistas y por la sociedad a través de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG).

El 18 de diciembre y durante una visita al Estado de Sonora, el titular de SEMARNAT, revela a los medios de comunicación, que la Federación pagará la semana próxima a TECMED, 7.2 millones de dólares por el cierre del CYTRAR, para dar cumplimiento a la resolución de una corte internacional que obliga a México a saldar esa multa con la empresa española. Al mismo tiempo sugiere que no tienen evidencias que el CYTRAR en Hermosillo esté contaminando, por lo que está decidido a estudiar a fondo la situación y se compromete a que durante enero del 2004 se realizará el estudio ambiental del CYTRAR tomando en cuenta las organizaciones acreditadas para que todos acepten los resultados.

En el mes de mayo de 2004 el gobernador de Sonora solicita a las ONG que propongan una empresa para que estudie el CYTRAR, y asegura que, *“si ellos (los Organismos No Gubernamentales) no la proponen, la decisión la tomará el propio Gobierno”*. Un mes más tarde en junio, el propio gobernador expresa que hay empresas interesadas en establecer en Sonora un nuevo confinamiento de residuos tóxicos, pero que antes de dar la aprobación para su apertura, pone como condicionante resolver el problema del CYTRAR y dice lo siguiente: *“es necesario tener un estudio, y lo que diga ese estudio es la decisión que vamos a apoyar nosotros, de tal manera que resolvamos el CYTRAR y luego comencemos a ver lo de un nuevo lugar de confinamiento”*.

En el mes de julio se forma el “Consejo Ciudadano de Protección al Medio Ambiente” el cual se encargará de las acciones para remediar el Confinamiento y Tratamiento de Residuos (CYTRAR), así como la supervisión y reubicación del nuevo confinamiento. Este consejo toma la recomendación del Gobernador del Estado sobre contratar a una empresa que lleve a cabo el estudio diagnóstico. Uno de sus miembros (Norma Abril de Torres) expone lo siguiente: la empresa PROECO, de origen canadiense, fue la que se convino ejecutara *“los estudios pertinentes para la solución y reubicación del confinamiento de residuos tóxicos en Sonora”*; además revela que la Universidad de Sonora estará a cargo del área jurídica del consejo, el cual estará formado

por 20 personas distribuidas en 6 áreas: técnica, jurídica, de relaciones con instituciones y organizaciones sociales, educación ambiental, de asesorías y difusión.

El día 31 de julio se publica en el diario El Imparcial, que la SEMARNAT ratifica que la empresa canadiense PROECO será la encargada de ejecutar un diagnóstico del CYTRAR, el estudio durará 40 días y especificará el tipo de desechos tóxicos que hay en el lugar. Además se precisa que PROECO presentará las alternativas de solución a la SEMARNAT, al Consejo Ciudadano, PROFEPA y SIUE, y se difundirán para que la ciudadanía emita su opinión. Se revela que el costo del estudio será de aproximadamente cinco millones de pesos, de los cuales el 60% los cubrirá el Gobierno Federal y el resto el Gobierno del Estado.

El día 04 de agosto aparecen artículos en el diario El Imparcial, los cuales indican que fue emitido un permiso provisional para que los investigadores de PROECO den inicio a su diagnóstico del CYTRAR, supervisando los trabajos la SEMARNAT. Se señala que el estudio tiene como objetivo *“realizar un análisis profundo que permita determinar si existen o no elementos contaminantes en dicho lugar”*. Se dice que el gobernador del estado declaró que el titular de SEMARNAT otorgo el permiso para los investigadores y además dijo que se le va a permitir la entrada a la empresa canadiense Proeco, para que *“inicie el estudio de impacto ambiental”*.

A través de una orden de inspección con número de oficio PF-PA-DS-SIV-1016/2004 sustentada en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se otorga el ingreso como auxiliares de inspección a tres investigadores de la empresa PROECO para que ingresaran al CYTRAR, y así *“reconocer primero el lugar y realizar una auditoria ambiental”*.

El delegado de la SEMARNAT hace alusión el día 10 de agosto, sobre los trabajos que realizará PROECO para el estudio y diagnóstico del sitio, entre ellos: *“medición y posición de coordenadas para la toma de muestras de aire y suelo; una auditoria a las dos celdas y la laguna de oxidación del confinamiento; y se realizarán*

pruebas también para conocer si existen en realidad filtraciones de sustancias en el subsuelo del predio Las Víboras, donde se ubica el CYTRAR”.

El 11 de agosto y por considerar que no existen las condiciones mínimas para que los investigadores de PROECO pudieran hacer su trabajo, el Consejo Ciudadano para la Remediación del CYTRAR determina que la empresa canadiense suspenda sus labores, indican que la empresa española TECMED todavía se acredita como la propietaria legal del CYTRAR y que ha puesto trabas para los trabajos, por lo que el Consejo pide la devolución de los terrenos. Al siguiente día el gobernador declara que ante la negativa de la empresa española TECMED de permitir que los investigadores canadienses inspeccionen el CYTRAR, se les obligarán por la vía judicial.

El 16 de agosto se publica que las delegaciones estatales de SEMARNAT y PROFEPA expresan que el trabajo de investigación de PROECO será reanudado en breve. Se dice que será suscrito un convenio entre las tres instancias de gobierno y las ONG de Hermosillo, el cual permitirá que los estudios llevarse a cabo sin la interferencia de TECMED. El delegado en Sonora de la PROFEPA asevera que *“la auditoría ambiental al CYTRAR será llevada a cabo y la autoridad no saldrá de ahí hasta que este estudio tan necesario sea terminado”*, además puntualiza que los estudios que se realicen permitirán a PROFEPA y SEMARNAT *“conocer si el CYTRAR tiene algunos pasivos ambientales y de esa manera proceder en contra del responsable, que es la empresa propietaria del mismo, al momento de la transferencia del lugar al gobierno mexicano”*. El día 19 de agosto y en un acto público, es signado por los delegados estatales de PROFEPA y SEMARNAT, los representantes del Gobierno del Estado y el Congreso, y las ONG, un acuerdo que limita la presencia de la empresa española TECMED en los estudios y se le da a PROFEPA la autoridad para sancionarla en caso de interferir. Además PROFEPA será quien conduzca las acciones de inspección y las muestras que tomen sus peritos serán las que tengan validez legal. Finalmente se indica que tendrán acceso al CYTRAR, tres miembros del Consejo Ciudadano y tres investigadores de la Universidad de Sonora; el terreno estará vigilado las 24 horas por Seguridad Pública

Municipal y las instalaciones serán selladas por PROFEPA después de cada jornada de trabajo. Se declara que *“todos estos lineamientos están dentro del marco de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos”*.

El día 24 de agosto la empresa canadiense entra al CYTRAR y se informa que el estudio durará de 40 a 45 días, tiempo durante el cual PROECO realizará un diagnóstico de todos los materiales tóxicos que hay dentro del sitio, se señala que *“una vez que se sepa qué está confinado, y si hay filtraciones o contaminación se podrá determinar cuánto costará remediarlo y se buscarán recursos del Gobierno del Estado y de la Federación para ello”*.

El día 20 de septiembre aparece un artículo en El Imparcial en el que expresa el delegado en Sonora de la PROFEPA, que se han tomado muestras del suelo y subsuelo alrededor de las celdas y que se tienen resultados parciales del estudio, y declara, *“Lo que hemos encontrado afuera va aceptablemente bien, sin poder dar detalles”*. También revela que se empezarán con las celdas donde están los residuos peligrosos y dice *“vamos a meternos a las celdas y ahí había autorizaciones para confinar determinados residuos peligrosos; podríamos encontrarnos con cosas que no estaban autorizadas, pero todavía no hemos empezado”*. En síntesis el objetivo será identificar los residuos peligrosos confinados para verificar si éstos tienen autorización para estar depositados en el lugar.

El día 01 de octubre se presenta una declaración de un miembro del Consejo Ciudadano para la Remediación del CYTRAR, en la que denuncia que, *“Profepa intenta cambiar un procedimiento de inspección y es porque están surgiendo elementos para pensar en una remediación y fincar responsabilidades a funcionarios”*. *“Al estar excavando los empresarios canadienses están sacando muchos desechos que no deberían estar ahí, lo ven como una remediación parcial del lugar y quieren parar el procedimiento”*. En otro artículo, se establece que aunque el diagnóstico de la empresa canadiense PROECO en el interior del CYTRAR aún no concluye, el Consejo Ciudadano para la Remediación de CYTRAR expone que hay elementos para solicitar una remediación y piden la remediación del sitio a las autoridades de la SEMARNAT y

PROFEPA. Se refiere que el miembro del consejo emite lo siguiente: *“Pedimos el inicio del trámite para la remediación del CYTRAR, al Congreso del Estado la asignación de recursos, al gobernador gestionar el trámite y al ayuntamiento de Hermosillo generar un punto de acuerdo”*. Señala que se han encontrado desechos tóxicos que no debieron confinarse en el lugar y que la construcción del sitio viola las normas ecológicas. *“Nosotros vamos por limpiar el lugar, por buscar un nuevo sitio y después por fincar responsabilidades a quienes resulten responsables”*, dice.

Por su parte el delegado de la SEMARNAT destaca que se valuará la posibilidad de remediar el sitio, una vez teniendo los resultados técnicos del estudio de diagnóstico que realiza la empresa canadiense. Mientras que, el delegado estatal de PROFEPA declara el día 05 de octubre, que la inspección en el CYTRAR no ha concluido, *“por lo que revelar información de los estudios y aseverar sin sustento que existen desechos no permitidos es irresponsable”*. Y manifiesta que *“las declaraciones discrecionales del Consejo Ciudadano ponen en riesgo el trabajo realizado en el confinamiento. Esa información es únicamente para la inspección y de uso de la Profepa”*, insistió, *“el querer tomar decisiones que no les corresponde es una falta de respeto”*.

El día martes 16 de noviembre aparece un artículo en El Imparcial en el que dice el Delegado Estatal de SEMARNAT que se espera para el día 30 de noviembre los resultados del estudio ambiental en CYTRAR y declara que la *“inspección determinará si en el lugar existen residuos mal confinados y si existe riesgo ecológico en el suelo y aire aledaño al predio “Las Víboras” ”*. Y también señaló el delegado que todavía no se sabe si TECMED es culpable en el caso del confinamiento.

APÉNDICE C

Cronología de estudios e información hemerográfica sobre medio ambiente y salud pública del CYTRAR

Cronología de estudios e información hemerográfica sobre medio ambiente y salud pública del CYTRAR

AVISO: Se presenta una descripción de la información sin arbitrar a cualquiera de las partes, respetando los textos de los reporteros y de los responsables de los escritos. La siguiente información sirvió en la estructura final del Modelo Conceptual Preliminar del CYTRAR.

1997

Surgen las primeras protestas por las ONG en contra del transporte por ferrocarril y la disposición final en CYTRAR de los residuos provenientes de la empresa Alco Pacífico de México S.A. de C.V ubicada en la ciudad de Tijuana, este es el elemento por el cual se inicia la actual problemática.

Las primeras quejas de las ONG están referidas con el aparente mal manejo de la tierra contaminada y el riesgo de contaminación de aire, agua y suelo, y a la salud pública porqué las partículas que circulan por el ambiente pueden provocar intoxicación en las personas a largo plazo. De esto se deriva que estos grupos hayan tomado muestras para analizar su contenido, y reportan que se encontró una concentración de 19.20 miligramos de cadmio por litro y un porcentaje de plomo de 4.11. PROFEPA admite que la tierra tiene otros químicos como cadmio, selenio, cobalto y zinc, pero que el plomo es material predominante hasta en un 95% e indica que *“se trata de plomo mezclado con tierra en una proporción aproximada a 100 gramos por kilo”*.

El entonces Secretario de Salud Manuel Robles Linares, informa que en los monitoreos que han realizado en el CYTRAR no han encontrado ningún dato alarmante, únicamente en el manejo de los desechos tóxicos. Por otro lado señala al Dr. René Navarro Coronado (Director de Servicios de Salud) como el responsable del monitoreo y evaluación del CYTRAR. Sin embargo la reportera de El Imparcial Ana Consuelo

Moreno indica que *“por su actitud, René Navarro Coronado mostró no estar muy enterado de los monitoreos que Robles Linares asegura se están haciendo dentro de CYTRAR”*.

El 15 de noviembre, Jorge Valencia Juillerat (entonces Presidente Municipal de Hermosillo) señala que solicitará permiso la Comuna a PROFEPA para que un técnico ambientalista del ayuntamiento realice inspecciones a las instalaciones del CYTRAR, poniendo especial interés en el traslado de la escoria a esta ciudad, días después la PROFEPA otorga el permiso.

El 22 de noviembre, autoridades de la SEMARNAP confirman la detección de diversas irregularidades en el manejo de desechos tóxicos, pero descartan una clausura inmediata de ese confinamiento. Se precisa que CYTRAR será sancionado por el mal manejo de material contaminado que se traslado a Hermosillo rebasando al furgón contenedor, lo mismo que en sacos rotos, cuando debe venir en empaques correctamente cerrados,; las ONG además denuncian el empleo de niños en labores dentro del confinamiento por lo cual la PROFEPA analiza ya las sanciones a aplicar.

El 25 de noviembre, PROFEPA declara que no se cierra CYTRAR pero si le exigen adecuada recepción de material tóxico; prohíbe el traslado de residuos tóxicos con plomo por furgones de ferrocarril hasta que no llene los requisitos de seguridad ya que no cumple actualmente con la normatividad ecológica

Representantes de diferentes organizaciones manifiestan su inconformidad ante la resolución, indican que se reunirán para acordar acciones entre las que figuran: recurrir a instancias como el Congreso de la Unión, Cámara de Senadores, y organizaciones internacionales. Enrique Provencio Durazo (Director del INE) declara que *“de acuerdo a estudios de impacto ambiental que han hecho, un confinamiento como el Cytrar no tiene efectos en una distancia mayor de tres kilómetros, por lo que la ubicación que tiene actualmente (8 kilómetros del casco urbano), es correcta y no afecta a la población cercana”*.

Para el 28 de diciembre, un estudio técnico firmado por Consultoría, Planeación y Arquitectura, cuyos especialistas fueron contratados por el Diputado Priísta Carlos Ernesto Zataráin López señalan que: *“el riesgo del Confinamiento y Tratamiento de Residuos está en el traslado de los tóxicos, no su disposición y tratamiento final”*, y que la responsabilidad de evitar daños a la salud a consecuencia del CYTRAR es exclusivamente del ayuntamiento, quien debe impedir a toda costa asentamientos humanos en al menos cuatro kilómetros a la redonda. *“La garantía de la protección a la población dependerá entonces de la firmeza del Municipio en el acatamiento de la reglamentación urbana y el Programa de Desarrollo Urbano”*. El 29 de diciembre el Alcalde Jorge Valencia Juillerat indica que la Comuna de Hermosillo ya no permitirá asentamientos humanos en al menos cuatro kilómetros a la redonda del CYTRAR.

El 29 de diciembre, el Frente de Organizaciones que Luchan para la Reubicación del CYTRAR y Francisco Pavlovich Robles señalan la posible contaminación de repesos ubicados en los alrededores del confinamiento. Indican que durante un recorrido por la zona observaron que algunos arroyos que van a dar a un estanque ubicado a escasos metros del confinamiento atraviesan éste. Señalan que *“esto constituye otra irregularidad de la empresa pues la Norma Ecológica prohíbe la presencia de arroyos y corrientes de agua a menos de 500 metros de un basurero tóxico”*.

1998

El día 13 de enero, en la sección de Carta de los Lectores del diario El Imparcial se presenta *“Demanda participación ciudadana”* donde el Ing. Manuel Llano O. describe lo que observo durante una visita al confinamiento visto desde uno de los cerros y dice: *“Se aprecia con claridad la zona donde el agua se llega a encontrar hasta doce metros de profundidad, su laguna interna, el bronco arroyo que lo cruza y vacas pastando en su interior el bufel que atrae especies nativas como las codornices, un repeso para abreviar ganado que lo llenan los arroyos vecinos con un cerco de por medio, en una zona poblada de granjas familiares cerca del Cerro de la Virgen,”*.

El 21 de enero, José María Zapatero Vaquero (Director General del CYTRAR) afirma que *“el Cytrar tendrá una duración de 10 a 15 años, y es tan seguro que una vez cerrado se puede construir sobre él, e incluso hacer un jardín”*. *“Técnicamente está en el lugar adecuado (a menos de 7 kilómetros de Hermosillo....”* *“Con centros como el CYTRAR las celdas de depósito tiene como fondo doble capa de polietileno de alta densidad, los residuos están encerrados herméticamente y además no representan ningún peligro porque no son biodegradables”*. Hace alusión que INE y SEMARNAP han avalado de que funcione CYTRAR y declara *“Ahora un grupo de ciudadanos nos dice que está mal, no es lógico fiarse de la gente sino de las autoridades”*.

El 04 de febrero, Alianza Cívica a través de su representante Pavlovich Robles, informo de la presencia de sustancias como plomo y cadmio detectado en el agua de dos pozos, *“según un análisis de laboratorio que dueños de ranchos cercanos al CYTRAR mandaron a hacer”*. *“En uno de los pozos se encontró que el agua contiene 0.08 miligramos/litro, mientras que en otro, 0.01 miligramos de plomo y 0.001 miligramos de cadmio”*; los exámenes fueron practicados el 29 de enero.

El 05 de febrero, Francisco Padilla López (Propietario de un terreno contiguo al CYTRAR) dice que *“hay por lo menos 23 lotes de la colonia Adolfo López Mateos que rodean al confinamiento”*. Es dueño de uno de los pozos en los que se encontró plomo en cantidades superiores a las permisibles (DOF 18-enero-98 indica que el máximo permitido es de 0.025 miligramos por litro de agua y se encontró 0.08); desde hace 2 años le ha tocado ver morir animales como zopilotes, zorras, correcaminos, y a sus 18 vacas.

Cristina Cortinas de Navas (Directora General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas del INE) declara que: (1) si se demuestra que hay un riesgo sobre la operación del CYTRAR se actuará, pero los informes de PROFEPA señalan que cumplen con las normas; (2) no se depositan residuos líquidos, compuestos orgánicos o clorados, sino volúmenes de residuos con poco material tóxico en proporciones al volumen total y en condiciones que aseguran que no se van a movilizar hacia la población o ecosistemas; (3) sobre el plomo y cadmio encontrado en los pozos, dijo que

eran sustancias que están distribuidas en el ambiente sobre todo en regiones que han tenido actividades mineras; (4) para demostrar que el plomo encontrado cerca del CYTRAR pertenece a éste, se debe hacer un estudio y demostrar que hay una ruta de migración del confinamiento a un lugar donde haya población; y (5) el estudio correspondería al Gobierno del Estado y debería de hacerse de manera adecuada.

El día 06 de febrero, el diario El Imparcial presenta los resultados de una encuesta a hermosillenses relacionada con la reubicación del CYTRAR en la que aparece que: el 67% estuvo de acuerdo en la reubicación y el 31% dijo que no. Sobre el lugar que proponen para su reubicación, el 36% solicitó que estuviera lo más retirado posible de Hermosillo, 6% fuera del estado, 5% que no estuviera en la ciudad. Cuando se les pregunta el por qué no están de acuerdo con la actual ubicación, la percepción de la gente es: 12% afecta la salud, 12% peligroso, 15% otros, 19% contamina, 42% muy cerca.

El 12 de febrero, se señala que según estudios del Colegio Local de Médicos, la Delegación de SEMARNAP y la Secretaría de Salud, no se tiene evidencias de que exista un riesgo para la salud de los hermosillenses con la operación del confinamiento.

El 13 de febrero, pide Domingo Gutiérrez Mendivil (Presidente de la Academia Sonorense de Derechos Humanos) que la Universidad de Sonora se involucre en la problemática del CYTRAR. Manuel Robles Linares y Filiberto Pérez Duarte (Secretario de Salud en el Estado y Presidente del Colegio Médico estatal respectivamente) *“coincidieron que de acuerdo a investigaciones realizadas no detectaron evidencias, por el momento, de daños a la salud por el CYTRAR”*. Así también Ernesto Gándara Camou (Delegado de SEMARNAP) declara *“no hemos encontrado evidencias de que pueda afectar la salud”*.

El 17 de marzo, un documento firmado por investigadores del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad de Sonora, avala algunos aspectos de las denuncias expuestas por las ONG. Los investigadores son: Ing. Daniel Zaragoza Ortega, M.C. Jaime Varela Salazar, QB. Agustín Gómez Álvarez, y Dr. Salvador Aguayo

Salinas. El documento consta de 9 hojas y fue dirigido al Dr. Alejandro Castellanos Villejas (Secretario General Académico de USON) y con copia para representantes de las ONG donde se dan antecedentes del origen de los residuos que se confinan en Hermosillo, opiniones y conclusiones sobre el tema. Entre otras cosas se mencionan:

1. Se cuestiona la distancia en que se ubica
2. Se detectaron siete violaciones, entre ellas:
 - La existencia de arroyos alrededor del confinamiento
 - Entrada de animales y celdas de confinamiento inapropiadamente selladas
3. Solicitan la reubicación del confinamiento y detener su crecimiento en donde actualmente se encuentra.
4. Garantizar la tecnología adecuada para que opere.
5. Crear una zona de amortiguamiento que este contemplada dentro del Plan de Desarrollo Municipal.
6. Opinan que el Gobierno del Estado debe tener un control sobre los residuos peligrosos generados mediante convenios de descentralización que le permitan vigilar ese flujo de materiales.
7. Diseñar una red de control y manejo de los materiales peligrosos mediante la construcción y equipamiento de instalaciones receptoras, recicladoras y de disposición final.
8. Y establecen que la Universidad apoyará al Gobierno del Estado, con su infraestructura, mediante convenios, facilitando el control de flujo de los residuos peligrosos, así como el diseño de la red de control y manejo de los mismos.

Ante la incertidumbre y validez del citado informe por la USON, el día 24 de marzo el Rector de la Universidad de Sonora avala a los investigadores del Departamento de Ingeniería Química que realizaron el estudio que confirma algunas denuncias expuestas por las ONG.

Aparece en “Expresión Ciudadana” Número 1, Hermosillo, Sonora, abril de 1998, (publicación promovida por la Asociación de organismos Cívicos Independientes), diversos artículos relacionados con la problemática del CYTRAR, entre ellos: *Tiene irregularidades el Cytrar*; Editorial *¿Quién tiene la razón?*; *Cytrar está demasiado cerca de nuestra ciudad*; *Es posible que ya esté rota la membrana sintética*; *Sí existen mantos acuíferos debajo de Cytrar*; *Existen varios arroyos en la zona de Cytrar*.

El 05 de abril, vecinos de varias colonias del sur de Hermosillo bloquean la carretera internacional en la salida a Guaymas, para demandar la reubicación del CYTRAR pues sus hijos se están enfermando. Los participantes son en su mayoría amas de casa y menores de las colonias: Costa del Sol 1, Costa del Sol 2, Casa Linda y Cuauhtémoc. Señalan que desde noviembre “*hay niños que no se les quita los dolores de cabeza, eso es a diario, a muchos les lloran y les arden los ojos, también en la piel les sale resequedad*”.

El 17 de abril, en sesión del Congreso del Estado se votó en contra de respaldar a las ONG en el problema del CYTRAR. Víctor Manuel Vásquez Romero (Presidente de la Segunda Comisión de Ecología) “*dio lectura al resumen de la investigación realizada en torno a la operación del ..Cytrar*” y asegura: “*... que no existen riesgos para la salud de seres humanos, animales o plantas por el funcionamiento del Cytrar en esta capital, además que tampoco existe evidencia de mantos freáticos con posibilidad de contaminarse*”...; “*en todas las visitas realizadas y según los reportes que se tienen no se han encontrado irregularidades de importancia*”.

El día 05 de mayo, Juan Manuel Castro Quintero (epidemiólogo del IMSS) declara sobre los riesgos de la exposición al plomo. “*La cantidad de plomo que es normal en el organismo es de 0.01 a 0.06 miligramos por cada 100 centímetros cúbicos de sangre que al ser rebasada ocasiona daños a la salud*”. Propone “*Utilizar la tecnología existente para excavar terrenos y buscar un sitio adecuado para reubicar el CYTRAR donde no haya mantos acuíferos superficiales..*”.

El 13 de mayo, aparece en El Imparcial que por presentar irregularidades en su transporte, descargue y encontrarse en un lugar inadecuado, personal de la Secretaría de Salud aseguró los desechos tóxicos que contenían dos góndolas del ferrocarril en el Parque Industrial. Indica Otto Clausen Iberry (Director de Regulación Sanitaria de la Secretaría de Salud) que se acudió al lugar para revisar las condiciones de traslado, además que *“por instrucciones del Gobernador del Estado, y para evitar cualquier riesgo a la salud, se procedió a asegurar el montacargas que pasaba los desechos a las cajas de los trailers, a suspender el servicio de las góndolas y acordonar el área”*. Que el *“Personal de Regulación Sanitaria levantó un acta en la que se señala todas las irregularidades encontradas,..., para que en aproximadamente en dos días más se emita un dictamen en el que se deslinden responsabilidades”*. Por otro lado que Jesús Gerardo Mada Vélez (Director de Epidemiología de la Secretaría de Salud) *“tomó de los sacos que estaban abiertos, muestras del producto para determinar qué tipo y concentración de materiales tiene...”*.

El 16 de mayo en El Imparcial, Manuel Robles Linares (Secretario de Salud) declara que *“en base al estudio realizado por el Laboratorio Estatal de Salud Pública se determino que el contenido de plomo en el polvo fue de 5 partes por millón, por lo que no debió transportarse en la forma que se hizo”,..;* *“Las intoxicaciones por plomo son peligrosas si están son persistentes, pudiendo causar daños irreversibles en el cerebro, sobre todo en la niñez”*.

En un reportaje titulado *La forma de operar del Cytrar no convence a industriales* del día 25 de septiembre, se hace referencia a las declaraciones de Francisco Pavlovich Robles (vocero de las ONG) en relación a las conclusiones de una investigación realizada por especialistas de la UNAM, dice que el sector industrial *“se opone a la forma en que se realiza el confinamiento, pues se considera hubo muchas irregularidades en su concesión”....* *“Además de estar muy cerca de la ciudad y no existir instrumentos confiables de verificación”*. *“...de limitaciones técnicas por la falta de infraestructura y personal preparado, lo cual causó fallas en la selección, planeación y construcción del*

sitio, estudios deficientes, laboratorio limitado y transportes inseguros". También que cuentan con una copia de una carta enviada al presidente de la Comisión de Salud del Congreso de la Unión, donde la Jefa del Laboratorio de Análisis Físicos y Químicos del Ambiente de la UNAM, Margarita Gutiérrez Ruiz, señala que obtuvo la información a través de entrevistas personales, que *"en la investigación sobresalen las opiniones que recabaron entre los industriales de Sonora y que curiosamente no se han hecho públicas"*. Declara Pavlovich Robles que *"Esta información comprueba la falsedad de lo afirmado por el Gobierno, en el sentido de que existía una auditoria de la UNAM favorable a la empresa, ésta no es precisamente una auditoria sino una investigación"*, dice.

1999

El 12 de octubre, en la Sección Metro de El Imparcial aparece el reportaje *"Es muy costoso sacar residuos"* por Sandra Hurtado, en este se señala que Enrique Diez Canedo representante legal de la empresa TECMED asegura que *"los desechos tóxicos que están enterrados en el confinamiento no son riesgosos para la salud ni para el ambiente"*, enfatiza que fueron *"debidamente tratados pues se inactivaron y fueron revueltos con tierra y cal por lo que ya no son peligrosos"*. *"Sacar los residuos tóxicos del Cytrar resultaría muy costoso además de que es absurdo porque no representan ningún problema y eso está perfectamente revisado por las autoridades ambientales"*. Mientras que Organismos No Gubernamentales solicitaron a las autoridades ambientales que rectifiquen la situación del CYTRAR retirando los desechos tóxicos del lugar ya que pueden contaminar los mantos acuíferos y causar daños a la salud a los vecinos del sur de Hermosillo.

El 19 de noviembre, en la sección Metro aparece *"Hoy se cumple un año de la clausura del confinamiento. Sigue pendiente Cytrar. Aún no cumple la empresa con la disposición del INE de retirar los residuos tóxicos"* en este señala Luz B. Arredondo que, al cumplirse un año el presidente de la Academia Sonorense de Derechos Humanos, Domingo Gutiérrez Mendivil, informa que han interpuesto entre 40 y 50 amparos y

denuncias para que se promueva la remediación del lugar, la mayoría pendientes de resolver, y hace un recuento de hechos entre ellos:

- 3 de diciembre de 1998. Piden al ayuntamiento les informe sobre los monitoreos de la calidad del aire, éstos no se realizan.
- 21 de enero de 1999. Piden al Secretario de Salud, Manuel Robles Linares, información sobre estudios epidemiológicos. Reciben una gráfica.

2000

Luz B. Arredondo en Metro de El Imparcial en su artículo "*De nuevo sobre Cytrar. Harán dictamen*", escribe que, un nuevo dictamen de la Comisión de Salud sobre el caso Cytrar solicitó la Comisión Estatal de Derechos Humanos al Cabildo Hermosillense. El secretario, Enrique Ruiz Sánchez, informó que tras la revocación de la licencia de uso de suelo y del dictamen solicitados en 1998, la CEDH no quedó satisfecha, dice que Ruiz Sánchez propuso a los regidores turnar la revisión del estudio de salud y hacer un nuevo dictamen para contestar a la CEDH en un plazo de 30 días, siendo aprobado y puesto en manos de la mencionada comisión.

María del Carmen Salazar en su artículo "*Deben responder constructoras por los accidentes en las zanjas*" del 30 de noviembre y publicado en la Sección Metro de El Imparcial, escribe sobre la visita al CYTRAR que realizó hace poco más de dos semanas el Director de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Ayuntamiento, Fernando Landgrave Gándara, en compañía de otras autoridades. "*Está prácticamente como se dejó cuando se canceló la licencia de funcionamiento hace aproximadamente dos años, está la celda abierta y hace falta que se defina el cierre que debe tener*". "*Landgrave Gándara consideró que esta celda no representa un peligro serio o inminente por su lejanía, pero es importante que se haga el cierre definitivo, en lo que insistirá el Ayuntamiento ante las nuevas autoridades federales*".

2001

Señala Luz B. Arredondo en la Sección General de El Imparcial del 28 de febrero en su artículo *“Revisará Semarnat Cytrar”*, que especialistas de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales vendrán a Sonora para inspeccionar el CYTRAR y determinar si es procedente la remediación o el cierre, según informa Regina Barba Pirez (Jefa de la Unidad de Atención Social de las oficinas centrales de SEMARNAT) la cual acudió al CYTRAR para hablar con integrantes de organismos no gubernamentales que luchan por la limpieza total del sitio. Y dice que Norma Abril de Torres, representante de las ONG, *“aseveró ayer que siguen firmes en su exigencia de que el sitio donde operó el Cytrar debe ser remediado”*.

Reyna Millán, en su artículo *“Tardará en llegar solución sobre el caso del Cytrar”* del 18 de mayo en El Imparcial, señala que el coordinador de Asesores de la Secretaría del Medio Ambiente a nivel nacional, Rodolfo Lacy Tamayo, declaró que *“el Gobierno federal contempla cuatro medidas precautorias que debe aplicar Tec-Med, pues es la responsable de hacerlo, para evitar que la contaminación se expanda y provoque epidemias o enfermedades entre la población por el alto nivel de contaminación que pueden ocasionar los desechos tóxicos que ahí se encuentran”*. *“La primera es el cierre de todas las celdas y tapar con tierra los desechos que permanecen expuestos a la intemperie para que ni el viento ni la lluvia los sigan dispersando. Como segunda determinación indicó que los residuos líquidos que están almacenados en botes arriba de unas tejas con desechos altamente tóxicos deben ser desactivados y colocados en un lugar seguro. La tercera petición es que se asegure debidamente la laguna de oxidación, dado que no hay garantía de que no se derrame con las próximas lluvias ocasionando un grave problema de salud en descontrol. Y por último, colocar la seguridad suficiente que requiere el lugar”*.

Azucena Meza, en la sección Metro señala en su artículo del 18 de agosto titulado *“Afirman ONG afecta Cytrar Según las organizaciones hay personas que padecen de anacefalia”*, que Organismos No Gubernamentales a través Rosa María O'leary

(Presidenta de la Agrupación Conciencia y Voluntad) denunciaron que el CYTRAR sigue causando estragos en la sociedad, prueba de ello es que hasta la fecha se han registrado 27 casos de anacefalia en la ciudad. De acuerdo con reportes de la Secretaría de Salud en los últimos dos años registraron el nacimiento de 27 niños sin cerebro y esto es a causa de la contaminación propiciada por los desechos de CYTRAR. Y destaca además un deterioro en la salud de los hermosillenses por el incremento en 50% de pacientes con lupus y cáncer en la piel, que está comprobado son síntomas comunes cuando hay contaminación en el ambiente, pero esto se está tornando más grave debido a que la mancha urbana se está acercando al confinamiento.

Domingo Gutiérrez Mendivil, en Carta al Director de la Sección General de El Imparcial de fecha 31 de agosto, señala que: *“El delegado de Semarnat dice que de no ser trasladadas las 120 mil toneladas de residuos tóxicos que están almacenadas en el Cytrar, en las próximas semanas se generaría erosión eólica. El viento pudiera transportar algunas partículas que resultarían dañinas a la salud de la ciudadanía y el entorno ecológico, por lo que se requiere de una solución definitiva en el menor tiempo posible”*. Sin embargo, él señala *“el daño ya está causado, porque las partículas contaminadas con metales pesados (plomo y cadmio), que son cancerígenos, se han estado transportando hacia la población de Hermosillo desde hace más de cuatro años, precisamente en razón de que el aire corre desde el Cytrar en dirección a esta ciudad. Independientemente del impacto que pudieron haber sufrido los mantos freáticos del lugar”*...

Azucena Meza, en la Sección Metro de El Imparcial en su artículo del 05 de septiembre titulado *“Quieren descartar riesgos. Inspeccionan Cytrar autoridades federales”*, señala que para confirmar que las partículas tóxicas del confinamiento CYTRAR no se han diseminado en zonas aledañas causando problemas de salud o ecológicos, autoridades federales iniciaron una inspección dentro de las celdas del lugar. Dice que José Luis Luna Urquidez, delegado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Sonora, informó que *“esta acción no la realizan por petición de*

las Organizaciones No Gubernamentales, sino porque quieren confirmar que no haya nada. Además que la revisión inició el pasado lunes con la presencia de ocho inspectores federales y doce locales, estos últimos para darle mayor confiabilidad a la investigación". Comentó que tal trabajo lo realizan con el propósito de garantizar que los residuos peligrosos no se dispersen y que además no hay ningún riesgo para la población. *"Los trabajos iniciaron en una visita exploratoria y ... se continuó con la toma de muestras tanto al exterior como al interior del confinamiento"*. Dice que Luna Urquidez explicó que *"Se tomaron muestras de agua e igualmente se van a llevar los filtros de las estaciones de monitoreo que existen en la ciudad para sus análisis en la ciudad de México"*. *"Con esto esperamos tener certidumbre en relación a la posibilidad de que haya dispersión de contaminantes de los residuos del Cytrar"*.

El 1° de noviembre de 2001, el Instituto Nacional de Ecología y el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental generan un informe técnico del estudio *"Diagnóstico Ambiental Preliminar del Sitio de Confinamiento CYTRAR S.A. de C.V y Zonas Aledañas"*. INE-CENICA (2001) establecen que el estudio *"no pretende caracterizar a las muestras ambientales como peligrosas, sino identificar potenciales contaminantes provenientes del confinamiento"*. En su análisis de resultados, se indica que las concentraciones de metales pesados no representan un efecto adverso hacia el ambiente ya que no exceden los proyectos de límites máximos permisibles establecidos por la PROFEPA e INE para suelo, así como los establecidos por la CNA para agua. No obstante no ocurre así con el Arsénico ya que los suelos de la región presentan valores altos, 15 veces el límite establecido por el INE y 3 veces el establecido por PROFEPA. *"Este elemento se encontró en todas las muestras, incluyendo una tomada a seis kilómetros del sitio"*. También que los análisis en los filtros de aire de la ciudad de Hermosillo reportan la presencia del metal. E indican que *"por lo anterior, es posible que el arsénico detectado sea de origen natural o de alguna otra fuente diferente al confinamiento"*. Y recomiendan considerar el trabajo *"como una referencia básica para la elaboración de un estudio, que permita determinar con certeza las razones que expliquen las concentraciones del arsénico reportado en las muestras tomadas"*. Con

respecto a los compuestos orgánicos semivolátiles, que también fueron evaluados, declaran que *“éstos presentaron concentraciones mínimas (por debajo de los límites de detección), sin embargo no se puede concluir que en el sitio de estudio no exista la presencia de otros compuestos orgánicos que no se consideraron en este estudio”*, por lo que también recomiendan *“desarrollar un programa de monitoreo de compuestos orgánicos volátiles, tanto en la laguna de evaporación como en distintos puntos del predio a fin de identificar las posibles sustancias de este tipo que pudieran estar presentes a consecuencia de la operación del confinamiento”*.

2002

Giovanna Rivera, es su artículo *“Es riesgo celda abierta del Cytrar”* de la Sección Metro de El Imparcial de fecha 20 de febrero, señala que José Luis Luna Urquidez Delegado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales explico que *“Es riesgoso a largo plazo que la celda número dos del Cytrar continúe abierta porque los residuos tóxicos contenidos en ella están a la intemperie, explicó que no pueden hacer nada hasta que finalice un juicio interpuesto por las Organizaciones No Gubernamentales ONG)”*..... *“La celda debe estar cerrada, aun cuando las condiciones del lugar no son favorables en la dispersión de los residuos no es conveniente que estén a la intemperie. A largo plazo puede haber problemas, por ello exigen que sea cerrada”, ...*

Como parte de las actividades del Curso de Toxicología y Evaluación de Riesgos de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad de Sonora, fueron elaborados dos trabajos sobre CYTRAR.

El primero de ellos titulado *“Evaluación del riesgo de línea base del confinamiento de residuos peligrosos CYTRAR, localizado en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México”*. Chávez (2002), indica que el trabajo tuvo como propósito presentar una evaluación de riesgos a la salud y medio ambiente por la presencia de metales pesados en el CYTRAR. Sus resultados muestran que el arsénico, cadmio, cromo hexavalente, y plomo son considerados como contaminantes críticos; la principal ruta de exposición es

el aire y suelo, hacia el poblado La Providencia cercanos al CYTRAR, en un radio de influencia de aproximadamente cuatro kilómetros. Señala un potencial riesgo de cáncer por ingestión de arsénico y posibles efectos adversos a la salud principalmente en niños del poblado La Providencia causado por la ingestión de los otros metales. Y sugiere como una primera etapa, implementar un programa de vigilancia ambiental para monitorear a los contaminantes críticos que han sido identificados.

El segundo denominado “*Análisis de riesgos del confinamiento y tratamiento de residuos (CYTRAR)*”, Flores y Quintero (2002) señalan que el análisis tuvo como propósito estudiar las condiciones de riesgo a la salud de los habitantes de la Ciudad de Hermosillo tomando en consideración las posibilidades de contaminación del suelo y del acuífero, así como recomendar medidas de mitigación en su caso. En cuanto a suelo se concluye que el riesgo más importante se debe a la presencia de arsénico en una concentración de 22.10 mg/kg. Para el caso del agua los autores indican que se presume que la posibilidad de contaminar las aguas subterráneas es muy remota dada la información utilizada del despacho Bufete Geológico, S.C., que en 1987 realizó estudios geofísicos para determinar las condiciones de litología del suelo, hidrología subterránea y propensión a sismos, y los de CIDESON que llevó acabo muestreos de pozos aledaños para determinar la presencia y profundidad de agua subterránea en la zona de estudio”.

2003

En El Imparcial, Sergio Fimbres el 19 de diciembre señala que el titular de SEMARNAT, Alberto Cárdenas Jiménez, durante su visita en Sonora mencionó que “*no tienen evidencias que el CYTRAR en Hermosillo esté contaminando, por lo que está decidido a estudiar a fondo la situación*”...dice también que “*El secretario se comprometió a que durante enero del 2004 se realizará el estudio ambiental del CYTRAR tomando en cuenta las organizaciones acreditadas para que todos acepten los resultados*”.

2004

Shaila Rosagel, señala el día 08 de julio en El Imparcial, que se conformó un Consejo Ciudadano de Protección al Medio Ambiente que se encargará de las acciones para remediar el Confinamiento y Tratamiento de Residuos (CYTRAR). Informo que Norma Abril de Torres, vocera de un organismo no gubernamental, tomó la palabra al Gobernador del Estado sobre contratar una empresa para hacer diagnósticos y proponer una forma de remediar el CYTRAR. La vocera dijo *“PROECO, de origen canadiense, es la empresa elegida para realizar los estudios pertinentes para la solución y reubicación del confinamiento de residuos tóxicos en Sonora”*...*“fue elegida entre 30 empresas por ser líder en el tratamiento de residuos tóxicos; el consejo ya presentó su propuesta al Gobernador quien ha apoyado nuestras decisiones desde el inicio”*. Se indicó que la Universidad de Sonora está a cargo del área jurídica del consejo, y que además, éste se conforma por 20 personas distribuidas en 6 áreas: Técnica, jurídica, de relaciones con instituciones y organizaciones sociales, educación ambiental, de asesorías y difusión.

Sagrario Tapia, informa a través del artículo del día 31 de julio en El Imparcial titulado: *“Otorgan el permiso para analizar CYTRAR”*, que la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ya otorgó el permiso para que la empresa canadiense PROECO realice un diagnóstico del CYTRAR. Dijo que Norma Abril de Torres integrante del Consejo Ciudadano para la Remediación del Confinamiento reveló que *“el estudio durará 40 días y definirá el tipo de desechos tóxicos que hay en el lugar y si existe material radioactivo en él”*...*“debemos ver las alternativas de remediación (para el confinamiento)”*.....también aseveró que *“las alternativas de solución serán presentadas por PROECO a la SEMARNAT, al Consejo Ciudadano, a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa), Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología (SIUE) y se difundirán para que la ciudadanía emita su opinión”* dijo que *“el costo del estudio será de aproximadamente cinco millones de pesos, de los cuales el 60% los cubrirá el Gobierno Federal y el resto el Gobierno del Estado”*.

El día 04 de agosto en un artículo titulado “*Atrasa problema legal la entrega del CYTRAR*”, Jesús A. Ibarra y Shaila Rosagel señalan que, Florencio Díaz Armenta, Delegado Estatal de la SEMARNAT, indico que la compañía canadiense PROECO realizará la auditoria ambiental propuesta por Organizaciones no Gubernamentales, se indica además que se dará un permiso provisional a investigadores de la empresa PROECO para iniciar el diagnóstico, el cual será supervisado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Por su parte Sergio Fimbres, en su artículo “*Podrá PROECO acceder a CYTRAR*” del ese mismo día 04 de agosto, revela que el gobernador Eduardo Bours Castelo aseguró que “*el titular de SEMARNAT, Albero Cárdenas Jimenes notificó vía telefónica del permiso para los estudiosos que analizaran el Confinamiento y Tratamiento de Residuos*” que “*el mandatario sonoreense expresó que hoy se le va a permitir la entrada a la empresa canadiense PROECO, para que inicie el estudio de impacto ambiental*” ...Puntualizó que no obstante que aún está pendiente la entrega del CYTRAR por parte de la compañía española a la SEMARNAT, se autorizó el acceso a los investigadores para que puedan realizar un análisis profundo que permita determinar si existen o no elementos contaminantes en dicho lugar.

Jesús Ibarra, en su artículo “*Reabren CYTRAR para revisión*” del 05 de agosto y 06 de agosto titulado como “*Abren puertas del CYTRAR para auditoría de PROECO*”, se indica que, “*las puertas del CYTRAR fueron abiertas para que tres inspectores de la empresa PROECO pudieran entrar para reconocer el lugar primero y realizar una auditoria ambiental en fecha por definir aún*”. Describe que a través de una orden de inspección con número de oficio PF-PA-DS-SIV-1016/2004 sustentada en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente fue el instrumento que sirvió para que los investigadores de PROECO ingresaran al CYTRAR como auxiliares de inspección.

Jesús A. Ibarra, en su artículo del día 14 de agosto indicó que Florencio Díaz Armenta, delegado de la SEMARNAT, “*reconoció que a pesar de que PROECO ya inició los preparativos de medición y posición de coordenadas para la toma de muestras*

de aire y suelo será un proceso complicado y delicado". Además que *"la propuesta inicial presentada por PROECO contempla una auditoria a las dos celdas y la laguna de oxidación del confinamiento, la cual no será cambiada para que pueda tener mayor credibilidad ante los grupos ciudadanos"*, y que *"se realizarán pruebas también para conocer si existen en realidad filtraciones de sustancias en el subsuelo del predio "Las Viboras", donde se ubica el CYTRAR"*.

Mas tarde el día 16 de agosto, se publica en El Imparcial *"Reanudarán estudios en CYTRAR"* por Alfonso López. En esta se dice que en total serán 45 días los que durará este estudio, el cual *"pretende comprobar si existe o no un riesgo ecológico en el confinamiento de residuos peligrosos"*. Señala que Ernesto Munro Palacio, delegado en Sonora de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), declaró que *"La auditoria ambiental al CYTRAR será llevada a cabo y la autoridad no saldrá de ahí hasta que este estudio tan necesario sea terminado"*. Por otro lado que Norma Abril Moreno, activista social, expresó que *"fue gracias a la presión de las ONG que finalmente se podrá investigar que es lo que está confinado en el CYTRAR"*.

El día 17 de agosto, aparece en El Imparcial nuevamente un artículo de Alfonso López el que ahora titula *"Deciden reanudar estudio del CYTRAR"* en este se señala lo siguiente: *Objetivo del estudio: Comprobar si existe o no riesgo ecológico en el confinamiento de residuos peligrosos; Empresa contratada: PROECO (de Canadá); Inicio del estudio: 5 de agosto pasado; Suspensión de trabajos: 12 de agosto pasado; Motivo de suspensión: Tecmed interfería en el estudio; Acuerdo: Reanudar el estudio sin que interfiera Tecmed; Reinicio de la investigación: Entre martes 17 y miércoles 18 de agosto; Costo del estudio: 500 mil dólares; Aportaciones para el estudio: 60% la Federación y 40% el Gobierno del Estado; Propuesta del Estado: Que la Federación absorba el 100% del costo.*

Por otro lado el día 17 de agosto a través de la nota *"Reiniciarán estudio de CYTRAR"* en El Imparcial, aparece que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) informo que *"la empresa canadiense PROECO reiniciará este*

miércoles los trabajos de análisis y diagnóstico sobre la situación que guarda el Centro y Confinamiento de Residuos Tóxicos (CYTRAR)". Indicó que el delegado de la PROFEPA en Sonora, Ernesto Munro Palacios, dijo en conferencia de prensa, que se darán las condiciones, para que la empresa canadiense contratada por el gobierno de Sonora, *"desarrolle los estudios necesarios para conocer la situación que guarda el sitio y buscar las alternativas para cerrar o remediar ese lugar, donde existen tóxicos depositados"*. Puntualizó que *"los estudios que se realicen permitirán a la PROFEPA y SEMARNAT conocer si el CYTRAR tiene algunos pasivos ambientales y de esa manera proceder en contra del responsable, que es la empresa propietaria del mismo, al momento de la transferencia del lugar al gobierno mexicano"*.

Alfonso López, escribe en El Imparcial el día 20 de agosto *"Firman convenio para realizar diagnóstico ecológico en CYTRAR"*, que un convenio firmado por las tres instancias de gobierno y las ONG de Hermosillo permitirá que la empresa canadiense PROECO y PROFEPA prosigan con su diagnóstico ecológico en el CYTRAR. Señala que el documento fue signado por los delegados estatales de PROFEPA y SEMARNAT, así como representantes del Gobierno del Estado, Congreso y las Organizaciones no Gubernamentales (ONG); la PROFEPA será quien conduzca las acciones de inspección y las muestras que tomen sus peritos serán las que tengan validez legal; y finalmente que estos lineamientos están dentro del marco de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Shaila Rosagel, escribe en su nota de El Imparcial del día 24 de agosto titulada *"Reinicia diagnóstico del CYTRAR"*, que *"El Consejo para la Remediación del CYTRAR retrasó un día la entrada al sitio porque acreditaron a 30 miembros del grupo para ingresar al predio y se afinaron detalles con PROECO y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), para vigilar el diagnóstico de la toxicidad del CYTRAR"* y señala que Norma Abril de Torres, miembro del consejo, indicó que *"el estudio durará 46 días, tiempo durante el cual PROECO realizará un diagnóstico de todos los materiales tóxicos que hay dentro del sitio"*.

María del Carmen Salazar, en su artículo del día 24 de agosto “*Requiere ciudad un confinamiento*”, señala que el Delegado de SEMARNAT. Florencio Díaz Armenta declaró en relación a los trabajos de inspección del CYTRAR que efectúa la empresa PROECO, que “*Una vez que se vea qué está confinado, si hay filtraciones o contaminación se podrá determinar cuánto costará remediarlo y se buscarán recursos del Gobierno del Estado y de la Federación para ello*”. “*A la SEMARNAT nos queda esperar los resultados y a partir de los resultados establecer las medidas a seguir*”, expuso, “*el plan de trabajo (de inspección) anda alrededor de 40 ó 45 días*”.

Por otro lado Alfonso López describe el 24 de agosto en su artículo “*Inicia investigación en CYTRAR*”, que “*En un ambiente de total hermetismo, comenzaron hoy los trabajos de investigación ecológica de la empresa canadiense PROECO y la PROFEPA en el confinamiento CYTRAR*” los cuales “*tienen como objetivo el deducir si en el sitio existe un riesgo ecológico o no*”.

Norma A. Abril, en su columna Cara a Cara del día 26 de agosto en El Imparcial escribe lo siguiente:“*firmamos un Acuerdo entre la PROFEPA, autoridades estatales y municipales y el Consejo Ciudadano de Protección al Medio Ambiente, para llevar a cabo los trabajos de inspección en el sitio donde se encuentra el CYTRAR, conforme a la nueva Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos, donde se convino que PROFEPA será la autoridad competente, quien conduzca las acciones de inspección, con el auxilio de peritos e investigadores y con la participación de integrantes del Consejo Ciudadano*”.

Shaila Rosagel, escribe en su artículo “*Exigen limpieza total de tóxicos del CYTRAR*” del día 03 de septiembre, que Miembros de Ciudadanos por el Cambio Democrático exponen que es necesario cumplir con la ley para resolver el problema del confinamiento y que ellos indican que “*no estamos conformes, tan sencillo como si se cumpliera la ley y empezaran a retirar los tóxicos porque el agua que está abajo del CYTRAR tiene alto riesgo de contaminarse*”. Qué la activista social O’Leary indicó “*que acciones como la de formar un consejo ciudadano son innecesarias y dejan a un lado la*

función de la Organización No Gubernamental de ser contrapeso a las autoridades”. Dijo por su parte, Norma Abril de Torres miembro del Consejo Ciudadano para la Remediación de CYTRAR, que *“el consejo está trabajando por una solución al confinamiento, para no continuar esperando a que la ley se cumpla”.* *“La Ley dice que los desechos deben regresar a su lugar de origen, pero eso es imposible, nosotros estuvimos ocho años pidiendo eso, no podemos esperar a que pasen 20, hay que buscar una solución”.*

Alfonso López, en su artículo *“Deja Tecmed confinamiento”* del 04 de septiembre, escribe que el delegado de la PROFEPA Ernesto Munro Palacio, indico que *“Los estudios de PROFEPA y la empresa canadiense PROECO, agregó, continuarán el lunes próximo, los cuales tienen como propósito investigar la toxicidad y el riesgo ambiental que representa el CYTRAR”.*

Alfonso López, en *“Contaminan residuos tóxicos a Sonora”* del día 08 de agosto, dice que Florencio Díaz Armenta declaró que Sonora sí se encuentra entre los estados con mayor contaminación por residuos tóxicos, por lo que actualmente se trabaja para remediarlo, y que además revela que *“en la capital de Sonora apenas se realiza un estudio para investigar el posible riesgo ambiental y de salud que significa el CYTRAR”.*

Shaila Rosagel, en su artículo del 11 de septiembre titulado *“Analizan anomalías del CYTRAR”* escribe que Norma Abril de Torres, miembro del consejo, declaró que *“Existe evidencia de que la construcción del Confinamiento y Tratamiento de Residuos (CYTRAR) violó normas oficiales y que el Consejo Ciudadano para la Remediación del Sitio solicitará el diseño original para revisarlo”,...“necesitan el diseño del CYTRAR para comprobar las evidencias y fincar responsabilidades a los implicados que en su tiempo, dieron autorización para esa construcción”.* Indico que *“La información que hasta ahora se tiene, fue conseguida a través de solicitudes a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y de los primeros hallazgos de la investigación de PROECO”...“Estamos pidiendo a SEMARNAT que nos mande información oficial,*

cómo fue diseñada la construcción, que nosotros sabemos que no fue cumpliendo todas las normas”.

Shaila Rosagel, también publica el 11 de septiembre en su artículo “*Señalan contradicciones*”, que “*Las Organizaciones No Gubernamentales No alineadas destacaron una serie de inconsistencias y contradicciones en los que han incurrido funcionarios públicos y miembros del Consejo Ciudadano en el caso CYTRAR. Una copia del diseño original del Confinamiento y Tratamiento de Residuos (CYTRAR) como evidencia importante, está en un juicio de amparo*”. Qué “*Rosa María O’Leary Franco señaló que específicamente en el juicio de amparo número 336/2001, tramitado ante el juzgado Segundo de Distrito de Estado, existe una copia que es evidencia de las irregularidades que existen en el sitio. Este es un argumento que se utiliza para rechazar que el confinamiento sea sellado, pues las celdas no cumplen con un muro de concreto de 60 centímetros de grosor como lo exige la normatividad*”. Y señala que O’Leary Franco manifestó que “*Ernesto Munro Palacio de la PROFEPA, declaró que se encontraron rastros de transformadores que fueron guardados y esta situación fue detectada hace años por las ONG*”.

Luis Alberto Medina, en su artículo del día 14 de septiembre titulado “*Acepta rezagos*”, escribe que Eduardo Bours expresó que trae clavada una espina con el caso del CYTRAR y que va a cumplir su palabra de remediarlo. Por su parte Norma A. Abril en su columna “*Cara a Cara*” escribe el 16 de septiembre y haciendo alusión a la espinita que trae clavada el gobernador de Sonora, que “*Es un hecho que en el asunto del CYTRAR somos muchos los que traemos la espina clavada en el sentido de que el lugar donde se encuentra el CYTRAR debe ser remediado, limpiado*”.

Se publica el 20 de septiembre en El Imparcial un artículo de María del Carmen Salazar titulado: “*Revisan celdas de los tóxicos*”, en el que se señala que personal de PROFEPA y PROECO identificarán los residuos peligrosos confinados para verificar si éstos tienen autorización para estar depositados en el lugar. Escribe que Ernesto Munro Palacio, Delegado en Sonora de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

(PROFEPA), *“informó que personal de PROFEPA y la empresa PROECO revisarán las celdas del confinamiento de basura tóxica”*. Además señala que el titular *“informó que tienen resultados parciales del estudio y han tomado muestras del suelo y subsuelo alrededor de las celdas, por lo que hoy empezarán con las celdas donde están los residuos peligrosos”*. Indica que *“Lo que hemos encontrado afuera va aceptablemente bien, sin poder dar detalles”*, dijo, *“vamos a meternos a las celdas y ahí había autorizaciones para confinar determinados residuos peligrosos; podríamos encontrarnos con cosas que no estaban autorizadas, pero todavía no hemos empezado”*.

Shaila Rosagel y Alfonso López, presentan el día 01 de octubre un artículo titulado *“Bloquean ONG entrada del CYTRAR”*, en este describen que miembros del Consejo Ciudadano para la Remediación del CYTRAR bloquearon el paso al lugar por un tiempo, en protesta contra la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) debido a cambios en el procedimiento de la investigación de la empresa canadiense PROECO dentro del Confinamiento y Tratamiento de Residuos (CYTRAR). E indican que Norma Abril de Torres declaró *“PROFEPA intenta cambiar un procedimiento de inspección y es porque están surgiendo elementos para pensar en una remediación y fincar responsabilidades a funcionarios”*. *“Al estar excavando los empresarios canadienses están sacando muchos desechos que no deberían estar ahí, lo ven como una remediación parcial del lugar y quieren parar el procedimiento”* señaló. Indican estos reporteros, que por su parte *“Ernesto Munro Palacio declaró que la inspección en el CYTRAR está prolongándose demasiado por lo que es necesario hacer algunos cambios para darle celeridad al proceso. El delegado estatal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) manifestó que mandar cada muestra levantada a otras ciudades para examinarlas como lo pide el Consejo Ciudadano es una pérdida de recursos y tiempo”*. *“No estamos para solamente cumplirle los caprichos a un grupo de personas”*, aseveró, *“la PROFEPA tiene muchas otras responsabilidades ambientales en Sonora aparte del CYTRAR”*.

Shaila Rosagel, en su artículo "*Piden remediar daño ecológico*", escribe que está por terminar el estudio que realiza la empresa canadiense PROECO en el Confinamiento ubicado al Sur de Hermosillo. Describe que el Consejo Ciudadano para la Remediación de CYTRAR pidió a las autoridades de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la remediación del sitio. Indica que Norma Abril de Torres, miembro del consejo, declaró lo siguiente: "*Pedimos el inicio del trámite para la remediación del CYTRAR, al Congreso del Estado la asignación de recursos, al gobernador gestionar el trámite y al ayuntamiento de Hermosillo generar un punto de acuerdo*". Publica además que "*la activista señaló que ya se han encontrado desechos tóxicos que no debieron confinarse en el lugar y que la construcción del sitio viola las normas ecológicas*". "*Nosotros vamos por limpiar el lugar, por buscar un nuevo sitio y después por fincar responsabilidades a quienes resulten responsables*", declaró.

Por otro lado también se señala que Florencio Díaz Armenta, Delegado de SEMARNAT, destacó que se verá la posibilidad de remediar el sitio una vez teniendo los resultados técnicos del estudio de diagnóstico que realiza la empresa canadiense.

Por su parte Alfonso López en su artículo del 06 de octubre titulado "*Son irresponsables declaraciones: Munro Palacio*", indica que Ernesto Munro Palacio delegado estatal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), expresó que "*la inspección en el CYTRAR no ha concluido, por lo que revelar información de los estudios y aseverar sin sustento que existen desechos no permitidos es irresponsable*"..... "*manifestó que las declaraciones discrecionales del Consejo Ciudadano ponen en riesgo el trabajo realizado en el confinamiento*"... "*Esa información es únicamente para la inspección y de uso de la PROFEPA*", insistió, "*el querer tomar decisiones que no les corresponde es una falta de respeto*". Alfonso López escribe, el martes pasado miembros del Consejo Ciudadano para la Protección del Medio Ambiente pidieron a las autoridades federales comenzar los trabajos de remediación en el CYTRAR al asegurar que hay elementos suficientes para hacerlo.

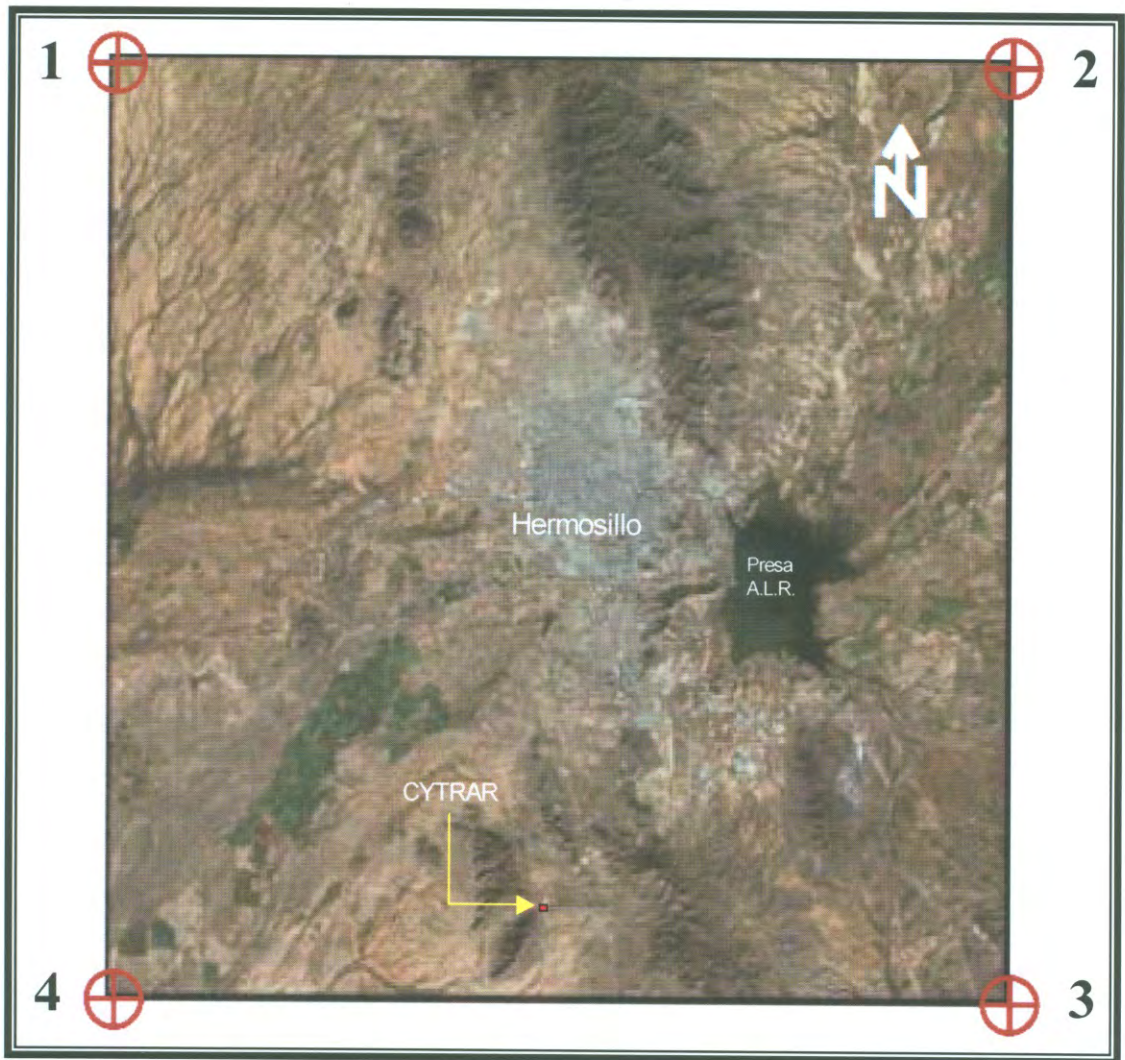
El día martes 16 de noviembre en la sección B Metro de El Imparcial, aparece un artículo de Alfonso López titulado “*SEMARNAT informará al Ayuntamiento los Resultados del Estudio de CYTRAR –Alerta a Comuna sobre caso Tecmed-*”. En este señala que si los estudios ambientales en CYTRAR revelan “daños ecológicos”, SEMARNAT se lo hará saber al Gobierno Municipal. Se dice que el Delegado Estatal de SEMARNAT, Díaz Armenta, espera que para el día 30 de noviembre estén listos los resultados del estudio ambiental en CYTRAR realizados por PROFEPA y la empresa canadiense PROECO. Y declara lo siguiente: “*Esta inspección determinará si en el lugar existen residuos mal confinados y si existe riesgo ecológico en el suelo y aire aledaño al predio “Las Víboras”*”. El reportero también escribe que el delegado prefirió no adelantar juicios, “*ya que dice que todavía no se sabe si Tecmed es culpable en el caso del confinamiento,....*”.

APÉNDICE D

Figuras y Tablas del Apartado

I.1 Caracterización de los Componentes del Medio Ambiente

Da. Figuras del Apartado
I.1 Caracterización de los Componentes del Medio Ambiente.



*Figura 1d. Imagen satelital de Centro de Población de Hermosillo.
Fuente: PMDUH-2003.*

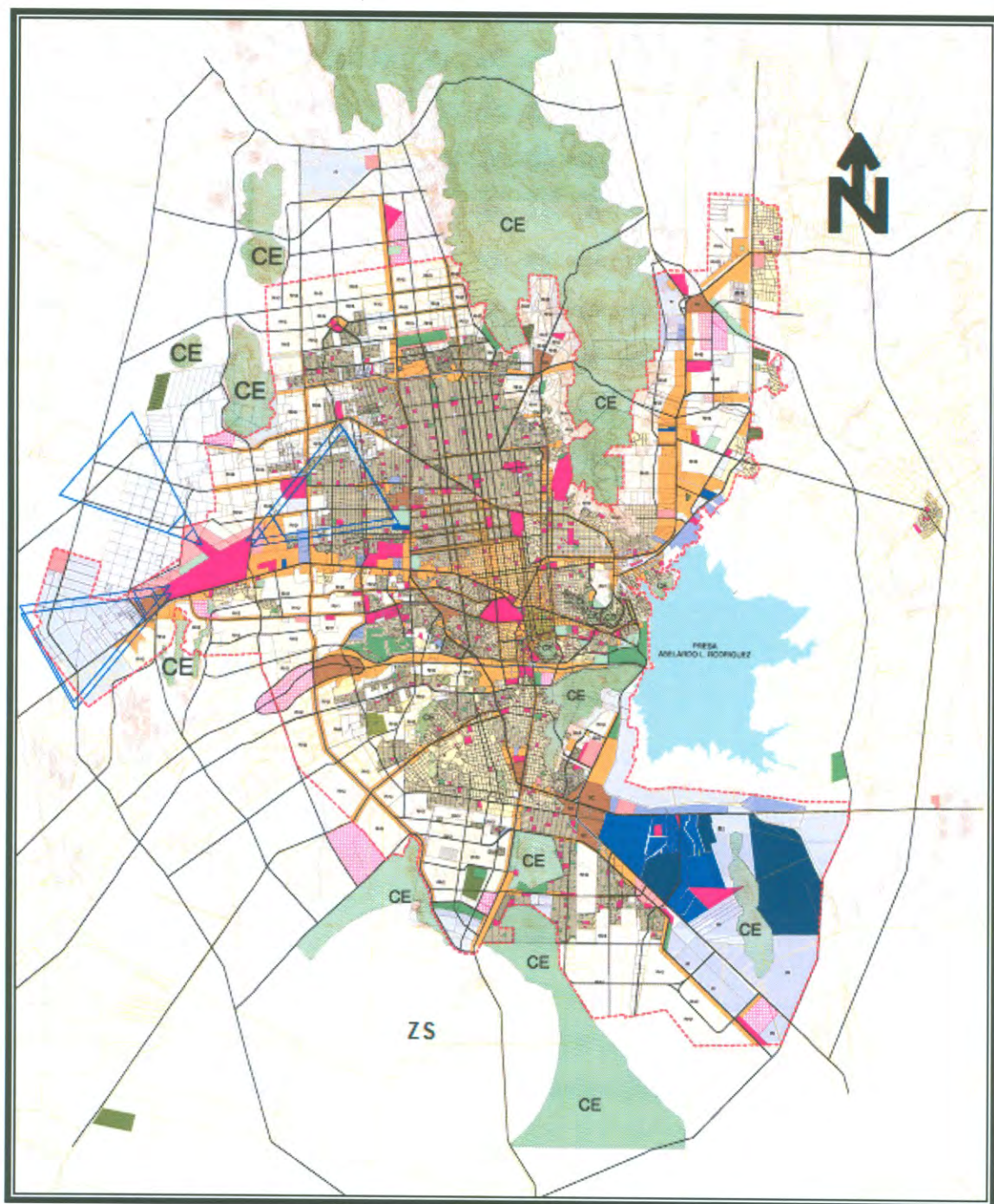


Figura 2d. Usos, reservas y destinos del suelo.

Fuente: PMDUH-2003.

Nota: CE Zona de Conservación Ecológica. ZS Zona de Salvaguarda del Cytrar.

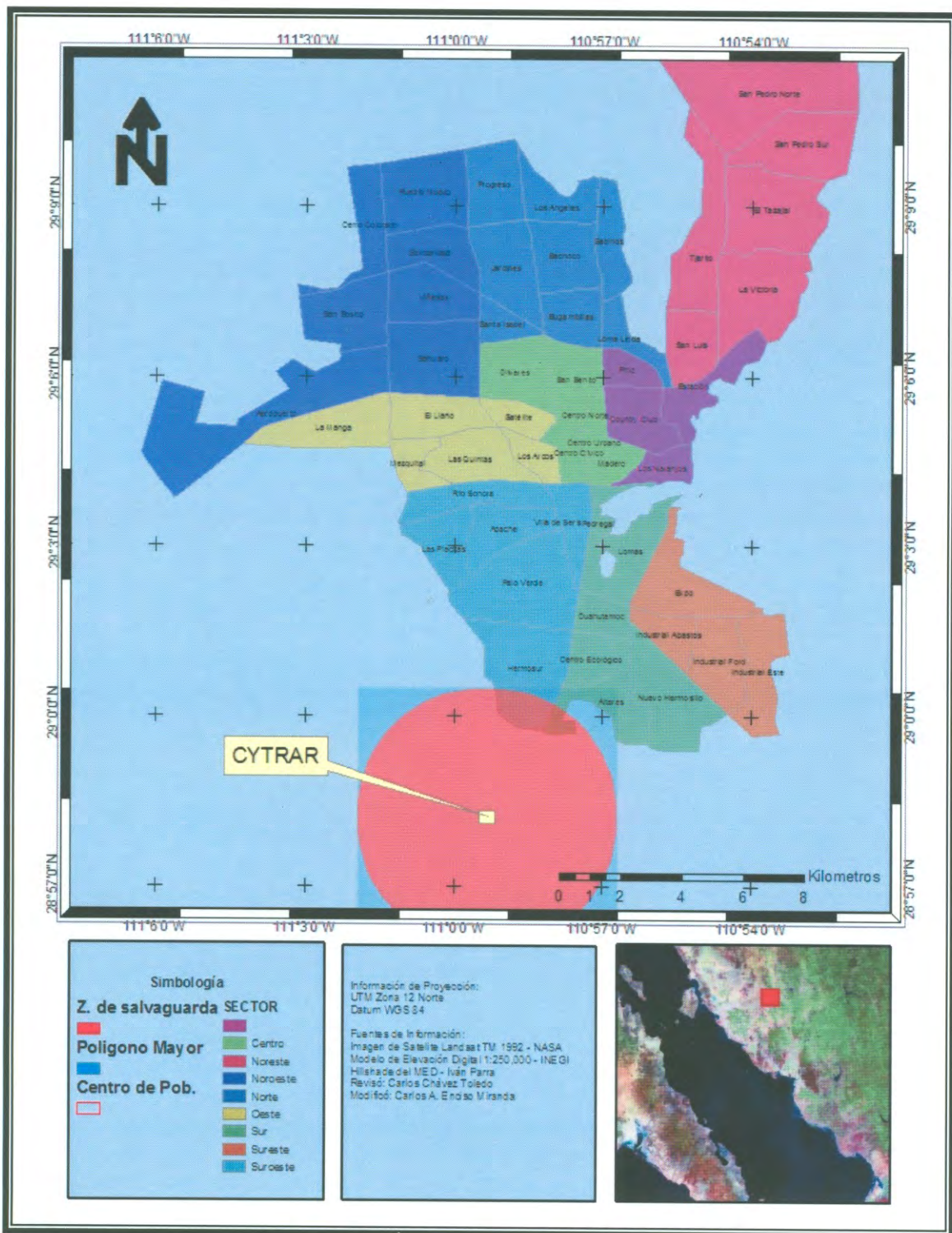


Figura 3d. Sectores y distritos del centro de población y localización del Cytrar.

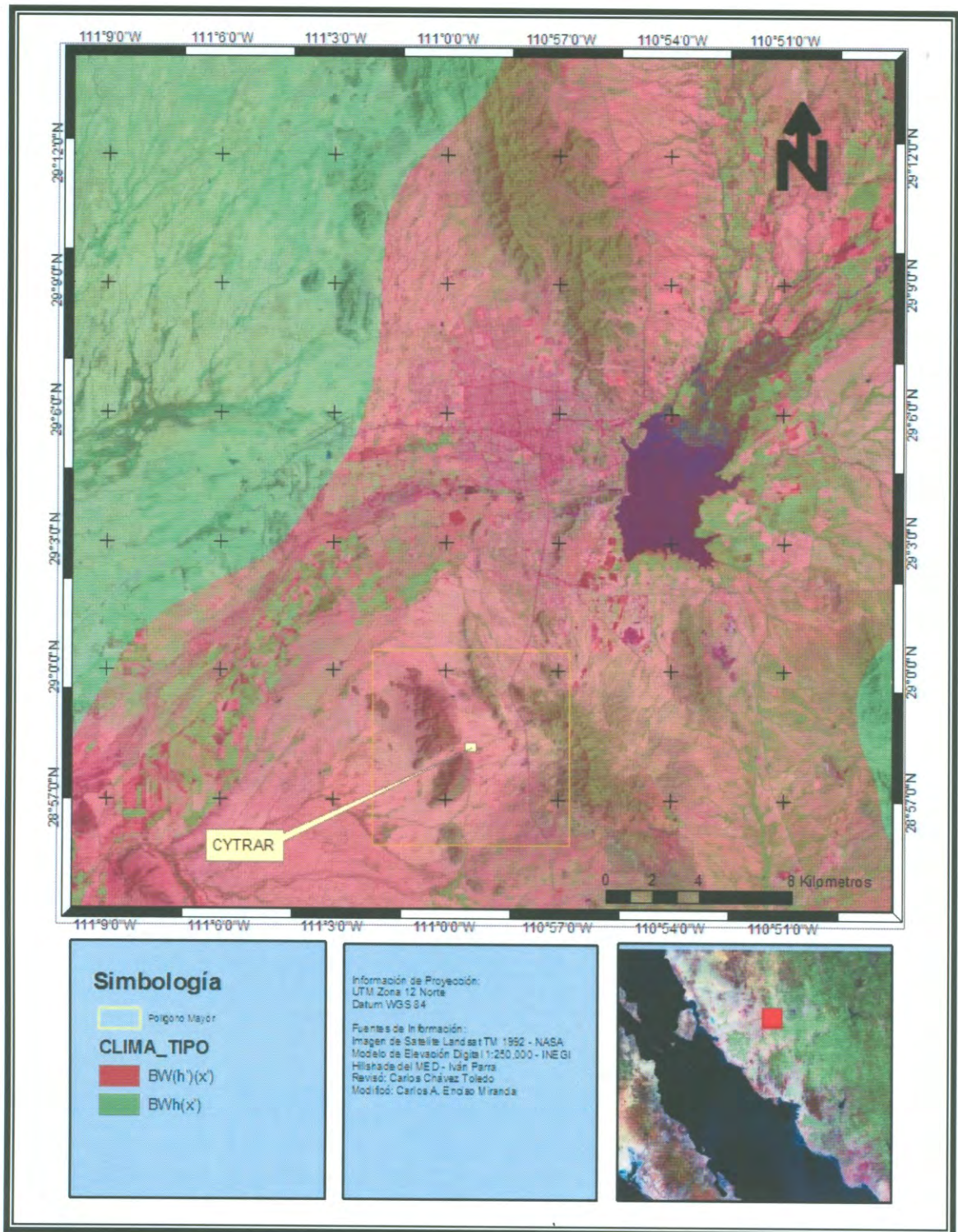


Figura 4d. Tipos de Clima en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar.

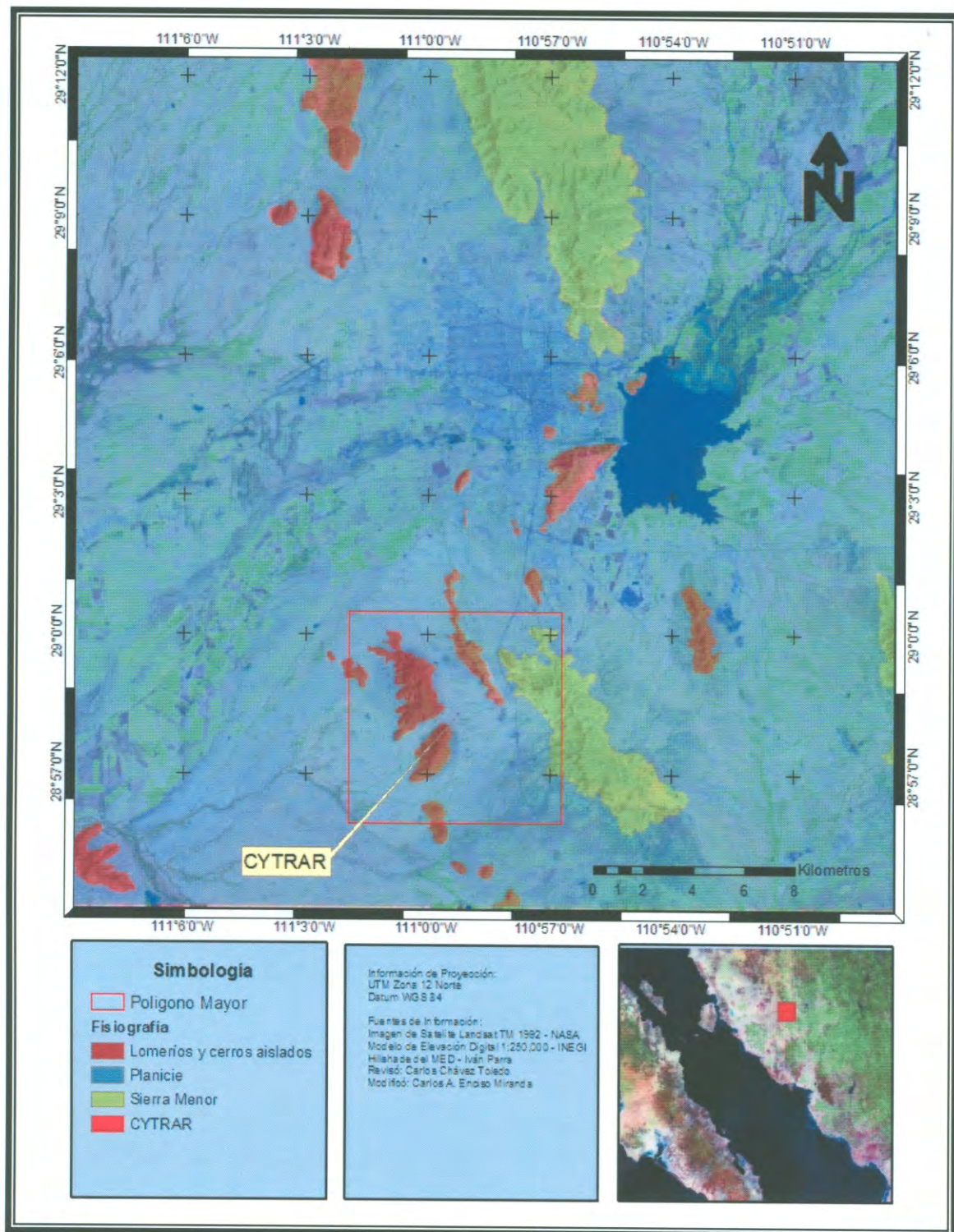


Figura 5d. Fisiografía en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar.

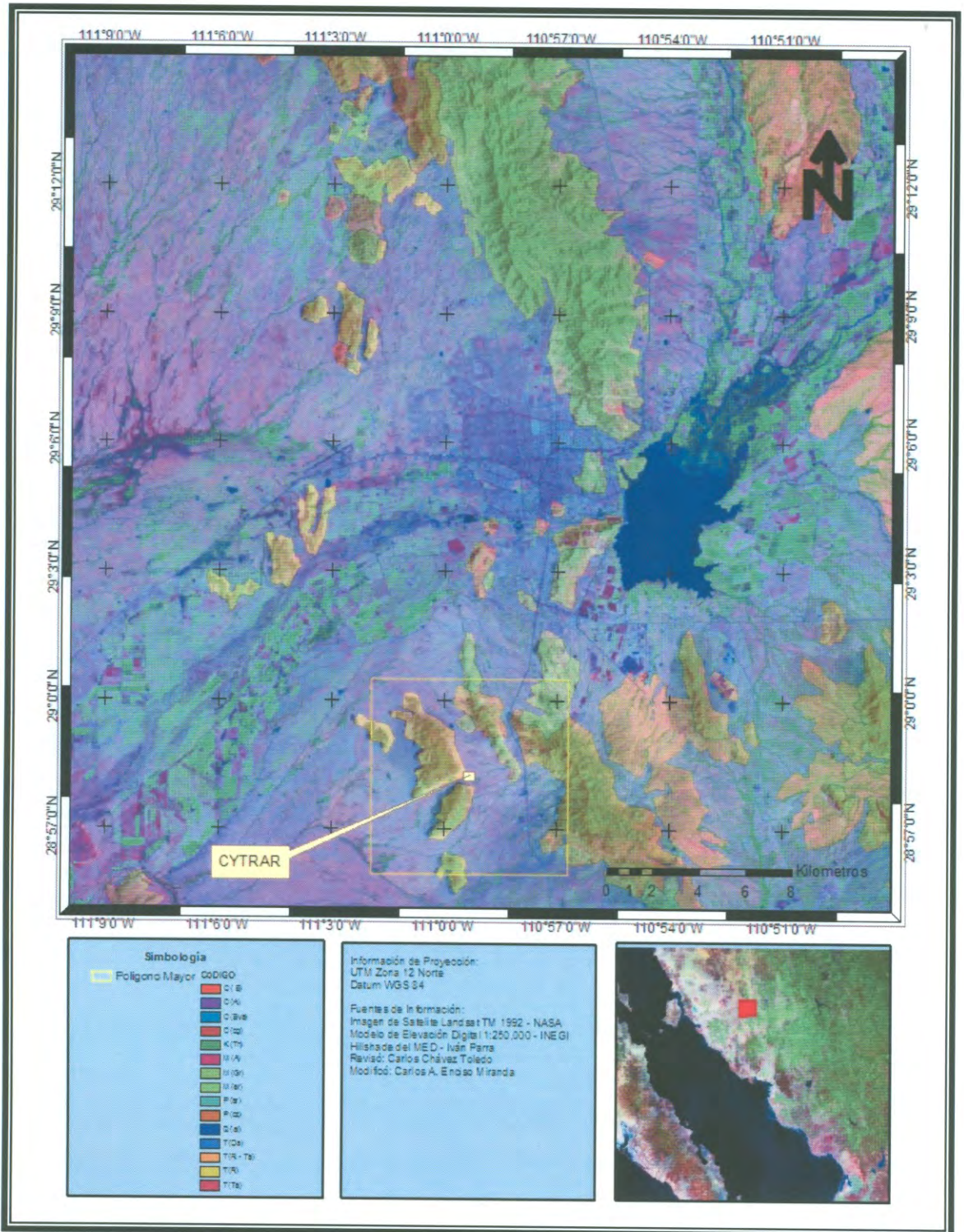


Figura 6d. Geología en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar.

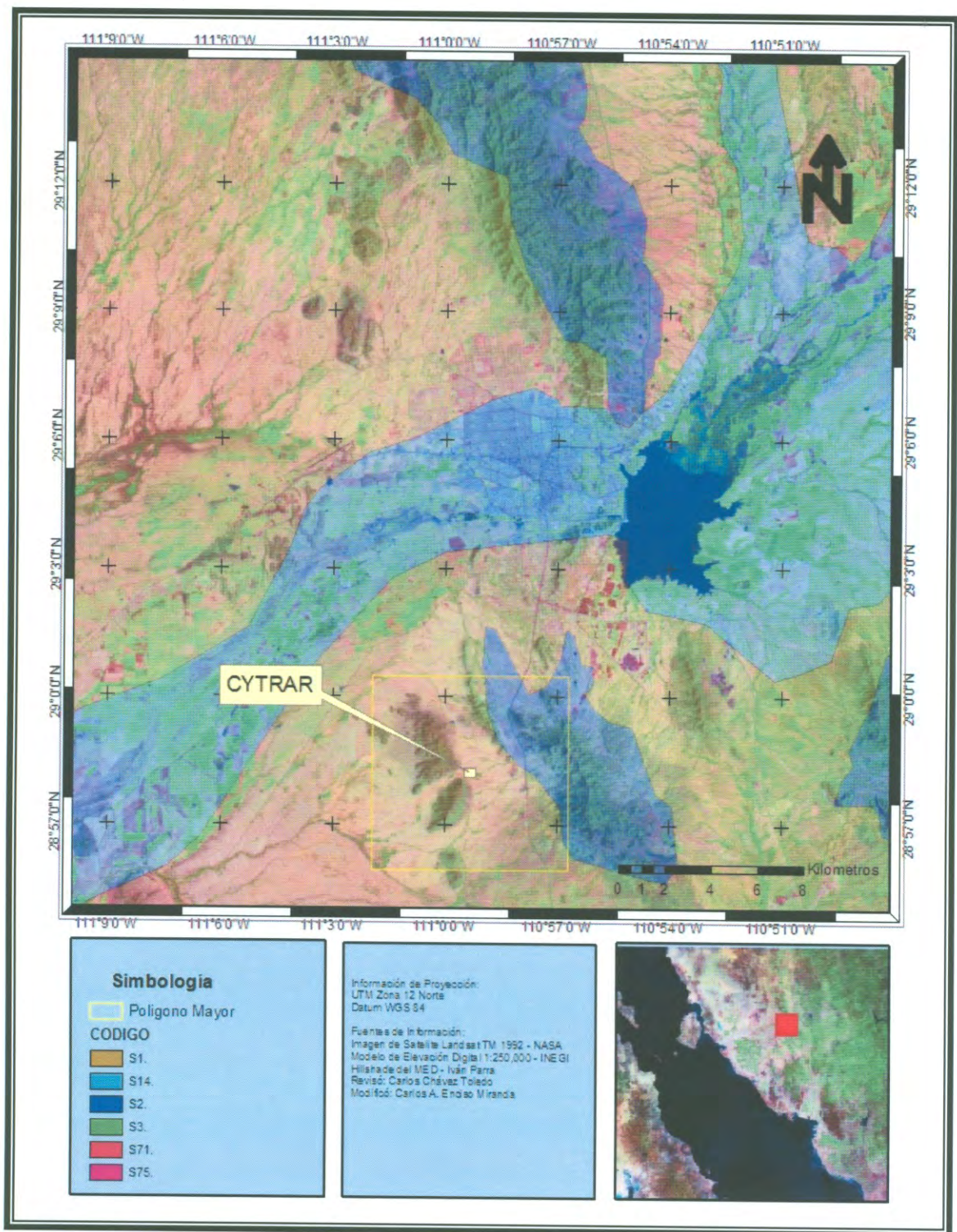


Figura 7d. Suelos en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar.

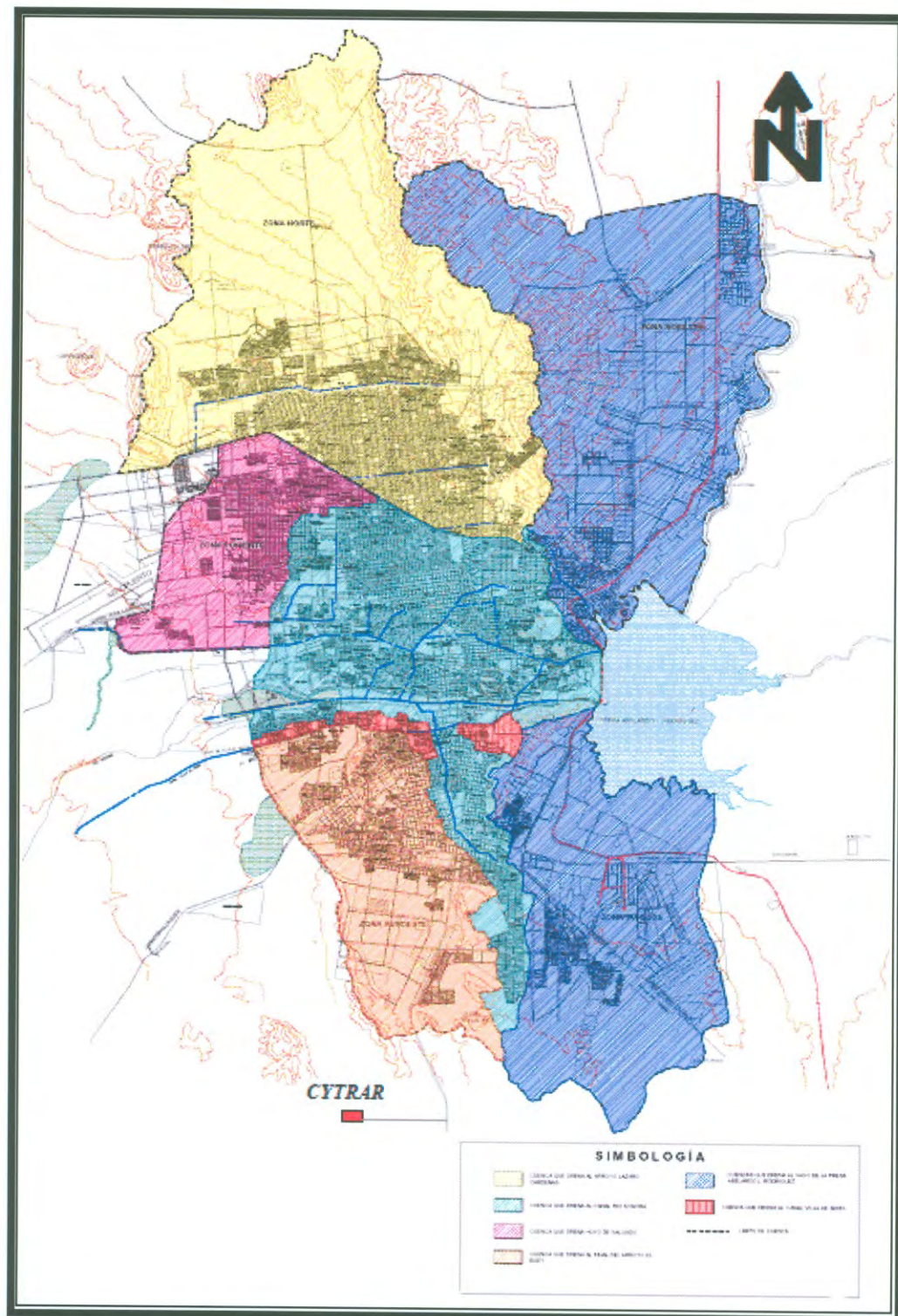


Figura 8d. Cuencas hidrológicas principales. Fuente: Estudio Pluvial HEMEK 2003 en PMDUH-2003.

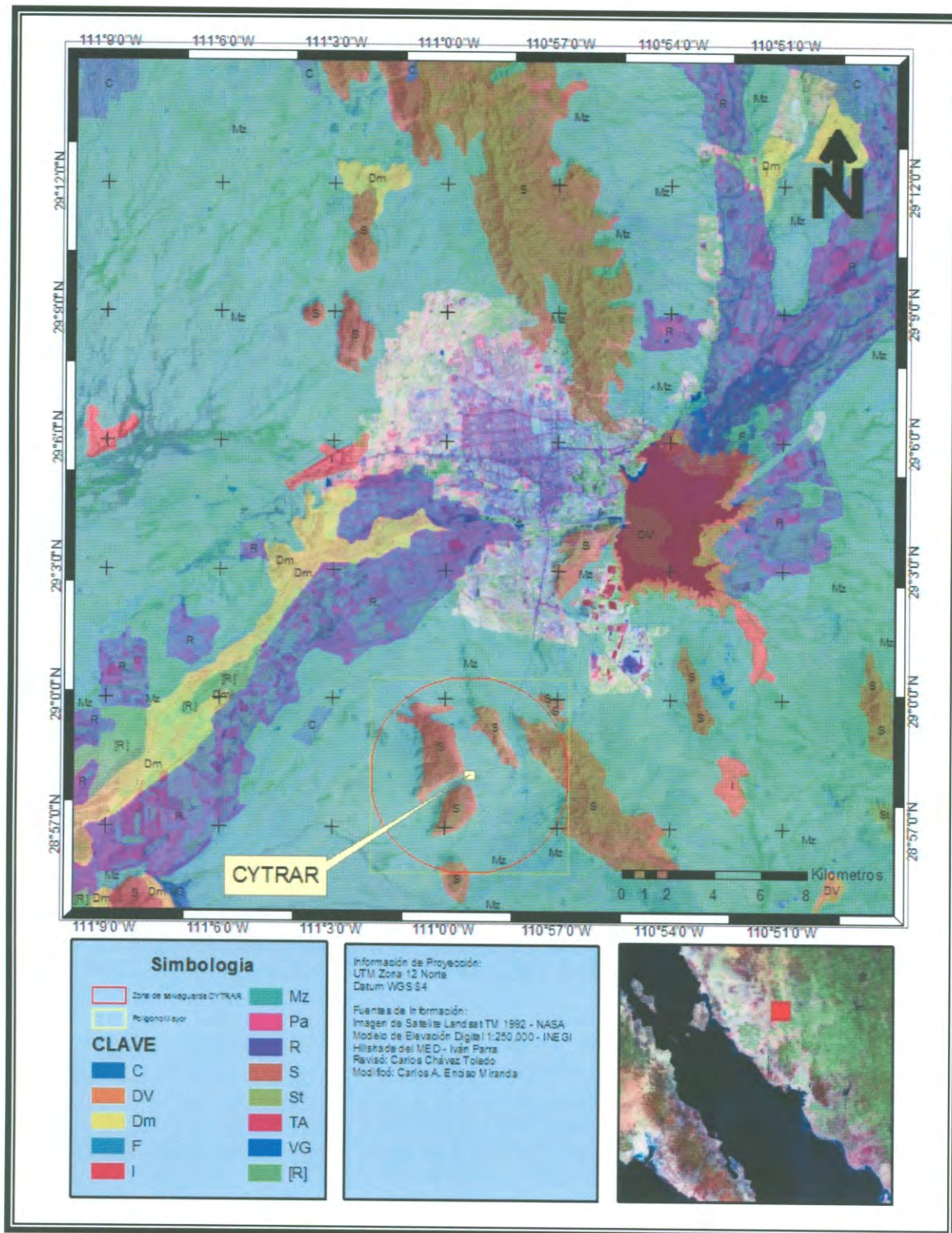


Figura 9d. Vegetación en Centro de Población de Hermosillo y en el área del Cytrar.

Db. Tablas del Apartado
I.1 Caracterización de los Componentes del Medio Ambiente.

Tabla 1d. Coordenadas geográficas del Centro de Población de Hermosillo.

<i>PUNTO</i>	<i>VÉRTICE</i>	<i>COORDENADAS</i>	
		<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>
<i>1</i>	<i>Superior Izquierdo</i>	<i>29.2287 N</i>	<i>111.1472 O</i>
<i>2</i>	<i>Superior Derecho</i>	<i>29.2287 N</i>	<i>110.8193 O</i>
<i>3</i>	<i>Inferior Derecho</i>	<i>28.9413 N</i>	<i>110.8193 O</i>
<i>4</i>	<i>Inferior Izquierdo</i>	<i>28.9413 N</i>	<i>111.1472 O</i>

Fuente: PMDUH-2003.

Datum WGS 84

Tabla 2d. Coordenadas Universal Transversa de Mercator y Geodésicas de los Vértices de: Polígono Cytrar; Polígono Mayor; Centro de la Celda N° 2 del Cytrar; y Camino de Acceso desde la carretera internacional Hermosillo-Guaymas al CYTRAR.

NOMBRE	Vértice	UTM		LATITUD			LONGITUD		
		x	y	g	m	s.ss	g	m	s.ss
Polígono Mayor	1	505120.8340	3208546.6468	29	0	18.19289	110	56	50.71960
	2	505120.8340	3200546.6468	28	55	58.24383	110	56	50.85094
	3	497120.8340	3200546.6468	28	55	58.26907	111	1	46.34823
	4	497120.8340	3208546.6468	29	0	18.21814	111	1	46.42207
Polígono Cytrar	1	501358	3204748	28	58	14.79573	110	59	9.82105
	2	501362	3204361	28	58	2.22068	110	59	9.67494
	3	501409	3204365	28	58	2.35047	110	59	7.93830
	4	501412	3204337	28	58	1.44064	110	59	7.82758
	5	500857	3204336	28	58	1.40992	110	59	28.33445
	6	500858	3204740	28	58	14.53735	110	59	28.29639
Centro de la Celda N° 2.	c	501266	3204566	28	58	8.88223	110	59	13.22125
Camino de acceso	1	503634.6717	3204368.0971	28	58	2.43528	110	57	45.70105
	2	503634.3751	3204333.5326	28	58	1.31216	110	57	45.71242
	3	501412.3715	3204333.5326	28	58	1.32797	110	59	7.81387
	4	501408.6682	3204368.0971	28	58	2.45111	110	59	7.95055

Conversión de coordenadas UTM a Geodésicas a partir del Programa TMCalc 1.0 de INEGI. Estas coordenadas sirvieron para la generación de planos en los programas AutoCAD R14, ArcView 3.2a, Arc Map 8.2

Tabla 3d. Principales elevaciones existentes dentro de la Ciudad de Hermosillo y dentro del límite de población de la misma.

NOMBRE DE LA ELEVACIÓN	UBICACIÓN	LONGITUD (km)	ELEVACIÓN (msnm)	ORIENTACIÓN
¹ Cerro de La Virgen	Sur	1	370	SE-NO
² Sierra Agualurca	Sur	5	635	SE-NO
Sierra La Flojera	Oriente	3.5	400	SE-NO
Cerro Akiwiki	Sur			S-N
Cerro Piedra Bola	Sur	0.75	400	SE-NO
Cerro La Cementera	Oriente	3	400	SO-NE
Cerro de La Campana	Centro	0.5	300	circular
Cerros El Mariachi	Oriente	0.1, 0.5, 0.25 y 0.35	300	SE-NO y E-O
Sierra El Bachoco	Norte	Más de 18	650	SE-NO
Cerro Colorado (NW)	Noroeste	1.5	500	SE-NO
Cerro Bola	Noroeste	2.75	450	N-S
Cerro Tecoripita	Poniente	1	300	SO-NE
Cerro El Apache	Poniente	0.5	300	SO-NE
³ Cerro El Colorado (SW)	Suroeste	4	300	SE-NO

Fuente: PMDUH-2003.

Nota: ¹ al ³ Se encuentran cercanos al área del Cytrar.

Tabla 4d. Sectores y distritos del Centro de Población de Hermosillo cercanos al Cytrar.

Nº	CLAVE	SECTOR	DISTRITO	DELIMITACIÓN	COLONIAS/FRACCIONAMIENTOS	USOS PREDOMINANTES
35	SS01	Sur	Lomas	Prol. Bulevar Serna (N), Periférico Sur (S), Blvd. Ganaderos (E), con cerro de la Cementera (W)	Las Lomas	Habitacional interés social
36	SS02		Pedregal	Paseo Río Sonora (N), Periférico Sur (S), con cerro de la Cementera (E), Bulevar Vildosola (W)	El Jito, Tiro al Blanco, Piedra Bola, Cerro Akiwiki, Río Sonora	Habitacional popular e interés social
37	SS03		Cuauhtémoc	Periférico Sur (N), Bulevar Xolotl (S), Carretera a La Colorada (E), Blvd. Manuel Clouthier (W)	Y Griega, Perisur, Valle del Márquez, Cuauhtémoc Indeur, Los Álamos, Adolfo de la Huerta, Comercial Cedros	Habitacional interés social y Habitacional popular
38	SS04		Centro Ecológico	Bulevar Xolotl (N), con Fracc. Altares (S), con Fracc. Altares (E), Blvd. Manuel Clouthier (W)	Centro Ecológico	Zona de conservación ecológica, parque y zoológico
39	SS05		Altares	Bulevar Xolotl (N), límite sur del Fracc. Altares (S), límite oriente del Fracc. Altares (E), Blvd. Manuel Clouthier y Centro Ecológico (W)	Altares	Habitacional interés social y habitacional popular
40	SS06		Nuevo Hermosillo	Carretera a la Colorada (N), Sector Agualurca (S), Sector Industrial Proveedores y Rancho Vistoso (E), con Fracc. Altares (W)	Chula Vista, Altamira, Nuevo Hermosillo, Renacimiento, Las Carretas, Terranova, Las Diligencias, Arboledas, Gala, Sierra Clara, Agualurca.	Habitacional interés social
41	SS07		Industrial Proveedores	Carretera a la Colorada (N), Sector Rancho Vistoso (S), Sector Nuevo Hermosillo (W) Límite de Crecimiento y Libramiento Oriente (E).		Reserva Industrial
42	SS08		Rancho Vistoso	Sector Industrial Proveedores (N), Límite de Crecimiento (S), Libramiento Oriente (E), Calle Picacho (W).		Reserva Habitacional
43	SS09		Agualurca	Sector Altares y Nuevo Hermosillo (N), Límite de crecimiento (S), Calle Picacho (E), Límite de Crecimiento (W).		Reserva Habitacional
44	SW01	Suroeste	Villa de Seris	Paseo Río Sonora (N), Bulevar Vildosola (E), Bulevar Solidaridad (W) Periférico Sur (S).	Cerro de la Cruz, Villa de Seris Norte, Las Villas, Villa de Seris Sur, San Pablo, Eusebio Kino-Issteson, Emiliano Zapata, Parque Industrial, Río Sonora, Equipamiento Educativo, Solidaridad/Vildosola.	Habitacional popular e interés social, al sur concentración de servicios, comercio y equipamientos.
45	SW02		Palo Verde	Lázaro Cárdenas, Carretera 26 a la Costa (N), ProL. Bulevar Xolotl (S), Bulevar Solidaridad y Blvd. Manuel Clouthier (E), ProL. Eje Quiroga (W).	Palo Verde, Emiliano Zapata, Villa Sureña, Mezquite, Palo Verde Indeur, Villa Hermosa, Ampliación Olivos, Hermosa Provincia, Renacimiento, Arco iris, Nuevo Horizonte, Nueva Esperanza, San José las Minitas, Hacienda los Lirios.	Habitacional popular e interés social
46	SW03		Apache	Bulevar Camino del Serí (N), carretera 26 a la Costa (S), Bulevar Solidaridad (E), Prolongación Bulevar las Quintas (W).	Fovissite, Praderas, Nacameri, Pima, San Angel, el Apache, Cerro Apache, Tiropapes, Las Minitas, Cerrada de Minas, Residencial Pima, Portal del Pitic, Los Tulipanes.	Habitacional popular e interés social
47	SW04		Río Sonora	ProL. Canal del Río Sonora(N), Bulevar Camino del Serí, (S), Bulevar Solidaridad (E), ProL. Eje Quiroga (W).	Las Praderas IV, La Verbena, Montecarlo, Villa Residencial Bonita, Residencial Peñasco, Río Grande, Privada Rosales, Las Praderas Norte, Mónaco Residencial.	Habitacional de interés social
48	SW05		Las Placitas	Bulevar Camino del Serí(N), carretera 26 a la Costa (S), Prolongación Bulevar las Quintas (E), ProL. Eje Quiroga (W).	Real del Carmen, Real de Minas, Paseo San Angel.	Habitacional de interés social y habitacional popular.
49	SW06		Hermosur	ProL. Bulevar Xolotl (N), cerro de la Virgen (S), carretera salida a Guaymas (E), límite de crecimiento de la mancha urbana (W).	Hacienda Los Alcatraces, Casa Linda, Los Girasoles, Costa del Sol.	Habitacional de interés social y habitacional popular.
50	SW07		Las Minitas	Blvd. Camino del Serí (N), Carretera 26 (S), ProL. Eje Chanate (W), ProL. Eje Quiroga (E).		Reserva Habitacional
51	SW08		El Potrero	Carretera 26 (N), Límite de Crecimiento (S), ProL. Eje Chanate (W), ProL. Eje Quiroga (E).		Reserva Habitacional
52	SW09		Industrial Suroeste	Calle hermosur (N), Límite de crecimiento (S), ProL. Eje Quiroga (W), Blvd. Manuel Clouthier (E).		Reserva Industrial

Fuente: PMDUH-2003.

Tabla 5d. Registro mensual de temperatura media en grados centígrados.

ESTACION													
Y	PERIODO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CONCEPTO													
	2003	21.4	17.7	20.3	23.1								
Hermosillo	2002	17.5	19.7	19.4	25.4	28.4	33.2	32.5	31.0	31.0	25.7	23.5	16.7
	2001	15.9	17.8	20.5	23.6	29.4	31.9	31.8	32.8	32.0	27.2	22.6	16.8
	2000	19.4	20.1	20.4	26.1	29.8	32.3	32.2	31.1	31.5	24.8	18.1	19
	Promedio	1986-2001	17.1	18.5	20.8	24.1	27.8	31.8	32.4	31.8	30.9	27.5	21.4
Promedio	1986-2000	17.2	18.6	20.8	24.2	27.7	31.8	32.5	31.7	30.8	27.6	21.3	16.7
Año más frío	1991	15.8	19	17.9	22.6	25.7	29.9	31.8	31.7	30.1	27.9	20.3	15.9
Año más caluroso	1986	21	19.8	22.8	26.3	27.7	32.5	31.4	32	30.1	32.9	27.8	16.2

Fuente: CNA, Gerencia Regional Noroeste en INEGI (2002), GOMH (2003).

Nota: Los datos del 2001 al mes de abril del 2003

en: (<http://www.hermosillo.gob.mx/transparencia/hermocifras.html>; 20-mayo-2003).

Tabla 6d. Registro mensual de precipitación pluvial en milímetros para Hermosillo.

ESTACION Y CONCEPTO	PERIODO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
HERMOSILLO	2003	0.0	19.0	3.5	1.7								
	2002	4.3	9.3	0.8	0.0	0.0	0.0	95.5	132.7	85.5	0.0	45.0	19.7
	2001	13.2	3.3	1.8	5.2	0.0	24.2	101.6	46.2	101	0.0	0.0	2.0
	2000	0	0	27.6	0	0	3.8	141	50.4	58.4	235	15.5	0
Promedio	1986-2001	15.1	23.2	8.4	5.5	2.3	11.2	92.3	110.5	63.9	24.4	19.4	32
Promedio	1986-2000	15.2	24.6	8.9	5	5	4	91.7	114.8	4	26.2	20.8	34
Año más seco	1987	0	34.2	0	3.5	5	10.5	52.2	55.4	12.4	12	0	34.3
Año más lluvioso	1990	25.8	0	0	0	1.3	37.6	127.5	220.6	95.2	3.7	19.9	46.8

Fuente: CNA, Gerencia Regional Noroeste en INEGI (2002), PMDUH(2003).

Nota: Los datos del 2001 al mes de abril del 2003 en

<http://www.hermosillo.gob.mx/transparencia/hermocifras.htm>; 20-mayo-2003.

Tabla 7d. Geología en el municipio de Hermosillo.

ERA		PERIODO		ROCA O SUELO		% DE LA SUPERFICIE
Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Municipal
C	Cenozoico	Q	Cuaternario	(Ie)	Ígnea Extrusiva	0.34
				(Su)	Suelo	80.25
		T	Terciario	(Ie)	Ígnea Extrusiva	8.26
				(S)	Sedimentaria	2.37
M	Mesozoico	K	Cretácico	(Ii)	Ígnea Intrusiva	5.87
				(Ie)	Ígnea Extrusiva	0.28
P	Paleozoico	P	Paleozoico	(S)	Sedimentaria	2.31
		Ps	Paleozoico Superior	(S)	Sedimentaria	0.32

Fuente: CGSNEGI. Carta Geológica, 1:1 000 000 en INEGI (2002).

Tabla 8d. Significado de códigos o símbolos de Figura 6d, Apéndice Da. Geología.

C (B)	<i>Basalto del Cenozoico</i>
C (A)	<i>Andesita del Cenozoico</i>
C (Bva)	<i>Brecha volcánica ácida del Cenozoico</i>
C (cg)	<i>Conglomerado del Cenozoico</i>
K (Tn)	<i>Tonalita del Cretácico</i>
M (A)	<i>Andesita del Mesozoico</i>
M (ar)	<i>Arenisca del Mesozoico</i>
M (Gr)	<i>Granito del Mesozoico</i>
P (ar)	<i>Arenisca del Paleozoico</i>
P (cz)	<i>Caliza del Paleozoico</i>
Q (al)	<i>Aluvión del Cuaternario</i>
T (Da)	<i>Dacita del Terciario</i>
T (R - Ta)	<i>Asociación Riolita - Toba ácida del Terciario</i>
T (R)	<i>Riolita del Terciario</i>
T (Ta)	<i>Toba ácida del Terciario</i>

Tabla 9d. Significado de los códigos o símbolos de la Figura 7d, Apéndice Da. Suelos.

-
- S1. *Suelos de textura gruesa, profundos, con gravas en la superficie. Frecuentemente con carbonatos de calcio cuyo contenido aumenta con la profundidad. Cambisol cálcico, Regosol eútrico.*
- S2. *Suelos de textura media, profundos. Localmente pedregosos. Frecuentemente con carbonatos de calcio cuyo contenido aumenta con la profundidad. Cambisol cálcico, Feozem háplico, Luvisol crómico, Luvisol órtico, R*
- S3. *Suelos de textura media, delgados, limitados por roca coherente. Frecuentemente con carbonatos de calcio. Cambisol cálcico, Feozem háplico, Litosol, Luvisol crómico, Regosol eútrico.*
- S14. *Suelos de textura gruesa, poco profundos. Feozem calcárico, Regosol calcárico.*
- S71. *Suelos de textura media, pueden presentar gravas y/o piedras en la superficie. Regosol eútrico, Fluvisol eútrico, Litosol, Regosol calcárico, Vertisol crómico, Planosol eútrico, Feozem háplico, Cambisol eútrico*
- S75. *Suelos de textura gruesa, profundos. Afectados por sales y sodio. Vertisol crómico, Xerosol cálcico.*
-

Tabla 10d. Significado de los códigos o símbolos de la Figura 12. Suelos.

S100.	<i>Suelos de textura media, profundos, pueden presentar gravas y/o piedras en la superficie. Xerosol háplico, Regosol calcárico, Fluvisol éutrico, Regosol éutrico, Fluvisol calcárico, Xerosol lúvico, Feozem calcárico, Feozem lúvico, Planosol éutrico.</i>
S16	<i>Suelos de textura media, profundos, localmente pueden presentar gravas o piedras en la superficie. Feozem háplico, Regosol éutrico, Fluvisol éutrico, Litosol, Regosol calcárico, Xerosol háplico, Xerosol lúvico, Vertisol crómico, Feozem calcárico.</i>
S181	<i>Suelos de textura gruesa, profundos, frecuentemente con gravas y/o piedras en la superficie. Regosol éutrico, Yermosol calcárico, Yermosol háplico, Xerosol háplico, Xerosol lúvico, Fluvisol éutrico, Regosol calcárico, Litosol, Yermosol calcárico</i>
S198	<i>Suelos de textura media, profundos, localmente con gravas en la superficie. Yermosol lúvico, Xerosoles lúvico, Yermosol háplico, Xerosol háplico, fluvisol éutrico, Regosol éutrico, Vertisol crómico</i>
S26	<i>Suelos de textura gruesa, generalmente muy delgados, frecuentemente con piedras y afloramientos rocosos en la superficie. Litosol, Regosol calcárico, Regosol éutrico, Feozem háplico, Luvisol crómico, Xerosol lúvico, Xerosol háplico, Planosol éutrico, Vertisol crómico</i>
S27	<i>Suelos de textura media, generalmente muy delgados. Frecuentemente con afloramientos rocosos. Litosol, Regosol éutrico, Regosol calcárico, Xerosol lúvico, Cambisol éutrico, Cambisol calcárico, Feozem háplico, Vertisol crómico, Xerosol háplico, Yermosol lúvico</i>
S96	<i>Suelos de textura gruesa, profundos, pueden ser gravosos y/o pedregosos. Xerosol háplico, Regosol éutrico, Fluvisol éutrico, Regosol calcárico, Litosol</i>

Tabla 11d. Significado de los códigos o símbolos de la Figura 9d, Apéndice Da. Vegetación.

C	<i>Pastizal cultivado</i>
Dm	<i>Matorral desértico microfilo (incluye con vegetación secundaria)</i>
DV	<i>Área sin vegetación aparente</i>
F	<i>Plantación forestal</i>
I	<i>Pastizal inducido</i>
Mz	<i>Mezquital (incluye con vegetación secundaria)</i>
Pa	<i>Palmar</i>
R	<i>Agricultura de riego (incluye riego eventual)</i>
[R]	<i>Riego suspendido</i>
S	<i>Matorral sarcocaulé</i>
St	<i>Matorral subtropical</i>
TA	<i>Agricultura de temporal con cultivos anuales</i>
VG	<i>Vegetación de galería (incluye bosque, selva y vegetación de galería)</i>

TAXA	NOMBRE COMÚN
CLASE: DICOTYLEDONEAE	
FAMILIA: ASTERACEAE	
<i>Ambrosia ambrosioides</i> (Cav. Ex Rydb.) Payne	Chicura
<i>Baccharis sarothroides</i> Gray	Romerillo
<i>Encelia farinosa</i> Gray ex Torr.	Rama blanca
FAMILIA: BURSERACEAE	
<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	Torote papelillo, copal,
<i>Bursera microphylla</i>	Torote
FAMILIA: CACTACEAE	
<i>Opuntia arbuscula</i> Engelm.	Sibiri
<i>Opuntia fulgida</i> Engelm.	Choya bricadora
<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajillo
<i>Opuntia violacea</i> var. Santa Rita	Nopal
<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxbaum	Pitahaya
FAMILIA: EUPHORBIACEAE	
<i>Euphorbia</i> sp	Golondrina
<i>Jatropha cordata</i> (C.G.Ortega) Muell 1866	Sangrengado, sapo (m)
FAMILIA: FABACEAE	
<i>Acacia willardiana</i> . Rose	Palo Blanco
<i>Mimosa distachya laxiflora</i> (Benth.) Barneby	Gatuño, uña de gato
<i>Olneya tesota</i>	Palo fierro
<i>Parkinsonia microphyllum</i> . Torr	Palo verde
<i>Parkinsonia floridium</i>	Palo verde azul
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	Mezquite
<i>Prosopis velutina</i> Woot.	Mezquite
FAMILIA: FOUQUIERIACEAE	
<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash	Ocotillo macho, torote verde,
FAMILIA: SOLANACEAE	
<i>Datura meteloides</i>	Toloache
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Juan loco, tabacon
FAMILIA: ULMACEAE	
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Garambullo
FAMILIA: VISCACEAE	
<i>Phoradendron scaberrimum</i>	Toji
<i>Phoradendron</i> sp	
FAMILIA: ZYGOPHYLLACEAE	
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora
FAMILIA: POACEAE	
<i>Aristida adscensionis</i> L.	Zacate de agua tres barbas
<i>Aristida ternipes</i> Cav.	Zacate araña
<i>Bouteloua aristidoides</i> (Kunth) Griseb.	Aceitilla
<i>Bouteloua rothrockii</i> Vasey	Zacate liebrero
<i>Cathestecum brevifolium</i>	grama china
<i>Cathestecum erectum</i> Vasey & Hack.	grama china
<i>Pennisetum ciliare</i> (L.) Link	Zacate buffel
Otros:	
<i>Lophocereus schottii</i>	Sinita cactacea
<i>Physalis wrightii</i>	Tomatillo
<i>Antigonon leptopus</i>	San Miguelito
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga
<i>Kallstroemia grandiflora</i>	Mal de Ojo

Tabla 14d. Codificación y abreviaturas de la Tabla 13d, Indicadores poblacionales.

M001	POBTOT	<i>Población Total</i>
M004	POB0_4	<i>Población de 0 a 4 años</i>
M007	POB0_14	<i>Población de 0 a 14 años</i>
M019	POB12_	<i>Población de 12 años y más</i>
M048	POB65_	<i>Población de 65 años y más</i>
M052	PCDERSS	<i>Población derechohabiente a los servicios de salud</i>
M077	P6_14AESC	<i>Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela</i>
M128	PECOACTIV	<i>Población económicamente activa</i>
M131	PECOINACT	<i>Población económicamente inactiva</i>
M137	PECINAQH	<i>Población de 12 años y más no económicamente activa que se dedica a los quehaceres del hogar</i>
M140	POCUPADA	<i>Población ocupada</i>
M143	PODSCPAD	<i>Población desocupada</i>
M144	POCUSECS	<i>Población ocupada en el sector secundario</i>
M147	POCUSECT	<i>Población ocupada en el sector terciario</i>
M150	POCUSECP	<i>Población ocupada en el sector primario</i>
M158	P_32HTRA	<i>Población ocupada que trabajo hasta 32 horas en la semana de referencia</i>
M159	P33_40HTR	<i>Población ocupada que trabajo de 33 a 40 horas en la semana de referencia</i>
M160	P41_48HTR	<i>Población ocupada que trabajo de 41 a 48 horas en la semana de referencia</i>
M176	TOTVIVHAB	<i>Total de viviendas habitadas</i>
M177	VIVPARHAB	<i>Viviendas particulares habitadas</i>
M203	VP_AGDREL	<i>Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, drenaje y energía eléctrica</i>
M204	VP_NOADE	<i>Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada, drenaje ni energía eléctrica</i>
M220	PRO_OVP	<i>Promedio de ocupantes en viviendas particulares</i>
M222	TOTHOG	<i>Total de hogares</i>
M225	POBHOG	<i>Población en hogares</i>

Fuente: INEGI (2001).

APÉNDICE E

*Descripción de la estimación de la dispersión utilizando los modelos SCREEN3 y
TSCREEN*

Descripción de la estimación de la dispersión utilizando los modelos SCREEN3 y TSCREEN.

1. Explicación

Un gradiente de sustancias o pluma de contaminación, es un área de sustancias químicas en un medio particular, tales como aire o aguas subterráneas, que se alejan de su fuente en una banda o columna. En el trabajo se realizaron diversas evaluaciones de gradiente para el metal plomo que se pudiera estar escapando del confinamiento como polvos hacia los asentamientos humanos. La información obtenida permitió inferir la potencial exposición de la población a este metal pesado y en consecuencia el análisis del riesgo a la salud.

A partir de este momento y salvo que se indique lo contrario, a estas evaluaciones se les denominó como *estimación de la dispersión* y como *escena el ambiente* con que determinadas variables interaccionan para que se presente la dispersión.

Para la estimación de la dispersión de polvos desde la Celda N° 2 del CYTRAR se analizaron las características de modelos de simulación que cumplieran con los siguientes requisitos: (1) estar avalados por una agencia ambiental reconocida en el ámbito internacional; (2) que pudieran ser aplicados para las características del CYTRAR; y (3) que los datos que precisara el modelo pudieran ser obtenidos o calculados de información hemerográfica o de otras fuentes de información cercanas al CYTRAR. De dicha revisión se concluyó que los modelos *SCREEN3* y *TSCREEN* cumplían con estos requisitos.

A continuación se presenta el procedimiento que se siguió para el cálculo de las tasas de emisión y algunos criterios que se tomaron en cuenta durante la evaluación de los escenarios de exposición:

2. Estimación de la Dispersión de Polvos (Descripción del Cálculo de Tasas de Emisión)

U.S. EPA (1995a) y ODEQ (2002) señalan que el modelo SCREEN3, fue desarrollado para estimaciones de concentración de contaminantes basadas en procedimientos de filtración o cribado. SCREEN3 se ejecuta interactivamente en una computadora personal, lo que significa que el programa le hace al usuario una serie de preguntas con el fin de obtener los datos de entrada necesarios y para determinar qué opciones utilizar (U.S. EPA, 1995a).

Una de estas opciones es la de fuentes de área simples que se modela usando un método de integración numérica, el modelo calcula la concentración máxima a cualquier número de distancias especificadas por el usuario en un terreno simple elevado o plano, incluyendo distancias de hasta 100 km para transporte de largo alcance. Es así que de una forma estandariza examina aquellas condiciones meteorológicas que contribuyen a la concentración máxima; además, también explora un amplio rango de condiciones meteorológicas, incluyendo todas las clases de estabilidad y velocidades del viento definidos por el usuario para encontrar impactos máximos (U.S. EPA, 1995a).

Ecuaciones para el cálculo de la tasa o cantidad de emisión. Uno de los datos de entrada requeridos por SCREEN3 para evaluar una fuente de área es la tasa (o cantidad) de emisión en $[g/(s \cdot m^2)]$. La tasa de emisión de polvos de las tierras contaminadas en la Celda N° 2 del CYTRAR, se obtuvo de las ecuaciones 1 a 3 siguientes, según U.S. EPA (1992 - sección 4.1.2.1-):

La ecuación 1 ó (E) factor de emisión, calcula la emisión de los agregados de polvo en un montículo cuando sopla el viento. Se convierte (E) de unidades $(kg/día/hectárea)$ a $(g/s \cdot m^2)$ aplicando la ecuación (2):

$$E(\text{kg/día/hectárea}) = [1.9 (s/1.5)] [(365-p)/235] [(w/15)] \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

$E(\text{kg/día/hectárea})$ = Factor de Emisión

s = Contenido de porcentaje de polvo (%)

p = Número de días por año con más de 25 mm de precipitación

w = Porcentaje de tiempo que la velocidad del viento excede 5.4 m/s (%)

$$E(\text{g/s-m}^2) = [E(\text{kg/día/hectárea}) 1000(\text{g/kg})] / [86400(\text{s/día}) 10000 (\text{m}^2/\text{hectárea})] \dots \dots \dots (2)$$

Posteriormente se calcula (Q_m) o tasa de emisión expresada en unidades (g/s) desarrollando la ecuación (3).

$$Q_m (\text{g/s}) = [E(\text{g/s-m}^2)] [m\%/100] [A(\text{m}^2)] \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

m = porcentaje de la masa total del contaminante (%)

A = Área (m^2)

En el modelo TSCREEN el área se deduce a partir del diámetro del montículo, mientras que en SCREEN3 es obtenida de las dimensiones de largo por anchura de un cuadrángulo. Por otro lado, al dividir en el modelo TSCREEN la tasa de Emisión (Q_m) entre el área del montículo, se convierten las unidades (g/s) a unidades [$\text{g}/(\text{s-m}^2)$]. Estos dos hechos relacionados con el área y unidades resultan relevantes por lo siguiente: En primer lugar se cuenta con información que indica que la dimensión de la Celda N° 2 del CYTRAR es de 135x70, es decir, de 9450 m^2 (INE-CENICA, 2001), y en segundo lugar las unidades con las que opera el modelo SCREEN3 para la entrada de datos de tasa de emisión es en unidades [$\text{g}/(\text{s-m}^2)$], de tal forma que para el uso del modelo SCREEN3 se simplificó la obtención de la tasa de emisión al aplicar la siguiente ecuación (4):

$$E(\text{g/s-m}^2) = Q_m (\text{g/s}) / A(\text{m}^2) \dots \dots \dots (4)$$

Como se observa, son cuatro los parámetros requeridos para el desarrollo de las ecuaciones: El porcentaje de la masa total del contaminante; porcentaje de polvo contenido en el montículo; porcentaje de tiempo que la velocidad del viento excede 5.4 m/s; y el número de días por año con más de 25 mm de precipitación. La forma como fue calculada y obtenida esta información es señalada en el texto (ver II.1.1.1. Origen de los datos).

3. Evaluación de Escenarios de Exposición (*Descripción y criterios considerados*)

Para los propósitos de este trabajo se define escenarios como la(s) escena(s) potencial(es) de exposición a concentraciones de un determinado contaminante, en este caso se refiere al metal pesado Plomo (Pb); y evaluación de escenarios a los resultados obtenidos cuando se compara con respecto a una norma, un índice, un criterio o recomendación para salud humana o ambiental.

Para el establecimiento de los escenarios de potencial exposición al Plomo se utilizo el modelo *SCREEN3*, que permitió obtener concentraciones máximas de una hora en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del contaminante a partir de las tasas de emisión de Medios referidos en el apartado II.1.1.2. Tasas de emisión obtenidas. Al mismo tiempo se cuantificó el movimiento de las partículas de plomo y su concentración esperada en distancias definidas desde la Celda N° 2 del CYTRAR y en dirección a la Ciudad de Hermosillo.

Estos resultados permitieron estimar en forma preliminar, la potencial exposición por inhalación de la población asentada en el Polígono CYTRAR y en los Sectores y Distritos del Centro de Población de Hermosillo cercanos a éste, al compararse con respecto a la reglamentación (criterios) nacional e internacional sobre concentraciones máximas permitidas de metales pesados en aire ambiente para protección a la salud humana, tales como: La Norma Oficial Mexicana –NOM 026-SSA1-1993, salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población – (DOF, 1994 d); la Norma Nacional para la Calidad del Aire en el Ambiente –NAAQS– (por sus siglas en inglés) de la EPA también

conocida como Norma de Calidad de Aire en Exteriores para protección a la salud humana en EUA (EPA, 1995b); y la Guía para la Calidad de Aire (GCA) de la Organización Mundial de la Salud –OMS– (WHO, 2000). Estas fijan una concentración máxima permitida para el Plomo de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo para población susceptible en el caso de los primeros dos y $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual para el último.

Puesto que los resultados en concentración al modelar en *SCREEN3* se presentan en máxima de una hora, se requirió transformar los datos para un tiempo largo. La U.S. EPA (1992 –Apéndice D – “*Averaging period concentration estimates*”) indica que esto se puede lograr al multiplicar la máxima concentración de una hora por un factor dado, y señala que en el caso de 24 horas el factor multiplicador es $0.4 (\pm 0.2)$ y para un año de $0.08 (\pm 0.02)$. A partir de estos dos datos, se realizó una estimación para dos periodos: El primero consideró tres meses, con el objeto de que los resultados pudieran ser comparados con la concentración máxima permitida para plomo de la NOM-026-SSA1-1993 (DOF, 1994d) y la NAAQS (EPA, 1995b) así el factor obtenido para este tiempo resultó en 0.26; en el segundo, se supuso un periodo de un mes, esto debido a que se permite modelar las Tasas de Emisión de los Medios V y VI y sus resultados pueden entonces ser promediados trimestralmente, el factor resultante de este período fue de 0.32. Cabe señalar que con objeto de evaluar el promedio anual y compararlo con el valor guía de calidad de aire para plomo (GCA) de la OMS (WHO, 2000) también se consideró el factor multiplicador de 0.08.

APÉNDICE F

Datos de concentración de plomo (Pb) y elementos lixiviables en tierras contaminadas del CYTRAR

Fa. Datos de concentración de plomo (Pb) en tierras contaminadas del CYTRAR



**ANALITICA DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.
LABORATORIOS**

DR. DOMINGO OLIVARES No. 125 COL. VALLE GRANDE TEL Y FAX (40) 185277
HERMOSILLO SONORA

81

SSA=5016

SIUE-DGNE-C28/95(1)

SARH=01594(R)

a 13 de Octubre de 1997

Procedencia: **DR. GERMAN RIOS BARCELO**
Blvd. Navarrete No. 72
Hermosillo, Sonora.

Fecha Recepción de Muestras: 02 - Octubre - 1997

No. Lab.: **FO-348**

Reporte No. **4207-1/1**

IDENTIFICACION: **SUELO DE PREDIO CERCANO A PARQUE**
INDUSTRIAL

Este informe consta de 1 páginas

Página 1/1

GENERALIDADES Y ANTECEDENTES :

LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE, DE APROXIMADAMENTE 4.0 Kg, SE PRESENTO EN CAJA DE CARTON Y BOLSA DE PLASTICO. CONSISTENTE EN POLVOS Y GRUMOS COLOR CAFÉ - ROJIZO. SE PRESUME CONTAMINACION NO DETERMINADA.

INFORME DE RESULTADOS :

HUMEDAD0.64 %
CENIZAS96.70 %
PLOMO (Pb).....4.11 %
NITROGENO (N).....< 0.10 %

4000
40

Revisó

Responsable

- 1.- los datos anotados son exclusivos de las muestras ingresadas al Laboratorio.
2.- Las copias del presente Informe, serán válidas sólo si presentan el sello y firmas de autorización del Laboratorio

AGUA - ALIMENTOS - AGRICOLAS - CONTAMINACION AMBIENTAL

Fa. Datos de concentración de plomo (Pb) en tierras contaminadas del CYTRAR



**ANALITICA DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.
LABORATORIOS**

DR. DOMINGO FLORES, SAU 125 COL. VALLE GRANDE TEL 9741143 165277
HERMOSILLO SONORA

81

SSA=5016

SIUE-DGNE-C28/95(1)

SARH=01594(R)

a 13 de Octubre de 1997

Procedencia : **DR. GERMAN RIOS BARCELO**
Blvd. Navarrete No. 72
Hermosillo, Sonora.

Fecha Recepción de Muestras: 02 - Octubre - 1997

No. Lab. : **FQ-348** Reporte No. **4207-1/1**
IDENTIFICACION : **SUELO DE PREDIO CERCANO A PARQUE INDUSTRIAL**

Este informe consta de 1 páginas

Página 1/1

GENERALIDADES Y ANTECEDENTES :


LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE, DE APROXIMADAMENTE 4.0 Kg, SE PRESENTO EN CAJA DE CARTON Y BOLSA DE PLASTICO. CONSISTENTE EN POLVOS Y GRUMOS COLOR CAFÉ - ROJIZO. SE PRESUME CONTAMINACION NO DETERMINADA.

INFORME DE RESULTADOS :

HUMEDAD0.64 %
CENIZAS96.70 %
PLOMO (Pb).....4.11 %
NITROGENO (N).....< 0.10 %

4000
40


Revisó


Responsable

1.- los datos anotados son exclusivos de las muestras ingresadas al Laboratorio.
2.- Las copias del presente informe, serán válidas sólo si presentan el sello y firmas de autorización del Laboratorio

Fb. Datos de concentración de elementos lixiviables en tierras Contaminadas del CYTRAR



ANALITICA DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.
LABORATORIOS

DR. DOMINGO OLIVARES No. 125 COL. VALLE GRANDE TEL YPAK (67) 16-52-27
HERNANDEZ BOYCA

80

SSA = 5016

SIUE = D GNE - C28/95(1)

SARH = 01594 (R)

a 27 de Octubre de 1997

Reporte No.: <u>4333-1/1</u>	Fecha Recepción: <u>18 - Octubre - 1997</u>	Ingreso: <u>18/10/97</u>	
Muestreado por: <u>Cliente</u>		Páginas: <u>1 / 1</u>	

Procedencia: DR. GERMAN RIOS BARCELO
Presente.

No. Lab.: FG-661
IDENTIFICACION: RESIDUO ESCORIA DE PLOMO

ANALISIS SOLICITADO:
Elementos Inorgánicos Lixiviables Contenidos en Anexo 5,
Tabla No. 5 de NOM-051-ECOL-1993

RESULTADOS :

HUMEDAD	0.64 %
pH	10.03
ELEMENTOS LIXIVIALES	UNIDADES
ARSENICO (As)	< 0.10 mg/L.
BARIO (Ba)	< 1.00 mg/L.
CADMIO (Cd)	19.20 mg/L.
CROMO (Cr)	< 0.01 mg/L.
NIQUEL (Ni)	0.30 mg/L.
MERCURIO (Hg)	< 0.01 mg/L.
PLATA (Ag)	< 0.01 mg/L.
PLOMO (Pb)	28.28 mg/L.
SELENIO (Se)	< 0.10 mg/L.

mg/L. = miligramos por Litro

EXTRACTANTE : Solución de Extracción No. 2, como establecido en la Numeral 8.6.2. de
NOM-052-ECOL-1993.

R. P. S. O.

Responsable

OBSERVACIONES :
1.- Los datos anotados son exclusivos de las muestras ingresadas al Laboratorio.
2.- Las copias del presente informe, serán válidas sólo si presentan el sello y firmas de autorización del Laboratorio

APÉNDICE G

Tasas de emisión de plomo (Pb) en los medios I a VI

Ga. Tasas de emisión de los medios I a IV

Tabla 1g. Resultados de tasas de emisión para el Medio I.

DATO	SIMBOLOGÍA	VALOR	Tasa de Emisión $Q_m=(g/s)$	Tasa de Emisión $E=(g/s\cdot m^2)$
Porcentaje de Limo	<i>s</i>	50.00		
Número de Días por Año con más de 25 mm de Precipitación	<i>p</i>	2.00		
Porcentaje de Tiempo que la Velocidad del Viento Excede 5.4 m/s	<i>w</i>	0.27		
Factor de Emisión	$E=(kg/día/ha)$	1.76		
Conversión	$E=(g/s\cdot m^2)$	2.038E-06		
Lado 1 Celda N° 2	<i>L1</i>	70.00		
Lado 2 Celda N° 2	<i>L2</i>	135.00		
Area	$A=(m^2)$	9450.00		
	<i>m (S)</i>	0.0005	0.0000000963	0.000000000102
	<i>m (A₁)</i>	0.0500	0.0000096301	0.000000010191
Porcentaje del Contaminante en Masa Total	<i>m (A₂)</i>	0.1000	0.0000192602	0.000000020381
	<i>m (A₃) (P)</i>	1.0000	0.0001926024	0.0000000203812
	<i>m (O)</i>	4.1100	0.0007915958	0.0000000837668

Rena Thea Martin.

Donde:

(A₁) Dentro y Alrededores de Alco Pacifico S.A. De C.V -concentración 500 mg/kg

(A₂) Dentro y Alrededores de Alco Pacifico S.A. De C.V -concentración 1,000 mg/kg.

(A₃) Dentro de Alco Pacifico S.A. De C.V -concentración 10,000 mg/kg.

(O) ONG; concentración 4.11%

(P) PROFEPA; concentración 10 g/kg

(S) Sector Salud; concentración 5 ppm

Tabla 2g. Resultados de tasas de emisión para el Medio II.

<i>DATO</i>	<i>SIMBOLOGÍA</i>	<i>VALOR</i>	<i>Tasa de Emisión Qm=(g/s)</i>	<i>Tasa de Emisión E=(g/s-m²)</i>
Porcentaje de Limo	<i>s</i>	95.00		
Número de Días por Año con más de 25 mm de Precipitación	<i>p</i>	2.00		
Porcentaje de Tiempo que la Velocidad del Viento Excede 5.4 m/s	<i>w</i>	0.27		
Factor de Emisión	<i>E=(kg/día/ha)</i>	3.35		
Conversión	<i>E=(g/s-m²)</i>	3.872E-06		
Lado 1 Celda N° 2	<i>L1</i>	70.00		
Lado 2 Celda N° 2	<i>L2</i>	135.00		
Area	<i>A=(m²)</i>	9450.00		
	<i>m (S)</i>	0.0005	0.0000001830	0.000000000194
	<i>m (A₁)</i>	0.0500	0.0000182972	0.0000000019362
Porcentaje del Contaminante en Masa Total	<i>m (A₂)</i>	0.1000	0.0000365945	0.0000000038724
	<i>m (A₃) (P)</i>	1.0000	0.0003659445	0.0000000387243
	<i>m (O)</i>	4.1100	0.0015040321	0.0000001591568

Rena Thea Martin.

Donde:

(A₁) Dentro y Alrededores de Alco Pacífico S.A. De C.V -concentración 500 mg/kg

(A₂) Dentro y Alrededores de Alco Pacífico S.A. De C.V -concentración 1,000 mg/kg.

(A₃) Dentro de Alco Pacífico S.A. De C.V -concentración 10,000 mg/kg.

(O) ONG; concentración 4.11%

(P) PROFEPA; concentración 10 g/kg

(S) Sector Salud; concentración 5 ppm

Tabla 3g. Resultados de tasas de emisión para el Medio III.

DATO	SIMBOLOGÍA	VALOR	Tasa de Emisión $Q_m=(g/s)$	Tasa de Emisión $E=(g/s-m^2)$
Porcentaje de Limo	s	50.00		
Número de Días por Año con más de 25 mm de Precipitación	p	2.00		
Porcentaje de Tiempo que la Velocidad del Viento Excede 5.4 m/s	w	41.10		
Factor de Emisión	$E=(kg/día/ha)$	268.05		
Conversión	$E=(g/s-m^2)$	3.102E-04		
Lado 1 Celda N° 2	L1	70.00		
Lado 2 Celda N° 2	L2	135.00		
Area	$A=(m^2)$	9450.00		
	m (S)	0.0005	0.0000146592	0.0000000015512
	m (A ₁)	0.0500	0.0014659182	0.0000001551236
Porcentaje del Contaminante en Masa Total	m (A ₂)	0.1000	0.0029318364	0.0000003102472
	m (A ₃) (P)	1.0000	0.0293183644	0.0000031024724
	m (O)	4.1100	0.1204984775	0.0000127511616

Rena Thea Martin.

Donde:

(A₁) Dentro y Alrededores de Alco Pacífico S.A. De C.V -concentración 500 mg/kg

(A₂) Dentro y Alrededores de Alco Pacífico S.A. De C.V -concentración 1,000 mg/kg.

(A₃) Dentro de Alco Pacífico S.A. De C.V -concentración 10,000 mg/kg.

(O) ONG; concentración 4.11%

(P) PROFEPA; concentración 10 g/kg

(S) Sector Salud; concentración 5 ppm

Tabla 4g. Resultados de tasas de emisión para el Medio IV.

<i>DATO</i>	<i>SIMBOLOGÍA</i>	<i>VALOR</i>	<i>Tasa de Emisión Qm=(g/s)</i>	<i>Tasa de Emisión E=(g/s-m²)</i>
<i>Porcentaje de Limo</i>	<i>s</i>	95.00		
<i>Número de Días por Año con más de 25 mm de Precipitación</i>	<i>p</i>	2.00		
<i>Porcentaje de Tiempo que la Velocidad del Viento Excede 5.4 m/s</i>	<i>w</i>	41.10		
<i>Factor de Emisión</i>	<i>E=(kg/día/ha)</i>	509.30		
<i>Conversión</i>	<i>E=(g/s-m²)</i>	5.895E-04		
<i>Lado 1 Celda N° 2</i>	<i>L1</i>	70.00		
<i>Lado 2 Celda N° 2</i>	<i>L2</i>	135.00		
<i>Area</i>	<i>A=(m²)</i>	9450.00		
	<i>m (S)</i>	0.0005	0.0000278524	0.0000000029473
<i>Porcentaje del Contaminante en Masa</i>	<i>m (A₁)</i>	0.0500	0.0027852446	0.0000002947349
<i>Total</i>	<i>m (A₂)</i>	0.1000	0.0055704892	0.0000005894698
	<i>m (A₃) (P)</i>	1.0000	0.0557048923	0.0000058946976
	<i>m (O)</i>	4.1100	0.2289471073	0.0000242272071

Rena Thea Martin.

Donde:

(A₁) Dentro y Alrededores de Alco Pacifico S.A. De C.V -concentración 500 mg/kg

(A₂) Dentro y Alrededores de Alco Pacifico S.A. De C.V -concentración 1,000 mg/kg.

(A₃) Dentro de Alco Pacifico S.A. De C.V -concentración 10,000 mg/kg.

(O) ONG; concentración 4.11%

(P) PROFEPA; concentración 10 g/kg

(S) Sector Salud; concentración 5 ppm

Gb. Tasas de emisión de los medios V y VI

Tabla 5g. Resultados de tasas de emisión para el Medio V.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Porcentaje del Contaminante en Masa Total	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)
	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)
0.0005	0.00000000042272	0.000000000000000	0.000000000060766	0.000000000073221	0.000000000116626	0.000000000078505	0.000000000086809
0.05	0.000000004227213	0.000000000000000	0.0000000006076619	0.000000007322137	0.000000011662579	0.000000007850538	0.000000008680884
0.10	0.000000008454426	0.000000000000000	0.000000012153237	0.000000014644274	0.000000023325158	0.000000015701077	0.000000017361768
1.00	0.000000084544261	0.000000000000000	0.000000121532375	0.000000146442737	0.000000233251576	0.000000157010770	0.000000173617678
4.11	0.000000347476911	0.000000000000000	0.000000499498059	0.000000601879649	0.000000958663978	0.000000645314263	0.000000713568656
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO ANUAL	PERCENTIL 95 ANUAL
Porcentaje del Contaminante en Masa Total	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)
	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)	s (50%) p(2)
0.0005	0.00000000057747	0.00000000041895	0.00000000004907	0.00000000036611	0.000000000011700	0.00000000050922	0.00000000100226
0.05	0.000000005774675	0.000000004189470	0.000000000490659	0.000000003661068	0.0000000001170032	0.000000005092156	0.000000010022647
0.10	0.000000011549350	0.000000008378940	0.000000000981317	0.000000007322137	0.000000002340064	0.000000010184312	0.000000020045293
1.00	0.000000115493499	0.000000083789401	0.0000000009813173	0.000000073221369	0.000000023400644	0.000000101843123	0.000000200452932
4.11	0.000000474678280	0.000000344374439	0.000000040332141	0.00000030939825	0.000000096176645	0.000000418575237	0.000000823861551

Tabla 6g. Resultados de tasas de emisión para el Medio VI.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Porcentaje del Contaminante en Masa Total	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)
	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)
0.0005	0.00000000080317	0.0000000000000000	0.000000000115456	0.000000000139121	0.000000000221589	0.000000000149160	0.000000000164937
0.05	0.00000008031705	0.0000000000000000	0.000000011545576	0.000000013912060	0.000000022158900	0.000000014916023	0.000000016493679
0.10	0.000000016063410	0.0000000000000000	0.000000023091151	0.000000027824120	0.000000044317799	0.000000029832046	0.000000032987359
1.00	0.000000160634095	0.0000000000000000	0.000000230911512	0.000000278241200	0.000000443177994	0.000000298320462	0.000000329873588
4.11	0.000000660206131	0.0000000000000000	0.000000949046313	0.000001143571334	0.000001821461557	0.000001226097100	0.000001355780447
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO ANUAL	PERCENTIL 95 ANUAL
Porcentaje del Contaminante en Masa Total	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)	Tasa de Emisión E=(g/s-m2)
	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)	s (95%) p(2)
0.0005	0.000000000109719	0.000000000079600	0.000000000009323	0.000000000069560	0.000000000222231	0.000000000096751	0.000000000190430
0.05	0.000000010971882	0.000000007959993	0.000000000932251	0.000000006956030	0.000000002223061	0.000000009675097	0.000000019043029
0.10	0.000000021943765	0.000000015919986	0.000000001864503	0.000000013912060	0.000000004446122	0.000000019350193	0.000000038086057
1.00	0.0000000219437648	0.000000159199862	0.000000018645029	0.000000139120600	0.000000044461223	0.000000193501934	0.000000380860571
4.11	0.000000901888732	0.000000654311433	0.000000076631069	0.0000000571785667	0.000000182735625	0.000000795292951	0.000001565336947

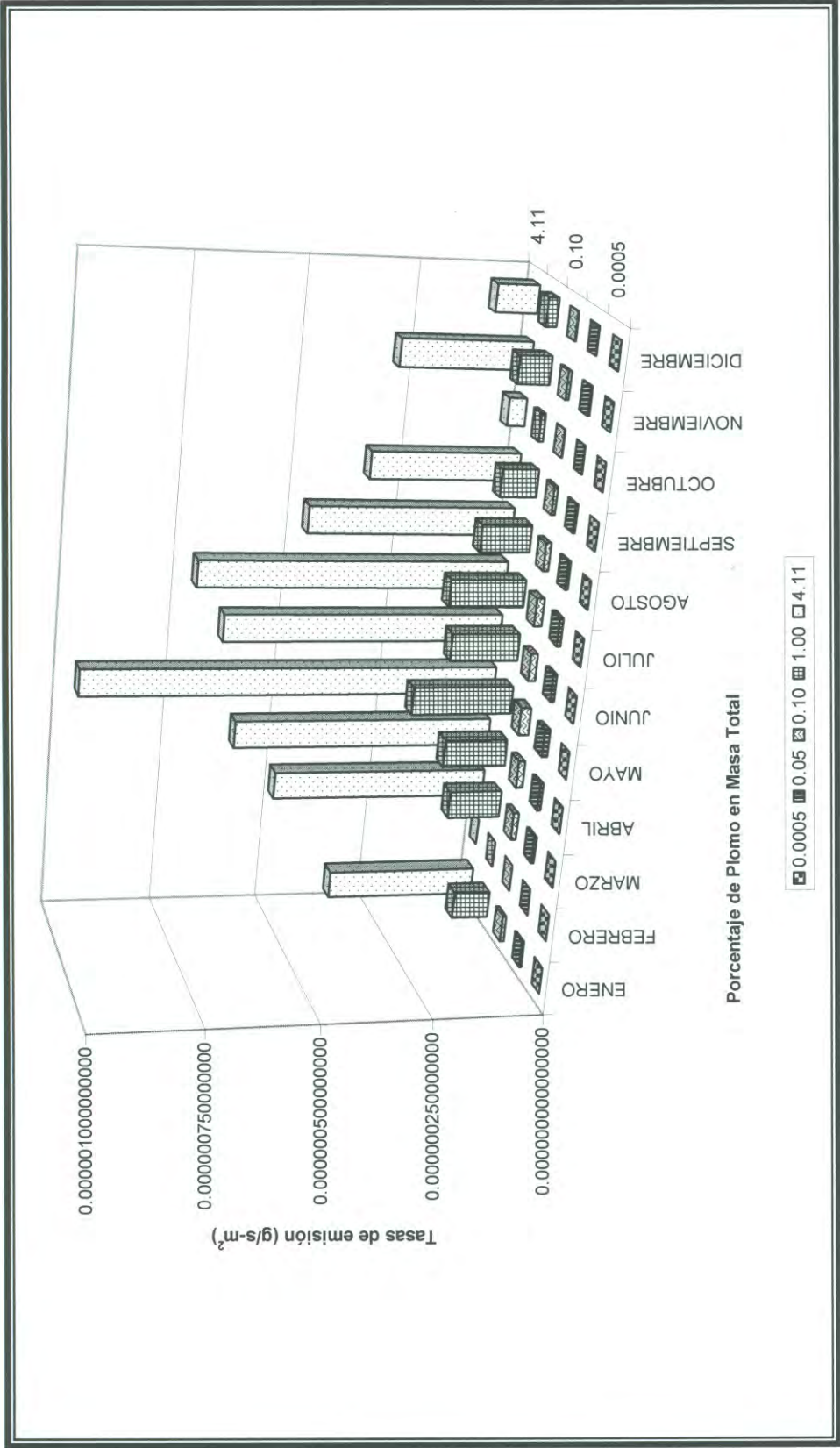


Figura 1g. Tasas de emisión de Plomo del Medio V calculadas a partir de los datos de velocidad del viento de la Estación Eduardo Hinojosa – Universidad de Sonora y porcentajes de plomo provenientes de diversas fuentes de información.

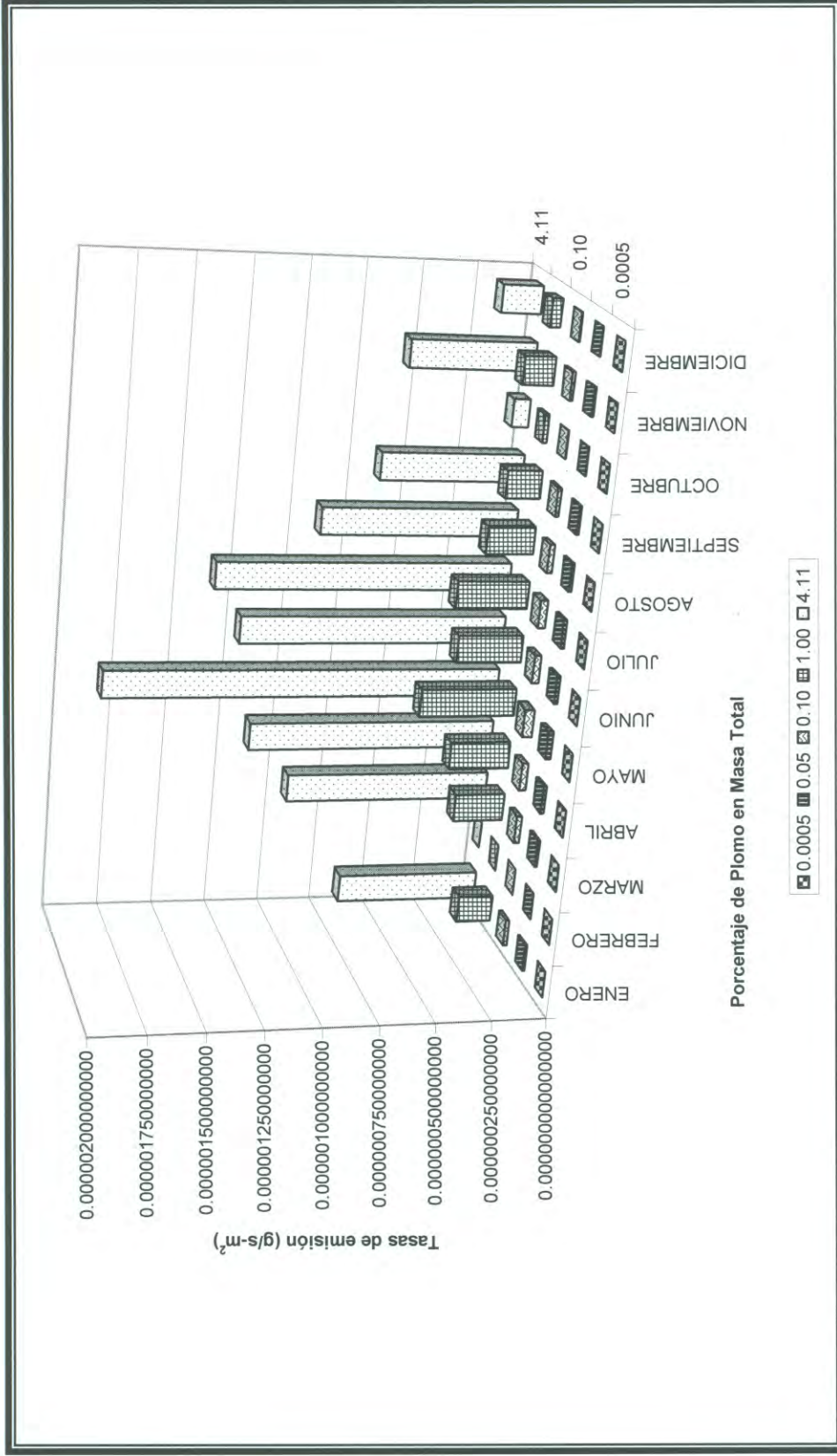


Figura 2g. Tasas de emisión de Plomo del Medio VI calculadas a partir de los datos de velocidad del viento de la Estación Eduardo Hinojosa – Universidad de Sonora y porcentajes de plomo provenientes de diversas fuentes de información.

APÉNDICE H

Evaluación de escenarios de los medios I a IV

Evaluación de escenarios de los medios I a IV

Tabla 1h. Escenarios que fueron evaluados en los Medios I a IV para determinar las distancias en metros desde el centro de la celda N° 2 que sobrepasan la CMP para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana (1.5 µg/m³ como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS).

Porcentaje de masa total del contaminante	MEDIO I					MEDIO II				
	Porcentaje de Área									
	100	35	25	15	5	100	35	25	15	5
0.0005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.05	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1.0	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4.11	N	N	N	N	N	100	N	N	N	N

Porcentaje de masa total del contaminante	MEDIO III					MEDIO IV				
	Porcentaje de Área									
	100	35	25	15	5	100	35	25	15	5
0.0005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.05	100	N	N	N	N	300	100	100	N	N
0.1	300	100	100	100	N	600	300	200	100	100
1.0	2,100	1,000	800	600	300	3,000	1,600	1,300	900	400
4.11	6,000	2,800	2,200	1,600	700	10,000	4,500	3,500	2,400	1,200

Cada celda indica la distancia mínima en metros donde es alcanzado la CMP o una (N) si esta por debajo de ella.

Tabla 2h. Escenarios que fueron evaluados en los Medios I a IV para determinar las distancias en metros desde el centro de la celda N° 2 que sobrepasan el valor GCA para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual según OMS).

Porcentaje de masa total del contaminante	MEDIO I					MEDIO II				
	Porcentaje de Área									
	100	35	25	15	5	100	35	25	15	5
0.0005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.05	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1.0	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4.11	N	N	N	N	N	100	N	N	N	N

Porcentaje de masa total del contaminante	MEDIO III					MEDIO IV				
	Porcentaje de Área									
	100	35	25	15	5	100	35	25	15	5
0.0005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.05	100	N	N	N	N	200	100	100	N	N
0.1	200	100	100	N	N	500	300	200	100	N
1.0	2,000	1,000	800	600	300	3,000	1,500	1,200	900	400
4.11	5,500	2,600	2,100	1,500	700	9,000	4,500	3,000	2,300	1,100

Cada celda indica la distancia mínima en metros donde es alcanzado el valor GCA o una (N) si esta por debajo de él.

Tabla 3h. Datos de concentración máxima de plomo en $\mu\text{g m}^{-3}$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica "F" para "m" de 1.0% en el Medio III.

DISTRANCIA (m)	SE (45°)			SSE (67.5°)			S (90°)			SSO (112.5°)			SO (135°)			Limite Extremo O (150°)			Promedio			Percentil				
	3-Meses	1-Año	$\mu\text{g m}^{-3}$	3-Meses	1-Año	$\mu\text{g m}^{-3}$	3-Meses	1-Año	$\mu\text{g m}^{-3}$	3-Meses	1-Año	$\mu\text{g m}^{-3}$	3-Meses	1-Año	$\mu\text{g m}^{-3}$	3-Meses	1-Año	$\mu\text{g m}^{-3}$	3-Meses	1-Año	$\mu\text{g m}^{-3}$	3-Meses	1-Año	$\mu\text{g m}^{-3}$	3-Meses	1-Año
100	16.286	5.011	1.461	3.526	3.970	1.4326	4.408	3.922	18.642	5.736	14.394	4.429	18.053	5.555												
200	8.791	2.705	6.336	1.950	2.205	7.920	2.437	6.880	2.117	9.012	2.773	7.684	2.364	8.956												
300	6.302	1.939	4.581	1.410	1.595	5.725	1.762	4.932	1.518	6.118	1.882	5.474	1.684	6.256												
400	4.961	1.526	3.648	1.122	1.271	4.560	1.403	3.882	1.194	4.618	1.421	4.300	1.323	4.875												
500	4.079	1.255	3.055	0.940	1.066	3.819	1.175	3.190	0.982	3.671	1.130	3.547	1.091	4.014												
600	3.437	1.058	2.636	0.811	0.922	3.294	1.014	2.691	0.828	3.013	0.927	3.012	0.927	3.401												
700	2.951	0.908	2.317	0.713	0.891	2.896	0.891	2.309	0.710	2.530	0.778	2.609	0.803	2.937												
800	2.387	0.796	2.080	0.640	0.736	2.600	0.800	2.025	0.623	2.178	0.670	2.310	0.711	2.597												
900	2.292	0.705	1.880	0.578	0.670	2.350	0.723	1.793	0.552	1.900	0.585	2.065	0.635	2.335												
1000	2.045	0.629	1.707	0.525	0.612	2.133	0.656	1.600	0.492	1.674	0.515	1.858	0.572	2.111												
1100	1.842	0.567	1.561	0.480	0.563	1.951	0.600	1.441	0.444	1.492	0.459	1.686	0.519	1.924												
1200	1.669	0.514	1.433	0.441	0.519	1.791	0.551	1.306	0.402	1.340	0.412	1.537	0.473	1.764												
1300	1.519	0.468	1.318	0.406	0.479	1.648	0.507	1.189	0.366	1.211	0.373	1.407	0.433	1.625												
1400	1.389	0.427	1.217	0.374	0.444	1.521	0.468	1.087	0.335	1.100	0.339	1.293	0.398	1.501												
1500	1.275	0.392	1.126	0.346	0.412	1.407	0.433	0.998	0.307	1.005	0.309	1.192	0.367	1.390												
1600	1.175	0.362	1.044	0.321	0.384	1.305	0.402	0.920	0.283	0.921	0.284	1.102	0.339	1.291												
1700	1.087	0.334	0.972	0.299	0.358	1.214	0.374	0.850	0.262	0.849	0.261	1.022	0.315	1.201												
1800	1.008	0.310	0.906	0.279	0.334	1.133	0.348	0.789	0.243	0.785	0.241	0.951	0.293	1.121												
1900	0.939	0.289	0.847	0.261	0.313	1.059	0.326	0.735	0.226	0.728	0.224	0.888	0.273	1.048												
2000	0.876	0.270	0.794	0.244	0.294	0.992	0.305	0.686	0.211	0.678	0.209	0.830	0.255	0.983												
2100	0.823	0.253	0.749	0.230	0.278	0.935	0.288	0.644	0.198	0.635	0.195	0.781	0.240	0.927												
2200	0.775	0.239	0.707	0.218	0.262	0.884	0.272	0.607	0.187	0.567	0.184	0.737	0.227	0.876												
2300	0.732	0.225	0.670	0.206	0.258	0.837	0.258	0.573	0.176	0.563	0.173	0.697	0.214	0.830												
2400	0.692	0.213	0.635	0.195	0.244	0.794	0.244	0.542	0.167	0.531	0.163	0.660	0.203	0.787												
2500	0.656	0.202	0.603	0.185	0.224	0.753	0.232	0.514	0.158	0.503	0.155	0.626	0.193	0.747												
2600	0.623	0.192	0.573	0.176	0.221	0.717	0.221	0.488	0.150	0.477	0.147	0.595	0.183	0.711												
2700	0.593	0.182	0.546	0.168	0.204	0.683	0.210	0.464	0.143	0.453	0.139	0.567	0.174	0.678												
2800	0.564	0.174	0.521	0.160	0.195	0.652	0.200	0.442	0.136	0.431	0.132	0.540	0.166	0.647												
2900	0.538	0.166	0.498	0.153	0.186	0.622	0.192	0.421	0.130	0.411	0.126	0.516	0.159	0.618												
3000	0.515	0.158	0.476	0.147	0.178	0.596	0.183	0.402	0.124	0.392	0.121	0.493	0.152	0.591												
3500	0.422	0.130	0.393	0.121	0.147	0.491	0.151	0.330	0.102	0.320	0.099	0.406	0.125	0.488												
4000	0.355	0.109	0.332	0.102	0.124	0.414	0.128	0.278	0.085	0.269	0.083	0.342	0.105	0.412												
4500	0.304	0.094	0.285	0.088	0.107	0.356	0.110	0.238	0.073	0.230	0.071	0.293	0.090	0.354												
5000	0.264	0.081	0.248	0.076	0.303	0.310	0.096	0.207	0.064	0.200	0.061	0.255	0.079	0.309												
5500	0.233	0.072	0.219	0.067	0.268	0.268	0.082	0.174	0.056	0.176	0.054	0.225	0.069	0.272												
6000	0.208	0.064	0.195	0.060	0.239	0.239	0.074	0.146	0.048	0.156	0.048	0.201	0.062	0.243												
6500	0.186	0.057	0.176	0.054	0.215	0.220	0.066	0.146	0.045	0.140	0.043	0.180	0.056	0.218												
7000	0.169	0.052	0.159	0.049	0.195	0.199	0.061	0.132	0.041	0.127	0.039	0.164	0.050	0.198												
7500	0.154	0.048	0.146	0.045	0.178	0.182	0.055	0.121	0.037	0.116	0.036	0.150	0.046	0.181												
8000	0.142	0.044	0.134	0.041	0.164	0.168	0.052	0.111	0.034	0.107	0.033	0.138	0.042	0.167												
8500	0.131	0.040	0.124	0.038	0.152	0.155	0.048	0.103	0.032	0.099	0.030	0.127	0.039	0.154												
9000	0.122	0.038	0.115	0.035	0.141	0.144	0.044	0.096	0.029	0.092	0.028	0.118	0.036	0.143												
9500	0.114	0.035	0.108	0.033	0.132	0.134	0.041	0.089	0.027	0.086	0.026	0.110	0.034	0.134												
10000	0.106	0.033	0.101	0.031	0.123	0.126	0.039	0.083	0.026	0.080	0.025	0.103	0.032	0.125												

Tabla 4h. Datos de concentración máxima de plomo en $\mu\text{g m}^{-3}$, para períodos de 3 meses y 1 año, Clase de estabilidad atmosférica "F" para "m" de 1.0% en el Medio IV.

DISTANCIA (m)	SE (45°)		SSE (67.5°)		S (90°)		SSO (112.5°)		SO (135°)		Límite Extremo O (150°)		Promedio		Percentil	
	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año
100	30.940	9.520	21.775	6.700	24.518	7.544	27.222	8.376	24.219	7.452	35.412	10.896	27.348	8.415	34.294	10.552
200	16.705	5.140	12.038	3.704	13.614	4.189	15.046	4.630	13.073	4.022	17.121	5.268	14.599	4.492	17.017	5.236
300	11.976	3.685	8.702	2.678	9.849	3.030	10.878	3.347	9.373	2.884	11.625	3.577	10.400	3.200	11.888	3.658
400	9.425	2.900	6.932	2.133	7.849	2.415	8.666	2.666	7.376	2.270	8.772	2.699	8.170	2.514	9.262	2.850
500	7.731	2.385	5.806	1.786	6.583	2.026	7.259	2.234	6.063	1.866	6.976	2.146	6.740	2.074	7.628	2.347
600	6.531	2.010	5.008	1.541	5.697	1.753	6.261	1.926	5.112	1.573	5.723	1.761	5.722	1.761	6.464	1.989
700	5.606	1.725	4.402	1.354	5.031	1.548	5.502	1.693	4.386	1.350	4.807	1.479	4.386	1.525	5.580	1.717
800	4.917	1.513	3.952	1.216	4.545	1.398	4.940	1.520	3.848	1.184	4.139	1.274	4.390	1.351	4.934	1.518
900	4.355	1.340	3.572	1.099	4.134	1.272	4.464	1.374	3.409	1.049	3.611	1.111	3.924	1.207	4.437	1.365
1000	3.884	1.195	3.242	0.998	3.775	1.162	4.053	1.247	3.039	0.935	3.182	0.979	3.530	1.086	4.011	1.234
1100	3.500	1.077	2.967	0.913	3.474	1.069	3.708	1.141	2.738	0.842	2.837	0.873	3.204	0.986	3.656	1.125
1200	3.172	0.976	2.722	0.838	3.203	0.986	3.403	1.047	2.482	0.764	2.547	0.784	2.922	0.899	3.353	1.032
1300	2.886	0.888	2.505	0.771	2.961	0.911	3.130	0.963	2.259	0.695	2.302	0.708	2.674	0.823	3.088	0.950
1400	2.639	0.812	2.311	0.711	2.743	0.844	2.889	0.889	2.066	0.636	2.091	0.643	2.456	0.756	2.852	0.878
1500	2.423	0.746	2.139	0.658	2.546	0.783	2.673	0.822	1.896	0.583	1.909	0.587	2.264	0.697	2.641	0.813
1600	2.233	0.687	1.984	0.611	2.369	0.729	2.480	0.763	1.747	0.538	1.751	0.539	2.094	0.644	2.452	0.755
1700	2.065	0.635	1.846	0.568	2.208	0.680	2.308	0.710	1.616	0.497	1.613	0.496	1.943	0.598	2.283	0.702
1800	1.916	0.589	1.721	0.530	2.064	0.635	2.152	0.662	1.499	0.461	1.491	0.459	1.807	0.556	2.130	0.655
1900	1.784	0.549	1.609	0.495	1.934	0.595	2.012	0.619	1.396	0.430	1.383	0.426	1.686	0.519	1.992	0.613
2000	1.665	0.512	1.508	0.464	1.815	0.558	1.886	0.580	1.303	0.401	1.289	0.396	1.577	0.485	1.868	0.575
2100	1.564	0.481	1.422	0.438	1.714	0.527	1.778	0.547	1.224	0.377	1.207	0.371	1.485	0.457	1.762	0.542
2200	1.473	0.453	1.343	0.413	1.621	0.499	1.679	0.517	1.153	0.355	1.135	0.349	1.401	0.431	1.665	0.512
2300	1.391	0.428	1.272	0.391	1.536	0.473	1.590	0.489	1.088	0.335	1.069	0.329	1.324	0.407	1.576	0.485
2400	1.316	0.405	1.206	0.371	1.459	0.449	1.507	0.464	1.030	0.317	1.010	0.311	1.255	0.386	1.495	0.460
2500	1.247	0.384	1.145	0.352	1.386	0.426	1.432	0.440	0.976	0.300	0.956	0.294	1.190	0.366	1.420	0.437
2600	1.184	0.364	1.089	0.335	1.320	0.406	1.362	0.419	0.926	0.285	0.906	0.279	1.131	0.348	1.351	0.416
2700	1.126	0.346	1.038	0.319	1.259	0.387	1.297	0.399	0.881	0.271	0.860	0.265	1.077	0.331	1.288	0.396
2800	1.072	0.330	0.990	0.305	1.201	0.370	1.238	0.381	0.839	0.258	0.818	0.252	1.026	0.316	1.229	0.378
2900	1.023	0.315	0.946	0.291	1.148	0.353	1.182	0.364	0.801	0.246	0.780	0.240	0.980	0.302	1.174	0.361
3000	0.977	0.301	0.905	0.279	1.099	0.338	1.132	0.348	0.765	0.235	0.745	0.229	0.937	0.288	1.123	0.346
3500	0.802	0.247	0.746	0.230	0.908	0.280	0.933	0.287	0.627	0.193	0.608	0.187	0.771	0.237	0.927	0.285
4000	0.674	0.207	0.630	0.194	0.768	0.236	0.787	0.242	0.528	0.162	0.510	0.157	0.649	0.200	0.782	0.241
4500	0.577	0.178	0.541	0.166	0.660	0.203	0.676	0.208	0.452	0.139	0.436	0.134	0.557	0.171	0.676	0.207
5000	0.502	0.155	0.472	0.145	0.576	0.177	0.590	0.181	0.393	0.121	0.379	0.117	0.485	0.149	0.586	0.180
5500	0.443	0.136	0.416	0.128	0.509	0.156	0.520	0.160	0.346	0.107	0.334	0.103	0.428	0.132	0.517	0.159
6000	0.394	0.121	0.371	0.114	0.454	0.140	0.464	0.143	0.309	0.095	0.297	0.091	0.381	0.117	0.461	0.142
6500	0.354	0.109	0.334	0.103	0.408	0.126	0.417	0.128	0.277	0.085	0.267	0.082	0.343	0.106	0.415	0.128
7000	0.321	0.099	0.302	0.093	0.370	0.114	0.378	0.116	0.251	0.078	0.242	0.074	0.311	0.096	0.376	0.116
7500	0.294	0.090	0.277	0.085	0.339	0.104	0.346	0.106	0.230	0.071	0.221	0.068	0.284	0.087	0.344	0.106
8000	0.270	0.083	0.255	0.078	0.312	0.096	0.319	0.098	0.211	0.065	0.203	0.062	0.262	0.081	0.317	0.098
8500	0.250	0.077	0.236	0.073	0.289	0.089	0.295	0.091	0.195	0.060	0.188	0.058	0.242	0.074	0.293	0.090
9000	0.232	0.071	0.219	0.067	0.268	0.082	0.274	0.084	0.181	0.056	0.174	0.054	0.225	0.069	0.272	0.084
9500	0.216	0.067	0.204	0.063	0.250	0.077	0.255	0.079	0.169	0.052	0.163	0.050	0.210	0.064	0.254	0.078
10000	0.202	0.062	0.191	0.059	0.234	0.072	0.239	0.074	0.158	0.049	0.152	0.047	0.196	0.060	0.238	0.073

Tabla 5h. Datos de concentración máxima de plomo en $\mu\text{g m}^{-3}$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica "C" para "m" de 4.1% en el Medio III.

DISTANCIA (m)	SE (45°)		SSE (67.5°)		S (90°)		SSO (112.5°)		SO (135°)		Limite Extremo O (150°)		Promedio		Percentil	
	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año
	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$
100	20.84	6.41	14.81	4.56	16.67	5.13	18.52	5.70	16.31	5.02	23.13	7.12	18.38	5.66	22.56	6.94
200	9.72	2.99	7.49	2.30	8.55	2.63	9.36	2.88	7.60	2.34	8.61	2.65	8.55	2.63	9.63	2.96
300	5.81	1.79	4.82	1.48	5.61	1.73	6.02	1.85	4.55	1.40	4.80	1.48	5.27	1.62	5.97	1.84
400	3.84	1.18	3.33	1.02	3.94	1.21	4.16	1.28	3.01	0.92	3.07	0.94	3.56	1.09	4.11	1.26
500	2.71	0.83	2.42	0.74	2.89	0.89	3.02	0.93	2.12	0.65	2.13	0.65	2.55	0.78	2.99	0.92
600	2.02	0.62	1.82	0.56	2.19	0.68	2.28	0.70	1.58	0.49	1.56	0.48	1.91	0.59	2.26	0.70
700	1.56	0.48	1.42	0.44	1.72	0.53	1.78	0.55	1.22	0.38	1.20	0.37	1.48	0.46	1.77	0.54
800	1.24	0.38	1.14	0.35	1.38	0.43	1.43	0.44	0.97	0.30	0.95	0.29	1.19	0.36	1.42	0.44
900	1.01	0.31	0.94	0.29	1.14	0.35	1.17	0.36	0.79	0.24	0.77	0.24	0.97	0.30	1.16	0.36
1000	0.84	0.26	0.78	0.24	0.95	0.29	0.98	0.30	0.66	0.20	0.64	0.20	0.81	0.25	0.97	0.30
1100	0.71	0.22	0.66	0.20	0.81	0.25	0.83	0.26	0.56	0.17	0.54	0.17	0.69	0.21	0.83	0.25
1200	0.61	0.19	0.57	0.18	0.70	0.21	0.71	0.22	0.48	0.15	0.46	0.14	0.59	0.18	0.71	0.22
1300	0.53	0.16	0.50	0.15	0.61	0.19	0.62	0.19	0.41	0.13	0.40	0.12	0.51	0.16	0.62	0.19
1400	0.46	0.14	0.44	0.13	0.53	0.16	0.54	0.17	0.36	0.11	0.35	0.11	0.45	0.14	0.54	0.17
1500	0.41	0.13	0.39	0.12	0.47	0.14	0.48	0.15	0.32	0.10	0.31	0.10	0.40	0.12	0.48	0.15
1600	0.37	0.11	0.34	0.11	0.42	0.13	0.43	0.13	0.29	0.09	0.28	0.08	0.35	0.11	0.43	0.13
1700	0.33	0.10	0.31	0.10	0.38	0.12	0.39	0.12	0.26	0.08	0.25	0.08	0.32	0.10	0.38	0.12
1800	0.30	0.09	0.28	0.09	0.34	0.10	0.35	0.11	0.23	0.07	0.22	0.07	0.29	0.09	0.35	0.11
1900	0.27	0.08	0.25	0.08	0.31	0.10	0.32	0.10	0.21	0.06	0.20	0.06	0.26	0.08	0.31	0.10
2000	0.25	0.08	0.23	0.07	0.28	0.09	0.29	0.09	0.19	0.06	0.18	0.06	0.24	0.07	0.29	0.09
2100	0.22	0.07	0.21	0.07	0.26	0.08	0.26	0.08	0.18	0.05	0.17	0.05	0.22	0.07	0.26	0.08
2200	0.21	0.06	0.19	0.06	0.24	0.07	0.24	0.07	0.16	0.05	0.16	0.05	0.20	0.06	0.24	0.07
2300	0.19	0.06	0.18	0.06	0.22	0.07	0.22	0.07	0.15	0.05	0.14	0.04	0.18	0.06	0.22	0.07
2400	0.18	0.05	0.17	0.05	0.20	0.06	0.21	0.06	0.14	0.04	0.13	0.04	0.17	0.05	0.21	0.06
2500	0.16	0.05	0.15	0.05	0.19	0.06	0.19	0.06	0.13	0.04	0.12	0.04	0.16	0.05	0.19	0.06
2600	0.15	0.05	0.14	0.04	0.18	0.05	0.18	0.06	0.12	0.04	0.11	0.04	0.15	0.05	0.18	0.06
2700	0.14	0.04	0.13	0.04	0.17	0.05	0.17	0.05	0.11	0.03	0.11	0.03	0.14	0.04	0.17	0.05
2800	0.13	0.04	0.13	0.04	0.15	0.05	0.16	0.05	0.10	0.03	0.10	0.03	0.13	0.04	0.16	0.05
2900	0.13	0.04	0.12	0.04	0.14	0.04	0.14	0.04	0.09	0.03	0.09	0.03	0.12	0.04	0.15	0.05
3000	0.12	0.04	0.11	0.03	0.14	0.04	0.14	0.04	0.09	0.03	0.09	0.03	0.11	0.04	0.14	0.04
3500	0.09	0.03	0.08	0.03	0.10	0.03	0.11	0.03	0.07	0.02	0.07	0.02	0.09	0.03	0.11	0.03
4000	0.07	0.02	0.07	0.02	0.08	0.03	0.08	0.03	0.05	0.02	0.05	0.02	0.07	0.02	0.08	0.03
4500	0.06	0.02	0.05	0.02	0.07	0.02	0.07	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	0.06	0.02	0.07	0.02
5000	0.05	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02	0.06	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	0.05	0.01	0.06	0.02
5500	0.04	0.01	0.04	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.01
6000	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01
6500	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01
7000	0.03	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01
7500	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01
8000	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01
8500	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01
9000	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01
9500	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01
10000	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01

Tabla 6h. Datos de concentración máxima de plomo en $\mu\text{g m}^{-3}$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica "C" para "m" de 4, 1% en el Medio IV.

DISTANCIA (m)	SE (45°)		SSE (67.5°)		S (90°)		SSO (112.5°)		SO (135°)		Limite Extremo O (150°)		Promedio		Percentil	
	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año
	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$
100	39.60	12.18	28.16	8.66	31.67	9.74	35.18	10.82	30.99	9.54	43.94	13.52	34.92	10.75	42.85	13.19
200	18.46	5.68	14.22	4.38	16.24	5.00	17.78	5.47	14.44	4.44	16.37	5.04	16.25	5.00	18.29	5.63
300	11.04	3.40	9.16	2.82	10.66	3.28	11.45	3.52	8.65	2.66	9.12	2.81	10.01	3.08	11.35	3.49
400	7.30	2.24	6.33	1.95	7.48	2.30	7.91	2.43	5.71	1.76	5.82	1.79	6.76	2.08	7.80	2.40
500	5.16	1.59	4.59	1.41	5.49	1.69	5.74	1.77	4.04	1.24	4.04	1.24	4.84	1.49	5.68	1.75
600	3.83	1.18	3.47	1.07	4.17	1.28	4.33	1.33	3.00	0.92	2.97	0.91	3.63	1.12	4.29	1.32
700	2.96	0.91	2.71	0.83	3.27	1.01	3.38	1.04	2.32	0.71	2.28	0.70	2.82	0.87	3.35	1.03
800	2.36	0.73	2.17	0.67	2.63	0.81	2.71	0.84	1.84	0.57	1.80	0.55	2.25	0.69	2.69	0.83
900	1.92	0.59	1.78	0.55	2.16	0.67	2.23	0.68	1.51	0.46	1.47	0.45	1.84	0.57	2.21	0.68
1000	1.60	0.49	1.49	0.46	1.81	0.56	1.86	0.57	1.25	0.39	1.22	0.37	1.54	0.47	1.85	0.57
1100	1.35	0.42	1.26	0.39	1.54	0.47	1.58	0.49	1.06	0.33	1.03	0.32	1.30	0.40	1.57	0.48
1200	1.16	0.36	1.08	0.33	1.32	0.41	1.36	0.42	0.91	0.28	0.88	0.27	1.12	0.34	1.35	0.41
1300	1.01	0.31	0.94	0.29	1.15	0.35	1.18	0.36	0.79	0.24	0.76	0.23	0.97	0.30	1.17	0.36
1400	0.88	0.27	0.83	0.25	1.01	0.31	1.03	0.32	0.69	0.21	0.67	0.21	0.85	0.26	1.03	0.32
1500	0.78	0.24	0.73	0.23	0.89	0.28	0.92	0.28	0.61	0.19	0.59	0.18	0.75	0.23	0.91	0.28
1600	0.70	0.21	0.65	0.20	0.80	0.25	0.82	0.25	0.54	0.17	0.52	0.16	0.67	0.21	0.81	0.25
1700	0.62	0.19	0.59	0.18	0.72	0.22	0.73	0.23	0.49	0.15	0.47	0.14	0.60	0.19	0.73	0.22
1800	0.56	0.17	0.53	0.16	0.65	0.20	0.66	0.20	0.44	0.14	0.42	0.13	0.54	0.17	0.66	0.20
1900	0.51	0.16	0.48	0.15	0.59	0.18	0.60	0.19	0.40	0.12	0.39	0.12	0.49	0.15	0.60	0.18
2000	0.47	0.14	0.44	0.14	0.54	0.17	0.55	0.17	0.36	0.11	0.35	0.11	0.45	0.14	0.55	0.17
2100	0.43	0.13	0.40	0.12	0.49	0.15	0.50	0.15	0.33	0.10	0.32	0.10	0.41	0.13	0.50	0.15
2200	0.39	0.12	0.37	0.11	0.45	0.14	0.46	0.14	0.31	0.09	0.30	0.09	0.38	0.12	0.46	0.14
2300	0.36	0.11	0.34	0.11	0.42	0.13	0.43	0.13	0.28	0.09	0.27	0.08	0.35	0.11	0.43	0.13
2400	0.34	0.10	0.32	0.10	0.39	0.12	0.40	0.12	0.26	0.08	0.25	0.08	0.33	0.10	0.39	0.12
2500	0.31	0.10	0.29	0.09	0.36	0.11	0.37	0.11	0.24	0.08	0.23	0.07	0.30	0.09	0.37	0.11
2600	0.29	0.09	0.27	0.08	0.34	0.10	0.34	0.11	0.23	0.07	0.22	0.07	0.28	0.09	0.34	0.10
2700	0.27	0.08	0.26	0.08	0.31	0.10	0.32	0.10	0.21	0.07	0.20	0.06	0.26	0.08	0.32	0.10
2800	0.25	0.08	0.24	0.07	0.29	0.09	0.30	0.09	0.20	0.06	0.19	0.06	0.25	0.08	0.30	0.09
2900	0.24	0.07	0.23	0.07	0.28	0.08	0.28	0.09	0.19	0.06	0.18	0.06	0.23	0.07	0.28	0.09
3000	0.22	0.07	0.21	0.07	0.26	0.08	0.27	0.08	0.18	0.05	0.17	0.05	0.22	0.07	0.26	0.08
3500	0.17	0.05	0.16	0.05	0.20	0.06	0.20	0.06	0.13	0.04	0.13	0.04	0.16	0.05	0.20	0.06
4000	0.13	0.04	0.13	0.04	0.15	0.05	0.16	0.05	0.10	0.03	0.10	0.03	0.13	0.04	0.16	0.05
4500	0.11	0.03	0.10	0.03	0.13	0.04	0.13	0.04	0.08	0.03	0.08	0.03	0.10	0.03	0.13	0.04
5000	0.09	0.03	0.08	0.03	0.10	0.03	0.11	0.03	0.07	0.02	0.07	0.02	0.09	0.03	0.11	0.03
5500	0.08	0.02	0.07	0.02	0.09	0.03	0.09	0.03	0.06	0.02	0.06	0.02	0.07	0.02	0.09	0.03
6000	0.06	0.02	0.06	0.02	0.08	0.02	0.08	0.02	0.05	0.02	0.05	0.01	0.06	0.02	0.08	0.02
6500	0.06	0.02	0.05	0.02	0.07	0.02	0.07	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02	0.07	0.02
7000	0.05	0.02	0.05	0.01	0.06	0.02	0.06	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	0.05	0.01	0.06	0.02
7500	0.04	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02	0.05	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02
8000	0.04	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02	0.05	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02
8500	0.04	0.01	0.03	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.01
9000	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01
9500	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01
10000	0.03	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01

Tabla 7h. Datos de concentración máxima de plomo en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica "F" para "m" de 4.11% en el Medio III.

DISTANCIA (m)	SE (45°)			SSE (67.5°)			S (90°)			SSO (112.5°)			SO (135°)			Limite Extremo O (150°)			Promedio			Percentil		
	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$		
	3-Meses	1-Año	1-Año	3-Meses	1-Año	1-Año	3-Meses	1-Año	1-Año	3-Meses	1-Año	1-Año	3-Meses	1-Año	1-Año	3-Meses	1-Año	1-Año	3-Meses	1-Año	1-Año	3-Meses	1-Año	1-Año
100	66.950	20.600	14.496	53.040	16.320	58.890	18.120	52.390	16.120	76.022	23.576	59.167	18.205	74.204	22.832									
200	36.140	11.120	8.008	29.458	9.064	32.552	10.016	28.288	8.704	37.024	11.392	31.581	9.717	36.803	11.324									
300	25.906	7.971	5.792	21.307	6.556	23.530	7.240	20.275	6.238	25.147	7.738	22.498	6.923	25.717	7.913									
400	20.389	6.274	4.614	16.981	5.225	18.743	5.767	15.956	4.910	18.980	5.840	17.674	5.438	20.037	6.165									
500	16.762	5.158	3.865	14.243	4.382	15.701	4.831	13.114	4.035	15.088	4.642	14.578	4.486	16.497	5.076									
600	14.128	4.447	3.334	12.324	3.792	13.543	4.167	11.055	3.402	12.381	3.810	12.378	3.809	13.982	4.302									
700	12.126	3.731	2.924	10.884	3.349	11.903	3.662	9.490	2.920	10.397	3.199	10.721	3.299	12.071	3.714									
800	10.634	3.278	2.630	9.831	3.025	10.683	3.287	8.323	2.561	8.952	2.754	9.495	2.922	10.671	3.283									
900	9.417	2.898	2.377	8.941	2.751	9.659	2.972	7.371	2.268	7.810	2.403	8.487	2.611	9.599	2.953									
1000	8.403	2.586	2.158	8.169	2.514	8.767	2.698	6.578	2.024	6.882	2.118	7.636	2.349	8.676	2.633									
1100	7.571	2.330	1.974	7.514	2.312	8.018	2.467	5.925	1.823	6.133	1.887	6.929	2.132	7.907	2.433									
1200	6.861	2.111	1.811	6.929	2.132	7.361	2.265	5.369	1.652	5.509	1.695	6.319	1.944	7.233	2.232									
1300	6.245	1.922	1.667	6.404	1.970	6.773	2.084	4.888	1.504	4.979	1.532	5.785	1.780	6.681	2.056									
1400	5.710	1.757	1.538	5.931	1.825	6.250	1.923	4.469	1.375	4.521	1.391	5.314	1.635	6.170	1.899									
1500	5.242	1.613	1.423	5.507	1.694	5.782	1.779	4.103	1.262	4.129	1.270	4.898	1.507	5.714	1.758									
1600	4.831	1.486	1.321	5.125	1.577	5.366	1.651	3.780	1.163	3.788	1.166	4.531	1.394	5.306	1.633									
1700	4.467	1.374	1.229	4.776	1.470	4.992	1.536	3.497	1.076	3.489	1.074	4.202	1.293	4.938	1.519									
1800	4.144	1.275	1.146	4.464	1.374	4.654	1.432	3.242	0.998	3.224	0.992	3.909	1.203	4.607	1.417									
1900	3.858	1.187	1.071	4.183	1.287	4.352	1.339	3.019	0.929	2.993	0.921	3.648	1.122	4.310	1.326									
2000	3.601	1.108	1.004	3.926	1.208	4.079	1.255	2.818	0.867	2.787	0.858	3.413	1.050	4.041	1.243									
2100	3.383	1.041	0.976	3.708	1.141	3.845	1.183	2.647	0.814	2.610	0.803	3.211	0.988	3.811	1.173									
2200	3.188	0.981	0.907	3.507	1.079	3.632	1.118	2.494	0.767	2.455	0.755	3.030	0.932	3.601	1.108									
2300	3.008	0.926	0.846	3.323	1.022	3.440	1.058	2.354	0.724	2.312	0.712	2.865	0.881	3.411	1.049									
2400	2.847	0.876	0.802	3.156	0.971	3.260	1.003	2.227	0.685	2.183	0.672	2.714	0.835	3.234	0.995									
2500	2.696	0.830	0.762	2.998	0.922	3.097	0.953	2.110	0.649	2.067	0.636	2.574	0.792	3.072	0.945									
2600	2.560	0.788	0.725	2.855	0.878	2.946	0.906	2.004	0.616	1.959	0.603	2.447	0.753	2.923	0.899									
2700	2.435	0.749	0.691	2.722	0.838	2.805	0.863	1.906	0.586	1.861	0.572	2.329	0.717	2.785	0.857									
2800	2.319	0.714	0.659	2.599	0.800	2.678	0.824	1.815	0.558	1.770	0.545	2.221	0.683	2.658	0.818									
2900	2.212	0.681	0.630	2.483	0.764	2.558	0.787	1.731	0.533	1.687	0.519	2.120	0.652	2.539	0.781									
3000	2.114	0.651	0.598	2.377	0.731	2.448	0.753	1.655	0.509	1.611	0.496	2.027	0.624	2.430	0.748									
3500	1.734	0.534	0.497	1.965	0.605	2.019	0.621	1.357	0.418	1.316	0.405	1.668	0.513	2.005	0.617									
4000	1.458	0.449	0.419	1.660	0.511	1.703	0.524	1.141	0.351	1.104	0.340	1.405	0.432	1.693	0.521									
4500	1.249	0.384	0.360	1.428	0.440	1.463	0.450	0.977	0.301	0.944	0.290	1.205	0.371	1.454	0.448									
5000	1.087	0.334	0.314	1.245	0.383	1.276	0.392	0.850	0.262	0.820	0.252	1.050	0.323	1.268	0.390									
5500	0.958	0.295	0.900	1.100	0.338	1.125	0.346	0.749	0.231	0.722	0.222	0.926	0.285	1.119	0.344									
6000	0.853	0.262	0.803	0.982	0.302	1.003	0.309	0.667	0.205	0.642	0.198	0.825	0.254	0.998	0.307									
6500	0.766	0.236	0.722	0.883	0.272	0.902	0.278	0.600	0.185	0.577	0.178	0.742	0.228	0.898	0.276									
7000	0.694	0.214	0.654	0.800	0.246	0.818	0.252	0.543	0.167	0.522	0.161	0.672	0.207	0.813	0.250									
7500	0.635	0.195	0.599	0.733	0.225	0.749	0.230	0.497	0.153	0.478	0.147	0.615	0.189	0.745	0.229									
8000	0.584	0.180	0.551	0.675	0.208	0.689	0.212	0.457	0.141	0.439	0.135	0.566	0.174	0.685	0.211									
8500	0.540	0.166	0.510	0.624	0.192	0.637	0.196	0.423	0.130	0.406	0.125	0.523	0.161	0.634	0.195									
9000	0.502	0.154	0.474	0.580	0.178	0.592	0.182	0.393	0.121	0.377	0.116	0.486	0.150	0.589	0.181									
9500	0.468	0.144	0.442	0.541	0.166	0.553	0.170	0.366	0.113	0.352	0.108	0.453	0.140	0.550	0.169									
10000	0.438	0.135	0.414	0.506	0.156	0.517	0.159	0.343	0.105	0.329	0.101	0.424	0.131	0.514	0.158									

Tabla 8h. Datos de concentración máxima de plomo en $\mu\text{g m}^{-3}$, para periodos de 3 meses y 1 año. Clase de estabilidad atmosférica "I-II" para "m" de 4.11% en el Medio IV.

DISTANCIA (m)	SE (45°)		SSE (67.5°)		S (90°)		SSO (112.5°)		SO (135°)		Límite Extremo O (150°)		Promedio		Percentil	
	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año	3-Meses	1-Año
	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$
100	127.192	39.136	89.492	27.536	100.776	31.008	111.878	34.424	99.528	30.624	145.574	44.792	112.407	34.587	140.979	43.378
200	68.666	21.128	49.478	15.224	55.952	17.216	61.854	19.032	53.716	16.528	70.356	21.648	60.004	18.463	69.934	21.518
300	49.218	15.144	35.776	11.008	40.482	12.456	44.720	13.760	38.532	11.856	47.788	14.704	42.753	13.155	48.861	15.034
400	38.740	11.920	28.496	8.768	32.266	9.928	35.620	10.960	30.316	9.328	36.062	11.096	33.583	10.333	38.071	11.714
500	31.850	9.800	23.865	7.343	27.066	8.328	29.822	9.176	24.918	7.667	28.678	8.824	27.700	8.523	31.343	9.644
600	26.832	8.256	20.587	6.334	23.416	7.205	25.732	7.918	21.005	6.463	23.522	7.238	23.516	7.236	26.557	8.171
700	23.039	7.089	18.093	5.567	20.680	6.363	22.617	6.959	18.031	5.548	19.755	6.078	20.369	6.267	22.933	7.056
800	20.202	6.216	16.242	4.998	18.681	5.748	20.301	6.246	15.811	4.865	17.007	5.233	18.041	5.351	20.276	6.239
900	17.896	5.506	14.680	4.517	16.991	5.228	18.351	5.646	14.004	4.309	14.838	4.566	16.127	4.962	18.237	5.611
1000	15.967	4.913	13.328	4.101	15.222	4.776	16.661	5.126	12.496	3.845	13.075	4.023	14.508	4.464	16.487	5.073
1100	14.383	4.426	12.189	3.750	14.277	4.393	15.236	4.688	11.258	3.464	11.656	3.586	13.166	4.051	15.023	4.672
1200	13.034	4.010	11.185	3.442	13.166	4.051	13.983	4.302	10.200	3.138	10.468	3.221	12.006	3.694	13.779	4.240
1300	11.866	3.651	10.293	3.167	12.168	3.744	12.867	3.959	9.285	2.857	9.459	2.910	10.990	3.107	11.723	3.905
1400	10.850	3.338	9.500	2.923	11.271	3.468	11.874	3.654	8.492	2.613	8.593	2.644	10.097	3.107	11.723	3.607
1500	9.958	3.064	8.791	2.705	10.462	3.219	10.988	3.381	7.792	2.398	7.847	2.414	9.306	2.863	10.856	3.340
1600	9.178	2.824	8.156	2.510	9.737	2.996	10.195	3.137	7.181	2.210	7.197	2.214	8.607	2.648	10.080	3.102
1700	8.486	2.611	7.587	2.334	9.077	2.793	9.482	2.918	6.643	2.044	6.630	2.040	7.984	2.457	9.381	2.886
1800	7.873	2.422	7.075	2.177	8.481	2.610	8.843	2.721	6.162	1.896	6.128	1.886	7.427	2.285	8.752	2.693
1900	7.332	2.256	6.614	2.035	7.946	2.445	8.268	2.544	5.738	1.766	5.686	1.750	6.931	2.133	8.187	2.519
2000	6.843	2.106	6.198	1.907	7.457	2.294	7.748	2.384	5.356	1.648	5.296	1.630	6.483	1.995	7.675	2.362
2100	6.430	1.978	5.845	1.798	7.043	2.167	7.306	2.248	5.031	1.548	4.961	1.526	6.103	1.878	7.240	2.228
2200	6.055	1.863	5.522	1.699	6.661	2.050	6.900	2.123	4.740	1.458	4.664	1.435	5.757	1.771	6.841	2.105
2300	5.715	1.758	5.229	1.609	6.313	1.942	6.534	2.010	4.475	1.377	4.394	1.352	5.443	1.675	6.479	1.993
2400	5.408	1.664	4.958	1.526	5.996	1.845	6.196	1.906	4.233	1.302	4.150	1.277	5.157	1.587	6.146	1.891
2500	5.125	1.577	4.706	1.448	5.697	1.753	5.884	1.810	4.009	1.234	3.926	1.208	4.891	1.505	5.837	1.796
2600	4.865	1.497	4.477	1.378	5.424	1.669	5.598	1.722	3.806	1.171	3.723	1.146	4.649	1.430	5.554	1.709
2700	4.625	1.423	4.267	1.313	5.174	1.592	5.333	1.641	3.619	1.114	3.536	1.088	4.426	1.362	5.293	1.629
2800	4.407	1.356	4.069	1.252	4.937	1.519	5.088	1.566	3.448	1.061	3.362	1.034	4.219	1.298	5.051	1.554
2900	4.204	1.294	3.890	1.197	4.719	1.452	4.859	1.495	3.289	1.012	3.206	0.986	4.028	1.239	4.824	1.484
3000	4.017	1.236	3.721	1.145	4.516	1.390	4.651	1.431	3.143	0.967	3.060	0.942	3.851	1.185	4.618	1.421
3500	3.294	1.014	3.068	0.944	3.734	1.149	3.835	1.180	2.578	0.793	2.501	0.770	3.168	0.975	3.810	1.172
4000	2.769	0.852	2.589	0.797	3.154	0.970	3.237	0.996	2.168	0.667	2.097	0.645	2.669	0.821	3.216	0.990
4500	2.373	0.730	2.224	0.684	2.714	0.835	2.779	0.855	1.857	0.571	1.793	0.552	2.290	0.705	2.763	0.850
5000	2.065	0.635	1.959	0.597	2.367	0.728	2.423	0.746	1.616	0.497	1.558	0.480	1.995	0.614	2.409	0.741
5500	1.819	0.560	1.711	0.526	2.090	0.643	2.138	0.658	1.424	0.438	1.372	0.422	1.759	0.541	2.126	0.654
6000	1.620	0.499	1.525	0.469	1.866	0.574	1.906	0.586	1.268	0.390	1.221	0.376	1.568	0.482	1.896	0.583
6500	1.456	0.448	1.372	0.422	1.677	0.516	1.715	0.528	1.140	0.351	1.097	0.337	1.409	0.434	1.705	0.525
7000	1.319	0.406	1.243	0.382	1.520	0.468	1.554	0.478	1.032	0.318	0.993	0.305	1.277	0.393	1.546	0.476
7500	1.206	0.371	1.138	0.350	1.392	0.428	1.422	0.438	0.944	0.290	0.908	0.279	1.168	0.359	1.415	0.435
8000	1.110	0.342	1.047	0.322	1.282	0.395	1.309	0.403	0.869	0.267	0.835	0.257	1.075	0.331	1.302	0.401
8500	1.026	0.316	0.969	0.298	1.186	0.365	1.211	0.373	0.803	0.247	0.771	0.237	0.994	0.306	1.205	0.371
9000	0.953	0.293	0.900	0.277	1.102	0.339	1.125	0.346	0.746	0.230	0.716	0.220	0.924	0.284	1.119	0.344
9500	0.889	0.273	0.840	0.258	1.028	0.316	1.050	0.323	0.696	0.214	0.668	0.206	0.861	0.265	1.044	0.321
10000	0.832	0.256	0.786	0.242	0.962	0.296	0.982	0.302	0.651	0.200	0.625	0.192	0.806	0.248	0.977	0.301

APÉNDICE I

Evaluación de escenarios de los medios V y VI

Evaluación de escenarios de los medios V y VI

Tabla 1i. Escenarios que fueron evaluados (Promedio y Percentil 95) en los Medios V y VI para determinar las distancias en metros desde el centro de la celda N° 2 que sobrepasan la CMP para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio trimestral máximo según NOM-026-SSA1-1993 y NAAQS).

Porcentaje de masa total del contaminante	MEDIO V Promedio					MEDIO V Percentil 95				
	Porcentaje de Área									
	100	35	25	15	5	100	35	25	15	5
0.0005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.05	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1.0	100	N	N	N	N	100	100	N	N	N
4.11	400	200	100	100	N	800	400	300	200	100

Porcentaje de masa total del contaminante	MEDIO VI Promedio					MEDIO VI Percentil 95				
	Porcentaje de Área									
	100	35	25	15	5	100	35	25	15	5
0.0005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.05	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1.0	100	100	N	N	N	400	200	100	100	N
4.11	700	400	300	200	100	1300	600	500	400	200

Cada celda indica la distancia mínima en metros donde es alcanzado la CMP o una (N) si esta por debajo de ella.

Tabla 2i. Escenarios que fueron evaluados (Promedio y Percentil 95) en los Medios V y VI para determinar las distancias en metros desde el centro de la celda N° 2 que sobrepasan el valor GCA para el plomo en aire ambiente para protección a la salud humana ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual según OMS).

Porcentaje de masa total del contaminante	MEDIO V Promedio					MEDIO V Percentil 95				
	Porcentaje de Área									
	100	35	25	15	5	100	35	25	15	5
0.0005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.05	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1.0	N	N	N	N	N	100	N	N	N	N
4.11	400	200	100	100	N	700	400	300	200	100

Porcentaje de masa total del contaminante	MEDIO VI Promedio					MEDIO VI Percentil 95				
	Porcentaje de Área									
	100	35	25	15	5	100	35	25	15	5
0.0005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.05	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
0.1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1.0	100	N	N	N	N	300	100	100	100	N
4.11	700	300	300	200	100	1200	600	500	300	200

Cada celda indica la distancia mínima en metros donde es alcanzado el valor GCA o una (N) si esta por debajo de él.

APÉNDICE J

Evaluación anual del escenario conservador

Evaluación anual del escenario conservador

Tabla 1j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Hora en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

<i>DIST (m)</i>	<i>ENE</i>	<i>FEB</i>	<i>MAR</i>	<i>ABR</i>	<i>MAY</i>	<i>JUN</i>	<i>JUL</i>	<i>AGO</i>	<i>SEP</i>	<i>OCT</i>	<i>NOV</i>	<i>DIC</i>
100	40.45	0.00	58.16	70.11	111.6	75.14	83.11	55.28	40.08	4.7190	35.06	11.2200
200	18.93	0.00	27.21	32.81	52.22	35.16	38.88	25.87	18.75	2.2080	16.4	5.2480
300	13	0.00	18.69	22.53	35.87	24.15	26.71	17.77	12.88	1.5170	11.27	3.6040
400	9.984	0.00	14.36	17.31	27.55	18.55	20.51	13.65	9.894	1.1650	8.653	2.7680
500	8.066	0.00	11.6	13.98	22.25	14.98	16.57	11.02	7.992	0.9410	6.99	2.2360
600	6.633	0.00	9.538	11.5	18.3	12.32	13.63	9.066	6.573	0.7739	5.749	1.8390
700	5.541	0.00	7.967	9.604	15.29	10.29	11.38	7.572	5.49	0.6464	4.802	1.5360
800	4.727	0.00	6.796	8.193	13.04	8.78	9.711	6.46	4.684	0.5515	4.096	1.3110
900	4.084	0.00	5.873	7.079	11.27	7.587	8.391	5.582	4.047	0.4765	3.54	1.1320
1000	3.566	0.00	5.127	6.181	9.839	6.624	7.326	4.873	3.533	0.4160	3.09	0.9887
1100	3.151	0.00	4.531	5.462	8.695	5.854	6.474	4.307	3.123	0.3677	2.731	0.8738
1200	2.809	0.00	4.039	4.869	7.75	5.218	5.771	3.839	2.783	0.3277	2.434	0.7789
1300	2.522	0.00	3.626	4.371	6.957	4.684	5.181	3.446	2.499	0.2942	2.185	0.6992
1400	2.277	0.00	3.274	3.947	6.283	4.23	4.679	3.112	2.257	0.2657	1.974	0.6314
1500	2.069	0.00	2.976	3.587	5.71	3.844	4.252	2.828	2.051	0.2414	1.794	0.5738
1600	1.89	0.00	2.717	3.276	5.214	3.51	3.883	2.583	1.873	0.2205	1.638	0.5240
1700	1.734	0.00	2.493	3.005	4.783	3.22	3.562	2.369	1.718	0.2023	1.503	0.4807
1800	1.599	0.00	2.299	2.771	4.411	2.969	3.284	2.185	1.584	0.1865	1.385	0.4432
1900	1.478	0.00	2.126	2.562	4.079	2.746	3.037	2.02	1.465	0.1725	1.281	0.4099
2000	1.373	0.00	1.974	2.38	3.788	2.55	2.821	1.876	1.36	0.1602	1.19	0.3807
2100	1.283	0.00	1.845	2.225	3.541	2.384	2.637	1.754	1.272	0.1497	1.112	0.3559
2200	1.205	0.00	1.732	2.088	3.323	2.238	2.475	1.646	1.194	0.1405	1.044	0.3340
2300	1.133	0.00	1.629	1.963	3.125	2.104	2.327	1.548	1.122	0.1321	0.9816	0.3140
2400	1.067	0.00	1.535	1.85	2.945	1.983	2.193	1.459	1.058	0.1245	0.925	0.2959
2500	1.008	0.00	1.45	1.748	2.782	1.873	2.072	1.378	0.9992	0.1176	0.8739	0.2796
2600	0.9549	0.00	1.373	1.655	2.635	1.774	1.962	1.305	0.9462	0.1114	0.8275	0.2648
2700	0.9062	0.00	1.303	1.571	2.5	1.683	1.862	1.238	0.8979	0.1057	0.7853	0.2513
2800	0.8616	0.00	1.239	1.493	2.377	1.6	1.77	1.178	0.8538	0.1005	0.7467	0.2389
2900	0.8202	0.00	1.179	1.422	2.263	1.524	1.685	1.121	0.8127	0.0957	0.7108	0.2274
3000	0.782	0.00	1.124	1.356	2.158	1.453	1.607	1.069	0.7749	0.0912	0.6778	0.2168
3500	0.6363	0.00	0.9149	1.103	1.756	1.182	1.307	0.8696	0.6305	0.0742	0.5514	0.1764
4000	0.5325	0.00	0.7657	0.923	1.469	0.9891	1.094	0.7277	0.5277	0.0621	0.4615	0.1476
4500	0.4543	0.00	0.6532	0.7875	1.253	0.8439	0.9334	0.6209	0.4502	0.0530	0.3937	0.1260
5000	0.3943	0.00	0.5669	0.6834	1.088	0.7324	0.81	0.5388	0.3907	0.0460	0.3417	0.1093
5500	0.3469	0.00	0.4988	0.6013	0.9571	0.6444	0.7127	0.4741	0.3437	0.0405	0.3006	0.0962
6000	0.3087	0.00	0.4439	0.5351	0.8518	0.5735	0.6343	0.4219	0.3059	0.0360	0.2676	0.0856
6500	0.277	0.00	0.3984	0.4802	0.7644	0.5146	0.5692	0.3786	0.2745	0.0323	0.2401	0.0768
7000	0.2506	0.00	0.3603	0.4343	0.6913	0.4654	0.5148	0.3424	0.2483	0.0292	0.2172	0.0695
7500	0.2289	0.00	0.3292	0.3968	0.6317	0.4253	0.4704	0.3129	0.2269	0.0267	0.1984	0.0635
8000	0.2105	0.00	0.3026	0.3648	0.5807	0.3909	0.4324	0.2876	0.2085	0.0246	0.1824	0.0584
8500	0.1945	0.00	0.2796	0.3371	0.5365	0.3612	0.3995	0.2658	0.1927	0.0227	0.1685	0.0539
9000	0.1805	0.00	0.2595	0.3129	0.498	0.3353	0.3708	0.2467	0.1789	0.0211	0.1564	0.0501
9500	0.1682	0.00	0.2419	0.2916	0.4641	0.3125	0.3456	0.2299	0.1667	0.0196	0.1458	0.0466
10000	0.1574	0.00	0.2263	0.2728	0.4342	0.2923	0.3233	0.2151	0.1559	0.0184	0.1364	0.0436

Tabla 2j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Pm	Pc
100	12.944	0.000	18.611	22.435	35.712	24.045	26.595	17.690	12.826	1.510	11.219	3.590	15.60	30.70
200	6.058	0.000	8.707	10.499	16.710	11.251	12.442	8.278	6.000	0.707	5.248	1.679	7.30	14.36
300	4.160	0.000	5.981	7.210	11.478	7.728	8.547	5.686	4.122	0.485	3.606	1.153	5.01	9.87
400	3.195	0.000	4.595	5.539	8.816	5.936	6.563	4.368	3.166	0.373	2.769	0.886	3.85	7.58
500	2.581	0.000	3.712	4.474	7.120	4.794	5.302	3.526	2.557	0.301	2.237	0.716	3.11	6.12
600	2.123	0.000	3.052	3.680	5.856	3.942	4.362	2.901	2.103	0.248	1.840	0.588	2.56	5.03
700	1.773	0.000	2.549	3.073	4.893	3.293	3.642	2.423	1.757	0.207	1.537	0.492	2.14	4.20
800	1.513	0.000	2.175	2.622	4.173	2.810	3.108	2.067	1.50	0.176	1.311	0.420	1.82	3.59
900	1.307	0.000	1.879	2.265	3.606	2.428	2.685	1.786	1.295	0.152	1.133	0.362	1.57	3.10
1000	1.141	0.000	1.641	1.978	3.148	2.120	2.344	1.559	1.131	0.133	0.989	0.316	1.38	2.71
1100	1.008	0.000	1.450	1.748	2.782	1.873	2.072	1.378	0.999	0.118	0.874	0.280	1.22	2.39
1200	0.899	0.000	1.292	1.558	2.480	1.670	1.847	1.228	0.891	0.105	0.779	0.249	1.08	2.13
1300	0.807	0.000	1.160	1.399	2.226	1.50	1.658	1.103	0.800	0.094	0.699	0.224	0.97	1.91
1400	0.729	0.000	1.048	1.263	2.011	1.354	1.50	0.996	0.722	0.085	0.632	0.202	0.88	1.73
1500	0.662	0.000	0.952	1.148	1.827	1.230	1.361	0.905	0.656	0.077	0.574	0.184	0.80	1.57
1600	0.605	0.000	0.869	1.048	1.668	1.123	1.243	0.827	0.599	0.071	0.524	0.168	0.73	1.43
1700	0.555	0.000	0.798	0.962	1.531	1.030	1.140	0.758	0.550	0.065	0.481	0.154	0.67	1.32
1800	0.512	0.000	0.736	0.887	1.412	0.950	1.051	0.699	0.507	0.060	0.443	0.142	0.62	1.21
1900	0.473	0.000	0.680	0.820	1.305	0.879	0.972	0.646	0.469	0.055	0.410	0.131	0.57	1.12
2000	0.439	0.000	0.632	0.762	1.212	0.816	0.903	0.600	0.435	0.051	0.381	0.122	0.53	1.04
2100	0.411	0.000	0.590	0.712	1.133	0.763	0.844	0.561	0.407	0.048	0.356	0.114	0.49	0.97
2200	0.386	0.000	0.554	0.668	1.063	0.716	0.792	0.527	0.382	0.045	0.334	0.107	0.46	0.91
2300	0.363	0.000	0.521	0.628	1.000	0.673	0.745	0.495	0.359	0.042	0.314	0.100	0.44	0.86
2400	0.341	0.000	0.491	0.592	0.942	0.635	0.702	0.467	0.339	0.040	0.296	0.095	0.41	0.81
2500	0.323	0.000	0.464	0.559	0.890	0.599	0.663	0.441	0.320	0.038	0.280	0.089	0.39	0.77
2600	0.306	0.000	0.439	0.530	0.843	0.568	0.628	0.418	0.303	0.036	0.265	0.085	0.37	0.72
2700	0.290	0.000	0.417	0.503	0.800	0.539	0.596	0.396	0.287	0.034	0.251	0.080	0.35	0.69
2800	0.276	0.000	0.396	0.478	0.761	0.512	0.566	0.377	0.273	0.032	0.239	0.076	0.33	0.65
2900	0.262	0.000	0.377	0.455	0.724	0.488	0.539	0.359	0.260	0.031	0.227	0.073	0.32	0.62
3000	0.250	0.000	0.360	0.434	0.691	0.465	0.514	0.342	0.248	0.029	0.217	0.069	0.30	0.59
3500	0.204	0.000	0.293	0.353	0.562	0.378	0.418	0.278	0.202	0.024	0.176	0.056	0.25	0.48
4000	0.170	0.000	0.245	0.295	0.470	0.317	0.350	0.233	0.169	0.020	0.148	0.047	0.21	0.40
4500	0.145	0.000	0.209	0.252	0.401	0.270	0.299	0.199	0.144	0.017	0.126	0.040	0.18	0.34
5000	0.126	0.000	0.181	0.219	0.348	0.234	0.259	0.172	0.125	0.015	0.109	0.035	0.15	0.30
5500	0.111	0.000	0.160	0.192	0.306	0.206	0.228	0.152	0.110	0.013	0.096	0.031	0.13	0.26
6000	0.099	0.000	0.142	0.171	0.273	0.184	0.203	0.135	0.098	0.012	0.086	0.027	0.12	0.23
6500	0.089	0.000	0.127	0.154	0.245	0.165	0.182	0.121	0.088	0.010	0.077	0.025	0.11	0.21
7000	0.080	0.000	0.115	0.139	0.221	0.149	0.165	0.110	0.079	0.009	0.070	0.022	0.10	0.19
7500	0.073	0.000	0.105	0.127	0.202	0.136	0.151	0.100	0.073	0.009	0.063	0.020	0.09	0.17
8000	0.067	0.000	0.097	0.117	0.186	0.125	0.138	0.092	0.067	0.008	0.058	0.019	0.08	0.16
8500	0.062	0.000	0.089	0.108	0.172	0.116	0.128	0.085	0.062	0.007	0.054	0.017	0.07	0.15
9000	0.058	0.000	0.083	0.100	0.159	0.107	0.119	0.079	0.057	0.007	0.050	0.016	0.07	0.14
9500	0.054	0.000	0.077	0.093	0.149	0.100	0.111	0.074	0.053	0.006	0.047	0.015	0.06	0.13
10000	0.050	0.000	0.072	0.087	0.139	0.094	0.103	0.069	0.050	0.006	0.044	0.014	0.06	0.12

Pm Promedio

Pc Percentil 95

Tabla 3j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Pm	Pc
100	3.236	0.000	4.653	5.609	8.928	6.011	6.649	4.422	3.206	0.378	2.805	0.898	3.90	7.67
200	1.514	0.000	2.177	2.625	4.178	2.813	3.110	2.070	1.500	0.177	1.312	0.420	1.82	3.59
300	1.040	0.000	1.495	1.802	2.870	1.932	2.137	1.422	1.030	0.121	0.902	0.288	1.25	2.47
400	0.799	0.000	1.149	1.385	2.204	1.484	1.641	1.092	0.792	0.093	0.692	0.221	0.96	1.89
500	0.645	0.000	0.928	1.118	1.780	1.198	1.326	0.882	0.639	0.075	0.559	0.179	0.78	1.53
600	0.531	0.000	0.763	0.920	1.464	0.986	1.090	0.725	0.526	0.062	0.460	0.147	0.64	1.26
700	0.443	0.000	0.637	0.768	1.223	0.823	0.910	0.606	0.439	0.052	0.384	0.123	0.53	1.05
800	0.378	0.000	0.544	0.655	1.043	0.702	0.777	0.517	0.375	0.044	0.328	0.105	0.46	0.90
900	0.327	0.000	0.470	0.566	0.902	0.607	0.671	0.447	0.324	0.038	0.283	0.091	0.39	0.77
1000	0.285	0.000	0.410	0.494	0.787	0.530	0.586	0.390	0.283	0.033	0.247	0.079	0.34	0.68
1100	0.252	0.000	0.362	0.437	0.696	0.468	0.518	0.345	0.250	0.029	0.218	0.070	0.30	0.60
1200	0.225	0.000	0.323	0.390	0.620	0.417	0.462	0.307	0.223	0.026	0.195	0.062	0.27	0.53
1300	0.202	0.000	0.290	0.350	0.557	0.375	0.414	0.276	0.200	0.024	0.175	0.056	0.24	0.48
1400	0.182	0.000	0.262	0.316	0.503	0.338	0.374	0.249	0.181	0.021	0.158	0.051	0.22	0.43
1500	0.166	0.000	0.238	0.287	0.457	0.308	0.340	0.226	0.164	0.019	0.144	0.046	0.20	0.39
1600	0.151	0.000	0.217	0.262	0.417	0.281	0.311	0.207	0.150	0.018	0.131	0.042	0.18	0.36
1700	0.139	0.000	0.199	0.240	0.383	0.258	0.285	0.190	0.137	0.016	0.120	0.038	0.17	0.33
1800	0.128	0.000	0.184	0.222	0.353	0.238	0.263	0.175	0.127	0.015	0.111	0.035	0.15	0.30
1900	0.118	0.000	0.170	0.205	0.326	0.220	0.243	0.162	0.117	0.014	0.102	0.033	0.14	0.28
2000	0.110	0.000	0.158	0.190	0.303	0.204	0.226	0.150	0.109	0.013	0.095	0.030	0.13	0.26
2100	0.103	0.000	0.148	0.178	0.283	0.191	0.211	0.140	0.102	0.012	0.089	0.028	0.12	0.24
2200	0.096	0.000	0.139	0.167	0.266	0.179	0.198	0.132	0.096	0.011	0.084	0.027	0.12	0.23
2300	0.091	0.000	0.130	0.157	0.250	0.168	0.186	0.124	0.090	0.011	0.079	0.025	0.11	0.21
2400	0.085	0.000	0.123	0.148	0.236	0.159	0.175	0.117	0.085	0.010	0.074	0.024	0.10	0.20
2500	0.081	0.000	0.116	0.140	0.223	0.150	0.166	0.110	0.080	0.009	0.070	0.022	0.10	0.19
2600	0.076	0.000	0.110	0.132	0.211	0.142	0.157	0.104	0.076	0.009	0.066	0.021	0.09	0.18
2700	0.072	0.000	0.104	0.126	0.200	0.135	0.149	0.099	0.072	0.008	0.063	0.020	0.09	0.17
2800	0.069	0.000	0.099	0.119	0.190	0.128	0.142	0.094	0.068	0.008	0.060	0.019	0.08	0.16
2900	0.066	0.000	0.094	0.114	0.181	0.122	0.135	0.090	0.065	0.008	0.057	0.018	0.08	0.16
3000	0.063	0.000	0.090	0.108	0.173	0.116	0.129	0.086	0.062	0.007	0.054	0.017	0.08	0.15
3500	0.051	0.000	0.073	0.088	0.140	0.095	0.105	0.070	0.050	0.006	0.044	0.014	0.06	0.12
4000	0.043	0.000	0.061	0.074	0.118	0.079	0.088	0.058	0.042	0.005	0.037	0.012	0.05	0.10
4500	0.036	0.000	0.052	0.063	0.100	0.068	0.075	0.050	0.036	0.004	0.031	0.010	0.04	0.09
5000	0.032	0.000	0.045	0.055	0.087	0.059	0.065	0.043	0.031	0.004	0.027	0.009	0.04	0.07
5500	0.028	0.000	0.040	0.048	0.077	0.052	0.057	0.038	0.027	0.003	0.024	0.008	0.03	0.07
6000	0.025	0.000	0.036	0.043	0.068	0.046	0.051	0.034	0.024	0.003	0.021	0.007	0.03	0.06
6500	0.022	0.000	0.032	0.038	0.061	0.041	0.046	0.030	0.022	0.003	0.019	0.006	0.03	0.05
7000	0.020	0.000	0.029	0.035	0.055	0.037	0.041	0.027	0.020	0.002	0.017	0.006	0.02	0.05
7500	0.018	0.000	0.026	0.032	0.051	0.034	0.038	0.025	0.018	0.002	0.016	0.005	0.02	0.04
8000	0.017	0.000	0.024	0.029	0.046	0.031	0.035	0.023	0.017	0.002	0.015	0.005	0.02	0.04
8500	0.016	0.000	0.022	0.027	0.043	0.029	0.032	0.021	0.015	0.002	0.013	0.004	0.02	0.04
9000	0.014	0.000	0.021	0.025	0.040	0.027	0.030	0.020	0.014	0.002	0.013	0.004	0.02	0.03
9500	0.013	0.000	0.019	0.023	0.037	0.025	0.028	0.018	0.013	0.002	0.012	0.004	0.02	0.03
10000	0.013	0.000	0.018	0.022	0.035	0.023	0.026	0.017	0.012	0.001	0.011	0.003	0.02	0.03

Pm Promedio

Pc Percentil 95

Tabla 4j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (NE 315°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	4.314	0.000	2.759	6.189	6.323	14.259	6.570	4.096	2.663	0.376	2.126	1.084
200	2.328	0.000	1.490	3.341	3.414	7.696	3.546	2.212	1.438	0.203	1.148	0.585
300	1.669	0.000	1.068	2.395	2.447	5.520	2.543	1.586	1.031	0.146	0.823	0.420
400	1.314	0.000	0.840	1.885	1.926	4.342	2.001	1.248	0.811	0.115	0.648	0.330
500	1.080	0.000	0.691	1.549	1.583	3.571	1.645	1.026	0.667	0.094	0.532	0.271
600	0.910	0.000	0.582	1.306	1.334	3.009	1.387	0.865	0.562	0.079	0.449	0.229
700	0.781	0.000	0.500	1.121	1.145	2.583	1.190	0.742	0.483	0.068	0.385	0.196
800	0.685	0.000	0.438	0.983	1.004	2.265	1.044	0.651	0.423	0.060	0.338	0.172
900	0.607	0.000	0.388	0.871	0.890	2.006	0.924	0.577	0.375	0.053	0.299	0.153
1000	0.541	0.000	0.347	0.777	0.794	1.790	0.825	0.514	0.334	0.047	0.267	0.136
1100	0.488	0.000	0.312	0.700	0.715	1.613	0.743	0.463	0.301	0.043	0.240	0.123
1200	0.442	0.000	0.283	0.634	0.648	1.461	0.673	0.420	0.273	0.039	0.218	0.111
1300	0.403	0.000	0.257	0.577	0.590	1.330	0.613	0.382	0.248	0.035	0.198	0.101
1400	0.368	0.000	0.235	0.528	0.540	1.216	0.560	0.349	0.227	0.032	0.181	0.092
1500	0.338	0.000	0.216	0.484	0.495	1.116	0.515	0.321	0.209	0.029	0.166	0.085
1600	0.311	0.000	0.199	0.446	0.456	1.029	0.474	0.296	0.192	0.027	0.153	0.078
1700	0.288	0.000	0.184	0.413	0.422	0.952	0.438	0.273	0.178	0.025	0.142	0.072
1800	0.267	0.000	0.171	0.383	0.391	0.883	0.407	0.254	0.165	0.023	0.132	0.067
1900	0.249	0.000	0.159	0.357	0.364	0.822	0.379	0.236	0.154	0.022	0.123	0.062
2000	0.232	0.000	0.148	0.333	0.340	0.767	0.354	0.220	0.143	0.020	0.114	0.058
2100	0.218	0.000	0.139	0.313	0.320	0.721	0.332	0.207	0.135	0.019	0.107	0.055
2200	0.205	0.000	0.131	0.295	0.301	0.679	0.313	0.195	0.127	0.018	0.101	0.052
2300	0.194	0.000	0.124	0.278	0.284	0.641	0.295	0.184	0.120	0.017	0.096	0.049
2400	0.183	0.000	0.117	0.263	0.269	0.606	0.279	0.174	0.113	0.016	0.090	0.046
2500	0.174	0.000	0.111	0.249	0.255	0.574	0.265	0.165	0.107	0.015	0.086	0.044
2600	0.165	0.000	0.106	0.237	0.242	0.545	0.251	0.157	0.102	0.014	0.081	0.041
2700	0.157	0.000	0.100	0.225	0.230	0.519	0.239	0.149	0.097	0.014	0.077	0.039
2800	0.149	0.000	0.096	0.214	0.219	0.494	0.228	0.142	0.092	0.013	0.074	0.038
2900	0.143	0.000	0.091	0.205	0.209	0.471	0.217	0.135	0.088	0.012	0.070	0.036
3000	0.136	0.000	0.087	0.195	0.200	0.450	0.208	0.129	0.084	0.012	0.067	0.034
3500	0.112	0.000	0.071	0.160	0.164	0.369	0.170	0.106	0.069	0.010	0.055	0.028
4000	0.094	0.000	0.060	0.135	0.138	0.311	0.143	0.089	0.058	0.008	0.046	0.024
4500	0.080	0.000	0.051	0.115	0.118	0.266	0.123	0.076	0.050	0.007	0.040	0.020
5000	0.070	0.000	0.045	0.100	0.103	0.231	0.107	0.067	0.043	0.006	0.035	0.018
5500	0.062	0.000	0.039	0.089	0.090	0.204	0.094	0.059	0.038	0.005	0.030	0.016
6000	0.055	0.000	0.035	0.079	0.081	0.182	0.084	0.052	0.034	0.005	0.027	0.014
6500	0.049	0.000	0.032	0.071	0.072	0.163	0.075	0.047	0.030	0.004	0.024	0.012
7000	0.045	0.000	0.029	0.064	0.066	0.148	0.068	0.042	0.028	0.004	0.022	0.011
7500	0.041	0.000	0.026	0.059	0.060	0.135	0.062	0.039	0.025	0.004	0.020	0.010
8000	0.038	0.000	0.024	0.054	0.055	0.124	0.057	0.036	0.023	0.003	0.019	0.009
8500	0.035	0.000	0.022	0.050	0.051	0.115	0.053	0.033	0.021	0.003	0.017	0.009
9000	0.032	0.000	0.021	0.046	0.047	0.107	0.049	0.031	0.020	0.003	0.016	0.008
9500	0.030	0.000	0.019	0.043	0.044	0.100	0.046	0.029	0.019	0.003	0.015	0.008
10000	0.028	0.000	0.018	0.040	0.041	0.093	0.043	0.027	0.017	0.002	0.014	0.007

Tabla 5j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en mg/m^3 (NE 315°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	1.078	0.000	0.690	1.547	1.581	3.565	1.642	1.024	0.666	0.094	0.531	0.271
200	0.582	0.000	0.372	0.835	0.854	1.924	0.886	0.553	0.359	0.051	0.287	0.146
300	0.417	0.000	0.267	0.599	0.612	1.380	0.636	0.396	0.258	0.036	0.206	0.105
400	0.328	0.000	0.210	0.471	0.482	1.086	0.500	0.312	0.203	0.029	0.162	0.083
500	0.270	0.000	0.173	0.387	0.396	0.893	0.411	0.256	0.167	0.024	0.133	0.068
600	0.228	0.000	0.146	0.326	0.334	0.752	0.347	0.216	0.140	0.020	0.112	0.057
700	0.195	0.000	0.125	0.280	0.286	0.646	0.298	0.186	0.121	0.017	0.096	0.049
800	0.171	0.000	0.110	0.246	0.251	0.566	0.261	0.163	0.106	0.015	0.084	0.043
900	0.152	0.000	0.097	0.218	0.222	0.502	0.231	0.144	0.094	0.013	0.075	0.038
1000	0.135	0.000	0.087	0.194	0.198	0.448	0.206	0.129	0.084	0.012	0.067	0.034
1100	0.122	0.000	0.078	0.175	0.179	0.403	0.186	0.116	0.075	0.011	0.060	0.031
1200	0.111	0.000	0.071	0.159	0.162	0.365	0.168	0.105	0.068	0.010	0.054	0.028
1300	0.101	0.000	0.064	0.144	0.148	0.333	0.153	0.096	0.062	0.009	0.050	0.025
1400	0.092	0.000	0.059	0.132	0.135	0.304	0.140	0.087	0.057	0.008	0.045	0.023
1500	0.084	0.000	0.054	0.121	0.124	0.279	0.129	0.080	0.052	0.007	0.042	0.021
1600	0.078	0.000	0.050	0.112	0.114	0.257	0.118	0.074	0.048	0.007	0.038	0.020
1700	0.072	0.000	0.046	0.103	0.106	0.238	0.110	0.068	0.044	0.006	0.035	0.018
1800	0.067	0.000	0.043	0.096	0.098	0.221	0.102	0.063	0.041	0.006	0.033	0.017
1900	0.062	0.000	0.040	0.089	0.091	0.205	0.095	0.059	0.038	0.005	0.031	0.016
2000	0.058	0.000	0.037	0.083	0.085	0.192	0.088	0.055	0.036	0.005	0.029	0.015
2100	0.055	0.000	0.035	0.078	0.080	0.180	0.083	0.052	0.034	0.005	0.027	0.014
2200	0.051	0.000	0.033	0.074	0.075	0.170	0.078	0.049	0.032	0.004	0.025	0.013
2300	0.048	0.000	0.031	0.070	0.071	0.160	0.074	0.046	0.030	0.004	0.024	0.012
2400	0.046	0.000	0.029	0.066	0.067	0.152	0.070	0.044	0.028	0.004	0.023	0.012
2500	0.043	0.000	0.028	0.062	0.064	0.144	0.066	0.041	0.027	0.004	0.021	0.011
2600	0.041	0.000	0.026	0.059	0.060	0.136	0.063	0.039	0.025	0.004	0.020	0.010
2700	0.039	0.000	0.025	0.056	0.058	0.130	0.060	0.037	0.024	0.003	0.019	0.010
2800	0.037	0.000	0.024	0.054	0.055	0.124	0.057	0.035	0.023	0.003	0.018	0.009
2900	0.036	0.000	0.023	0.051	0.052	0.118	0.054	0.034	0.022	0.003	0.018	0.009
3000	0.034	0.000	0.022	0.049	0.050	0.113	0.052	0.032	0.021	0.003	0.017	0.009
3500	0.028	0.000	0.018	0.040	0.041	0.092	0.043	0.027	0.017	0.002	0.014	0.007
4000	0.023	0.000	0.015	0.034	0.034	0.078	0.036	0.022	0.015	0.002	0.012	0.006
4500	0.020	0.000	0.013	0.029	0.029	0.067	0.031	0.019	0.012	0.002	0.010	0.005
5000	0.018	0.000	0.011	0.025	0.026	0.058	0.027	0.017	0.011	0.002	0.009	0.004
5500	0.015	0.000	0.010	0.022	0.023	0.051	0.023	0.015	0.010	0.001	0.008	0.004
6000	0.014	0.000	0.009	0.020	0.020	0.045	0.021	0.013	0.008	0.001	0.007	0.003
6500	0.012	0.000	0.008	0.018	0.018	0.041	0.019	0.012	0.008	0.001	0.006	0.003
7000	0.011	0.000	0.007	0.016	0.016	0.037	0.017	0.011	0.007	0.001	0.006	0.003
7500	0.010	0.000	0.007	0.015	0.015	0.034	0.016	0.010	0.006	0.001	0.005	0.003
8000	0.009	0.000	0.006	0.014	0.014	0.031	0.014	0.009	0.006	0.001	0.005	0.002
8500	0.009	0.000	0.006	0.012	0.013	0.029	0.013	0.008	0.005	0.001	0.004	0.002
9000	0.008	0.000	0.005	0.012	0.012	0.027	0.012	0.008	0.005	0.001	0.004	0.002
9500	0.008	0.000	0.005	0.011	0.011	0.025	0.011	0.007	0.005	0.001	0.004	0.002
10000	0.007	0.000	0.005	0.010	0.010	0.023	0.011	0.007	0.004	0.001	0.003	0.002

Tabla 6j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (E 0°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	5.347	0.000	8.109	10.090	17.536	13.894	11.584	7.706	6.026	0.711	5.046	1.562
200	2.719	0.000	4.125	5.130	8.918	7.066	5.891	3.920	3.064	0.362	2.567	0.794
300	1.936	0.000	2.935	3.651	6.349	5.030	4.192	2.789	2.181	0.257	1.827	0.565
400	1.513	0.000	2.295	2.855	4.963	3.933	3.280	2.181	1.705	0.201	1.428	0.442
500	1.224	0.000	1.856	2.309	4.013	3.180	2.651	1.764	1.379	0.163	1.155	0.357
600	1.006	0.000	1.526	1.899	3.299	2.615	2.180	1.450	1.134	0.134	0.950	0.294
700	0.841	0.000	1.275	1.586	2.757	2.184	1.821	1.212	0.947	0.112	0.793	0.245
800	0.717	0.000	1.087	1.353	2.352	1.863	1.554	1.034	0.808	0.095	0.677	0.209
900	0.620	0.000	0.940	1.169	2.032	1.610	1.342	0.893	0.698	0.082	0.585	0.181
1000	0.541	0.000	0.820	1.021	1.774	1.406	1.172	0.780	0.610	0.072	0.511	0.158
1100	0.478	0.000	0.725	0.902	1.568	1.242	1.036	0.689	0.539	0.064	0.451	0.140
1200	0.426	0.000	0.646	0.804	1.397	1.107	0.923	0.614	0.480	0.057	0.402	0.124
1300	0.382	0.000	0.580	0.722	1.255	0.994	0.829	0.551	0.431	0.051	0.361	0.112
1400	0.346	0.000	0.524	0.652	1.133	0.898	0.748	0.498	0.389	0.046	0.326	0.101
1500	0.314	0.000	0.476	0.592	1.030	0.816	0.680	0.452	0.354	0.042	0.296	0.092
1600	0.287	0.000	0.435	0.541	0.940	0.745	0.621	0.413	0.323	0.038	0.271	0.084
1700	0.263	0.000	0.399	0.496	0.863	0.684	0.570	0.379	0.296	0.035	0.248	0.077
1800	0.243	0.000	0.368	0.458	0.795	0.630	0.525	0.349	0.273	0.032	0.229	0.071
1900	0.224	0.000	0.340	0.423	0.735	0.583	0.486	0.323	0.253	0.030	0.212	0.065
2000	0.208	0.000	0.316	0.393	0.683	0.541	0.451	0.300	0.235	0.028	0.197	0.061
2100	0.195	0.000	0.295	0.367	0.639	0.506	0.422	0.281	0.219	0.026	0.184	0.057
2200	0.183	0.000	0.277	0.345	0.599	0.475	0.396	0.263	0.206	0.024	0.172	0.053
2300	0.172	0.000	0.261	0.324	0.564	0.446	0.372	0.248	0.194	0.023	0.162	0.050
2400	0.162	0.000	0.246	0.306	0.531	0.421	0.351	0.233	0.182	0.022	0.153	0.047
2500	0.153	0.000	0.232	0.289	0.502	0.397	0.332	0.220	0.172	0.020	0.144	0.045
2600	0.145	0.000	0.220	0.273	0.475	0.376	0.314	0.209	0.163	0.019	0.137	0.042
2700	0.137	0.000	0.208	0.259	0.451	0.357	0.298	0.198	0.155	0.018	0.130	0.040
2800	0.131	0.000	0.198	0.247	0.429	0.340	0.283	0.188	0.147	0.017	0.123	0.038
2900	0.124	0.000	0.189	0.235	0.408	0.323	0.270	0.179	0.140	0.017	0.117	0.036
3000	0.119	0.000	0.180	0.224	0.389	0.308	0.257	0.171	0.134	0.016	0.112	0.035
3500	0.097	0.000	0.146	0.182	0.317	0.251	0.209	0.139	0.109	0.013	0.091	0.028
4000	0.081	0.000	0.122	0.152	0.265	0.210	0.175	0.116	0.091	0.011	0.076	0.024
4500	0.069	0.000	0.105	0.130	0.226	0.179	0.149	0.099	0.078	0.009	0.065	0.020
5000	0.060	0.000	0.091	0.113	0.196	0.155	0.130	0.086	0.067	0.008	0.056	0.017
5500	0.053	0.000	0.080	0.099	0.173	0.137	0.114	0.076	0.059	0.007	0.050	0.015
6000	0.047	0.000	0.071	0.088	0.154	0.122	0.101	0.067	0.053	0.006	0.044	0.014
6500	0.042	0.000	0.064	0.079	0.138	0.109	0.091	0.061	0.047	0.006	0.040	0.012
7000	0.038	0.000	0.058	0.072	0.125	0.099	0.082	0.055	0.043	0.005	0.036	0.011
7500	0.035	0.000	0.053	0.066	0.114	0.090	0.075	0.050	0.039	0.005	0.033	0.010
8000	0.032	0.000	0.048	0.060	0.105	0.083	0.069	0.046	0.036	0.004	0.030	0.009
8500	0.030	0.000	0.045	0.056	0.097	0.077	0.064	0.043	0.033	0.004	0.028	0.009
9000	0.027	0.000	0.042	0.052	0.090	0.071	0.059	0.039	0.031	0.004	0.026	0.008
9500	0.026	0.000	0.039	0.048	0.084	0.066	0.055	0.037	0.029	0.003	0.024	0.007
10000	0.024	0.000	0.036	0.045	0.078	0.062	0.052	0.034	0.027	0.003	0.023	0.007

Tabla 7j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en mg/m^3 (E 0°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	1.337	0.000	2.027	2.522	4.384	3.474	2.896	1.926	1.506	0.178	1.262	0.390
200	0.680	0.000	1.031	1.282	2.230	1.766	1.473	0.980	0.766	0.090	0.642	0.198
300	0.484	0.000	0.734	0.913	1.587	1.258	1.048	0.697	0.545	0.064	0.457	0.141
400	0.378	0.000	0.574	0.714	1.241	0.983	0.820	0.545	0.426	0.050	0.357	0.110
500	0.306	0.000	0.464	0.577	1.003	0.795	0.663	0.441	0.345	0.041	0.289	0.089
600	0.252	0.000	0.382	0.475	0.825	0.654	0.545	0.363	0.283	0.033	0.237	0.073
700	0.210	0.000	0.319	0.396	0.689	0.546	0.455	0.303	0.237	0.028	0.198	0.061
800	0.179	0.000	0.272	0.338	0.588	0.466	0.388	0.258	0.202	0.024	0.169	0.052
900	0.155	0.000	0.235	0.292	0.508	0.402	0.336	0.223	0.175	0.021	0.146	0.045
1000	0.135	0.000	0.205	0.255	0.444	0.351	0.293	0.195	0.152	0.018	0.128	0.039
1100	0.120	0.000	0.181	0.226	0.392	0.311	0.259	0.172	0.135	0.016	0.113	0.035
1200	0.107	0.000	0.162	0.201	0.349	0.277	0.231	0.154	0.120	0.014	0.101	0.031
1300	0.096	0.000	0.145	0.180	0.314	0.248	0.207	0.138	0.108	0.013	0.090	0.028
1400	0.086	0.000	0.131	0.163	0.283	0.224	0.187	0.124	0.097	0.011	0.082	0.025
1500	0.078	0.000	0.119	0.148	0.257	0.204	0.170	0.113	0.088	0.010	0.074	0.023
1600	0.072	0.000	0.109	0.135	0.235	0.186	0.155	0.103	0.081	0.010	0.068	0.021
1700	0.066	0.000	0.100	0.124	0.216	0.171	0.142	0.095	0.074	0.009	0.062	0.019
1800	0.061	0.000	0.092	0.114	0.199	0.158	0.131	0.087	0.068	0.008	0.057	0.018
1900	0.056	0.000	0.085	0.106	0.184	0.146	0.121	0.081	0.063	0.007	0.053	0.016
2000	0.052	0.000	0.079	0.098	0.171	0.135	0.113	0.075	0.059	0.007	0.049	0.015
2100	0.049	0.000	0.074	0.092	0.160	0.126	0.105	0.070	0.055	0.006	0.046	0.014
2200	0.046	0.000	0.069	0.086	0.150	0.119	0.099	0.066	0.051	0.006	0.043	0.013
2300	0.043	0.000	0.065	0.081	0.141	0.112	0.093	0.062	0.048	0.006	0.041	0.013
2400	0.040	0.000	0.061	0.076	0.133	0.105	0.088	0.058	0.046	0.005	0.038	0.012
2500	0.038	0.000	0.058	0.072	0.125	0.099	0.083	0.055	0.043	0.005	0.036	0.011
2600	0.036	0.000	0.055	0.068	0.119	0.094	0.078	0.052	0.041	0.005	0.034	0.011
2700	0.034	0.000	0.052	0.065	0.113	0.089	0.074	0.050	0.039	0.005	0.032	0.010
2800	0.033	0.000	0.050	0.062	0.107	0.085	0.071	0.047	0.037	0.004	0.031	0.010
2900	0.031	0.000	0.047	0.059	0.102	0.081	0.067	0.045	0.035	0.004	0.029	0.009
3000	0.030	0.000	0.045	0.056	0.097	0.077	0.064	0.043	0.033	0.004	0.028	0.009
3500	0.024	0.000	0.037	0.046	0.079	0.063	0.052	0.035	0.027	0.003	0.023	0.007
4000	0.020	0.000	0.031	0.038	0.066	0.052	0.044	0.029	0.023	0.003	0.019	0.006
4500	0.017	0.000	0.026	0.033	0.057	0.045	0.037	0.025	0.019	0.002	0.016	0.005
5000	0.015	0.000	0.023	0.028	0.049	0.039	0.032	0.022	0.017	0.002	0.014	0.004
5500	0.013	0.000	0.020	0.025	0.043	0.034	0.029	0.019	0.015	0.002	0.012	0.004
6000	0.012	0.000	0.018	0.022	0.038	0.030	0.025	0.017	0.013	0.002	0.011	0.003
6500	0.011	0.000	0.016	0.020	0.034	0.027	0.023	0.015	0.012	0.001	0.010	0.003
7000	0.010	0.000	0.014	0.018	0.031	0.025	0.021	0.014	0.011	0.001	0.009	0.003
7500	0.009	0.000	0.013	0.016	0.028	0.023	0.019	0.013	0.010	0.001	0.008	0.003
8000	0.008	0.000	0.012	0.015	0.026	0.021	0.017	0.012	0.009	0.001	0.008	0.002
8500	0.007	0.000	0.011	0.014	0.024	0.019	0.016	0.011	0.008	0.001	0.007	0.002
9000	0.007	0.000	0.010	0.013	0.022	0.018	0.015	0.010	0.008	0.001	0.006	0.002
9500	0.006	0.000	0.010	0.012	0.021	0.017	0.014	0.009	0.007	0.001	0.006	0.002
10000	0.006	0.000	0.009	0.011	0.020	0.016	0.013	0.009	0.007	0.001	0.006	0.002

Tabla 8j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SE 45°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	7.245	0.000	11.037	11.770	19.984	12.378	9.443	5.520	5.142	0.847	6.650	2.125
200	3.910	0.000	5.958	6.352	10.787	6.682	5.098	2.980	2.775	0.457	3.590	1.147
300	2.803	0.000	4.272	4.554	7.734	4.790	3.654	2.136	1.990	0.328	2.573	0.822
400	2.206	0.000	3.363	3.584	6.086	3.770	2.876	1.682	1.566	0.258	2.026	0.647
500	1.814	0.000	2.764	2.948	5.005	3.100	2.364	1.382	1.288	0.212	1.665	0.532
600	1.529	0.000	2.329	2.484	4.218	2.612	1.993	1.165	1.085	0.179	1.404	0.449
700	1.312	0.000	1.999	2.132	3.619	2.242	1.710	1.000	0.932	0.153	1.204	0.385
800	1.151	0.000	1.753	1.869	3.174	1.966	1.500	0.877	0.817	0.135	1.056	0.338
900	1.019	0.000	1.553	1.656	2.812	1.742	1.328	0.777	0.724	0.119	0.936	0.299
1000	0.909	0.000	1.386	1.478	2.509	1.554	1.185	0.693	0.645	0.106	0.835	0.267
1100	0.819	0.000	1.248	1.331	2.260	1.400	1.068	0.624	0.581	0.096	0.752	0.240
1200	0.742	0.000	1.131	1.206	2.048	1.268	0.968	0.566	0.527	0.087	0.682	0.218
1300	0.676	0.000	1.030	1.098	1.864	1.155	0.881	0.515	0.480	0.079	0.620	0.198
1400	0.618	0.000	0.941	1.004	1.705	1.056	0.805	0.471	0.439	0.072	0.567	0.181
1500	0.567	0.000	0.864	0.922	1.565	0.969	0.739	0.432	0.403	0.066	0.521	0.166
1600	0.523	0.000	0.796	0.849	1.442	0.893	0.681	0.398	0.371	0.061	0.480	0.153
1700	0.483	0.000	0.737	0.785	1.333	0.826	0.630	0.368	0.343	0.057	0.444	0.142
1800	0.448	0.000	0.683	0.729	1.237	0.766	0.584	0.342	0.318	0.052	0.412	0.132
1900	0.418	0.000	0.636	0.678	1.152	0.714	0.544	0.318	0.296	0.049	0.383	0.122
2000	0.390	0.000	0.594	0.633	1.075	0.666	0.508	0.297	0.277	0.046	0.358	0.114
2100	0.366	0.000	0.558	0.595	1.010	0.626	0.477	0.279	0.260	0.043	0.336	0.107
2200	0.345	0.000	0.525	0.560	0.951	0.589	0.450	0.263	0.245	0.040	0.317	0.101
2300	0.325	0.000	0.496	0.529	0.898	0.556	0.424	0.248	0.231	0.038	0.299	0.096
2400	0.308	0.000	0.469	0.500	0.850	0.526	0.401	0.235	0.219	0.036	0.283	0.090
2500	0.292	0.000	0.444	0.474	0.805	0.499	0.380	0.222	0.207	0.034	0.268	0.086
2600	0.277	0.000	0.422	0.450	0.764	0.473	0.361	0.211	0.197	0.032	0.254	0.081
2700	0.263	0.000	0.402	0.428	0.727	0.450	0.343	0.201	0.187	0.031	0.242	0.077
2800	0.251	0.000	0.382	0.408	0.692	0.429	0.327	0.191	0.178	0.029	0.230	0.074
2900	0.239	0.000	0.365	0.389	0.660	0.409	0.312	0.182	0.170	0.028	0.220	0.070
3000	0.229	0.000	0.348	0.372	0.631	0.391	0.298	0.174	0.162	0.027	0.210	0.067
3500	0.188	0.000	0.286	0.305	0.518	0.321	0.245	0.143	0.133	0.022	0.172	0.055
4000	0.158	0.000	0.240	0.256	0.435	0.270	0.206	0.120	0.112	0.018	0.145	0.046
4500	0.135	0.000	0.206	0.220	0.373	0.231	0.176	0.103	0.096	0.016	0.124	0.040
5000	0.118	0.000	0.179	0.191	0.324	0.201	0.153	0.090	0.083	0.014	0.108	0.034
5500	0.104	0.000	0.158	0.168	0.286	0.177	0.135	0.079	0.074	0.012	0.095	0.030
6000	0.092	0.000	0.141	0.150	0.255	0.158	0.120	0.070	0.066	0.011	0.085	0.027
6500	0.083	0.000	0.126	0.135	0.229	0.142	0.108	0.063	0.059	0.010	0.076	0.024
7000	0.075	0.000	0.114	0.122	0.207	0.128	0.098	0.057	0.053	0.009	0.069	0.022
7500	0.069	0.000	0.105	0.112	0.190	0.117	0.090	0.052	0.049	0.008	0.063	0.020
8000	0.063	0.000	0.096	0.103	0.174	0.108	0.082	0.048	0.045	0.007	0.058	0.019
8500	0.058	0.000	0.089	0.095	0.161	0.100	0.076	0.045	0.041	0.007	0.054	0.017
9000	0.054	0.000	0.083	0.088	0.150	0.093	0.071	0.041	0.039	0.006	0.050	0.016
9500	0.051	0.000	0.077	0.082	0.140	0.086	0.066	0.039	0.036	0.006	0.046	0.015
10000	0.047	0.000	0.072	0.077	0.131	0.081	0.062	0.036	0.034	0.006	0.043	0.014

Tabla 9j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en mg/m^3 (SE 45°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	1.811	0.000	2.759	2.942	4.996	3.094	2.361	1.380	1.286	0.212	1.662	0.531
200	0.978	0.000	1.490	1.588	2.697	1.670	1.274	0.745	0.694	0.114	0.898	0.287
300	0.701	0.000	1.068	1.138	1.934	1.198	0.914	0.534	0.497	0.082	0.643	0.206
400	0.552	0.000	0.841	0.896	1.522	0.942	0.719	0.420	0.392	0.065	0.506	0.162
500	0.454	0.000	0.691	0.737	1.251	0.775	0.591	0.346	0.322	0.053	0.416	0.133
600	0.382	0.000	0.582	0.621	1.054	0.653	0.498	0.291	0.271	0.045	0.351	0.112
700	0.328	0.000	0.500	0.533	0.905	0.561	0.428	0.250	0.233	0.038	0.301	0.096
800	0.288	0.000	0.438	0.467	0.794	0.492	0.375	0.219	0.204	0.034	0.264	0.084
900	0.255	0.000	0.388	0.414	0.703	0.435	0.332	0.194	0.181	0.030	0.234	0.075
1000	0.227	0.000	0.346	0.369	0.627	0.388	0.296	0.173	0.161	0.027	0.209	0.067
1100	0.205	0.000	0.312	0.333	0.565	0.350	0.267	0.156	0.145	0.024	0.188	0.060
1200	0.186	0.000	0.283	0.302	0.512	0.317	0.242	0.141	0.132	0.022	0.170	0.054
1300	0.169	0.000	0.257	0.274	0.466	0.289	0.220	0.129	0.120	0.020	0.155	0.050
1400	0.154	0.000	0.235	0.251	0.426	0.264	0.201	0.118	0.110	0.018	0.142	0.045
1500	0.142	0.000	0.216	0.230	0.391	0.242	0.185	0.108	0.101	0.017	0.130	0.042
1600	0.131	0.000	0.199	0.212	0.360	0.223	0.170	0.100	0.093	0.015	0.120	0.038
1700	0.121	0.000	0.184	0.196	0.333	0.206	0.158	0.092	0.086	0.014	0.111	0.035
1800	0.112	0.000	0.171	0.182	0.309	0.192	0.146	0.085	0.080	0.013	0.103	0.033
1900	0.104	0.000	0.159	0.170	0.288	0.178	0.136	0.080	0.074	0.012	0.096	0.031
2000	0.097	0.000	0.148	0.158	0.269	0.166	0.127	0.074	0.069	0.011	0.089	0.029
2100	0.092	0.000	0.139	0.149	0.253	0.156	0.119	0.070	0.065	0.011	0.084	0.027
2200	0.086	0.000	0.131	0.140	0.238	0.147	0.112	0.066	0.061	0.010	0.079	0.025
2300	0.081	0.000	0.124	0.132	0.225	0.139	0.106	0.062	0.058	0.010	0.075	0.024
2400	0.077	0.000	0.117	0.125	0.212	0.132	0.100	0.059	0.055	0.009	0.071	0.023
2500	0.073	0.000	0.111	0.119	0.201	0.125	0.095	0.056	0.052	0.009	0.067	0.021
2600	0.069	0.000	0.106	0.113	0.191	0.118	0.090	0.053	0.049	0.008	0.064	0.020
2700	0.066	0.000	0.100	0.107	0.182	0.113	0.086	0.050	0.047	0.008	0.060	0.019
2800	0.063	0.000	0.096	0.102	0.173	0.107	0.082	0.048	0.045	0.007	0.058	0.018
2900	0.060	0.000	0.091	0.097	0.165	0.102	0.078	0.046	0.042	0.007	0.055	0.018
3000	0.057	0.000	0.087	0.093	0.158	0.098	0.075	0.044	0.041	0.007	0.053	0.017
3500	0.047	0.000	0.071	0.076	0.129	0.080	0.061	0.036	0.033	0.005	0.043	0.014
4000	0.039	0.000	0.060	0.064	0.109	0.067	0.051	0.030	0.028	0.005	0.036	0.012
4500	0.034	0.000	0.051	0.055	0.093	0.058	0.044	0.026	0.024	0.004	0.031	0.010
5000	0.029	0.000	0.045	0.048	0.081	0.050	0.038	0.022	0.021	0.003	0.027	0.009
5500	0.026	0.000	0.039	0.042	0.071	0.044	0.034	0.020	0.018	0.003	0.024	0.008
6000	0.023	0.000	0.035	0.037	0.064	0.039	0.030	0.018	0.016	0.003	0.021	0.007
6500	0.021	0.000	0.032	0.034	0.057	0.035	0.027	0.016	0.015	0.002	0.019	0.006
7000	0.019	0.000	0.029	0.031	0.052	0.032	0.024	0.014	0.013	0.002	0.017	0.006
7500	0.017	0.000	0.026	0.028	0.047	0.029	0.022	0.013	0.012	0.002	0.016	0.005
8000	0.016	0.000	0.024	0.026	0.044	0.027	0.021	0.012	0.011	0.002	0.015	0.005
8500	0.015	0.000	0.022	0.024	0.040	0.025	0.019	0.011	0.010	0.002	0.013	0.004
9000	0.014	0.000	0.021	0.022	0.037	0.023	0.018	0.010	0.010	0.002	0.012	0.004
9500	0.013	0.000	0.019	0.021	0.035	0.022	0.016	0.010	0.009	0.001	0.012	0.004
10000	0.012	0.000	0.018	0.019	0.033	0.020	0.015	0.009	0.008	0.001	0.011	0.003

Tabla 10j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (S 90°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	4.941	0.000	7.530	9.072	11.248	5.261	7.523	4.586	4.422	0.608	4.538	1.450
200	2.744	0.000	4.182	5.037	6.243	2.921	4.176	2.547	2.455	0.338	2.519	0.805
300	1.985	0.000	3.025	3.645	4.518	2.114	3.022	1.843	1.777	0.244	1.823	0.582
400	1.582	0.000	2.411	2.905	3.600	1.684	2.409	1.469	1.416	0.195	1.452	0.464
500	1.327	0.000	2.022	2.437	3.020	1.413	2.020	1.232	1.188	0.163	1.218	0.389
600	1.148	0.000	1.750	2.108	2.613	1.223	1.748	1.066	1.028	0.141	1.054	0.337
700	1.014	0.000	1.545	1.862	2.308	1.080	1.544	0.941	0.908	0.125	0.931	0.298
800	0.916	0.000	1.396	1.682	2.085	0.975	1.395	0.850	0.820	0.113	0.841	0.269
900	0.833	0.000	1.270	1.530	1.896	0.887	1.268	0.773	0.746	0.103	0.765	0.244
1000	0.761	0.000	1.160	1.398	1.732	0.811	1.159	0.707	0.681	0.094	0.699	0.223
1100	0.700	0.000	1.067	1.285	1.594	0.746	1.066	0.650	0.627	0.086	0.643	0.205
1200	0.646	0.000	0.984	1.186	1.469	0.687	0.983	0.599	0.578	0.079	0.593	0.189
1300	0.597	0.000	0.909	1.096	1.358	0.636	0.908	0.554	0.534	0.073	0.548	0.175
1400	0.553	0.000	0.842	1.015	1.258	0.588	0.841	0.513	0.495	0.068	0.508	0.162
1500	0.513	0.000	0.782	0.942	1.168	0.546	0.781	0.476	0.459	0.063	0.471	0.151
1600	0.477	0.000	0.728	0.877	1.087	0.508	0.727	0.443	0.427	0.059	0.438	0.140
1700	0.445	0.000	0.678	0.817	1.013	0.474	0.678	0.413	0.398	0.055	0.409	0.131
1800	0.416	0.000	0.634	0.764	0.947	0.443	0.633	0.386	0.372	0.051	0.382	0.122
1900	0.390	0.000	0.594	0.716	0.887	0.415	0.593	0.362	0.349	0.048	0.358	0.114
2000	0.366	0.000	0.557	0.672	0.832	0.389	0.557	0.340	0.327	0.045	0.336	0.107
2100	0.345	0.000	0.526	0.634	0.786	0.368	0.526	0.321	0.309	0.042	0.317	0.101
2200	0.327	0.000	0.498	0.600	0.744	0.348	0.497	0.303	0.292	0.040	0.300	0.096
2300	0.310	0.000	0.472	0.568	0.705	0.330	0.471	0.287	0.277	0.038	0.284	0.091
2400	0.294	0.000	0.448	0.540	0.669	0.313	0.448	0.273	0.263	0.036	0.270	0.086
2500	0.279	0.000	0.426	0.513	0.636	0.297	0.425	0.259	0.250	0.034	0.256	0.082
2600	0.266	0.000	0.405	0.488	0.605	0.283	0.405	0.247	0.238	0.033	0.244	0.078
2700	0.254	0.000	0.387	0.466	0.577	0.270	0.386	0.236	0.227	0.031	0.233	0.074
2800	0.242	0.000	0.369	0.444	0.551	0.258	0.369	0.225	0.217	0.030	0.222	0.071
2900	0.231	0.000	0.353	0.425	0.527	0.246	0.352	0.215	0.207	0.028	0.212	0.068
3000	0.222	0.000	0.338	0.407	0.504	0.236	0.337	0.206	0.198	0.027	0.203	0.065
3500	0.183	0.000	0.279	0.336	0.417	0.195	0.279	0.170	0.164	0.023	0.168	0.054
4000	0.155	0.000	0.236	0.284	0.352	0.165	0.236	0.144	0.138	0.019	0.142	0.045
4500	0.133	0.000	0.203	0.244	0.303	0.142	0.203	0.124	0.119	0.016	0.122	0.039
5000	0.116	0.000	0.177	0.213	0.264	0.124	0.177	0.108	0.104	0.014	0.107	0.034
5500	0.102	0.000	0.156	0.188	0.233	0.109	0.156	0.095	0.092	0.013	0.094	0.030
6000	0.091	0.000	0.139	0.168	0.208	0.097	0.139	0.085	0.082	0.011	0.084	0.027
6500	0.082	0.000	0.125	0.151	0.187	0.088	0.125	0.076	0.074	0.010	0.076	0.024
7000	0.075	0.000	0.114	0.137	0.170	0.079	0.113	0.069	0.067	0.009	0.068	0.022
7500	0.068	0.000	0.104	0.125	0.155	0.073	0.104	0.063	0.061	0.008	0.063	0.020
8000	0.063	0.000	0.096	0.115	0.143	0.067	0.096	0.058	0.056	0.008	0.058	0.018
8500	0.058	0.000	0.089	0.107	0.132	0.062	0.089	0.054	0.052	0.007	0.053	0.017
9000	0.054	0.000	0.082	0.099	0.123	0.058	0.082	0.050	0.048	0.007	0.050	0.016
9500	0.050	0.000	0.077	0.093	0.115	0.054	0.077	0.047	0.045	0.006	0.046	0.015
10000	0.047	0.000	0.072	0.087	0.107	0.050	0.072	0.044	0.042	0.006	0.043	0.014

Tabla 11j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en mg/m^3 (S 90°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	1.235	0.000	1.882	2.268	2.812	1.315	1.881	1.146	1.106	0.152	1.134	0.362
200	0.686	0.000	1.046	1.259	1.561	0.730	1.044	0.637	0.614	0.084	0.630	0.201
300	0.496	0.000	0.756	0.911	1.130	0.528	0.756	0.461	0.444	0.061	0.456	0.146
400	0.396	0.000	0.603	0.726	0.900	0.421	0.602	0.367	0.354	0.049	0.363	0.116
500	0.332	0.000	0.506	0.609	0.755	0.353	0.505	0.308	0.297	0.041	0.305	0.097
600	0.287	0.000	0.437	0.527	0.653	0.306	0.437	0.266	0.257	0.035	0.264	0.084
700	0.254	0.000	0.386	0.466	0.577	0.270	0.386	0.235	0.227	0.031	0.233	0.074
800	0.229	0.000	0.349	0.421	0.521	0.244	0.349	0.213	0.205	0.028	0.210	0.067
900	0.208	0.000	0.317	0.382	0.474	0.222	0.317	0.193	0.186	0.026	0.191	0.061
1000	0.190	0.000	0.290	0.349	0.433	0.203	0.290	0.177	0.170	0.023	0.175	0.056
1100	0.175	0.000	0.267	0.321	0.398	0.186	0.266	0.162	0.157	0.022	0.161	0.051
1200	0.161	0.000	0.246	0.296	0.367	0.172	0.246	0.150	0.144	0.020	0.148	0.047
1300	0.149	0.000	0.227	0.274	0.340	0.159	0.227	0.138	0.134	0.018	0.137	0.044
1400	0.138	0.000	0.211	0.254	0.314	0.147	0.210	0.128	0.124	0.017	0.127	0.041
1500	0.128	0.000	0.195	0.236	0.292	0.137	0.195	0.119	0.115	0.016	0.118	0.038
1600	0.119	0.000	0.182	0.219	0.272	0.127	0.182	0.111	0.107	0.015	0.110	0.035
1700	0.111	0.000	0.170	0.204	0.253	0.118	0.169	0.103	0.100	0.014	0.102	0.033
1800	0.104	0.000	0.158	0.191	0.237	0.111	0.158	0.097	0.093	0.013	0.095	0.031
1900	0.097	0.000	0.148	0.179	0.222	0.104	0.148	0.090	0.087	0.012	0.089	0.029
2000	0.091	0.000	0.139	0.168	0.208	0.097	0.139	0.085	0.082	0.011	0.084	0.027
2100	0.086	0.000	0.132	0.159	0.197	0.092	0.131	0.080	0.077	0.011	0.079	0.025
2200	0.082	0.000	0.124	0.150	0.186	0.087	0.124	0.076	0.073	0.010	0.075	0.024
2300	0.077	0.000	0.118	0.142	0.176	0.082	0.118	0.072	0.069	0.010	0.071	0.023
2400	0.074	0.000	0.112	0.135	0.167	0.078	0.112	0.068	0.066	0.009	0.067	0.022
2500	0.070	0.000	0.106	0.128	0.159	0.074	0.106	0.065	0.062	0.009	0.064	0.020
2600	0.066	0.000	0.101	0.122	0.151	0.071	0.101	0.062	0.059	0.008	0.061	0.020
2700	0.063	0.000	0.097	0.116	0.144	0.068	0.097	0.059	0.057	0.008	0.058	0.019
2800	0.061	0.000	0.092	0.111	0.138	0.064	0.092	0.056	0.054	0.007	0.056	0.018
2900	0.058	0.000	0.088	0.106	0.132	0.062	0.088	0.054	0.052	0.007	0.053	0.017
3000	0.055	0.000	0.084	0.102	0.126	0.059	0.084	0.051	0.050	0.007	0.051	0.016
3500	0.046	0.000	0.070	0.084	0.104	0.049	0.070	0.042	0.041	0.006	0.042	0.013
4000	0.039	0.000	0.059	0.071	0.088	0.041	0.059	0.036	0.035	0.005	0.036	0.011
4500	0.033	0.000	0.051	0.061	0.076	0.035	0.051	0.031	0.030	0.004	0.031	0.010
5000	0.029	0.000	0.044	0.053	0.066	0.031	0.044	0.027	0.026	0.004	0.027	0.009
5500	0.026	0.000	0.039	0.047	0.058	0.027	0.039	0.024	0.023	0.003	0.024	0.008
6000	0.023	0.000	0.035	0.042	0.052	0.024	0.035	0.021	0.020	0.003	0.021	0.007
6500	0.021	0.000	0.031	0.038	0.047	0.022	0.031	0.019	0.018	0.003	0.019	0.006
7000	0.019	0.000	0.028	0.034	0.042	0.020	0.028	0.017	0.017	0.002	0.017	0.005
7500	0.017	0.000	0.026	0.031	0.039	0.018	0.026	0.016	0.015	0.002	0.016	0.005
8000	0.016	0.000	0.024	0.029	0.036	0.017	0.024	0.015	0.014	0.002	0.014	0.005
8500	0.015	0.000	0.022	0.027	0.033	0.015	0.022	0.013	0.013	0.002	0.013	0.004
9000	0.014	0.000	0.021	0.025	0.031	0.014	0.021	0.013	0.012	0.002	0.012	0.004
9500	0.013	0.000	0.019	0.023	0.029	0.013	0.019	0.012	0.011	0.002	0.012	0.004
10000	0.012	0.000	0.018	0.022	0.027	0.013	0.018	0.011	0.011	0.001	0.011	0.003

Tabla 12j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SO 135°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	6.467	0.000	5.162	5.318	7.846	5.434	6.307	5.245	3.622	0.529	5.952	1.446
200	3.491	0.000	2.787	2.872	4.234	2.933	3.405	2.831	1.956	0.286	3.213	0.780
300	2.503	0.000	1.998	2.059	3.036	2.103	2.441	2.030	1.402	0.205	2.304	0.559
400	1.970	0.000	1.572	1.620	2.390	1.655	1.921	1.597	1.104	0.161	1.813	0.440
500	1.619	0.000	1.292	1.332	1.964	1.360	1.579	1.313	0.907	0.132	1.490	0.362
600	1.365	0.000	1.089	1.123	1.656	1.147	1.331	1.107	0.765	0.112	1.256	0.305
700	1.172	0.000	0.935	0.964	1.421	0.984	1.142	0.950	0.656	0.096	1.078	0.262
800	1.028	0.000	0.820	0.845	1.246	0.863	1.002	0.833	0.576	0.084	0.946	0.230
900	0.910	0.000	0.726	0.748	1.104	0.764	0.887	0.738	0.510	0.074	0.838	0.203
1000	0.812	0.000	0.648	0.668	0.985	0.682	0.792	0.659	0.455	0.066	0.748	0.182
1100	0.732	0.000	0.584	0.602	0.887	0.615	0.713	0.593	0.410	0.060	0.673	0.163
1200	0.663	0.000	0.529	0.545	0.804	0.557	0.646	0.538	0.372	0.054	0.610	0.148
1300	0.604	0.000	0.482	0.496	0.732	0.507	0.588	0.489	0.338	0.049	0.556	0.135
1400	0.552	0.000	0.440	0.454	0.669	0.464	0.538	0.447	0.309	0.045	0.508	0.123
1500	0.507	0.000	0.404	0.417	0.614	0.426	0.494	0.411	0.284	0.041	0.466	0.113
1600	0.467	0.000	0.372	0.384	0.566	0.392	0.455	0.379	0.261	0.038	0.429	0.104
1700	0.432	0.000	0.345	0.355	0.524	0.363	0.421	0.350	0.242	0.035	0.397	0.096
1800	0.400	0.000	0.320	0.329	0.486	0.336	0.390	0.325	0.224	0.033	0.369	0.090
1900	0.373	0.000	0.298	0.307	0.452	0.313	0.364	0.302	0.209	0.031	0.343	0.083
2000	0.348	0.000	0.278	0.286	0.422	0.292	0.339	0.282	0.195	0.028	0.320	0.078
2100	0.327	0.000	0.261	0.269	0.396	0.275	0.319	0.265	0.183	0.027	0.301	0.073
2200	0.308	0.000	0.246	0.253	0.373	0.259	0.300	0.250	0.173	0.025	0.283	0.069
2300	0.291	0.000	0.232	0.239	0.353	0.244	0.283	0.236	0.163	0.024	0.268	0.065
2400	0.275	0.000	0.219	0.226	0.333	0.231	0.268	0.223	0.154	0.022	0.253	0.061
2500	0.261	0.000	0.208	0.214	0.316	0.219	0.254	0.211	0.146	0.021	0.240	0.058
2600	0.247	0.000	0.197	0.203	0.300	0.208	0.241	0.201	0.139	0.020	0.228	0.055
2700	0.235	0.000	0.188	0.194	0.285	0.198	0.229	0.191	0.132	0.019	0.217	0.053
2800	0.224	0.000	0.179	0.184	0.272	0.188	0.219	0.182	0.126	0.018	0.206	0.050
2900	0.214	0.000	0.171	0.176	0.259	0.180	0.208	0.173	0.120	0.017	0.197	0.048
3000	0.204	0.000	0.163	0.168	0.248	0.172	0.199	0.166	0.114	0.017	0.188	0.046
3500	0.168	0.000	0.134	0.138	0.203	0.141	0.163	0.136	0.094	0.014	0.154	0.037
4000	0.141	0.000	0.112	0.116	0.171	0.118	0.137	0.114	0.079	0.012	0.130	0.031
4500	0.121	0.000	0.096	0.099	0.146	0.101	0.118	0.098	0.068	0.010	0.111	0.027
5000	0.105	0.000	0.084	0.086	0.127	0.088	0.102	0.085	0.059	0.009	0.097	0.023
5500	0.093	0.000	0.074	0.076	0.112	0.078	0.090	0.075	0.052	0.008	0.085	0.021
6000	0.082	0.000	0.066	0.068	0.100	0.069	0.080	0.067	0.046	0.007	0.076	0.018
6500	0.074	0.000	0.059	0.061	0.090	0.062	0.072	0.060	0.042	0.006	0.068	0.017
7000	0.067	0.000	0.054	0.055	0.081	0.056	0.065	0.054	0.038	0.005	0.062	0.015
7500	0.061	0.000	0.049	0.050	0.074	0.052	0.060	0.050	0.034	0.005	0.056	0.014
8000	0.056	0.000	0.045	0.046	0.068	0.047	0.055	0.046	0.032	0.005	0.052	0.013
8500	0.052	0.000	0.042	0.043	0.063	0.044	0.051	0.042	0.029	0.004	0.048	0.012
9000	0.048	0.000	0.039	0.040	0.059	0.041	0.047	0.039	0.027	0.004	0.045	0.011
9500	0.045	0.000	0.036	0.037	0.055	0.038	0.044	0.037	0.025	0.004	0.042	0.010
10000	0.042	0.000	0.034	0.035	0.051	0.036	0.041	0.034	0.024	0.003	0.039	0.009

Tabla 13j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en mg/m^3 (SO 135°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	1.617	0.000	1.290	1.330	1.962	1.358	1.577	1.311	0.906	0.132	1.488	0.361
200	0.873	0.000	0.697	0.718	1.058	0.733	0.851	0.708	0.489	0.071	0.803	0.195
300	0.626	0.000	0.499	0.515	0.759	0.526	0.610	0.507	0.351	0.051	0.576	0.140
400	0.493	0.000	0.393	0.405	0.597	0.414	0.480	0.399	0.276	0.040	0.453	0.110
500	0.405	0.000	0.323	0.333	0.491	0.340	0.395	0.328	0.227	0.033	0.373	0.090
600	0.341	0.000	0.272	0.281	0.414	0.287	0.333	0.277	0.191	0.028	0.314	0.076
700	0.293	0.000	0.234	0.241	0.355	0.246	0.286	0.238	0.164	0.024	0.270	0.065
800	0.257	0.000	0.205	0.211	0.312	0.216	0.250	0.208	0.144	0.021	0.236	0.057
900	0.228	0.000	0.182	0.187	0.276	0.191	0.222	0.184	0.127	0.019	0.209	0.051
1000	0.203	0.000	0.162	0.167	0.246	0.171	0.198	0.165	0.114	0.017	0.187	0.045
1100	0.183	0.000	0.146	0.150	0.222	0.154	0.178	0.148	0.102	0.015	0.168	0.041
1200	0.166	0.000	0.132	0.136	0.201	0.139	0.162	0.134	0.093	0.014	0.153	0.037
1300	0.151	0.000	0.120	0.124	0.183	0.127	0.147	0.122	0.084	0.012	0.139	0.034
1400	0.138	0.000	0.110	0.113	0.167	0.116	0.134	0.112	0.077	0.011	0.127	0.031
1500	0.127	0.000	0.101	0.104	0.154	0.106	0.123	0.103	0.071	0.010	0.117	0.028
1600	0.117	0.000	0.093	0.096	0.142	0.098	0.114	0.095	0.065	0.010	0.107	0.026
1700	0.108	0.000	0.086	0.089	0.131	0.091	0.105	0.088	0.060	0.009	0.099	0.024
1800	0.100	0.000	0.080	0.082	0.121	0.084	0.098	0.081	0.056	0.008	0.092	0.022
1900	0.093	0.000	0.074	0.077	0.113	0.078	0.091	0.076	0.052	0.008	0.086	0.021
2000	0.087	0.000	0.069	0.072	0.106	0.073	0.085	0.071	0.049	0.007	0.080	0.019
2100	0.082	0.000	0.065	0.067	0.099	0.069	0.080	0.066	0.046	0.007	0.075	0.018
2200	0.077	0.000	0.061	0.063	0.093	0.065	0.075	0.062	0.043	0.006	0.071	0.017
2300	0.073	0.000	0.058	0.060	0.088	0.061	0.071	0.059	0.041	0.006	0.067	0.016
2400	0.069	0.000	0.055	0.057	0.083	0.058	0.067	0.056	0.039	0.006	0.063	0.015
2500	0.065	0.000	0.052	0.054	0.079	0.055	0.064	0.053	0.036	0.005	0.060	0.015
2600	0.062	0.000	0.049	0.051	0.075	0.052	0.060	0.050	0.035	0.005	0.057	0.014
2700	0.059	0.000	0.047	0.048	0.071	0.049	0.057	0.048	0.033	0.005	0.054	0.013
2800	0.056	0.000	0.045	0.046	0.068	0.047	0.055	0.045	0.031	0.005	0.052	0.013
2900	0.053	0.000	0.043	0.044	0.065	0.045	0.052	0.043	0.030	0.004	0.049	0.012
3000	0.051	0.000	0.041	0.042	0.062	0.043	0.050	0.041	0.029	0.004	0.047	0.011
3500	0.042	0.000	0.033	0.034	0.051	0.035	0.041	0.034	0.023	0.003	0.039	0.009
4000	0.035	0.000	0.028	0.029	0.043	0.030	0.034	0.029	0.020	0.003	0.032	0.008
4500	0.030	0.000	0.024	0.025	0.037	0.025	0.029	0.024	0.017	0.002	0.028	0.007
5000	0.026	0.000	0.021	0.022	0.032	0.022	0.026	0.021	0.015	0.002	0.024	0.006
5500	0.023	0.000	0.018	0.019	0.028	0.019	0.023	0.019	0.013	0.002	0.021	0.005
6000	0.021	0.000	0.016	0.017	0.025	0.017	0.020	0.017	0.012	0.002	0.019	0.005
6500	0.019	0.000	0.015	0.015	0.022	0.016	0.018	0.015	0.010	0.002	0.017	0.004
7000	0.017	0.000	0.013	0.014	0.020	0.014	0.016	0.014	0.009	0.001	0.015	0.004
7500	0.015	0.000	0.012	0.013	0.019	0.013	0.015	0.012	0.009	0.001	0.014	0.003
8000	0.014	0.000	0.011	0.012	0.017	0.012	0.014	0.011	0.008	0.001	0.013	0.003
8500	0.013	0.000	0.010	0.011	0.016	0.011	0.013	0.011	0.007	0.001	0.012	0.003
9000	0.012	0.000	0.010	0.010	0.015	0.010	0.012	0.010	0.007	0.001	0.011	0.003
9500	0.011	0.000	0.009	0.009	0.014	0.009	0.011	0.009	0.006	0.001	0.010	0.003
10000	0.011	0.000	0.008	0.009	0.013	0.009	0.010	0.009	0.006	0.001	0.010	0.002

Tabla 14j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (O 180°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	6.813	0.000	8.109	10.285	13.990	9.648	10.358	10.275	9.181	0.732	8.749	2.366
200	3.466	0.000	4.125	5.232	7.114	4.906	5.267	5.226	4.669	0.372	4.448	1.203
300	2.466	0.000	2.935	3.725	5.066	3.491	3.750	3.718	3.322	0.265	3.167	0.856
400	1.928	0.000	2.295	2.911	3.958	2.730	2.931	2.908	2.598	0.207	2.476	0.669
500	1.559	0.000	1.856	2.354	3.200	2.208	2.370	2.351	2.101	0.168	2.002	0.541
600	1.282	0.000	1.526	1.936	2.633	1.816	1.949	1.934	1.728	0.138	1.646	0.445
700	1.071	0.000	1.275	1.617	2.199	1.516	1.628	1.615	1.443	0.115	1.375	0.372
800	0.914	0.000	1.087	1.379	1.876	1.294	1.389	1.378	1.231	0.098	1.173	0.317
900	0.789	0.000	0.940	1.192	1.621	1.118	1.200	1.191	1.064	0.085	1.014	0.274
1000	0.689	0.000	0.820	1.041	1.415	0.976	1.048	1.039	0.929	0.074	0.885	0.239
1100	0.609	0.000	0.725	0.920	1.251	0.862	0.926	0.919	0.821	0.065	0.782	0.212
1200	0.543	0.000	0.646	0.820	1.115	0.769	0.825	0.819	0.732	0.058	0.697	0.189
1300	0.487	0.000	0.580	0.736	1.001	0.690	0.741	0.735	0.657	0.052	0.626	0.169
1400	0.440	0.000	0.524	0.665	0.904	0.623	0.669	0.664	0.593	0.047	0.565	0.153
1500	0.400	0.000	0.476	0.604	0.821	0.566	0.608	0.603	0.539	0.043	0.514	0.139
1600	0.365	0.000	0.435	0.551	0.750	0.517	0.555	0.551	0.492	0.039	0.469	0.127
1700	0.335	0.000	0.399	0.506	0.688	0.475	0.509	0.505	0.452	0.036	0.430	0.116
1800	0.309	0.000	0.368	0.467	0.635	0.437	0.470	0.466	0.416	0.033	0.397	0.107
1900	0.286	0.000	0.340	0.431	0.587	0.404	0.435	0.431	0.385	0.031	0.367	0.099
2000	0.265	0.000	0.316	0.401	0.545	0.376	0.404	0.400	0.357	0.029	0.341	0.092
2100	0.248	0.000	0.295	0.374	0.509	0.351	0.377	0.374	0.334	0.027	0.319	0.086
2200	0.233	0.000	0.277	0.351	0.478	0.330	0.354	0.351	0.314	0.025	0.299	0.081
2300	0.219	0.000	0.261	0.331	0.450	0.310	0.333	0.330	0.295	0.024	0.281	0.076
2400	0.206	0.000	0.246	0.311	0.424	0.292	0.314	0.311	0.278	0.022	0.265	0.072
2500	0.195	0.000	0.232	0.294	0.400	0.276	0.296	0.294	0.263	0.021	0.250	0.068
2600	0.185	0.000	0.220	0.279	0.379	0.261	0.281	0.278	0.249	0.020	0.237	0.064
2700	0.175	0.000	0.208	0.264	0.360	0.248	0.266	0.264	0.236	0.019	0.225	0.061
2800	0.167	0.000	0.198	0.251	0.342	0.236	0.253	0.251	0.224	0.018	0.214	0.058
2900	0.159	0.000	0.189	0.239	0.325	0.224	0.241	0.239	0.214	0.017	0.204	0.055
3000	0.151	0.000	0.180	0.228	0.310	0.214	0.230	0.228	0.204	0.016	0.194	0.052
3500	0.123	0.000	0.146	0.186	0.253	0.174	0.187	0.185	0.166	0.013	0.158	0.043
4000	0.103	0.000	0.122	0.155	0.211	0.146	0.156	0.155	0.139	0.011	0.132	0.036
4500	0.088	0.000	0.105	0.133	0.180	0.124	0.134	0.132	0.118	0.009	0.113	0.030
5000	0.076	0.000	0.091	0.115	0.156	0.108	0.116	0.115	0.103	0.008	0.098	0.026
5500	0.067	0.000	0.080	0.101	0.138	0.095	0.102	0.101	0.090	0.007	0.086	0.023
6000	0.060	0.000	0.071	0.090	0.123	0.085	0.091	0.090	0.080	0.006	0.077	0.021
6500	0.054	0.000	0.064	0.081	0.110	0.076	0.081	0.081	0.072	0.006	0.069	0.019
7000	0.048	0.000	0.058	0.073	0.099	0.069	0.074	0.073	0.065	0.005	0.062	0.017
7500	0.044	0.000	0.053	0.067	0.091	0.063	0.067	0.067	0.060	0.005	0.057	0.015
8000	0.041	0.000	0.048	0.061	0.084	0.058	0.062	0.061	0.055	0.004	0.052	0.014
8500	0.038	0.000	0.045	0.057	0.077	0.053	0.057	0.057	0.051	0.004	0.048	0.013
9000	0.035	0.000	0.042	0.053	0.072	0.049	0.053	0.053	0.047	0.004	0.045	0.012
9500	0.033	0.000	0.039	0.049	0.067	0.046	0.049	0.049	0.044	0.003	0.042	0.011
10000	0.030	0.000	0.036	0.046	0.062	0.043	0.046	0.046	0.041	0.003	0.039	0.011

Tabla 15j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en mg/m^3 (O 180°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	1.703	0.000	2.027	2.571	3.498	2.412	2.590	2.569	2.295	0.183	2.187	0.591
200	0.866	0.000	1.031	1.308	1.778	1.226	1.317	1.306	1.167	0.093	1.112	0.301
300	0.617	0.000	0.734	0.931	1.266	0.873	0.938	0.930	0.830	0.066	0.792	0.214
400	0.482	0.000	0.574	0.728	0.990	0.683	0.733	0.727	0.650	0.052	0.619	0.167
500	0.390	0.000	0.464	0.588	0.800	0.552	0.593	0.588	0.525	0.042	0.500	0.135
600	0.321	0.000	0.382	0.484	0.658	0.454	0.487	0.483	0.432	0.034	0.412	0.111
700	0.268	0.000	0.319	0.404	0.550	0.379	0.407	0.404	0.361	0.029	0.344	0.093
800	0.228	0.000	0.272	0.345	0.469	0.323	0.347	0.344	0.308	0.025	0.293	0.079
900	0.197	0.000	0.235	0.298	0.405	0.279	0.300	0.298	0.266	0.021	0.253	0.069
1000	0.172	0.000	0.205	0.260	0.354	0.244	0.262	0.260	0.232	0.019	0.221	0.060
1100	0.152	0.000	0.181	0.230	0.313	0.216	0.232	0.230	0.205	0.016	0.196	0.053
1200	0.136	0.000	0.162	0.205	0.279	0.192	0.206	0.205	0.183	0.015	0.174	0.047
1300	0.122	0.000	0.145	0.184	0.250	0.173	0.185	0.184	0.164	0.013	0.156	0.042
1400	0.110	0.000	0.131	0.166	0.226	0.156	0.167	0.166	0.148	0.012	0.141	0.038
1500	0.100	0.000	0.119	0.151	0.205	0.142	0.152	0.151	0.135	0.011	0.128	0.035
1600	0.091	0.000	0.109	0.138	0.188	0.129	0.139	0.138	0.123	0.010	0.117	0.032
1700	0.084	0.000	0.100	0.126	0.172	0.119	0.127	0.126	0.113	0.009	0.108	0.029
1800	0.077	0.000	0.092	0.117	0.159	0.109	0.117	0.116	0.104	0.008	0.099	0.027
1900	0.071	0.000	0.085	0.108	0.147	0.101	0.109	0.108	0.096	0.008	0.092	0.025
2000	0.066	0.000	0.079	0.100	0.136	0.094	0.101	0.100	0.089	0.007	0.085	0.023
2100	0.062	0.000	0.074	0.094	0.127	0.088	0.094	0.094	0.084	0.007	0.080	0.022
2200	0.058	0.000	0.069	0.088	0.120	0.082	0.088	0.088	0.078	0.006	0.075	0.020
2300	0.055	0.000	0.065	0.083	0.112	0.077	0.083	0.083	0.074	0.006	0.070	0.019
2400	0.052	0.000	0.061	0.078	0.106	0.073	0.078	0.078	0.069	0.006	0.066	0.018
2500	0.049	0.000	0.058	0.074	0.100	0.069	0.074	0.073	0.066	0.005	0.063	0.017
2600	0.046	0.000	0.055	0.070	0.095	0.065	0.070	0.070	0.062	0.005	0.059	0.016
2700	0.044	0.000	0.052	0.066	0.090	0.062	0.067	0.066	0.059	0.005	0.056	0.015
2800	0.042	0.000	0.050	0.063	0.086	0.059	0.063	0.063	0.056	0.004	0.053	0.014
2900	0.040	0.000	0.047	0.060	0.081	0.056	0.060	0.060	0.053	0.004	0.051	0.014
3000	0.038	0.000	0.045	0.057	0.078	0.054	0.057	0.057	0.051	0.004	0.049	0.013
3500	0.031	0.000	0.037	0.046	0.063	0.044	0.047	0.046	0.041	0.003	0.039	0.011
4000	0.026	0.000	0.031	0.039	0.053	0.036	0.039	0.039	0.035	0.003	0.033	0.009
4500	0.022	0.000	0.026	0.033	0.045	0.031	0.033	0.033	0.030	0.002	0.028	0.008
5000	0.019	0.000	0.023	0.029	0.039	0.027	0.029	0.029	0.026	0.002	0.024	0.007
5500	0.017	0.000	0.020	0.025	0.034	0.024	0.025	0.025	0.023	0.002	0.022	0.006
6000	0.015	0.000	0.018	0.023	0.031	0.021	0.023	0.022	0.020	0.002	0.019	0.005
6500	0.013	0.000	0.016	0.020	0.027	0.019	0.020	0.020	0.018	0.001	0.017	0.005
7000	0.012	0.000	0.014	0.018	0.025	0.017	0.018	0.018	0.016	0.001	0.016	0.004
7500	0.011	0.000	0.013	0.017	0.023	0.016	0.017	0.017	0.015	0.001	0.014	0.004
8000	0.010	0.000	0.012	0.015	0.021	0.014	0.015	0.015	0.014	0.001	0.013	0.004
8500	0.009	0.000	0.011	0.014	0.019	0.013	0.014	0.014	0.013	0.001	0.012	0.003
9000	0.009	0.000	0.010	0.013	0.018	0.012	0.013	0.013	0.012	0.001	0.011	0.003
9500	0.008	0.000	0.010	0.012	0.017	0.012	0.012	0.012	0.011	0.001	0.010	0.003
10000	0.008	0.000	0.009	0.011	0.016	0.011	0.012	0.011	0.010	0.001	0.010	0.003

Tabla 16j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Mes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO 225°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	4.387	0.000	5.846	9.882	21.184	14.259	12.224	7.712	7.610	0.547	6.650	1.417
200	2.368	0.000	3.156	5.334	11.434	7.696	6.598	4.163	4.109	0.295	3.590	0.765
300	1.698	0.000	2.262	3.824	8.198	5.520	4.730	2.985	2.945	0.211	2.573	0.548
400	1.336	0.000	1.781	3.010	6.451	4.342	3.722	2.349	2.318	0.166	2.026	0.432
500	1.099	0.000	1.464	2.474	5.306	3.571	3.061	1.932	1.906	0.137	1.665	0.355
600	0.926	0.000	1.234	2.085	4.470	3.009	2.580	1.628	1.606	0.115	1.404	0.299
700	0.795	0.000	1.059	1.790	3.837	2.583	2.214	1.397	1.379	0.099	1.204	0.257
800	0.697	0.000	0.929	1.570	3.366	2.265	1.941	1.225	1.209	0.087	1.056	0.225
900	0.617	0.000	0.822	1.390	2.980	2.006	1.720	1.085	1.071	0.077	0.936	0.199
1000	0.551	0.000	0.734	1.241	2.660	1.790	1.534	0.968	0.955	0.069	0.835	0.178
1100	0.496	0.000	0.661	1.117	2.396	1.613	1.382	0.872	0.860	0.062	0.752	0.160
1200	0.450	0.000	0.599	1.013	2.171	1.461	1.253	0.790	0.780	0.056	0.682	0.145
1300	0.409	0.000	0.545	0.922	1.976	1.330	1.140	0.719	0.710	0.051	0.620	0.132
1400	0.374	0.000	0.499	0.843	1.807	1.216	1.043	0.658	0.649	0.047	0.567	0.121
1500	0.344	0.000	0.458	0.774	1.659	1.116	0.957	0.604	0.596	0.043	0.521	0.111
1600	0.317	0.000	0.422	0.713	1.529	1.029	0.882	0.556	0.549	0.039	0.480	0.102
1700	0.293	0.000	0.390	0.659	1.413	0.952	0.816	0.515	0.508	0.036	0.444	0.095
1800	0.272	0.000	0.362	0.612	1.311	0.883	0.756	0.477	0.471	0.034	0.412	0.088
1900	0.253	0.000	0.337	0.570	1.221	0.822	0.705	0.444	0.439	0.031	0.383	0.082
2000	0.236	0.000	0.315	0.532	1.140	0.767	0.658	0.415	0.409	0.029	0.358	0.076
2100	0.222	0.000	0.295	0.500	1.071	0.721	0.618	0.390	0.385	0.028	0.336	0.072
2200	0.209	0.000	0.278	0.470	1.009	0.679	0.582	0.367	0.362	0.026	0.317	0.067
2300	0.197	0.000	0.263	0.444	0.952	0.641	0.549	0.347	0.342	0.025	0.299	0.064
2400	0.187	0.000	0.249	0.420	0.900	0.606	0.520	0.328	0.324	0.023	0.283	0.060
2500	0.177	0.000	0.236	0.398	0.853	0.574	0.492	0.311	0.307	0.022	0.268	0.057
2600	0.168	0.000	0.224	0.378	0.810	0.545	0.468	0.295	0.291	0.021	0.254	0.054
2700	0.160	0.000	0.213	0.359	0.771	0.519	0.444	0.281	0.277	0.020	0.242	0.052
2800	0.152	0.000	0.203	0.342	0.734	0.494	0.423	0.267	0.264	0.019	0.230	0.049
2900	0.145	0.000	0.193	0.327	0.700	0.471	0.404	0.255	0.252	0.018	0.220	0.047
3000	0.139	0.000	0.185	0.312	0.669	0.450	0.386	0.244	0.240	0.017	0.210	0.045
3500	0.114	0.000	0.151	0.256	0.549	0.369	0.317	0.200	0.197	0.014	0.172	0.037
4000	0.096	0.000	0.127	0.215	0.461	0.311	0.266	0.168	0.166	0.012	0.145	0.031
4500	0.082	0.000	0.109	0.184	0.395	0.266	0.228	0.144	0.142	0.010	0.124	0.026
5000	0.071	0.000	0.095	0.160	0.344	0.231	0.198	0.125	0.124	0.009	0.108	0.023
5500	0.063	0.000	0.084	0.141	0.303	0.204	0.175	0.110	0.109	0.008	0.095	0.020
6000	0.056	0.000	0.074	0.126	0.270	0.182	0.156	0.098	0.097	0.007	0.085	0.018
6500	0.050	0.000	0.067	0.113	0.243	0.163	0.140	0.088	0.087	0.006	0.076	0.016
7000	0.046	0.000	0.061	0.102	0.220	0.148	0.127	0.080	0.079	0.006	0.069	0.015
7500	0.042	0.000	0.055	0.094	0.201	0.135	0.116	0.073	0.072	0.005	0.063	0.013
8000	0.038	0.000	0.051	0.086	0.185	0.124	0.107	0.067	0.066	0.005	0.058	0.012
8500	0.035	0.000	0.047	0.080	0.171	0.115	0.099	0.062	0.061	0.004	0.054	0.011
9000	0.033	0.000	0.044	0.074	0.159	0.107	0.092	0.058	0.057	0.004	0.050	0.011
9500	0.031	0.000	0.041	0.069	0.148	0.100	0.085	0.054	0.053	0.004	0.046	0.010
10000	0.029	0.000	0.038	0.065	0.139	0.093	0.080	0.050	0.050	0.004	0.043	0.009

Tabla 17j. Datos de concentración máxima de Plomo 1-Año en mg/m^3 (NO 225°)

DIST (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	1.097	0.000	1.462	2.470	5.296	3.565	3.056	1.928	1.902	0.137	1.662	0.354
200	0.592	0.000	0.789	1.334	2.858	1.924	1.650	1.041	1.027	0.074	0.898	0.191
300	0.424	0.000	0.566	0.956	2.050	1.380	1.182	0.746	0.736	0.053	0.643	0.137
400	0.334	0.000	0.445	0.752	1.613	1.086	0.930	0.587	0.579	0.042	0.506	0.108
500	0.275	0.000	0.366	0.619	1.326	0.893	0.765	0.483	0.476	0.034	0.416	0.089
600	0.232	0.000	0.308	0.521	1.118	0.752	0.645	0.407	0.402	0.029	0.351	0.075
700	0.199	0.000	0.265	0.447	0.959	0.646	0.554	0.349	0.345	0.025	0.301	0.064
800	0.174	0.000	0.232	0.392	0.842	0.566	0.485	0.306	0.302	0.022	0.264	0.056
900	0.154	0.000	0.206	0.348	0.745	0.502	0.430	0.271	0.268	0.019	0.234	0.050
1000	0.138	0.000	0.184	0.310	0.665	0.448	0.384	0.242	0.239	0.017	0.209	0.044
1100	0.124	0.000	0.165	0.279	0.599	0.403	0.346	0.218	0.215	0.015	0.188	0.040
1200	0.112	0.000	0.150	0.253	0.543	0.365	0.313	0.198	0.195	0.014	0.170	0.036
1300	0.102	0.000	0.136	0.230	0.494	0.333	0.285	0.180	0.177	0.013	0.155	0.033
1400	0.094	0.000	0.125	0.211	0.452	0.304	0.261	0.164	0.162	0.012	0.142	0.030
1500	0.086	0.000	0.114	0.193	0.415	0.279	0.239	0.151	0.149	0.011	0.130	0.028
1600	0.079	0.000	0.105	0.178	0.382	0.257	0.220	0.139	0.137	0.010	0.120	0.026
1700	0.073	0.000	0.098	0.165	0.353	0.238	0.204	0.129	0.127	0.009	0.111	0.024
1800	0.068	0.000	0.090	0.153	0.328	0.221	0.189	0.119	0.118	0.008	0.103	0.022
1900	0.063	0.000	0.084	0.142	0.305	0.205	0.176	0.111	0.110	0.008	0.096	0.020
2000	0.059	0.000	0.079	0.133	0.285	0.192	0.164	0.104	0.102	0.007	0.089	0.019
2100	0.055	0.000	0.074	0.125	0.268	0.180	0.154	0.097	0.096	0.007	0.084	0.018
2200	0.052	0.000	0.070	0.118	0.252	0.170	0.145	0.092	0.091	0.007	0.079	0.017
2300	0.049	0.000	0.066	0.111	0.238	0.160	0.137	0.087	0.086	0.006	0.075	0.016
2400	0.047	0.000	0.062	0.105	0.225	0.152	0.130	0.082	0.081	0.006	0.071	0.015
2500	0.044	0.000	0.059	0.100	0.213	0.144	0.123	0.078	0.077	0.006	0.067	0.014
2600	0.042	0.000	0.056	0.094	0.203	0.136	0.117	0.074	0.073	0.005	0.064	0.014
2700	0.040	0.000	0.053	0.090	0.193	0.130	0.111	0.070	0.069	0.005	0.060	0.013
2800	0.038	0.000	0.051	0.086	0.184	0.124	0.106	0.067	0.066	0.005	0.058	0.012
2900	0.036	0.000	0.048	0.082	0.175	0.118	0.101	0.064	0.063	0.005	0.055	0.012
3000	0.035	0.000	0.046	0.078	0.167	0.113	0.096	0.061	0.060	0.004	0.053	0.011
3500	0.028	0.000	0.038	0.064	0.137	0.092	0.079	0.050	0.049	0.004	0.043	0.009
4000	0.024	0.000	0.032	0.054	0.115	0.078	0.067	0.042	0.041	0.003	0.036	0.008
4500	0.020	0.000	0.027	0.046	0.099	0.067	0.057	0.036	0.035	0.003	0.031	0.007
5000	0.018	0.000	0.024	0.040	0.086	0.058	0.050	0.031	0.031	0.002	0.027	0.006
5500	0.016	0.000	0.021	0.035	0.076	0.051	0.044	0.028	0.027	0.002	0.024	0.005
6000	0.014	0.000	0.019	0.031	0.067	0.045	0.039	0.025	0.024	0.002	0.021	0.005
6500	0.013	0.000	0.017	0.028	0.061	0.041	0.035	0.022	0.022	0.002	0.019	0.004
7000	0.011	0.000	0.015	0.026	0.055	0.037	0.032	0.020	0.020	0.001	0.017	0.004
7500	0.010	0.000	0.014	0.023	0.050	0.034	0.029	0.018	0.018	0.001	0.016	0.003
8000	0.010	0.000	0.013	0.022	0.046	0.031	0.027	0.017	0.017	0.001	0.015	0.003
8500	0.009	0.000	0.012	0.020	0.043	0.029	0.025	0.016	0.015	0.001	0.013	0.003
9000	0.008	0.000	0.011	0.019	0.040	0.027	0.023	0.014	0.014	0.001	0.012	0.003
9500	0.008	0.000	0.010	0.017	0.037	0.025	0.021	0.013	0.013	0.001	0.012	0.002
10000	0.007	0.000	0.010	0.016	0.035	0.023	0.020	0.013	0.012	0.001	0.011	0.002

APÉNDICE K

Dosis de referencia de metales pesados, así como efectos del plomo en la salud humana

**Dosis de referencia de metales pesados,
así como efectos del plomo en la salud humana.**

Tabla 1k. Dosis de referencia de la EPA (RfD, RfC) y ATSDR (MRL) en metales pesados.

Sustancia	RfD mg / kg / día	MRL ^o mg / kg / día	RfC mg/m ³	MRL ⁱ mg/m ³
Arsenico	0.0003	0.005 ^{Ac} 0.0003 ^{Ch}	NR	NR
Bario	0.07	NR	NR ^t	NR
Cadmio	0.0005 ^W 0.001 ^F	0.0002 ^{Ch}	NR	NR
Cromo (VI) aerosol- neblina		NR	0.000008	0.000005 ^{In}
Cromo (VI) Partículas	0.003	NR	0.0001 ^{Sc}	0.001 ^{In}
Mercurio	NR	NR	0.0003	0.0002 ^{Ch}
Niquel	0.02	NR	NR	0.0002 ^{Ch}
Plata	0.005		NR	
Plomo	NR	NR	NR	NR
Selenio	0.005	0.005 ^{Ch}	NR	NR

RfD dosis de referencia para exposiciones crónicas orales

RfC dosis de referencia para exposiciones crónicas por inhalación

MRL nivel mínimo de riesgo

^o para exposiciones orales

ⁱ para exposiciones por inhalación

^{Ac} Aguda

^{Ch} Crónica

^{Sc} Subcrónicas (subcrónicas según EPA - partículas)

^{In} Intermedia (según ATSDR > 14-364 días)

^F Alimentos

^W Agua

NR. no se reporta

NR^t. es análogo a RfD pero no es recomendada en este tiempo por EPA

Fuente: EPA (U.S. EPA, 2003b) y ATSDR (ATSDR, 2001)

Tabla 2k. Efectos en la salud según el nivel de plomo en sangre.

<i>Efecto en la salud</i>	<i>Concentración de plomo en la sangre ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$)</i>
<i>Nivel de preocupación por efectos fetales</i>	<i>10-15</i>
<i>Cambios de las enzimas de la sangre</i>	<i>15-20</i>
<i>Deficiencias de CI en niños</i>	<i>< 25</i>
<i>Anemia clínica en niños</i>	<i>40</i>
<i>Anemia clínica en adultos</i>	<i>50</i>
<i>Efectos reproductivos en adultos</i>	<i>50</i>
<i>Deficiencias mentales (problemas en el habla y escritura, y retardo en el desarrollo mental)</i>	<i>50-60</i>
<i>Daño cerebral irreversible</i>	<i>100</i>

Fuente: Harte y col., (1995)

APÉNDICE L

Calificación del Cytrar - Formato de CEPIS/OPS (Diaz-Barriga, 1999)

Calificación del Cytrar - Formato de CEPIS/OPS (Díaz-Barriga, 1999).

1 Antecedentes del sitio.

1.1 Poblaciones cercanas al sitio (multiplique distancia x tamaño) = 4 puntos

Distancia al sitio (dentro de un radio)		Tamaño de la población	
> 3,000 m	1 punto	> 100 mil personas	4 puntos

1.2. ¿Existe preocupación social? = 2 puntos

Sí: 2 puntos

1.3. Tipos de contaminantes presentes en el sitio = 1 punto

Inorgánicos: 1 punto

TOTAL POR ESTE CONCEPTO = 7 PUNTOS

2 Contaminación ambiental.

2.1. Análisis preliminar de la contaminación = 10 puntos

Evidencia de contaminación dentro del sitio. 5 cinco puntos

Presencia de contaminantes críticos. 5 cinco puntos

2.2. Toxicidad del Plomo (contaminante más significativo por ser el de mayor preocupación a la comunidad) = 4 puntos

Toxicidad Severa:

2.3. Persistencia del Plomo = 4 puntos

Altamente Persistente:

TOTAL POR ESTE CONCEPTO: 18 PUNTOS

3. Rutas de exposición.

Se consideró la información obtenida mediante estimación teórica a través del uso de modelos de transporte y destino (SCREEN3) y se supuso la presencia del plomo en más de un medioambiental:

3.1. Medio ambiental impactado.

Suelo en un radio de 1,700 metros: 2 puntos

Aire en un radio de 1,700 metros: 3 puntos

TOTAL POR ESTE CONCEPTO: 5 PUNTOS

4. Caracterización preliminar del riesgo.

Se consideró solamente al contaminante más significativo en este caso el Plomo en relación al máximo permisible de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecidos por la norma oficial mexicana NOM-026-SSA1-1993 (DOF, 1994d) y la EPA (U.S. EPA, 2003b), y el valor recomendado de $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio de exposición anual de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2000); así como sus características toxicológicas.

4.1. Caracterización del riesgo cancerígeno = No determinable

4.2. Caracterización del riesgo no cancerígeno = No determinable

4.3. Severidad del efecto (sistema nervioso, células sanguíneas, riñones, sistema reproductor y la conducta).

Efecto Serio 2 puntos

4.4. Factores asociados al riesgo.

Marginación media: 5 puntos

TOTAL POR ESTE CONCEPTO: 7 PUNTOS

5. Calificación total del sitio.

Antecedentes del sitio	= 7 puntos
Contaminación ambiental	= 18 puntos
Rutas de exposición	= 5 puntos
Caracterización preliminar del riesgo	= 7 puntos
TOTAL DE PUNTOS	= 37 puntos

CALIFICACIÓN DEL SITIO**CYTRAR****(37 PUNTOS)****MÍNIMO RIESGO AMBIENTAL Y DE SALUD PÚBLICA**

CYTRAR no ha manifestado que sobrepasa los niveles socialmente tolerables, es decir, no se espera que se presenten riesgos significativos a la salud humana de la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México y no es necesario llevar a cabo la Evaluación de Riesgos de Línea Base (ERLB). Sin embargo, se recomienda se desarrolle un programa de vigilancia ambiental para evitar un riesgo futuro.