



Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Ecatepec de Morelos



Dirección de Protección Civil y Bomberos

Contenido

Directorio de Participantes.....	21
Presentación	22
Introducción.....	23
Marco teórico	25
Objetivos	28
Capítulo 1 Medio Físico	29
1.1 Zona de Estudio.....	29
1.2 Fisiografía	32
1.3 Geomorfología	35
1.4 Geología.....	38
1.5 Edafología	41
1.6 Hidrografía	44
1.7 Clima	47
1.8 Uso de suelo y vegetación	50
1.9 Áreas naturales protegidas.....	53
Capítulo 2 Medio social y económico	55
2.1 Demografía	55
2.2 Sociedad	61
2.3 Economía.....	65
Capítulo 3 Vulnerabilidad	68
3.2 Vulnerabilidad social.....	68
3.2.1 Indicadores socioeconómicos.....	69
3.2.2 Capacidad de respuesta	87
3.2.3 Percepción local	97
3.2.4 Determinación del Grado de Vulnerabilidad Social	108
3.1 Vulnerabilidad física.....	110
3.1.1 Vulnerabilidad física a sismo.....	110
3.1.2 Vulnerabilidad física a inundación	115

Capítulo 4 Fenómenos Geológicos	119
4.1 Erupciones volcánicas	119
4.1.1 Peligro por vulcanismo	120
4.1.2 Vulnerabilidad y riesgo por vulcanismo	128
4.2 Sismos	128
4.2.1 Peligro por sismicidad	131
4.2.2 Riesgo asociado a Sismicidad	136
4.3 Inestabilidad de laderas.....	142
4.3.1 Peligro por deslizamientos	142
4.3.2 Vulnerabilidad y riesgo por deslizamiento de laderas	152
4.4 Flujos.....	155
4.4.1 Peligro por Flujos.....	155
4.4.2 Vulnerabilidad y riesgo por caídos y derrumbes	159
4.5 Caídos o derrumbes	163
4.5.1 Peligros por Caídos y Derrumbes	163
4.5.2 Vulnerabilidad y riesgo por caídos y derrumbes	172
4.6 Agrietamientos, Hundimientos y Subsistencia.....	174
4.6.1 Peligro por Agrietamientos, Hundimientos y Subsistencia.....	175
4.6.2 Vulnerabilidad y riesgo por Agrietamientos, Hundimientos y Subsistencia	183
Capítulo 5 Fenómenos Hidrometeorológicos	185
5.1 Ondas cálidas	185
5.1.1. Peligro por Ondas cálidas	185
5.1.2 Vulnerabilidad y riesgo por Ondas cálidas	190
5.2 Sequías	193
5.2.1 Peligro por Sequías.....	193
5.2.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Sequías.....	201
5.3 Heladas y Ondas Gélidas.....	202
5.3.1 Peligro por Heladas y temperaturas bajas.....	203
5.3.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Heladas y Ondas gélidas	208
5.4 Tormentas de granizo	211

5.4.1 Peligro por granizadas	211
5.4.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Granizadas	214
5.4.3 Tormentas de nieve.....	216
5.5 Tornados y Tormentas de polvo.....	217
5.6 Tormentas eléctricas	218
5.6.1 Peligro por tormentas eléctricas.....	218
5.6.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Tormentas eléctricas	222
5.7 Lluvias extremas	224
5.7.1 Peligro por lluvias extraordinarias.....	224
5.7.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Lluvias extraordinarias.....	226
5.8 Inundaciones.....	226
5.8.1 San Cristóbal Ecatepec.....	227
5.8.2 Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec	236
5.8.3 Jardines de los Báez	240
5.8.4 Casas Reales	241
5.8.5 Jardines de Morelos	242
5.8.6 Los Laureles	246
5.8.7 Fuentes de San Cristóbal.....	250
5.8.8 Nuevo Laredo, Fovissste Morelos	251
5.8.9 Carlos Hank Gonzáles y Buenavista	252
5.8.10 San Pedro Xalostoc.....	256
5.8.11 Industrial Cerro Gordo.....	257
5.8.12 Santa Clara y Rinconada Santa Clara	258
5.8.13 Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara.....	259
5.8.14 Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc	260
5.8.15 San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc y Rustica Xalostoc.....	261
5.8.16 Rustica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc	262
5.8.17 Viveros Xalostoc.....	263
5.8.18 Río de Luz y Los Reyes Ecatepec.....	264
5.8.19 Emiliano Zapata 1ra Secc.....	266

5.8.20 Valle de Santiago	267
5.8.21 Ciudad Azteca 2da Sección, Fracc. Profopec Polígono 1.....	268
5.8.22 Valle de Aragón 2ª y 3ª secc.....	269
5.8.23 Sagitario V	271
5.8.24 Quinto Sol.....	272
5.8.25 Barrio Nuevo Tultitlan.....	274
5.8.26 Guadalupe Victoria	275
5.8.27 Geo 2000.....	276
Capítulo 6 Fenómenos Socio-organizativos.....	277
6.1 Accidentes de transporte.....	277
6.1.1. Accidentes de tránsito	278
6.1.2 Accidentes ferroviarios	283
6.1.3 Accidentes relacionados al Mexibus.....	285
6.2 Interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica	287
6.2.1 Infraestructura hidráulica.....	289
6.2.2 Infraestructura eléctrica.....	290
6.2.3 Infraestructura de Salud	294
6.3 Demostraciones de inconformidad social	295
6.4 Accidentes derivados del comportamiento	299
6.4.1 Estaciones de transporte público.....	299
6.4.2 Mercados públicos.....	307
6.6.3 Tianguis sobre ruedas.....	320
6.6.4 Fiestas patronales	329
6.5 Acciones premeditadas	346
6.5.1 Terrorismo	346
6.5.2 Sabotaje.....	355
6.5.3 Vandalismo.....	357
Capítulo 7 Fenómenos Químico-Tecnológicos	361
7.1 Fugas y derrames.....	364
7.2 Almacenamiento de Sustancias Peligrosas	367

7.2.1 Industria	368
7.2.2 Gaseras y Gasolineras	373
7.2.3 Tortillerías	379
7.2.4 Vulcanizadoras	379
7.2.5 Fundidoras	380
7.2.6 Comercio de Productos Químicos	381
7.2.7 Purificadoras y embotelladoras	383
7.2.8 Textil	384
7.3 Incendios y explosiones	387
7.3.1 Gasolina y Diesel	387
7.3.2 Gas LP	396
7.4 Transporte de Sustancias Peligrosas	397
7.4.1 Transporte terrestre	397
7.4.3 Transporte por Ductos	402
Capítulo 8 Fenómenos Sanitario-ecológicos	406
8.1 Epidemias o plagas	406
8.1.1 Epidemia de diabetes	406
8.1.2 Plaga de mosquitos	410
8.1.3 Plagas de fauna nociva	413
8.2 Erosión	416
8.3 Contaminación de aire, agua, suelo y alimentos	418
8.3.1 Contaminación del aire	419
8.3.2 Contaminación del agua	432
8.3.3 Contaminación del suelo	435
8.3.4 Contaminación de los alimentos	438
8.4 Residuos peligrosos	439
Capítulo 9 Fenómenos del Espacio Exterior	444
9.1 Radiación Ultravioleta	444
Capítulo 10 Anexos	449
10.1 Medidas preventivas para mitigación de riesgos	449



10.1.1 Medidas de mitigación de riesgos por Inundaciones	449
10.2 Glosario.....	451
10.3 Bibliografía	455

Tablas

Tabla 1.1 Provincias fisiográficas y principales topofomas ubicadas dentro del Municipio de Ecatepec de Morelos.	33
Tabla 1.2 Principales unidades morfogenéticas localizadas en el Municipio de Ecatepec de Morelos.....	36
Tabla 1.3 Tipos de roca y suelo localizados en el Municipio de Ecatepec de Morelos.....	38
Tabla 1.4 Suelos ubicados dentro del Municipio de Ecatepec de Morelos.	42
Tabla 1.5 Elementos hidrológicos más importantes del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	44
Tabla 1.6 Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas de Ecatepec de Morelos.	46
Tabla 1.7 Climas del Municipio de Ecatepec de Morelos.	47
Tabla 1.8 Uso del suelo y vegetación del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	51
Tabla 2.1 Proyección de la población de Ecatepec por año, por sexo y grupos de edad, 2015-2030,.....	57
Tabla 2.2 Tipos de limitación en la población del Municipio de Ecatepec.....	61
Tabla 2.3 Índice y grado de Marginación en la cabecera municipal y localidades rurales (en cursiva) del Municipio de Ecatepec.	63
Tabla 2.4 Indicadores, índice y grado de rezago social, Municipio de Ecatepec, 2010.....	63
Tabla 2.5 Volumen de producción del Sector Primario para el Municipio de Ecatepec, 2010.....	65
Tabla 2.6 Estadística básica de los Sectores Secundario y Terciario para el Municipio de Ecatepec.....	67
Tabla 3.1 Médicos por cada 1,000 habitantes.....	70
Tabla 3.2 Tasa de mortalidad infantil.....	70
Tabla 3.3 Porcentaje de la población no derechohabiente	71
Tabla 3.4 Porcentaje de analfabetismo	72
Tabla 3.5 Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela.....	72
Tabla 3.6 Grado promedio de escolaridad	73
Tabla 3.7 Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	75
Tabla 3.8 Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	76
Tabla 3.9 Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad.....	77
Tabla 3.10 Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón..	78
Tabla 3.11 Porcentaje de viviendas con piso de tierra.....	79
Tabla 3.12 Déficit de vivienda.....	80
Tabla 3.13 Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	81
Tabla 3.14 Razón de dependencia.....	82



Tabla 3.15 Tasa de desempleo abierto	82
Tabla 3.16 Densidad de población	84
Tabla 3.17 Porcentaje de la población de habla indígena	84
Tabla 3.18 Dispersión poblacional.....	85
Tabla 3.19 Indicadores socioeconómicos	87
Tabla 3.20 Capacidad de prevención y respuesta 1	88
Tabla 3.21 Capacidad de prevención y respuesta 2	88
Tabla 3.22 Capacidad de prevención y respuesta 3.....	89
Tabla 3.23 Capacidad de prevención y respuesta 4.....	89
Tabla 3.24 Capacidad de prevención y respuesta 5.....	89
Tabla 3.25 Capacidad de prevención y respuesta 6.....	90
Tabla 3.26 Capacidad de prevención y respuesta 7.....	90
Tabla 3.27 Capacidad de prevención y respuesta 8.....	90
Tabla 3.28 Capacidad de prevención y respuesta 9.....	91
Tabla 3.29 Capacidad de prevención y respuesta 10.....	91
Tabla 3.30 Capacidad de prevención y respuesta 11.....	91
Tabla 3.31 Capacidad de prevención y respuesta 12.....	92
Tabla 3.32 Capacidad de prevención y respuesta 13.....	92
Tabla 3.33 Capacidad de prevención y respuesta 14.....	92
Tabla 3.34 Capacidad de prevención y respuesta 15.....	93
Tabla 3.35 Capacidad de prevención y respuesta 16.....	93
Tabla 3.36 Capacidad de prevención y respuesta 17.....	93
Tabla 3.37 Capacidad de prevención y respuesta 18.....	94
Tabla 3.38 Capacidad de prevención y respuesta 19.....	94
Tabla 3.39 Capacidad de prevención y respuesta 20.....	94
Tabla 3.40 Capacidad de prevención y respuesta 21.....	95
Tabla 3.41 Capacidad de prevención y respuesta 22.....	95
Tabla 3.42 Capacidad de prevención y respuesta	96
Tabla 3.43 Percepción local 1	98
Tabla 3.44 Percepción local 2.....	98
Tabla 3.45 Percepción local 3.....	99
Tabla 3.46 Percepción local 4.....	99
Tabla 3.47 Percepción local 5.....	99
Tabla 3.48 Percepción local 6.....	100
Tabla 3.49 Percepción local 7.....	100
Tabla 3.50 Percepción local 8.....	100
Tabla 3.51 Percepción local 9.....	101
Tabla 3.52 Percepción local 10.....	101
Tabla 3.53 Percepción local 11.....	101
Tabla 3.54 Percepción local 12.....	102
Tabla 3.55 Percepción local 13.....	102
Tabla 3.56 Percepción local 14.....	102

Tabla 3.57 Percepción local 15.....	103
Tabla 3.58 Percepción local 16.....	103
Tabla 3.59 Percepción local 17.....	103
Tabla 3.60 Percepción local 18.....	104
Tabla 3.61 Percepción local 19.....	104
Tabla 3.62 Percepción local 20.....	104
Tabla 3.63 Percepción local 21.....	105
Tabla 3.64 Percepción local 22.....	105
Tabla 3.65 Percepción local 23.....	105
Tabla 3.66 Percepción local 24.....	106
Tabla 3.67 Percepción local 25.....	106
Tabla 3.68 Percepción local.....	107
Tabla 3.69 Rangos de vulnerabilidad social.....	108
Tabla 3.70 Grado de vulnerabilidad social en el Municipio de Ecatepec.....	110
Tabla 3.71 Variables sísmicas del Terreno según su topografía.....	112
Tabla 3.72 Variables de daño sísmico de las estructuras según los materiales de construcción.....	113
Tabla 3.73 Variables sísmicas de los asentamientos según su tipología constructiva.....	113
Tabla 3.74 Rangos de vulnerabilidad sísmica de las viviendas según los resultados obtenidos del I_{sd}	114
Tabla 3.75 Índice de vulnerabilidad a inundaciones en función del tipo de vivienda.....	115
Tabla 4.1 Localidad, magnitud y año de recurrencia de sismos generados dentro de la Cuenca de México entre 1924 y 1955 y sus periodos de recurrencia.....	131
Tabla 4.2 Zona “B” Zonificación sísmica.....	132
Tabla 4.3 Resumen de Categorías NERPH V_s^{30} para rangos de pendientes.....	133
Tabla 4.4 Correlación entre Escala de Mercalli y Aceleración sísmica, así como periodos de retorno asociados en el Municipio de Ecatepec.....	135
Tabla 4.5 Zonificación de Riesgo Alto por Sismicidad, a nivel AGEB en el Municipio de Ecatepec.....	136
Tabla 4.6 Ponderaciones de propensión-susceptibilidad de las variables de análisis para el mecanismo de volteo-deslizamiento.....	146
Tabla 4.7 Clave de abreviaturas de las litologías consideradas para el mecanismo de volteo-deslizamiento.....	146
Tabla 4.8 Niveles de propensión-susceptibilidad a volteo-deslizamiento según intensidad.....	149
Tabla 4.9 Zonificación de Riesgo por Inestabilidad de Laderas a nivel AGEB en el Municipio de Ecatepec.....	152
Tabla 4.10 Ponderaciones de propensión-susceptibilidad de las variables de análisis.....	156
Tabla 4.11 Niveles de propensión-susceptibilidad a flujo de detritos según intensidad.....	158
Tabla 4.12 Zonificación de Riesgo por Flujos de detritos a nivel AGEB en el Municipio de Ecatepec.....	159
Tabla 4.13 Ponderaciones de propensión-susceptibilidad de las variables de análisis para el mecanismo de caída-derrumbe.....	164

Tabla 4.14 Niveles de propensión-susceptibilidad a caída-derrumbe según intensidad.	166
Tabla 4.15 Zonificación de Riesgo por Caídos o Derrumbes a nivel AGEB en el Municipio de Ecatepec.....	174
Tabla 4.16 Zonificación del riesgo por hundimientos, agrietamientos y subsidencia por AGEB en el Municipio de Ecatepec.	183
Tabla 5.1 Estadística de temperaturas máximas en las estaciones meteorológicas del área circundante y dentro (en negritas) del Municipio de Ecatepec.	186
Tabla 5.2 Periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años de ondas cálidas en el Municipio de Ecatepec.	190
Tabla 5.3 Vulnerabilidad por altas temperaturas.....	190
Tabla 5.4 AGEB's con identificación de riesgo Muy Alto por Ondas de Calor en el Municipio de Ecatepec.....	191
Tabla 5.5 Precipitación total anual y evaporación total anual en la estación meteorológica 15041.	193
Tabla 5.6 Calculo del Periodo de Retorno (TR) del Índice de Aridez de la estación meteorológica 15041.....	195
Tabla 5.7 Temperaturas mínimas promedio en las estaciones meteorológicas cercanas y dentro (en negritas) del Municipio de Ecatepec.....	203
Tabla 5.8 Daños por diferentes intensidades de heladas.	206
Tabla 5.9 AGEB's con calificación de Riesgo Muy Alto por intensidad de las Heladas.....	209
Tabla 5.10 Estaciones meteorológicas relevantes para el estudio del granizo en el Municipio de Ecatepec.....	211
Tabla 5.11 Zonificación por riesgo muy alto por granizadas en el Municipio de Ecatepec.....	214
Tabla 5.12 Tormentas eléctricas en la región del Municipio de Ecatepec.....	221
Tabla 5.13 Zonificación de Riesgo Alto por Tormenta Eléctrica en el Municipio de Ecatepec.	222
Tabla 5.14 Registros históricos de precipitación en las estaciones meteorológicas 15040 y 15041 del Municipio de Ecatepec.	224
Tabla 5.15 Periodos de retorno de lluvias en la microcuenca Venitas.	229
Tabla 5.16 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Venitas.	230
Tabla 5.17 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Venitas.	233
Tabla 5.18 Área hidráulica permisible en la microcuenca Venitas, para varios periodos de retorno.	234
Tabla 5.19 Zonificación del Riesgo por Inundación en la Zona Centro de Ecatepec.....	236
Tabla 5.20 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héros Ecatepec.....	238
Tabla 5.21 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héros Ecatepec.	238

Tabla 5.22 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.....	239
Tabla 5.23 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos.....	241
Tabla 5.24 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Casas Reales, Zopilocalco, y Ampliación 19 de Septiembre.....	242
Tabla 5.25 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.....	244
Tabla 5.26 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.....	245
Tabla 5.27 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Jardines de Morelos.....	246
Tabla 5.28 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).....	248
Tabla 5.29 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).....	248
Tabla 5.30 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).....	249
Tabla 5.31 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).....	250
Tabla 5.32 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Nuevo Laredo, Talleres Gráficos y Fovissste Morelos.....	252
Tabla 5.33 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.....	254
Tabla 5.34 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.....	254
Tabla 5.35 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Carlos Hank Gonzáles y Buenavista.....	255
Tabla 5.36 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia San Pedro Xalostoc.....	256
Tabla 5.37 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Industrial Cerro Gordo.....	257
Tabla 5.38 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Santa Clara y Rinconada Santa Clara.....	258
Tabla 5.39 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara.....	259
Tabla 5.40 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc.....	260
Tabla 5.41 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc, Rustica Xalostoc.....	261

Tabla 5.42 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Rústica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc.....	263
Tabla 5.43 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec.....	264
Tabla 5.44 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Río de Luz y Los Reyes Ecatepec.....	265
Tabla 5.45 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Emiliano Zapata 1ra Secc.	266
Tabla 5.46 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Valle de Santiago Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara.	268
Tabla 5.47 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Ciudad Azteca 2da Sección y Fracc. Profopec Polígono 1.	269
Tabla 5.48 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc.	270
Tabla 5.49 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Sagitario V, Ejercito del Trabajo, Unidad Hab. Asa Sagitario, Héroes de Granaditas, Nicolás Bravo, Pedro Ojeda Paullada, Granjas Independencia, Ampl. Valle de Aragón II, Granjas Independencia 1, Unidad Croc Avenida Central, Renacimiento de Aragón.....	272
Tabla 5.50 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, Ecatepec Federación, Petroquímica Ecatepec.....	273
Tabla 5.51 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje.....	274
Tabla 5.52 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Guadalupe Victoria.....	275
Tabla 5.53 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Geo 2000.....	276
Tabla 6.1 Accidentes de autotransporte en Ecatepec y en el Estado de México.....	281
Tabla 6.2 Accidentes ferroviarios recientes en Ecatepec	283
Tabla 6.3 Accidentes relacionados al Mexibus en Ecatepec.....	285
Tabla 6.4 Instalaciones críticas que pueden ser afectadas por fenómenos naturales o antropogénicos.....	287
Tabla 6.5 Equipamiento de Salud en el Municipio de Ecatepec.....	294
Tabla 6.6 Demostraciones de inconformidad social recientes en Ecatepec	297
Tabla 6.7 Afluencia promedio diaria por estación del Metro en Ecatepec.....	300
Tabla 6.8 Afluencia promedio diaria por estación del Mexibus en Ecatepec	300
Tabla 6.9 Afluencia promedio diaria por estación del Mexicable	303
Tabla 6.10 Factores y criterios utilizados para conocer los niveles de riesgo en Metro, Mexibus, y Mexicable.	304
Tabla 6.11 Estaciones con mayor riesgo en el Municipio de Ecatepec.....	305
Tabla 6.12 Mercados con mayor número de locales.	309
Tabla 6.13 Factores y criterios utilizados para conocer los niveles de riesgo en Mercados y Tianguis.....	312
Tabla 6.14 Mercados con mayor riesgo en el Municipio de Ecatepec.	314
Tabla 6.15 Determinación del Riesgo en los Mercados del Municipio de Ecatepec.....	315

Tabla 6.16 Tianguis clasificados con mayor riesgo.....	323
Tabla 6.17 Principales fiestas patronales el municipio.	329
Tabla 6.18 Eventos y posibles consecuencias en fiestas patronales.....	331
Tabla 6.19 Perfil general de eventos asociados con diferentes peligros o amenazas de terrorismo	347
Tabla 6.20 Actos de terrorismo recientes en Ecatepec	352
Tabla 6.21 Actos de sabotaje recientes en Ecatepec	355
Tabla 6.22 Actos de vandalismo recientes en Ecatepec	358
Tabla 7.1 Fugas y derrames recientes en Ecatepec.....	364
Tabla 7.2 Población por colonia con zonas industriales del Municipio de Ecatepec.	373
Tabla 7.3 Distancias mínimas entre construcciones habitacionales e instalaciones que manejen derivados del petróleo.....	374
Tabla 7.4 Peligro por Gaseras en el Municipio de Ecatepec.....	377
Tabla 7.5 Tortillerías en el Municipio de Ecatepec.....	379
Tabla 7.6 Vulcanizadoras en el Municipio de Ecatepec.....	380
Tabla 7.7 Fundidoras por tipo de actividad en el Municipio de Ecatepec.....	380
Tabla 7.8 Comercios de productos químicos en el Municipio de Ecatepec.	381
Tabla 7.9 Comercios de y con productos químicos en el Municipio de Ecatepec.	382
Tabla 7.10 Purificadoras y Embotelladoras en el Municipio de Ecatepec.	383
Tabla 7.11 Industrias textiles por actividad textil en el Municipio de Ecatepec.	384
Tabla 7.12 Industrias textiles por actividad textil en el Municipio de Ecatepec (continuación) ..	385
Tabla 7.13 Zonificación del riesgo por explosión de las Estaciones de Servicio de PEMEX.	390
Tabla 7.14 Explosiones e incendios recientes en Ecatepec.....	396
Tabla 7.15 Tasas de accidentes de camiones, tasas de liberación por accidente y probabilidades de liberación.	398
Tabla 7.16 Accidentes por transporte de materiales peligrosos recientes en Ecatepec.....	402
Tabla 7.17 Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos.	403
Tabla 7.18 Tipos de riesgo.....	403
Tabla 7.19 Zonificación de Peligro por Explosiones.	404
Tabla 8.1 Plagas de mosquitos recientes en Ecatepec	413
Tabla 8.2 Estadística básica del dióxido de azufre en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014	421
Tabla 8.3 Estadística básica del dióxido de nitrógeno en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014	422
Tabla 8.4 Estadística básica del monóxido de carbono en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014	424
Tabla 8.5 Estadística básica del ozono en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014	425
Tabla 8.6 Estadística básica del plomo en partículas suspendidas totales en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014.....	426
Tabla 8.7 Estadística básica de las partículas suspendidas PM ₁₀ en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014	428

Tabla 8.8 Estadística básica de las partículas suspendidas PM _{2.5} en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014	429
Tabla 8.9 Sitios de muestreo de la calidad del agua en Ecatepec	432
Tabla 8.10 Resultados de la calidad del agua superficial en Ecatepec.....	433
Tabla 8.11 Resultados de la calidad del agua subterránea en Ecatepec.....	435
Tabla 8.12 Características CRETIB.....	440
Tabla 8.13 Clasificación de las sustancias peligrosas	441

Mapas

Mapa 1.1 Mapa topográfico del Municipio de Ecatepec.	30
Mapa 1.2 Fisiografía del Municipio de Ecatepec.....	34
Mapa 1.3 Geomorfología del Municipio de Ecatepec.....	37
Mapa 1.4 Geología del Municipio de Ecatepec.....	40
Mapa 1.5 Edafología del Municipio de Ecatepec.	43
Mapa 1.6 Hidrografía del Municipio de Ecatepec.....	45
Mapa 1.7 Cuenca y Subcuenca a los que pertenece el Municipio de Ecatepec.....	46
Mapa 1.8 Climas del Municipio de Ecatepec.....	49
Mapa 1.9 Uso de Suelo y Vegetación en el Municipio de Ecatepec.	52
Mapa 1.10 Áreas Naturales Protegidas del Municipio de Ecatepec.....	54
Mapa 2.1 Número de habitantes por AGEB	56
Mapa 2.2 Densidad de población	58
Mapa 2.3 Escolaridad de la población.....	60
Mapa 2.4 Hacinamiento en viviendas.....	62
Mapa 2.5 Porcentaje de la población con alguna discapacidad	64
Mapa 2.6 Grado de marginación.	66
Mapa 3.1 Vulnerabilidad social	109
Mapa 3.2 Vulnerabilidad física.....	118
Mapa 4.1 Localización de Volcanes Activos cercanos al Municipio de Ecatepec de Morelos...121	
Mapa 4.2 Área de influencia de los Flujos de Materiales Volcánicas del Popocatepetl hacia el Municipio de Ecatepec.....	123
Mapa 4.3 Área de influencia de Caída de Materiales Volcánicas del Volcán Popocatepetl hacia el Municipio de Ecatepec.....	124
Mapa 4.4 Área de influencia de Ceniza Volcánica del Volcán Popocatepetl hacia la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y el Municipio de Ecatepec de Morelos.....	125
Mapa 4.5 Derrames de Lava antiguos en el Municipio de Ecatepec de Morelos y alrededores.....	127
Mapa 4.6 Flujos piroclásticos antiguos en el Municipio de Ecatepec de Morelos y alrededores.....	127
Mapa 4.7 Sismicidad en la Cuenca de México y su cercanía con el Municipio de Ecatepec de Morelos.....	129

Mapa 4.8 Regionalización sísmica de la República Mexicana.	132
Mapa 4.9 Peligro por sismicidad (velocidad de la onda secundaria).....	140
Mapa 4.10 Riesgo por sismicidad.....	141
Mapa 4.11 Modelo de Pendientes (A) y Litología (B) del Municipio de Ecatepec de Morelos...143	
Mapa 4.12 Densidad de Disección (A) y Densidad de Lineamiento (B) del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	144
Mapa 4.13 Energía del Relieve (A) y Precipitación promedio anual (B) del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	145
Mapa 4.14 Peligro por deslizamientos.....	150
Mapa 4.15 Peligro por flujos	162
Mapa 4.16 Peligro por derrumbes	173
Mapa 4.17 Peligro por subsidencia	181
Mapa 4.18 Peligro por fracturamiento del subsuelo.....	182
Mapa 5.1 Ondas cálidas esperadas en el Municipio de Ecatepec a diferentes periodos de retorno.	189
Mapa 5.2 Riesgo por ondas cálidas	192
Mapa 5.3 Periodo de Retorno del Índice de Aridez a 5, 10, 25 y 50 años.	196
Mapa 5.4 Índice de severidad de la sequía meteorológica, modelo Geophysical Fluid Dynamics Laboratory GFDL-R30.....	199
Mapa 5.5 Clasificación de la Intensidad de la Sequía.	200
Mapa 5.6 Vulnerabilidad social a fenómenos hídricos en el Estado de México.....	202
Mapa 5.7 Frecuencia de heladas en el Municipio de Ecatepec.....	205
Mapa 5.8 Peligro por heladas	207
Mapa 5.9 Riesgo por heladas.....	210
Mapa 5.10 Peligro por tormentas de granizo	213
Mapa 5.11 Riesgo por Tormentas de granizo	215
Mapa 5.12 Índice de peligro por Nevadas en el Municipio de Ecatepec.	216
Mapa 5.13 Promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Estado de México.	219
Mapa 5.14 Peligro por tormentas eléctricas	220
Mapa 5.15 Riesgo por tormentas eléctricas	223
Mapa 5.16 Escenarios por lluvias probabilísticas a 20, 50, 100 y 200 años con una duración de 24 horas.....	225
Mapa 5.17 Delimitación de la microcuenca Venitas donde se ubica la zona de inundación de San Cristóbal Ecatepec.	228
Mapa 5.18 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, San Cristóbal Ecatepec.....	235
Mapa 5.19 Delimitación de la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.....	237
Mapa 5.20 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.....	239
Mapa 5.21 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos.....	240
Mapa 5.22 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Casas Reales.....	241

Mapa 5.23 Delimitación de la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.....	243
Mapa 5.24 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Jardines de Morelos.	245
Mapa 5.25 Delimitación de la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).....	247
Mapa 5.26 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).	249
Mapa 5.27 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Fuentes de San Cristóbal, La Alfalfa, 12 de Diciembre, Álamos de San Cristóbal.	250
Mapa 5.28 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Nuevo Laredo, Talleres Gráficos y Fovissste Morelos.	251
Mapa 5.29 Delimitación de la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.....	253
Mapa 5.30 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Carlos Hank Gonzáles y Buenavista.....	255
Mapa 5.31 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia San Pedro Xalostoc.	256
Mapa 5.32 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Industrial Cerro Gordo.	257
Mapa 5.33 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Santa Clara y Rinconada Santa Clara.....	258
Mapa 5.34 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara.....	259
Mapa 5.35 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc.....	260
Mapa 5.36 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc, Rustica Xalostoc.....	261
Mapa 5.37 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Rústica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc.....	262
Mapa 5.38 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec.....	264
Mapa 5.39 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Río de Luz y Los Reyes Ecatepec.....	265
Mapa 5.40 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Emiliano Zapata 1ra Secc.....	266
Mapa 5.41 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Valle de Santiago Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara.....	267
Mapa 5.42 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Ciudad Azteca 2da Sección y Fracc. Profopec Polígono 1.....	269
Mapa 5.43 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc.....	270
Mapa 5.44 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Sagitario V, Ejercito del Trabajo, Unidad Hab. Asa Sagitario, Héroes de Granaditas, Nicolás Bravo, Pedro Ojeda Paullada, Granjas Independencia, Ampl. Valle de Aragón II, Granjas Independencia 1, Unidad Croc Avenida Central, Renacimiento de Aragón.....	271

Mapa 5.45 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, Ecatepec Federación, Petroquímica Ecatepec.....	273
Mapa 5.46 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje.....	274
Mapa 5.47 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Guadalupe Victoria.	275
Mapa 5.48 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Geo 2000.	276
Mapa 6.1 Peligro por accidentes de autotransporte.....	280
Mapa 6.2 Peligro por accidentes de transporte ferroviario	284
Mapa 6.3 Peligro por accidentes de autotransporte.....	286
Mapa 6.4 Infraestructura hidráulica crítica	291
Mapa 6.5 Infraestructura eléctrica crítica.....	292
Mapa 6.6 Infraestructura de Salud	293
Mapa 6.7 Demostraciones de inconformidad social.....	298
Mapa 6.8 Peligro por accidentes del comportamiento en las estaciones de transporte	302
Mapa 6.9 Mercado ubicado en zona de peligro por inundación	311
Mapa 6.10 Los mercados clasificados con mayor riesgo se localizan en zonas afectadas por inundaciones y donde se presentan mayores niveles de riesgo sísmico.....	314
Mapa 6.11 Tianguis de 500 m de longitud ubicado sobre la calle Llano de los Báez.....	321
Mapa 6.12 Tianguis catalogados con mayor riesgo localizados en el sureste del municipio. ...	328
Mapa 6.13 Perímetro de afectación de la fiesta de Santo Tomás Chiconautla.....	332
Mapa 6.14 Perímetro de afectación de la fiesta de Santa María Chiconautla.....	333
Mapa 6.15 Perímetro de afectación de la fiesta de San Andrés de la Cañada.....	334
Mapa 6.16 Perímetro de afectación de la fiesta de Santa María Tulpetlac	335
Mapa 6.17 Perímetro de afectación de la fiesta de Santuario de la virgen de Guadalupe	336
Mapa 6.18 Perímetro de afectación de la fiesta de San José Jajalpa	337
Mapa 6.19 Perímetro de afectación de la fiesta de Río de Luz	338
Mapa 6.20 Perímetro de afectación de la fiesta de Guadalupe Victoria.....	339
Mapa 6.21 Perímetro de afectación de la fiesta de Barrio de la Cruz	340
Mapa 6.22 Perímetro de afectación de la fiesta de Santa Clara.....	341
Mapa 6.23 Perímetro de afectación de la fiesta de Barrio del Calvario.....	342
Mapa 6.24 Perímetro de afectación de la fiesta de San Pedro Xalostoc.....	343
Mapa 6.25 Perímetro de afectación de la fiesta de San Isidro Atlautenco	344
Mapa 6.26 Perímetro de afectación de la fiesta de San Cristóbal	345
Mapa 6.27 Peligro por terrorismo en eventos históricos recientes	354
Mapa 6.28 Peligro por sabotaje en eventos históricos recientes.....	356
Mapa 6.29 Peligro por Vandalismo.....	359
Mapa 7.1 Peligro en fugas y derrames históricos recientes	366
Mapa 7.2 Peligro por almacenamiento de sustancias peligrosas en industrias	371
Mapa 7.3 Peligro por almacenamiento de sustancias peligrosas en gaseras y gasolineras	375
Mapa 7.4 Peligro por explosión de Estaciones de Servicio PEMEX (detalle).	388
Mapa 7.5 Peligro por incendios y explosiones en gasolineras y gaseras	389

Mapa 7.6 Peligro por autotransporte de sustancias peligrosas	401
Mapa 7.7 Peligro por transporte de sustancias peligrosas en ductos	405
Mapa 8.1 Peligro por plaga de mosquito	414
Mapa 8.2 Peligro por Erosión	417
Mapa 8.3 Contaminación del aire en estaciones de monitoreo, promedio anual 2014.....	431
Mapa 8.4 Contaminación en muestras de agua superficial	434
Mapa 8.5 Peligro por degradación del suelo	437
Mapa 8.6 Peligro en sitios de almacenamiento de residuos peligrosos	443
Mapa 9.1 Peligro por radiación ultravioleta A y B	448

Gráficas

Gráfica 1.1 Superficie en kilómetros cuadrados de las unidades geomorfológicas del Municipio de Ecatepec de Morelos.	35
Gráfica 1.2 Porcentaje de la superficie de la clase e roca y suelo del Municipio de Ecatepec de Morelos.....	38
Gráfica 1.3 Porcentaje de la superficie de los suelos del Municipio de Ecatepec de Morelos. ...	42
Gráfica 1.4 Porcentaje de la cobertura municipal de climas en el Municipio de Ecatepec.	47
Gráfica 1.5 Comportamiento de la temperatura y precipitación media mensual del Municipio de Ecatepec de Morelos, 1982 – 2010.....	48
Gráfica 1.6 Porcentajes de cobertura municipal de los distintos tipos de uso de suelo y vegetación del Municipio de Ecatepec de Morelos.	50
Gráfica 2.1 Población Masculina y Femenina en 2010 en el Municipio de Ecatepec.....	55
Gráfica 2.2 Pirámide Poblacional del Municipio de Ecatepec, 2010.	59
Gráfica 2.3 Distribución de la Población por grupos de edad, 2010.....	61
Gráfica 3.1 Función de vulnerabilidad a inundación por tipo de vivienda.....	117
Gráfica 5.1 Histograma de frecuencias de temperaturas máximas diarias en la Estación 15041 Gran Canal Km 27+250, periodo 1962-2010.	188
Gráfica 5.2 Representación de los Periodos de Retorno del Índice de Aridez, para la estación meteorológica 15041, con base en las distribuciones de Gumbel y Log-Pearson III (LPIII).....	195
Gráfica 5.3 Promedio mensual histórico de precipitación (mm) en dos estaciones meteorológicas de interés.....	197
Gráfica 5.4 Perfil del terreno en la microcuenca Venitas.	228
Gráfica 5.5 Perfil del terreno en la de la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.	236
Gráfica 5.6 Perfil del terreno en la de la microcuenca Ecatepec lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.	242
Gráfica 5.7 Perfil del terreno en la de la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).....	246
Gráfica 5.8 Perfil del terreno en la de la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.....	252

Gráfica 7.1 Número y tipo de industrias en las colonias industriales del Municipio de Ecatepec	369
Gráfica 7.2 Industrias y comercios que usan sustancias peligrosas por colonia	370
Gráfica 7.3 Colonias con mayor presencia de industrias y comercio que usan sustancias peligrosas en el Municipio de Ecatepec.	372
Gráfica 7.4 Tipos de eventos donde se involucra gas LP.....	376

Figuras

Figura 3.1 Menaje de casa por tipo de vivienda.....	116
Figura 4.1 Talud con las componentes del peso y empuje sísmico.	130
Figura 4.2 Taludes Inestables en la Colonia Ciudad Cuauhtémoc (Zona Sierra de Chiconautla).	151
Figura 4.3 Erosión en cárcavas. Izquierda crecimiento cárcava aguas arriba en la zona de las antenas, derecha zona de deslizamientos en la pared de las márgenes Av. La Negra.	152
Figura 4.4 Talud Inestable por caída de bloques en la Colonia Lomas de San Carlos (Zona Sierra de Guadalupe).....	168
Figura 4.5 Talud Inestable por volteo singular en la Colonia Almarcigo Norte (Zona Sierra de Guadalupe).....	169
Figura 4.6 Talud Inestable por caída (rodamiento) en la Colonia Tablas del Pozo (Zona Sierra de Guadalupe).....	170
Figura 4.7 Talud Inestable por caída (rodamiento) en la Colonia Tablas del Pozo (Zona Sierra de Guadalupe).....	171
Figura 4.8 Talud Inestable por mecanismos combinados (caída, volteo y deslizamiento en cuña) en la Colonia Santa Clara Cerro Gordo (Zona Sierra de Guadalupe).	172
Figura 4.9 Hundimiento y fracturamiento del subsuelo en la Colonia Rustica Xalostoc.	177
Figura 4.10 Sondeo Geotécnico sobre la Av. La Viga Ecatepec de Morelos; en esta se observa la heterogeneidad de secuencias lacustres y volcánicas.	178
Figura 4.11 Hundimiento y fracturamiento del subsuelo y sus efectos en las viviendas y vialidades, izq. Calle Valle de Toluca Colonia Valle de Aragón 3ª Sección y der. Av. Canal de la Draga frente al Circuito Exterior Mexiquense en la Colonia Sagitario.	179
Figura 4.12 Efectos de la acción biótica en la Colonia Ciudad Azteca 2ª. Sección.	180
Figura 5.1 Valores de K en función del tipo y uso de suelo (A) y fórmulas para el cálculo del Coeficiente de Esguerrimiento (B).	232
Figura 6.1 Protesta sobre la Autopista México-Pachuca en 2016.....	296
Figura 6.2 Quema de patrullas en la Colonia Luis Donald Colosio en 2014.....	297
Figura 6.3 Los pasillos y puestos están clasificados dentro del área comercial. Mercado Benito Juárez.....	308
Figura 6.4 Los estacionamientos se encuentran clasificados como áreas complementarias. Mercado Benito Juárez, Col. Estrella.	309
Figura 6.5 Puestos ambulantes obstruyendo accesos y complicando las vialidades.	311



Figura 6.6 La basura originada en los tianguis del municipio podría generar daños a la salud de la población circundante.322

Figura 6.7 Fiestas patronales de San Isidro Atlautenco.330

Figura 6.8 Explosión en Soriana Valle de Aragón en 2014353

Figura 6.9 Quema de patrulla en 2016357

Figura 6.10 Vandalismo en Mexibus en 2015360

Figura 7.1 Fuga de gas en un poliducto de Pemex en Colonia Alta Villa, 2014.....365

Figura 7.2 Diamante de peligro por la gasolina:.....387

Figura 7.3 Explosión de un tanque de gas estacionario de uso doméstico en Colonia Prados de Santa Clara, 2016396

Figura 7.4 Explosión de pipa de gas en San Pedro Xalostoc, 2013.....402

Figura 8.1 Fumigación de fauna nociva por personal de Protección Civil, Colonia Altavilla, 2013.415





Directorio de Participantes

MUNICIPIO DE ECATEPEC DE MORELOS

Lic. Indalecio Ríos Velázquez

Presidente Municipal Constitucional

Lic. Jorge Alejandro Albarrán Velázquez

Secretario del H. Ayuntamiento

Lic. Marco Alberto Hernández Hernández

Director de Protección Civil y Bomberos



Presentación

Los fenómenos naturales de carácter destructivo siempre han aparecido de forma recurrente, impredecible e inevitable. A lo largo de la historia, en el territorio del Municipio de Ecatepec, los fenómenos naturales y antropogénicos han provocado variaciones al paisaje y en algunos casos pérdidas económicas por daño a infraestructura. Sin embargo, en los últimos años, estos fenómenos aunados con procesos de expansión urbana y crecimiento poblacional, han incrementado la magnitud de los daños causados. De ahí la importancia de tomar consciencia de que los riesgos no son ajenos a los habitantes del municipio y que pueden ser perjudiciales si no existe un pleno conocimiento de su dinámica. Así mismo, cuando las personas se exponen a los fenómenos extremos sin tomar precauciones dan como resultado impactos negativos tanto a la economía como a la salud humana.

Ecatepec es un municipio que está expuesto a los desastres por su ubicación geográfica y consecuente dinámica geológica y climática. De esta manera, a lo largo de la historia reciente se han presentado diversos desastres como explosiones, inundaciones, lluvias extremas, derrumbes y deslizamientos de laderas.

Por ello, en la agenda municipal de protección civil, la prevención de desastres ha tomado una gran relevancia, debido principalmente a la diversidad de fenómenos que pueden causar catástrofes en nuestro territorio. Así, se ha reconocido la importancia de establecer estrategias y programas de largo alcance enfocados a prevenir y reducir sus efectos, y no sólo focalizar recursos para la atención de las emergencias y la reconstrucción. Esta estrategia debe lograr que la sociedad sea capaz de afrontar los peligros asegurando al mismo tiempo que el desarrollo no incremente la vulnerabilidad y por ende el riesgo. Sólo así se podrá garantizar un municipio menos vulnerable y una población más preparada y segura.

Es por lo anterior que se debe de contar con un Atlas de Riesgos a fin de contar con instrumento de prevención, mitigación y respuesta más eficientes y precisas. Para ello es importante en primera instancia actualizar y completar el diagnóstico de las zonas más susceptibles a padecer daños, es decir, conocer las características de los eventos que pueden tener consecuencias desastrosas y determinar la forma en que estos eventos inciden en el Municipio de Ecatepec.

El reto que se estableció fue la actualización del sistema de información sobre el riesgo de desastres detallado a nivel municipal. Es así que el Municipio de Ecatepec, ha dado un gran paso hacia una política responsable en materia de prevención de desastres, con la actualización de su Atlas de Riesgos. Mediante este documento, el Municipio tendrá la certeza de contar con un instrumento de identificación de Vulnerabilidad, Peligros y Riesgos que ayude a fortalecer la orientación de políticas públicas a fin de prevenir o mitigar los daños a la población, causados por fenómenos perturbadores de origen natural y/o antrópico.

Introducción

El territorio municipal de Ecatepec se encuentra sujeto a gran variedad de fenómenos que pueden causar desastres. Por su cercanía a la Sierra de Guadalupe está expuesto a deslizamientos de ladera y derrumbes; por su antigua configuración de llanura, el municipio está expuesto a hundimientos por contracción de arcillas, y a inundaciones provocadas principalmente por lluvias intensas; por su vocación industrial, está expuesto a explosiones y a contaminación del aire. Los tipos de desastres anteriores pueden tener como origen un fenómeno natural, aunque en su desarrollo y consecuencias tiene mucho que ver la acción del hombre. Los distintos fenómenos y los desastres que éstos generan se tratarán con mayor detalle más adelante; el propósito de esta enunciación inicial es resaltar la amplitud de la problemática y la gravedad de sus posibles consecuencias.

El Ayuntamiento de Ecatepec, ha establecido en el pasado sólidas estrategias de protección civil; con frecuencia las medidas de protección han sido rebasadas por las fuerzas de la naturaleza, pero en todos los casos ha logrado sobreponerse a los embates de las manifestaciones de fenómenos destructivos. Por ello se ha llegado a reconocer que, para enfrentar mejor los efectos de estas fuerzas, es necesario adoptar un enfoque global, que cubra los aspectos científicos y tecnológicos relativos al conocimiento de los fenómenos y al desarrollo de las medidas para reducir sus efectos, y que en base a ellos prevea esquemas operativos para apoyar a la población con medidas organizativas de la población misma, para que esté preparada y responda de manera apropiada al embate de los fenómenos peligrosos. A partir de la administración encabezada por el Licenciado Indalecio Ríos Velázquez, se ha establecido que se debe dar atención a los fenómenos destructivos desde la fase de prevención, que se refiere a las acciones tendientes a identificar los riesgos y a reducirlos antes de la ocurrencia del fenómeno.

Este trabajo corresponde a la parte técnico-científica del conjunto de tareas que tienden a la reducción de los impactos de los desastres a nivel municipal. Un requisito esencial para la puesta en práctica de las acciones de protección civil es contar con diagnósticos de riesgos, o sea, conocer las características de los eventos que pueden tener consecuencias desastrosas y determinar la forma en que estos eventos inciden en los asentamientos humanos, en la infraestructura y en el entorno. El proceso de diagnóstico implicó la determinación de los escenarios o eventos más desfavorables que pueden ocurrir, así como de la probabilidad asociada a su ocurrencia. Los escenarios incluyeron el otro componente del riesgo, que consiste en los efectos que los distintos fenómenos tienen en los asentamientos humanos e infraestructura expuesta a eventos. Debido a que los riesgos son complejos porque implican la interacción dinámica entre los fenómenos naturales, el entorno, y la cambiante sociedad, este Atlas de Riesgo debe actualizarse permanentemente.

El Atlas de Riesgos del Municipio de Ecatepec pretende proporcionar la información más completa posible sobre los peligros y sobre la incidencia de los fenómenos a nivel local. El



presente documento tiene el propósito principal de difundir conocimientos sobre los problemas que se presentan en el municipio y de proporcionar una visión de conjunto sobre la distribución geográfica de los riesgos, en el entendido de que los estudios de riesgo deberán ser producto de esfuerzos específicos para cada tipo de fenómeno y para cada localidad. Así, el esquema de este documento, representa no sólo la información de los peligros, sino también la de los riesgos que se derivan de las condiciones locales específicas y de la situación de población y de infraestructura expuesta a los fenómenos potencialmente desastrosos. Este Atlas será el instrumento operativo base para los programas de protección civil y los planes de emergencia.



Marco teórico

Las bases teóricas y sistémicas para la elaboración del Atlas de Riesgos del Municipio de Ecatepec se derivan de lo establecido en los criterios de clasificación y los términos de referencia establecidos por el CENAPRED en materia de riesgos.

En general, se procedió a realizar una recopilación e investigación documental de datos primarios, en las principales instituciones nacionales de información del territorio, tales como INEGI, CONAGUA, SMN, SGM, INE, CONABIO, u organismos equivalentes estatales y municipales, particularmente de las áreas de Protección Civil. Posteriormente los datos se procesaron en función de la guía metodológica del CENAPRED con base a los niveles aplicables de cada caso, zonificando las áreas de incidencia de los fenómenos, las áreas de vulnerabilidad, así como el grado de riesgo predominante.

Se llevaron a cabo estudios técnicos y documentales del territorio del Municipio de Ecatepec para determinar las zonas de riesgo por fenómenos naturales y antropogénicos.

Con base a la identificación de peligros y/o vulnerabilidad, se realizó la zonificación de los mismos por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para generar cartografía digital y mapas impresos, en la que se determinarán las Zonas de Riesgo (ZR) ante los diferentes tipos de fenómenos.

Una vez obtenida dicha cartografía se realizó un análisis completo de riesgos, señalando qué zonas son las más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, áreas, infraestructura, equipamiento con probable afectación y señalando puntualmente qué obras o acciones se proponen para mitigar el riesgo.

El análisis delimitó con precisión las ZR, hará referencia a los mapas de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad e interpretará sus resultados, procurando hacer vinculaciones entre fenómenos perturbadores cuando estos se sobrepongan. Los mapas finales representan el grado o nivel de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante cada uno de los fenómenos naturales.

El presente Atlas de Riesgos se conforma de nueve capítulos: el primero incluye la determinación de la zona de estudio, en este apartado se define en forma precisa la localización del municipio, sus límites políticos y una descripción de los elementos de infraestructura urbana del municipio. También en esta sección se define el mapa topográfico base, así como también se define la caracterización de los elementos de medio natural, atendiendo los siguientes temas: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y las áreas naturales protegidas de la zona de estudio.

El segundo capítulo integra la caracterización general de la situación demográfica, social y económica de la zona de estudio, con indicadores básicos que revelan las condiciones generales en las que se encuentra el municipio.

En el tercer capítulo se evalúa la vulnerabilidad tanto física como social del municipio, con la finalidad de generar el criterio base para determinar uno de los dos factores que inciden en la ecuación del riesgo.

En el cuarto capítulo se desarrolla la identificación del, peligro y riesgo de cada uno de los fenómenos perturbadores de origen geológico, tales como erupciones volcánicas, sismos, inestabilidad de laderas, flujos, caídos o derrumbes, hundimientos, subsidencia y agrietamientos.

En el quinto capítulo, se trata el tema de los fenómenos de carácter hidrometeorológico, que incluye a las ondas cálidas y gélidas, sequías, heladas, tormentas de granizo, tornados, tormentas de polvo, tormentas eléctricas, lluvias extremas e inundaciones.

En el capítulo seis se estudian los fenómenos socio-organizativos en los que se tratan los temas de accidentes de transporte, interrupción o afectación de servicios básicos o de infraestructura estratégica, demostraciones de inconformidad social, accidentes derivados del comportamiento, y acciones premeditadas tales como terrorismo, sabotaje y vandalismo.

En el capítulo siete se analizan los fenómenos químico tecnológicos, que incluye los temas de fugas y derrames, almacenamiento de sustancias peligrosas, incendios y explosiones y transporte de sustancias peligrosas.

En el octavo capítulo, se tratan los temas derivados de los fenómenos sanitario-ecológicos, tales como epidemias o plagas, erosión, contaminación del aire, agua, suelo y alimentos, residuos peligrosos, fenómenos del espacio exterior y radiación ultravioleta.

En el capítulo nueve referente a los anexos contiene el glosario de términos, bibliografía, y las propuestas de acciones y obras, las cuales están enfocadas a la reducción y mitigación de riesgos, mediante la detección y localización de zonas de riesgo o peligro.

Para fines de diagnóstico general de riesgos, se utilizó una escala 1:80,000; para una evaluación urbana, la escala es de 1:40,000; mientras que los estudios que requirieron una escala local, se analizaron a escala 1:20,000.

Antes de adentrarse en el estudio individual de cada riesgo, es importante explicar algunos conceptos generales sobre la medición del riesgo. El riesgo se calcula en función de una formulación probabilística $R=P \times V$.

Se llama peligro P, a la probabilidad de que se presente un evento de cierta intensidad, tal que pueda ocasionar daños en un sitio dado. Se llama vulnerabilidad V, a la propensión de estos sistemas a ser afectados por el evento; la vulnerabilidad se expresa como una probabilidad de

daño. Finalmente, el riesgo es el resultado de los dos factores. En este esquema, el riesgo se expresa como un resultado posible de un evento; ya que P y V son dos probabilidades,

En este Atlas, para determinar las probabilidades de ocurrencia de distintos fenómenos, se obtuvieron las estadísticas sobre la incidencia de los mismos. Los servicios meteorológicos, sismológicos, etc., realizan el monitoreo y llevan estadísticas de los fenómenos, de las que se pueden derivar estimaciones de probabilidad de ocurrencia de intensidades máximas. En muchos casos las estadísticas cubrieron lapsos mucho menores que aquellos necesarios para determinar los periodos de retorno útiles para diagnóstico de riesgo, por lo que se aplicaron periodos de retorno.

El concepto de período de retorno en términos probabilísticos no implica que el proceso sea cíclico, o sea que deba siempre transcurrir cierto tiempo para que el evento se repita. Un periodo de retorno de 10 años para cierto evento significa, por ejemplo, que en 50 años de los que hay datos históricos, el evento en cuestión se ha presentado cinco veces, pero que en un caso pudieron haber transcurrido 2 años entre un evento y el siguiente, y en otro caso, 20 años. Como se verá en los apartados siguientes, para algunos de los fenómenos no es posible representar el peligro en términos de periodos de retorno, porque no ha sido posible contar con la información suficiente para este tipo de representación; en estos casos, se recurrió a escalas cualitativas, buscando las representaciones de uso más común y de más utilidad para las aplicaciones usuales en el tema específico.

Para la representación de los resultados de los estudios de peligro, se utilizaron mapas a distintas escalas, en los que se identifican los tipos e intensidades de los eventos que pueden ocurrir. Los mapas se realizaron en software especializado denominado Sistemas de Información Geográfica, ya que estos permiten representaciones graficas mucho más completas y ágiles de las distintas situaciones. Además, estos sistemas facilitaran la actualización oportuna de las representaciones del riesgo necesarias para cada caso.

Objetivos

Objetivo General

Diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos naturales y antropogénicos, en el espacio geográfico del Municipio de Ecatepec.

Objetivos Particulares

- Contar con un documento cartográfico y escrito que representa y zonifica cada uno de los fenómenos naturales y antropogénicos perturbadores de manera clara y precisa.
- Desarrollar y fundamentar una base de datos homologada para cada uno de los fenómenos naturales perturbadores presentes.
- Sentar las bases para definir un esquema de prevención, planeación y gestión del riesgo.

Capítulo 1 Medio Físico

1.1 Zona de Estudio

La zona que abarca el presente estudio comprende los límites territoriales del Municipio de Ecatepec de Morelos, el cual cuenta con 156.06 km² de superficie total. Se localiza en el centro de la República Mexicana, en la zona metropolitana de la Ciudad de México; ocupa una porción de la región hidrológica 26, en la Cuenca del Valle de México. Ecatepec constituye un continuo urbano con una elevación promedio de 2660 msnm. El municipio tiene como coordenadas extremas 19°39'32" N, 99°3'45"W, y 19°29'4" N, 99°1'43"W.

Los límites políticos del municipio son:

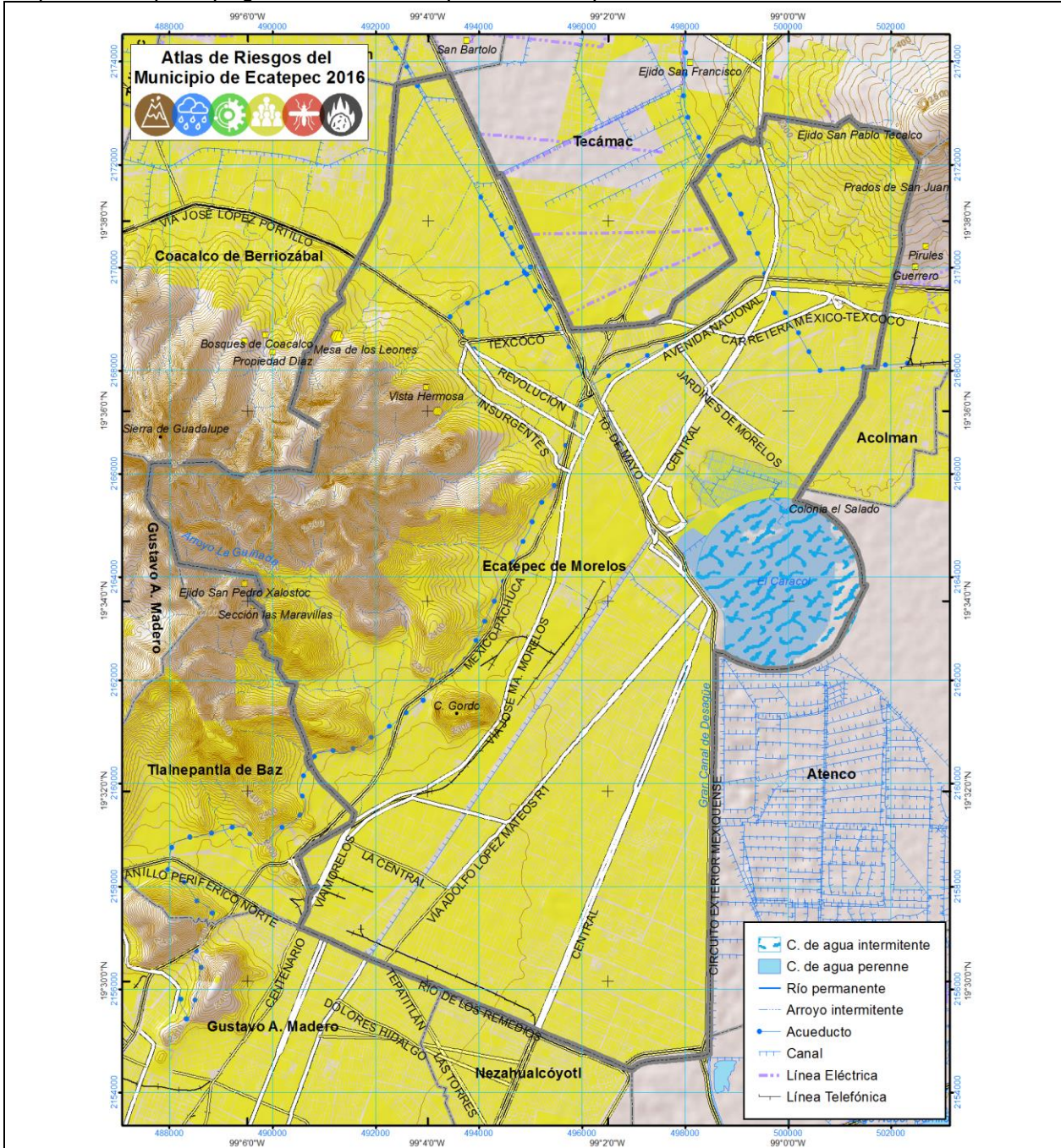
- I. Al Norte, colinda con los Municipios Mexiquenses de Tultitlán, Jaltenco, Tonanitla y Tecámac;
- II. Al Sur, con la Delegación Gustavo A. Madero del Distrito Federal y con los Municipios Mexiquenses de Netzahualcóyotl y Texcoco;
- III. Al Oriente, con los Municipios Mexiquenses de San Salvador Atenco, Texcoco, y Acolman;
- IV. Al Poniente, con los Municipios Mexiquenses de Coacalco y Tlalnepantla.

El Atlas de Riesgos tiene la finalidad de diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y vulnerabilidad de un determinado espacio geográfico. Ahora bien, un paso necesario para lograr el objetivo anterior, consiste en analizar las condiciones geográficas del área de estudio de manera detallada. Para ello se estudian diversos temas conocidos como elementos del medio natural, los cuales condensan la información indispensable para comprender el entorno geográfico.

El estudio integrado de los elementos geográficos permite un acercamiento inicial para conocer y entender la dinámica natural de un área, y con ello determinar los principales fenómenos que ocurren en dicha zona, así como su periodicidad, magnitud recurrente y localización. Los elementos del medio natural necesario para este tipo de estudios son fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso del suelo y problemática ambiental.

En primera instancia, se presenta la fisiografía local, que muestra los distintos tipos de relieve; el conocimiento de su tipología y ubicación da un panorama de las topofomas que asociadas a otras características del área, permite el análisis primario de fenómenos naturales potencialmente peligrosos.

Mapa 1.1 Mapa topográfico del Municipio de Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

En lo que se refiere a la geomorfología, esta información permite conocer los procesos formadores del relieve; con ello se determinan la dinámica endógena y exógena del territorio en estudio, lo que a su vez, contribuye a predecir eventuales cambios en el relieve, como por ejemplo, deslizamientos por inestabilidad de laderas.

Por otro lado, la geología proporciona la información básica de los tipos de roca, mostrando su distribución espacial, sus edades, su origen, y su relación con otras estructuras como fallas y fracturas. Estos datos están directamente relacionados con la intensidad de los sismos, los deslizamientos de ladera, fallas y hundimientos, entre otros peligros.

La edafología trata sobre los distintos tipos de suelo; esta información permite identificar las características esenciales de los materiales edáficos como consolidación, granulometría, susceptibilidad a la erosión y su comportamiento ante los influjos de otros factores como clima y actividades humanas.

La hidrología describe la distribución espacial en un territorio dado de los cuerpos de agua y cauces que llevan agua, ya sean permanentes o estacionales, así como el tipo de aguas que los ocupan, como podrían ser pluviales o subterráneas. Estos datos, combinados con otros elementos del medio natural, permiten hacer determinaciones puntuales de peligros, por ejemplo, identificar áreas de inundación.

La información climática permite conocer los patrones meteorológicos y atmosféricos que se presentan en una determinada área y con ello conocer el tipo de fenómenos hidrometeorológicos más comunes, además de sus características generales como zona de impacto, magnitud probable y recurrencia temporal.

El uso de suelo y vegetación, permite identificar la distribución espacial de las actividades humanas, los centros de población, las áreas agropecuarias, así como las zonas que están dedicadas a la conservación de los ecosistemas naturales. Esta información es fundamental para conocer el grado de exposición de la sociedad a los peligros naturales. Así mismo, en el caso de las áreas naturales protegidas, se conoce la ubicación de los ecosistemas vulnerables a determinados peligros, como incendios o erosión, por mencionar algunos.

Toda la información relacionada con lo anterior, se expresa en mapas temáticos, ya que los datos tienen una variabilidad espacial, que sólo se puede visualizar con claridad en un documento cartográfico. Estos mapas temáticos representan el primer elemento para integrar una panorámica general de los riesgos actuales y probables a los que está expuesto el Municipio de Ecatepec. A continuación, se presenta la información relevante a cada elemento del medio natural en el área de estudio.

1.2 Fisiografía

Dos de las más importantes provincias fisiográficas del país se encuentran dentro del territorio del Estado de México: la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico; la primera se encuentra ubicada en la porción sur, mientras la segunda abarca la mayor parte del territorio estatal (73.9 %). El Municipio de Ecatepec de Morelos se ubica en su totalidad dentro de esta última.

El Eje Neovolcánico o Cinturón Volcánico Transmexicano está compuesto por un conjunto de planicies escalonadas que se forman desde los estados de Colima y Nayarit hasta Veracruz. Estas se disponen desde los 500 hasta los 2600 metros de altitud y son producto de acumulaciones volcánicas y movimientos tectónicos, ambos procesos de intensidad considerable a lo largo del Cuaternario. Sobre las planicies que conforman el relieve se encuentran elevaciones volcánicas, serranías de pequeños conos, campos volcánicos y varios volcanes compuestos. Otro rasgo esencial lo dan las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos que tienen su origen en el bloqueo del drenaje original. Esta provincia fisiográfica funge como límite geológico, climático, geobiológico y biogeográfico.

Debido a su diversidad en cuanto a formas del relieve y morfogénesis, esta gran provincia se divide a su vez en varias subprovincias, con características particulares. La totalidad del territorio del Municipio de Ecatepec de Morelos se localiza dentro de la subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac. Esta es la mayor de las subprovincias que integran el Eje Neovolcánico, consta de sierras volcánicas y grandes aparatos individuales que se alternan con amplias llanuras, en su mayoría vasos lacustres.

Estas características se encuentran muy bien representadas dentro del territorio municipal ya que se localizan relieves accidentados con pendientes abruptas, zonas de ladera con pendientes suaves y zonas de acumulación totalmente planas. En este sentido se puede dividir al relieve en 3 zonas:

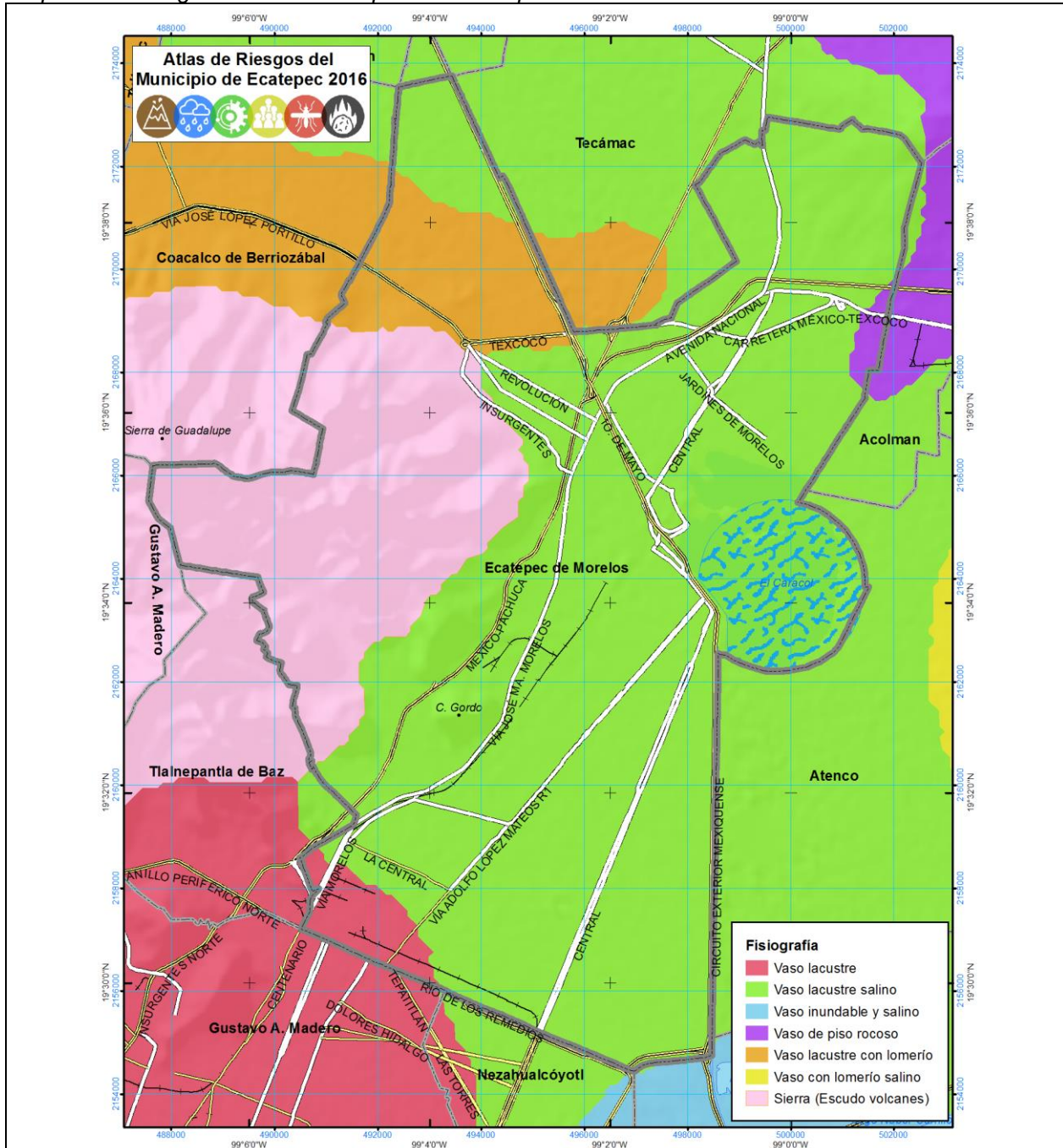
- Zonas escarpadas: Se localizan en la mayor parte de la zona oeste del municipio, formadas por la Sierra de Guadalupe. Estas se presentan a partir de la cota de 2300 hasta la de 3000 metros de altitud. Las principales elevaciones encontradas son: El Pico de Díaz, el Pico de Tres Padres, el Pico de Moctezuma, el Pico Yoncuico, así como los cerros Las Canteras, Picacho Grande, Cuanahuatpec, Cerro Gordo, Cabeza Blanca, Chiconautla y de la Cruz.
- Zonas de transición: Se ubican en la parte central del territorio municipal entre las curvas de 2100 y 2300 metros de altitud. Se puede considerar como zona de piedemonte.
- Zonas planas: Estas se encuentran en la mayor parte de la porción oriental de la demarcación. Estas zonas se encuentran en los antiguos vasos lacustres del lago de Texcoco.

Tabla 1.1 Provincias fisiográficas y principales topoformas ubicadas dentro del Municipio de Ecatepec de Morelos.

Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas	Área Km ²	% de superficie municipal
Eje Neovolcánico	Lagos y Volcanes del Anáhuac	Vaso lacustre	3.3459	2.14
		Vaso lacustre con lomerío	9.84241	6.31
		Vaso lacustre salino	111.92541	71.71
		Vaso lacustre de piso rocoso o Cementado	0.9229	0.59
		Vaso lacustre inundable y salino	0.02981	0.02
		Escudo volcanes	30.00346	19.22

Fuentes: *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ecatepec de Morelos, México. INEGI 2009. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1 000,000 serie I. INEGI*

Mapa 1.2 Fisiografía del Municipio de Ecatepec.



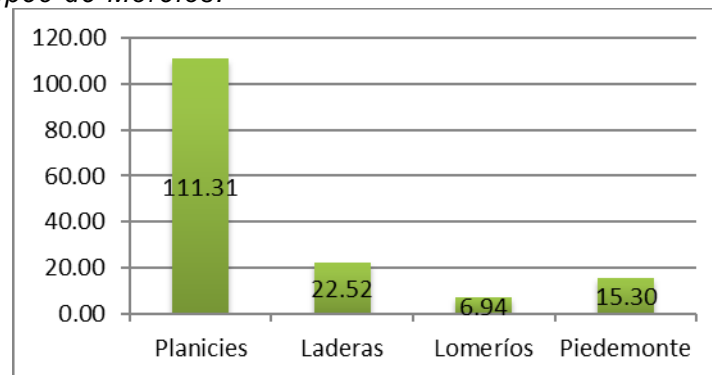
Fuente: Carta Fisiográfica 1:1 000,000 serie I. INEGI

1.3 Geomorfología

La geomorfología es la ciencia que se encarga de estudiar y comprender el origen y evolución de los distintos elementos del relieve, los cuales son el resultado de la interacción de procesos endógenos (creadores) y exógenos (modeladores). Cada una de las formas del relieve interactúa con los elementos del medio geográfico de distinta forma, propiciando que en cada una se presenten distintas dinámicas, las cuales es necesario conocer y entender para la correcta interacción del hombre con el medio.

Como se comentó con anterioridad el municipio forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, por lo que su relieve está ligado estrechamente a las características geológicas y procesos morfológicos propios de esta gran región. Estos últimos, han modelado al relieve en cuatro grandes unidades geomorfológicas con múltiples características y dinámicas. Las planicies, laderas, lomeríos y zonas de piedemonte son las principales unidades geomorfológicas que se encuentran dentro del territorio municipal.

Gráfica 1.1 Superficie en kilómetros cuadrados de las unidades geomorfológicas del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia.

Cada una de estas grandes unidades responde de manera distinta a las acciones de los procesos modeladores (movimientos gravitacionales, erosión fluvial, eólica, etc.) y formadores del relieve (levantamientos tectónicos, acumulación de sedimentos, vulcanismo, entre otros). Además, las características geográficas del municipio como clima, geología, vegetación, edafología, hidrología y fisiografía han originado que se presenten a su vez distintas unidades morfogenéticas.

La zona más activa geomorfológicamente corresponde a la Sierra de Guadalupe, la cual está constituida esencialmente de lavas, característica que se aprecia prácticamente en todas las laderas. En general, los picos volcánicos conservan su forma original siendo la parte inferior la que ha sido transformada por la erosión en mayor grado. Los volcanes en especial los que

constituyen la divisoria han perdido la forma original ya que están disecados por numerosos barrancos y se han desarrollado circos de erosión.

Esta sierra no ha escapado a la invasión de la mancha urbana, prácticamente toda la zona de piedemonte y partes de las laderas volcánicas han sido ocupadas por asentamientos humanos. Como es frecuente en estos casos, muchas construcciones están expuestas a riesgos, sobre todo por corrientes torrenciales en la parte baja de los valles y por derrumbes que se producen durante las lluvias de fuerte intensidad en los escarpes y circos de erosión.

Tabla 1.2 Principales unidades morfogenéticas localizadas en el Municipio de Ecatepec de Morelos.

Unidad morfogenética	Descripción	Pendiente (grados)	Altitud (msnm)	Área (Km2)	% de Sup.
Planicie lacustre	Está formada por una concentración de sedimentos clásticos y productos piroclásticos los cuales se depositaron en ambientes lacustres.	0 - 2	2260 - 2300	52.27	33.5
Planicie aluvial	Constituida por depósitos clásticos, material aluvial y lahórico en forma de grava cubierto con tobas eólicas y aluviales.	0 - 4	2260 - 2300	59.04	37.8
Laderas montañosas bajas	Se forman a partir de derrames de lava.	8 - 22	2620 - 2740	19.88	12.7
Laderas montañosas altas	Formadas por derrames de lavas de andesita – basáltica a andesita, dacita y flujos piroclásticos.	6 - 16	2860 - 3020	0.83	0.5
Laderas montañosas medias	Conformadas por derrames lávicos de andesita, dacita y flujos piroclásticos.	20 - 44	3200 - 3320	0.83	0.5
Lomeríos volcánicos denudados	Compuestos por rocas básicas e intermedias, tobas, cenizas y depósitos epiclásticos	0 a 10	2420 - 2580	6.38	4.1
Lomeríos volcánicos	Formados por rocas epiclásticas ácidas e intermedias y flujos piroclástico.	0 - 14	2300 - 2460	0.56	0.4
Piedemonte denudatorio	Compuestos de lavas, tobas, cenizas y depósitos epiclásticos (formados por fragmentos derivados de rocas preexistentes por la acción del intemperismo y la erosión).	0 - 6	2500 - 2740	9.77	6.3
Laderas montañosas tectonizadas	Conformadas por derrames de lava y material piroclástico.	4 - 14	2420 - 2540	0.98	0.6
Piedemonte denudatorio y tectonizado	Está compuesto por lavas, tobas, cenizas, flujos piroclástico, lahar y pómez.	0 - 6	2500 - 2740	5.41	3.5
Piedemonte de lahar	Están constituidos por pequeños abanicos de lavas, cenizas y flujos piroclásticos.	0 - 10	2260 - 2380	0.12	0.1

Fuente: Lugo H., *Diccionario Geomorfológico*, UNAM. México 1989.

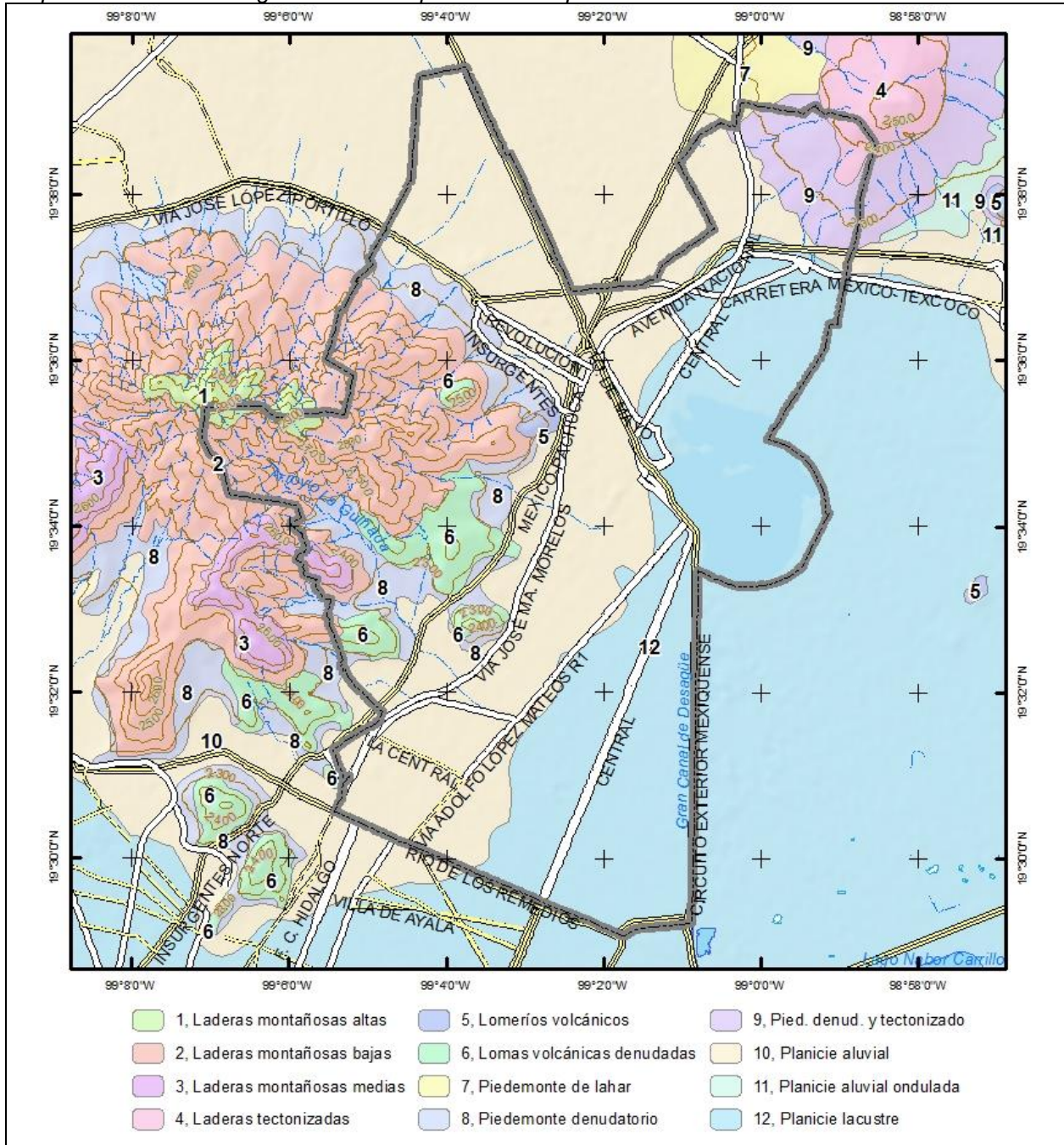


H. AYUNTAMIENTO DE
ECATEPEC DE MORELOS



Dirección de Protección Civil y
Bomberos

Mapa 1.3 Geomorfología del Municipio de Ecatepec.



Fuente: Tapia Varela y López Blanco, IGg UNAM, 1999.

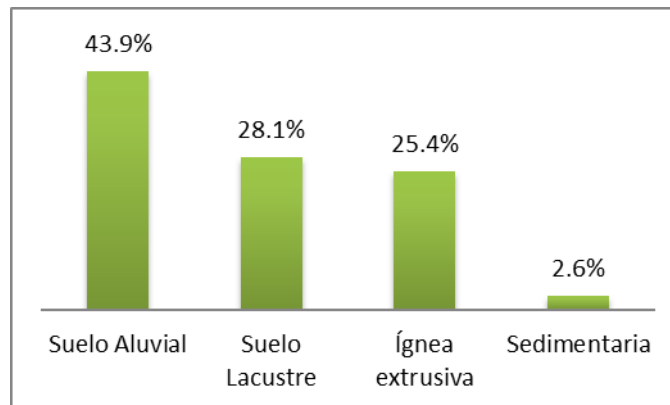
Actualización del Atlas de Riesgos
del Municipio de Ecatepec de
Morelos



1.4 Geología

La geología del Municipio de Ecatepec de Morelos está compuesta por rocas de tipo ígnea, sedimentaria y por enormes depósitos de sedimentos aluviales y lacustres los cuales son resultado de la intensa actividad exógena presente en la región.

Gráfica 1.2 Porcentaje de la superficie de la clase e roca y suelo del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia

Las rocas de tipo ígneo se hacen presentes en la zona de la Sierra de Guadalupe la cual es una unidad volcánica que consiste en domos y volcanes compuestos que constituyen una estructura circular de 17 km. de diámetro con una altura de 800 m. respecto a la planicie lacustre que la delimita. Los principales volcanes que la forman son de tipo compuesto originados por grandes erupciones explosivas que terminaron con actividad efusiva y extrusiva. El tipo de rocas predominantes son las andesitas y en cantidades menores riolita y dacita.

Por otra parte las rocas sedimentarias encontradas en el municipio son brechas sedimentarias originadas a partir de materiales piroclásticos depositados después de los episodios volcánicos registrados en la zona. De igual forma los suelos aluviales y lacustres se formaron a partir de los depósitos provenientes principalmente de los ríos.

Tabla 1.3 Tipos de roca y suelo localizados en el Municipio de Ecatepec de Morelos.

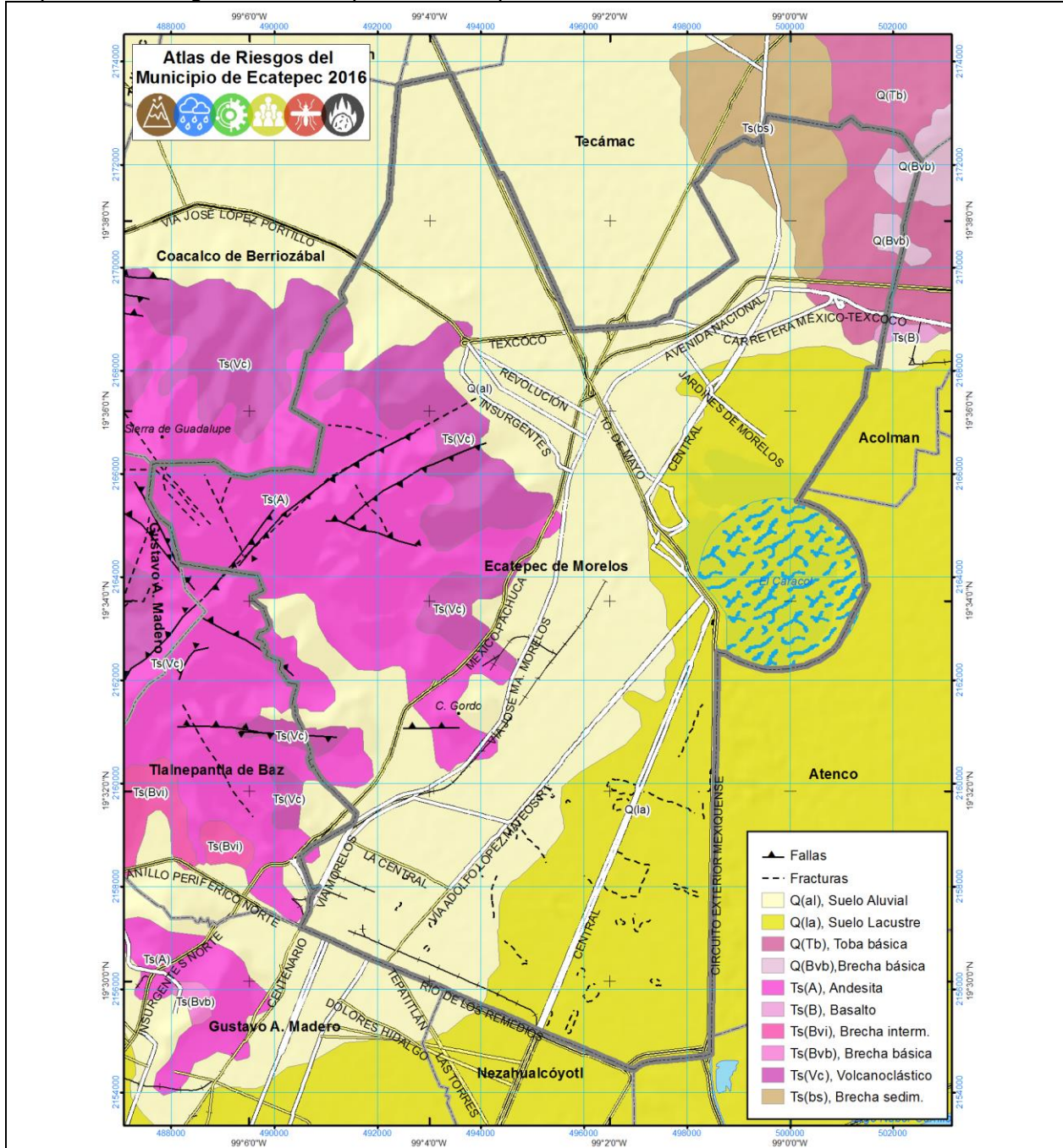
Roca / Suelo	Características	Área (Km2)	% de superficie
Andesita Ts(A)	Roca ígnea efusiva de composición intermedia, color oscuro, compuesta de cristales de plagioclasa intermedia, minerales máficos y frecuentemente vidrio volcánico.	24.16	15.48
Basalto Ts(B)	Roca ígnea efusiva de composición básica y color oscuro, con frecuencia consiste principalmente en plagioclasas básicas, augita y olivino.	0.07	0.04

Roca / Suelo	Características	Área (Km ²)	% de superficie
Brecha Sedimentaria Ts(bs)	Es una roca sedimentaria detrítica. Una brecha es la consolidación de clastos angulosos en vez de redondeados, debido a que los cantos experimentan abrasión y se redondean durante su transportación.	4.05	2.60
Brecha Volcánica Básica Q(Bvb)	Cuando las gravas llegan a consolidarse, o a soldarse irregularmente por sus aristas forman una brecha volcánica y esto sucede generalmente entre dos corrientes de lava. Las rocas de este grupo varían ampliamente en sus resistencias, permeabilidad y comportamiento en sus afloraciones.	1.09	0.70
Suelo aluvial Q(al)	Cuando las partículas de material han sido transportadas por el agua, el suelo se forma a partir del aluvión y el suelo sedimentario que se produce es un suelo aluvial. Los suelos pueden ser transportados por aguas en movimiento como la de lluvia, la de los ríos o de las marismas. La sedimentación puede ocurrir en aguas acumuladas como en los lagos, los pantanos o el mar. Se encuentran en las zonas denominadas llanuras de sedimentación, donde la topografía es, por lo regular, ligeramente ondulada o casi llana. A menudo, la composición de estos suelos contiene suficiente arcilla para la retención del agua y la construcción de diques.	68.48	43.88
Suelo Lacustre Q(la)	El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas	43.89	28.12
Toba Básica Q(Tb)	Las tobas, son un grupo de rocas formado de materiales arrojados por erupciones volcánicas tales como lapilli, ceniza y arena posteriormente compactados y cementados. La toba Básica está constituida por fragmentos piroclásticos de composición básica. La unidad presenta un color gris oscuro, mientras que al intemperismo adopta un color crema con tonos rojizos.	4.67	2.99
Volcanoclástico Ts(Vc)	Son fragmentos rocosos tales como cenizas, arenas, etc., arrojados durante las erupciones volcánicas explosivas. El su conjunto originan tobas, brechas y otras rocas. Por su trabajo y forma pueden ser bombas, bloques, lapilli, arenas, cenizas.	9.67	6.19

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Carta Geológica E14-2 esc. 1:250000.

Producto de esta intensa actividad volcánica y tectónica presente en la zona se pueden encontrar a lo largo del municipio fallas y fracturas originadas principalmente por esfuerzos de tensión, contracción y por el rompimiento de la corteza terrestre. De acuerdo con García-Palomo et al 2006 dentro del territorio municipal se localizan 12 fracturas y tres fallas normales, las cuales se encuentran en su totalidad dentro de la Sierra de Guadalupe.

Mapa 1.4 Geología del Municipio de Ecatepec.



Fuente: Carta Geológica E14-2, INEGI

1.5 Edafología

El suelo es uno de los principales soportes de la vida al igual que el agua y el aire, ocupa la mayor parte de superficie terrestre y sobre él se dan la mayor parte de las actividades humanas. Es considerado como una superficie de contacto donde interactúan varios factores que intervienen en su formación y determinan sus características particulares como la geología, el tiempo, el clima, la geomorfología y la vegetación. De igual forma es catalogado como un recurso natural no renovable debido a que su proceso de formación y madurez tarda cientos de años.

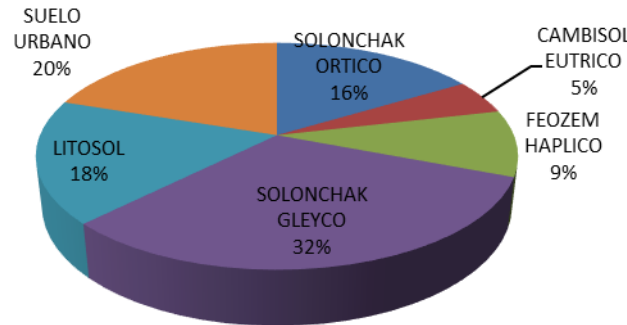
Así pues, el suelo es un material que se desarrolla en respuesta a interacciones ambientales complejas, evoluciona de manera gradual y responde de distinta manera ante las condiciones del medio geográfico. Es por esa razón que existen varios tipos de suelo a lo largo del país. En la Cuenca del Valle de México se presentan diferentes tipos de suelo resultado de sus particulares condiciones espaciales.

Las condiciones geomorfológicas e hidrológicas que presenta el Municipio de Ecatepec de Morelos como planicies lacustres, laderas montañosas y escurrimientos que no tienen salida al mar han determinado de manera preponderante el tipo de suelo encontrado dentro del municipio. En las zonas de ladera y piedemonte que corresponden a la porción de la Sierra de Guadalupe que se encuentra dentro de la demarcación, se localizan los suelos de tipo Litosol a partir de los 2300 a 3000 msnm aproximadamente. Esta zona es bastante dinámica ya que se presenta un acarreo de materiales hacia zonas más bajas.

Por otra parte, en la zona de piedemonte de la Sierra a una altitud aproximada de 2250 a 2260 msnm, se localizan suelos de tipo Feozem háplico, los cuales son desarrollados y ricos en materia orgánica. En la parte central del municipio, en la zona de origen lacustre se presentan los suelos tipo Solonchak los cuales son salinos. Al noreste, al incrementarse la altitud se halla suelo tipo Cambisol eutrítico el cual es un suelo joven y poco desarrollado.

En la siguiente gráfica se observa el porcentaje de superficie que ocupan los suelos en el municipio, es para destacar que la mayor parte son de tipo Solonchak con un 48%, ubicado en la parte lacustre del municipio, seguido por suelo urbano (20%) y Litosol (18%).

Gráfica 1.3 Porcentaje de la superficie de los suelos del Municipio de Ecatepec de Morelos.



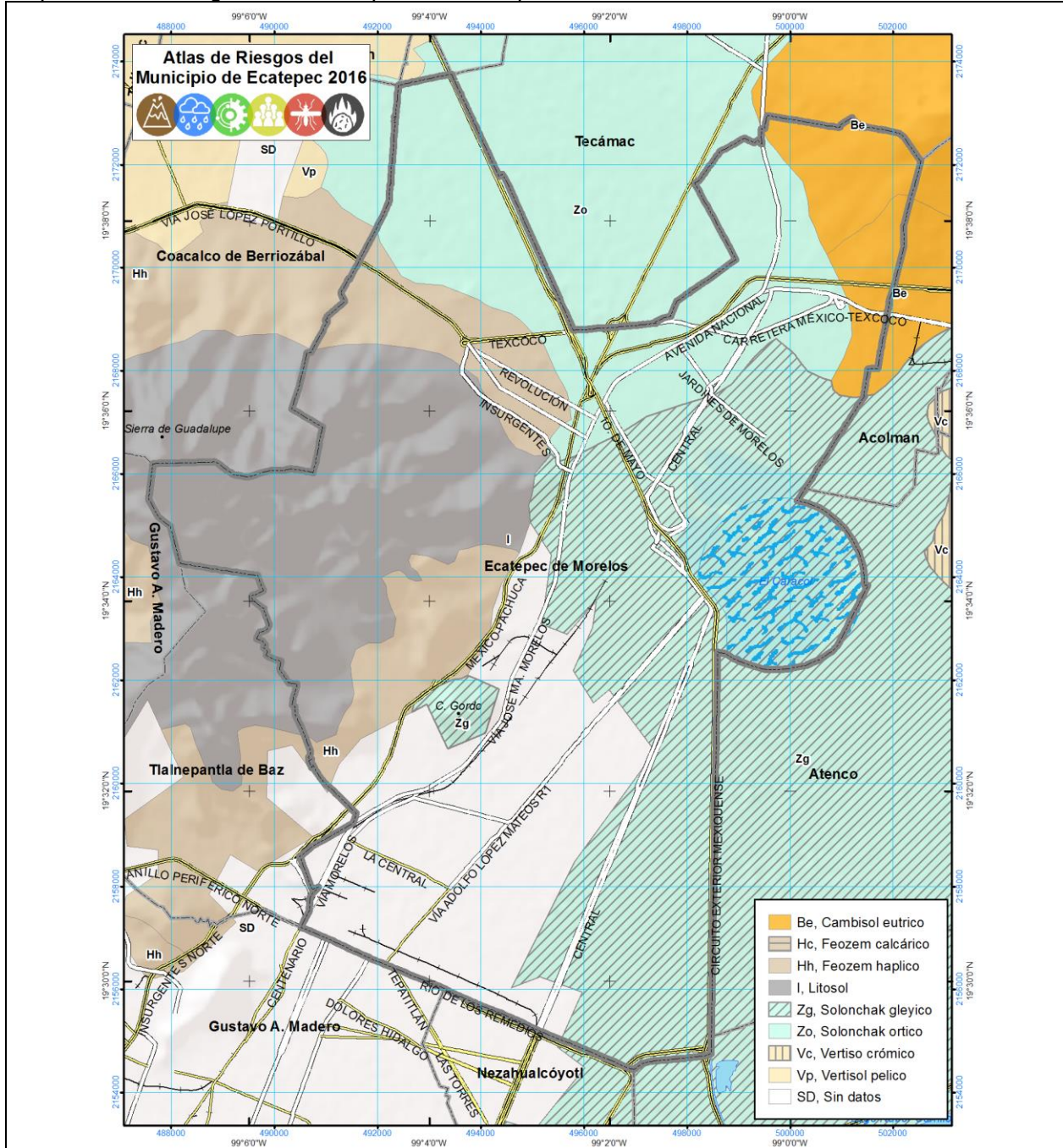
Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.4 Suelos ubicados dentro del Municipio de Ecatepec de Morelos.

Suelo	Características	Área (Km ²)	% de superficie
Cambisol Eutrítico	En general los suelos Cambisol, son suelos jóvenes y poco desarrollados, pero a diferencia de los demás presenta nutrientes. Su fase física presenta rocas duras a menos de 50 cm de profundidad.	7.72	4.9
Feozem Háptico	El Feozem es un suelo con una capa superficial oscura, algo gruesa, rica en materia orgánica y con nutrientes. El Feozem Háptico no presenta ninguna propiedad especial.	14.76	9.5
Litosol	Se encuentran en todos los climas y puede sostener diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales.	27.42	17.6
Solonchak Gleyco	Los suelos Solonchak se presentan en diversos climas, pero principalmente en zonas donde se acumula salitre tales como lagunas costeras y lechos de lagos. Las características de los solonchaks gleyicos, provocan inundaciones en época de lluvia por la poca permeabilidad, el alto manto freático y la necesidad de dar salida al agua. Es gris o azulosa y al exponerse al aire se mancha de rojo.	49.52	31.7
Solonchak Ortico	Presenta las características definidas de la Unidad. No son aptos para actividades agrícolas.	25.63	16.4
Suelo urbano	Suelo cubierto por asentamientos humanos e infraestructura.	31.02	19.9

Fuente: INIFAP - CONABIO 1995 y Guía para la interpretación de cartografía. Edafología INEGI 2004.

Mapa 1.5 Edafología del Municipio de Ecatepec.



Fuente: INIFAP - CONABIO 1995

1.6 Hidrografía

La hidrografía del municipio está compuesta principalmente por escurrimientos de tipo intermitente y canales que transportan aguas negras fuera del territorio del Distrito Federal. La mayor parte de los escurrimientos nacen en las partes más altas de la Sierra de Guadalupe, los cuales en periodo de lluvias acarrearán gran cantidad de sedimentos provenientes de las zonas más elevadas y erosionadas de la Sierra, así como basura, lo que ocasiona severos problemas a los habitantes del municipio.

Los elementos hidrológicos más importantes encontrados dentro del municipio se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1.5 Elementos hidrológicos más importantes del Municipio de Ecatepec de Morelos.

Tipo	Nombre
Canal	Canal Las Sales
Canal	Gran Canal de Desagüe
Arroyo	Arroyo La Guiñada
Salina	Depósito de Evaporación Solar El Caracol
Salina	El Caracol
Arroyo	Arroyo Majada Grande

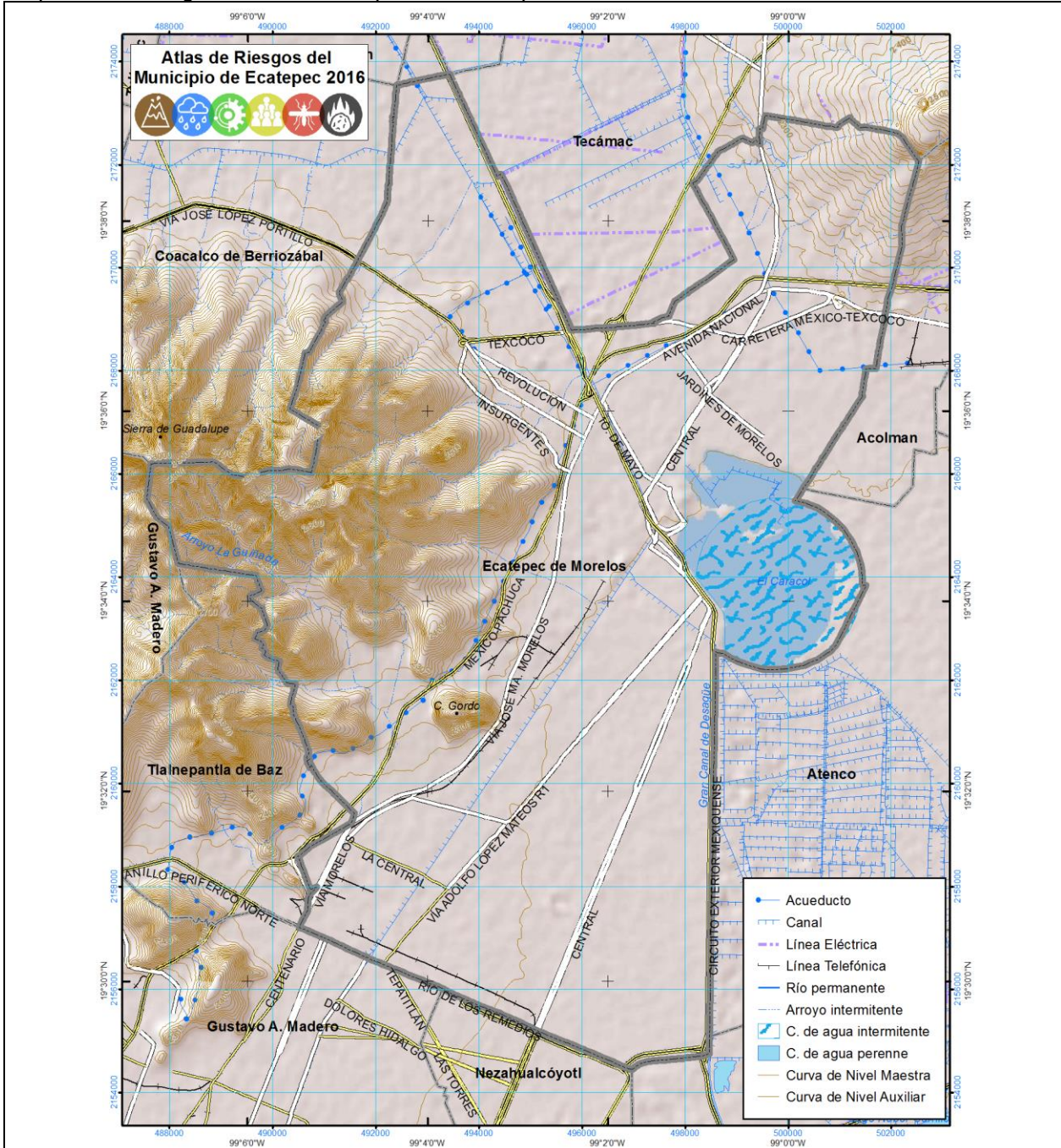
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Carta Topográfica E14A29, E14B21, E14A39 y E14B31 Esc. 1:50000

Es importante mencionar que el municipio no cuenta con cuerpos de agua lénticos (lagos, lagunas, presas). Al este se localiza el depósito de evaporación solar “El Caracol”, que concentraba y evaporaba las aguas del ex Lago de Texcoco; en este sitio se extraía carbonato de sodio, sosa cáustica y sal común, que posteriormente eran procesados. Actualmente “El Caracol” se encuentra en desuso.

El Municipio de Ecatepec de Morelos se localiza dentro de la región hidrológica número 26 Pánuco (RH26) la cual se encuentra dentro de la Región Administrativa IX, Golfo Norte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la cual está conformada por 154 municipios de nueve entidades federativas, cuya superficie suma 127,867 km², los cuales corresponden al 6.5% del territorio nacional.

Esta región hidrológica se encuentra integrada por las cuencas de los ríos Pánuco, Moctezuma, Tamuín y Tamesi, además cubre parte de los estados de México, Hidalgo, Querétaro, Puebla, Veracruz, Guanajuato, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León, así como una parte del Distrito Federal, lugar donde el río Pánuco tiene su origen artificialmente. Es importante mencionar que esta región comprende completamente la cuenca del río Pánuco, que es uno de los más importantes del país tanto por la superficie que ocupa (84,956 km²), que lo coloca en el cuarto lugar entre los de la República, como por el elevado volumen de su escurrimiento, que ocupa el quinto lugar en el ámbito nacional.

Mapa 1.6 Hidrografía del Municipio de Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIATL INEGI

De igual forma el territorio municipal se encuentra ubicado dentro de la subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango, misma que forma parte de la Cuenca del Río Moctezuma. Esta cuenca se encuentra situada entre los 19° y 22° de latitud norte y entre los 90° y 100°15' de longitud oeste. Está limitada por las siguientes cuencas hidrológicas: al sur con la del río Balsas, al oriente con las de los ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla, al poniente con la del río Lerma y al norte con las de los ríos Tempoal y Pánuco.

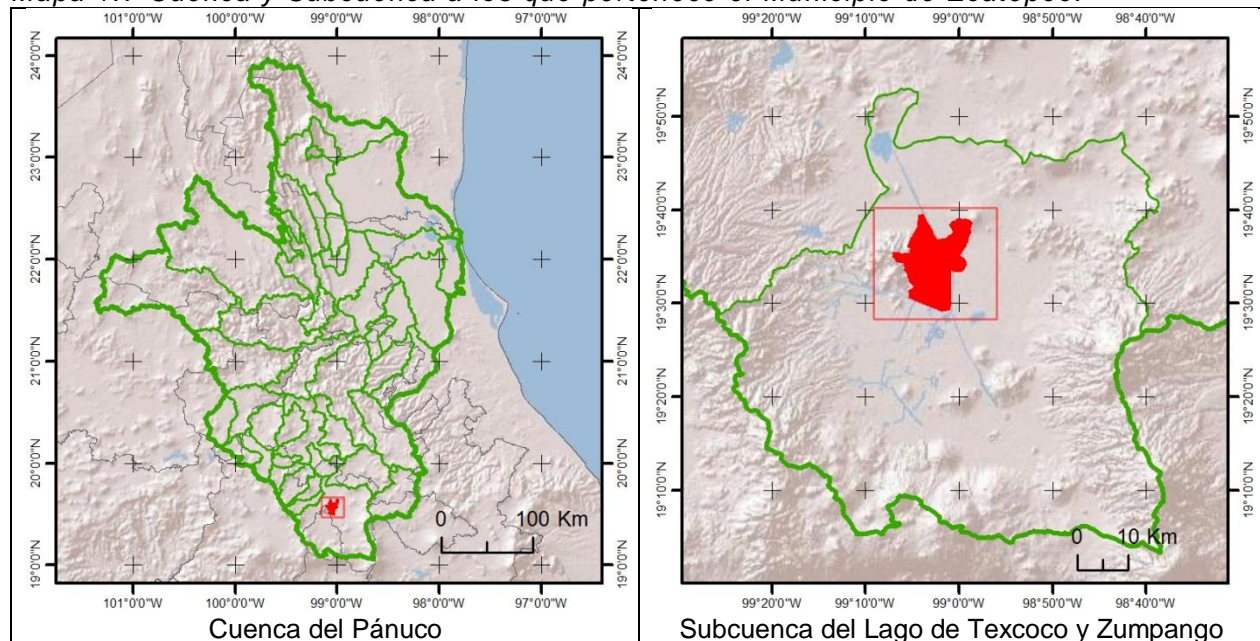
Por otra parte la subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango es de tipo endorreica, es decir el agua no tiene salida fluvial hacia el océano, cualquier precipitación que escurra dentro de la cuenca a través de corrientes regularmente de tipo intermitente permanece en ese lugar, dejando al sistema únicamente por infiltración o evaporación, este tipo de procesos contribuyen a la concentración de sales en el lugar. Actualmente el lago de Texcoco se encuentra en proceso de desaparición y el de Zumpango en curso de recuperación ya que representa un alto valor ecológico para la zona. En esta subcuenca se localizan obras de ingeniería como el Canal de las Sales y el Gran Canal de Desagüe.

Tabla 1.6 Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas de Ecatepec de Morelos.

Región			Cuenca			Subcuenca		
Clave	Nombre	%	Clave	Nombre	%	Clave	Nombre	%
RH26	Pánuco	100	D	R. Moctezuma	100	p	L. Texcoco y Zumpango	100

Fuente: Cuaderno Estadístico Municipal Ecatepec de Morelos, INEGI 2005.

Mapa 1.7 Cuenca y Subcuenca a los que pertenece el Municipio de Ecatepec.



Fuente: SIATL INEGI

1.7 Clima

El Municipio de Ecatepec de Morelos posee un clima templado en el 65% de su territorio y variaciones en su relieve y altitud sobre todo en la porción oriental hacen que se presente también clima del tipo semiseco. Estos cambios de geomorfología y altitud afectan directamente a los elementos climáticos del lugar, por lo que en las partes altas no existe la misma temperatura, presión, humedad, nubosidad y precipitación que en las partes bajas. La parte noreste perteneciente a la Sierra de Guadalupe tiene un clima Templado subhúmedo C (w0)(w) y en las planicies corresponde un clima Semiseco templado Bs1kw; ambos con lluvias en verano.

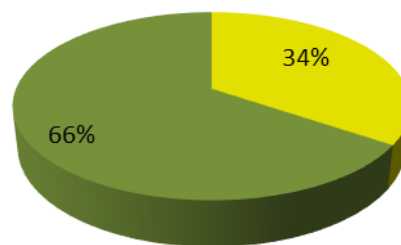
Tabla 1.7 Climas del Municipio de Ecatepec de Morelos.

Clima	Descripción	Ubicación	Área (Km ²)	% de superficie
C(w0)(w)	Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.	Se presenta al oeste del municipio, en zonas de lomeríos y la a las faldas de la Sierra de Guadalupe. A este clima lo divide principalmente la isoyeta de 600mm.	53.71137	34.4
Bs1kw	Semiseco, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18° C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.	Se ubica en la mayor parte del municipio del centro hacia el este, en zonas planas donde se encontraban antiguos vasos lacustres.	102.35853	65.6

Fuente: Conjunto de datos vectoriales de la serie recursos naturales, INEGI.

Gráfica 1.4 Porcentaje de la cobertura municipal de climas en el Municipio de Ecatepec.

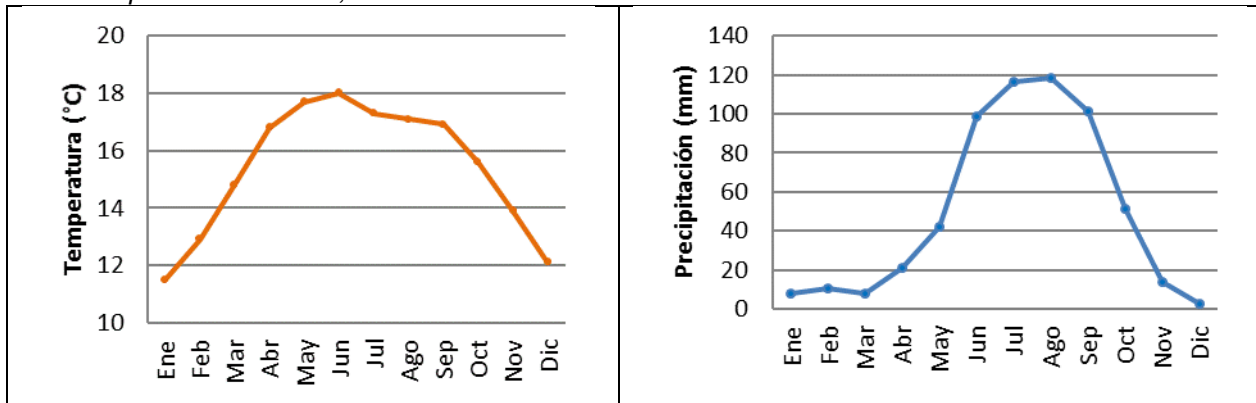
■ Templado subhúmedo ■ Semiseco templado



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional en el lapso de 1981-2010 se ha registrado en el municipio una temperatura media de anual de 15.4 °C y una precipitación de 591mm. Los siguientes gráficos muestran el comportamiento medio anual de estos elementos del clima.

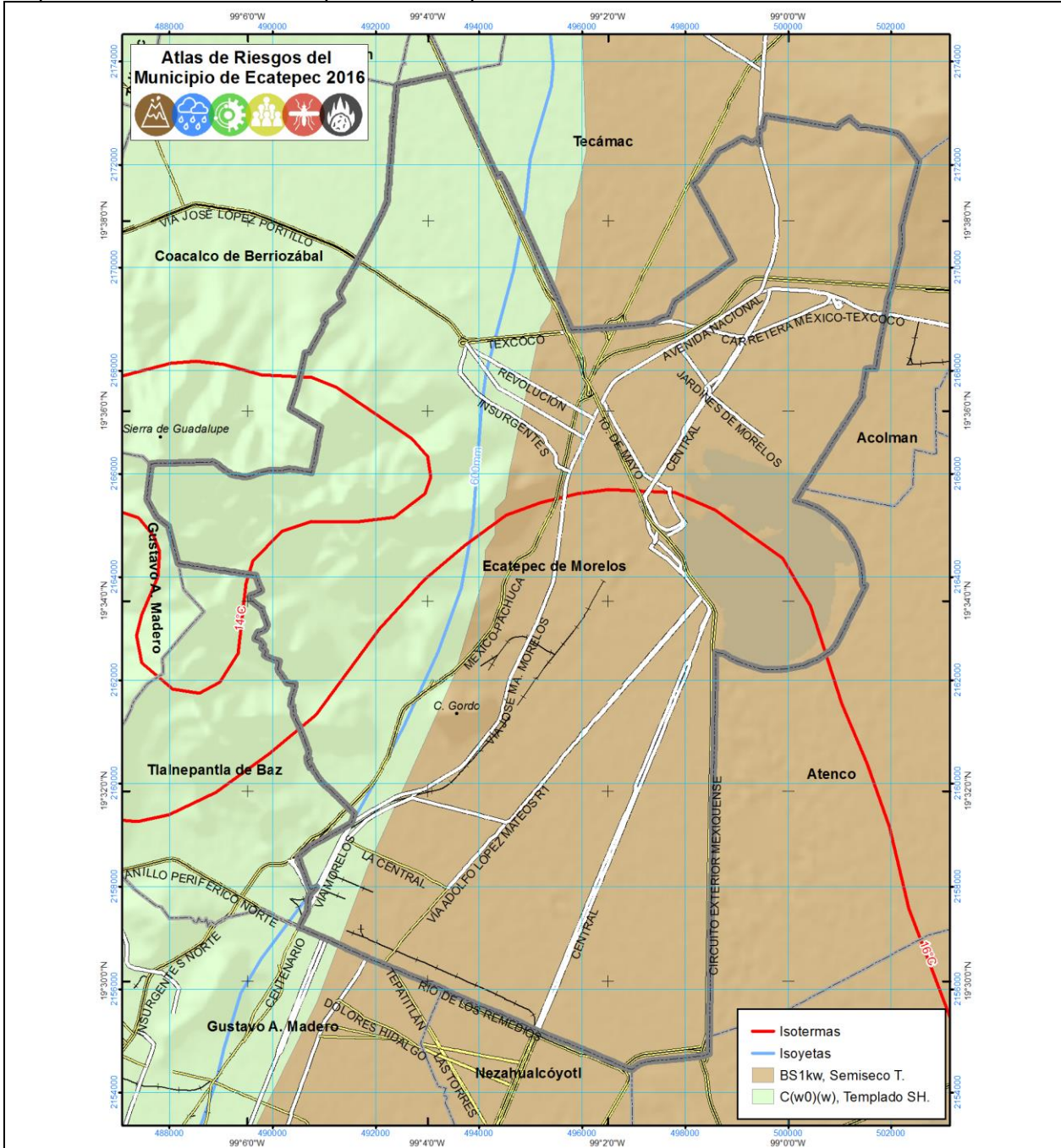
Gráfica 1.5 Comportamiento de la temperatura y precipitación media mensual del Municipio de Ecatepec de Morelos, 1982 – 2010.



Fuente: Normales Climatológicas, SMN.

La temperatura influye en el contenido de agua en la atmósfera o humedad atmosférica; cuanto más caliente está una masa de aire, mayor es la cantidad de vapor de agua que puede retener. En contrapartida, a temperaturas bajas puede almacenar menos vapor de agua. La humedad relativa es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir, sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica y se expresa en porcentaje. La humedad relativa de esta región es de 30.5% en la parte más baja del municipio al ubicado este, hasta subir gradualmente hacia la parte suroeste del municipio en la Sierra de Guadalupe, con una humedad relativa de 38%. En la región se presentan vientos del norte y noreste con intensidades de 5 m/s.

Mapa 1.8 Climas del Municipio de Ecatepec.



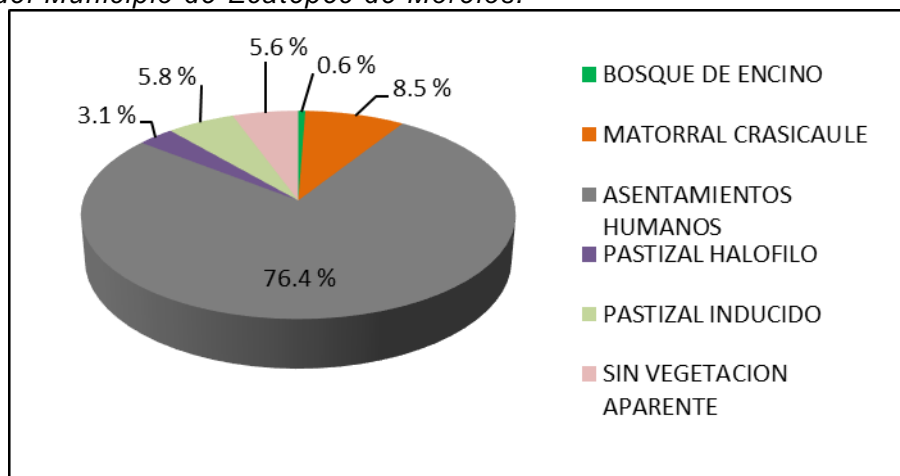
Fuente: Conjunto de datos vectoriales de la Serie Recursos Naturales, INEGI

1.8 Uso de suelo y vegetación

Uno de los aspectos que es indispensable conocer al momento de realizar diagnósticos o estudios del riesgo es cómo se está utilizando la superficie del territorio ya que no todos los fenómenos susceptibles de ocasionar peligros o riesgo se desenvuelven con la misma forma o intensidad en un tipo de cobertura que en otro, por ejemplo, la susceptibilidad a movimientos de ladera no va a ser la misma en una superficie cubierta por bosque que en aquellas zonas desprovistas de árboles. Esta información es muy importante para la puesta en marcha de políticas de planeación, ordenamiento territorial, desarrollo urbano y el aprovechamiento de los recursos naturales.

La vegetación del municipio ha sido alterada de manera irreversible por el crecimiento de la mancha urbana, la cual se ha extendido más allá de las zonas planas alcanzando aquellas con pendientes inadecuadas para ser habitadas. Los tipos de vegetación encontrados dentro del municipio se pueden dividir en tres tipos, bosques, matorrales y pastizales. Los primeros se encuentran en las partes más altas de la Sierra de Guadalupe, dentro de las zonas de clima templado; los matorrales se localizan en la mayor parte de las laderas siendo estos los más afectados por el crecimiento de los asentamientos humanos; por otra parte, los pastizales de tipo inducido se localizan en las zonas de piedemonte los cuales son el producto de la alteración de la vegetación original y los pastizales de tipo halófilo se localizan en los suelo salinos ubicados en las cercanías al depósito de evaporación solar El Caracol.

Gráfica 1.6 Porcentajes de cobertura municipal de los distintos tipos de uso de suelo y vegetación del Municipio de Ecatepec de Morelos.



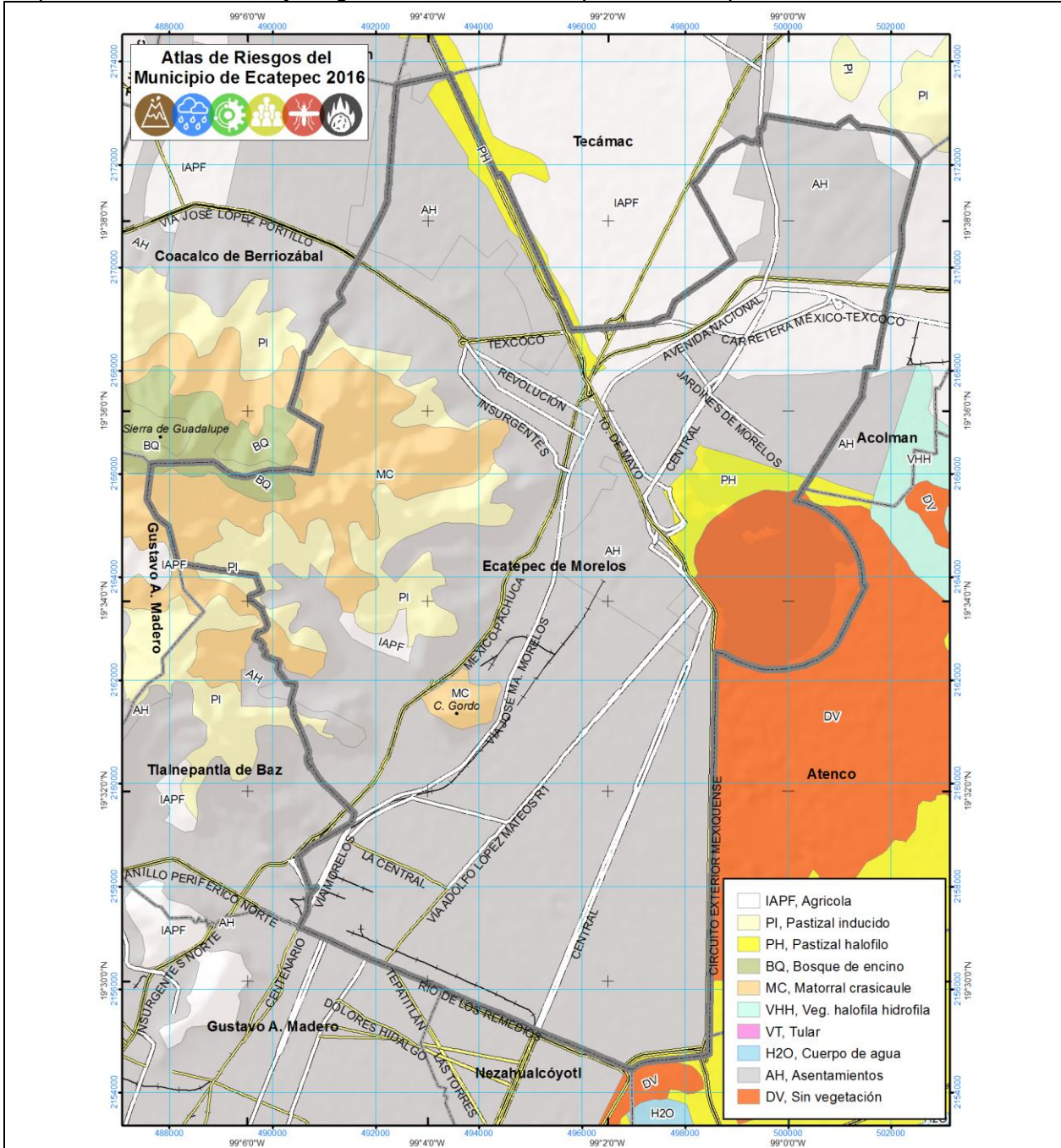
Fuente: Conjunto vectorial de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV INEGI Carta E14-2 escala 1:250000.

Tabla 1.8 Uso del suelo y vegetación del Municipio de Ecatepec de Morelos.

Tipo de cobertura	Características	Área (Km ²)	% de superficie
Bosque de encino	Estos bosques se distribuyen prácticamente en todo México, principalmente en las sierras madres, y Eje Neovolcánico, así como en los estados de Oaxaca y Chiapas. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo, encino blanco y roble. Es el tipo de vegetación que cuenta con la menor superficie dentro del municipio, solo se encuentra en las partes más altas de la Sierra de Guadalupe.	0.97542	0.6
Matorral crasicaule	Este tipo de vegetación muestra predominancia de cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos como Nopaleras, Chollales, Cardonales, Tetecheras, etcétera. Se ubica en la zona de laderas del municipio.	13.30371	8.5
Asentamientos humanos	Ocupan la mayor parte del municipio.	119.26056	76.4
Pastizal halófilo	Son los pastos que se desarrollan en suelos con alto contenido de sales solubles. Se localiza principalmente en las cercanías al depósito de evaporación El Caracol.	4.80001	3.1
Pastizal inducido	Este tipo de pastizal es el que surge cuando es eliminada la vegetación original del lugar, es decir aparece como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación. Se localiza principalmente en la zona de piedemonte de la Sierra de Guadalupe.	9.02834	5.8
Sin vegetación aparente	Se incluye en este rubro a aquellas zonas que se encuentran desprovistas de vegetación o que ésta no es aparente y por ende no se le puede considerar bajo alguna de las clasificaciones de vegetación existentes. Se encuentra principalmente dentro de las instalaciones del depósito de evaporación.	8.70187	5.6

Fuente: Conjunto Vectorial de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV INEGI Carta E14-2 escala 1:250000, Rzedowski. La vegetación de México. Limusa, primera edición 1978, México.

Mapa 1.9 Uso de Suelo y Vegetación en el Municipio de Ecatepec.



Fuente: INEGI

1.9 Áreas naturales protegidas

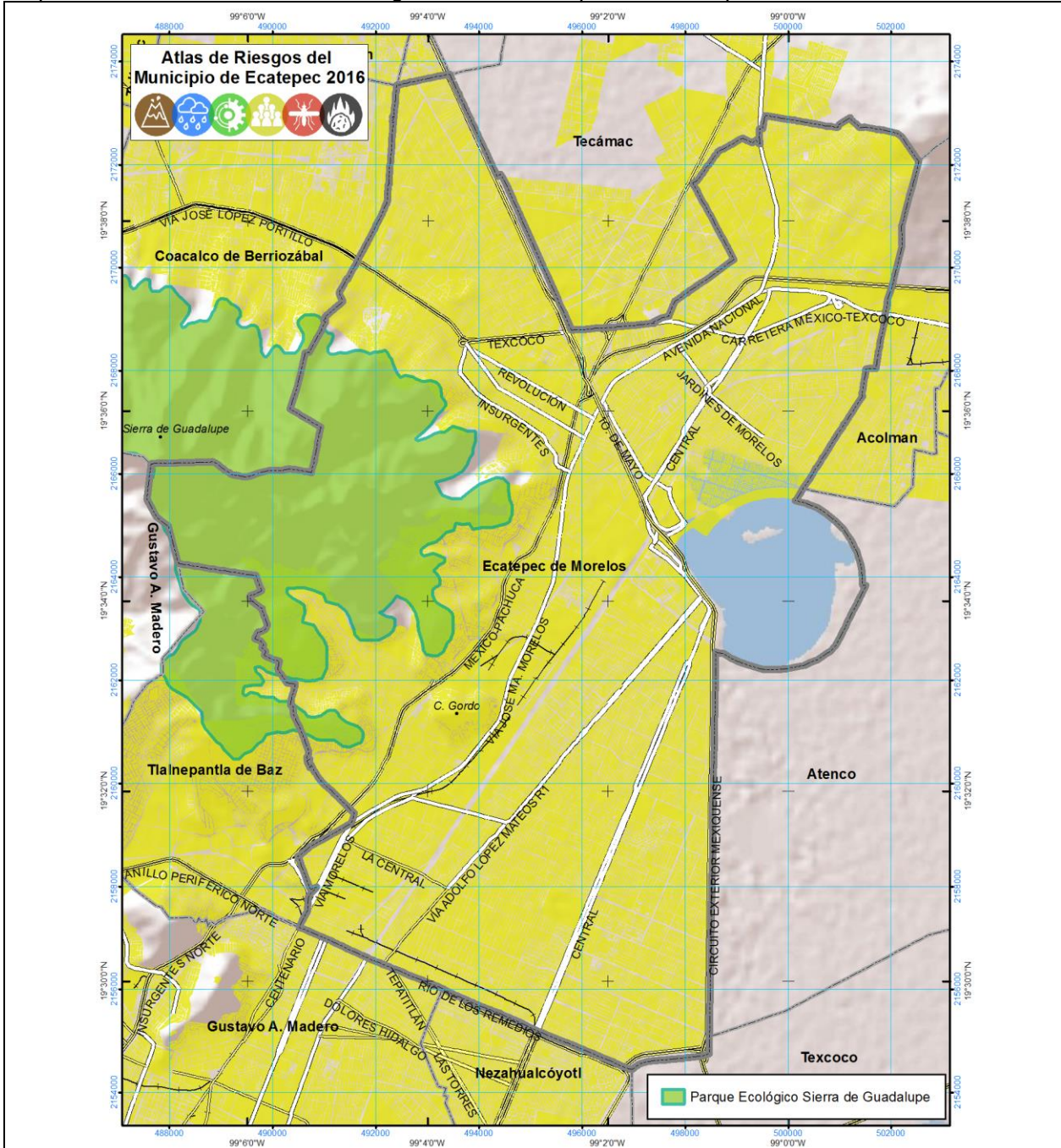
De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

En nuestro país se cuenta con 176 áreas naturales de carácter federal, y cada uno de los Estados tiene diferentes categorías de ANP. Una porción del territorio del Municipio de Ecatepec de Morelos forma parte del Área Natural Protegida "Sierra de Guadalupe" con categoría de Parque Estatal, con decreto inicial el 10 de agosto de 1976, al cual se le integraron áreas s ubicadas en la cota de los 2250 a 2350, sobre el nivel del mar, por Decreto del Ejecutivo del Estado, publicado en la Gaceta del Gobierno, de 23 de noviembre de 1978.

El Parque Estatal "Sierra de Guadalupe" tiene una extensión aproximada de 72.04 km², ubicado en los municipios de Coacalco de Berriozábal, Ecatepec de Morelos, Tlalnepantla de Baz y Tultitlán, Estado de México. En la parte correspondiente al Municipio de Ecatepec de Morelos hay una extensión de 22.83 km².

Este Parque Estatal se ha visto disminuido por el crecimiento de la mancha urbana con el surgimiento desordenado de los asentamientos humanos en las partes limítrofes, e incluso en el interior del área, los cuales incluyen tanto asentamientos irregulares, como otros autorizados, que en conjunto propician un crecimiento súbito de las demandas de servicios urbanos difíciles de satisfacer por las autoridades por una parte y por la otra una disminución en su área de reserva.

Mapa 1.10 Áreas Naturales Protegidas del Municipio de Ecatepec.



Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

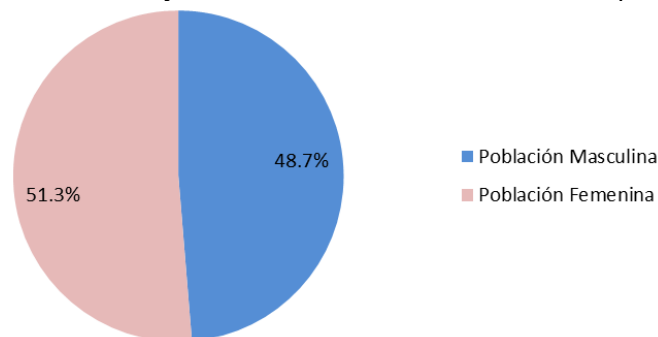
Capítulo 2 Medio social y económico

2.1 Demografía

La dinámica demográfica, así como las actividades y estructura económica que componen al Municipio de Ecatepec, constituyen una parte fundamental a considerar dentro del Atlas de Riesgo. Esto permite la identificación de los diversos factores socioeconómicos culturales y políticos, detectando el grado de vulnerabilidad social que pudieran presentar ciertos sectores de la sociedad, facilitando la toma de decisiones, y el planteamiento de estrategias dirigida a la población que pueda ser más susceptible a sufrir daños por los riesgos, ya sean estos naturales o provocados por el ser humano. Los componentes demográficos de los que se hace mención en esta caracterización, corresponden a las variables estadísticas poblacionales, generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), recopilada a través de los Censos y Conteos Poblacionales, con los que se construye los indicadores que muestran la manera en la que está estructurada la población.

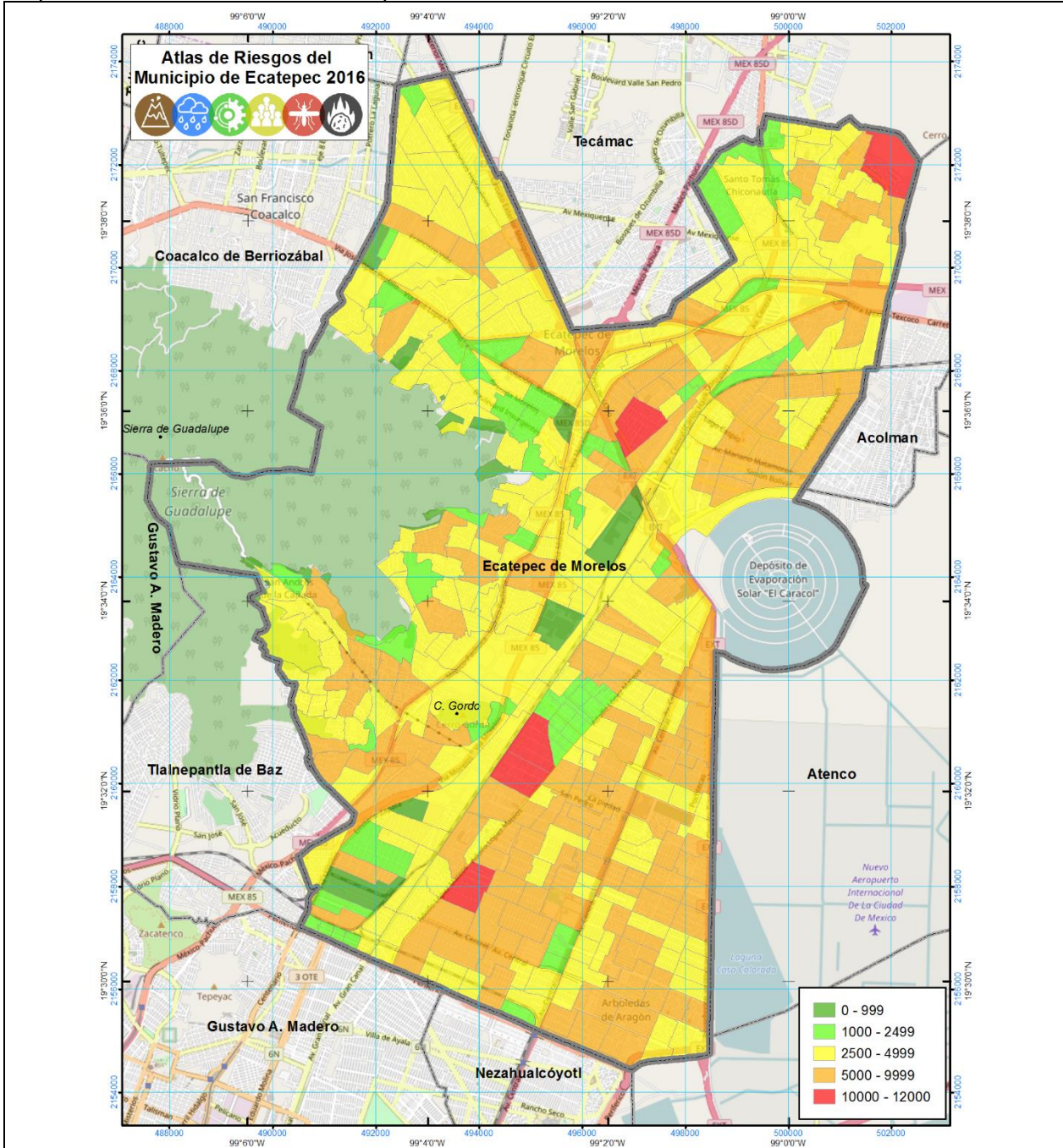
El Estado de México, según datos obtenidos por el INEGI, contaba con una población de 15,175,862 habitantes en el año 2010; el Municipio de Ecatepec concentra al 10.9% de la población total, es decir, a 1,656,107 habitantes, de los cuales el 51.3% eran mujeres, mientras que el 48.7% restante eran hombres. El Municipio de Ecatepec ha tenido una alta dinámica migratoria, el 55.4% de la población total son personas que ha nacido en otra entidad federativa, pero radica en el municipio, es decir 916,799 habitantes, mientras que la población mayor de 5 años que ha nacido en Ecatepec, pero ha residido en otra Entidad Federativa para el 2010 son 65,484, es decir el 4.38% de esa categoría de edad. Para ese mismo año, el crecimiento natural fue de 27,886 personas, originando una tasa de crecimiento natural de 16.8 por mil habitantes. Por otro lado, la tasa bruta de natalidad fue de 19.1 personas por cada mil habitantes, ya que en el año 2010 se registraron 35,165 nacimientos.

Gráfica 2.1 Población Masculina y Femenina en 2010 en el Municipio de Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

Mapa 2.1 Número de habitantes por AGEB



Fuente: INEGI.

Según la CONAPO, la población del Municipio de Ecatepec se mantendrá en crecimiento constante durante los próximos años, de tal suerte que para el año 2030, la población total será de 2,039,602, de los cuales 1,045,708 serán mujeres mientras que 993,895 serán hombres. Es de notar que para ese año, el grupo de edad más numeroso será el de 45 a 64 años, seguido por el grupo de 0 a 14 años. En la siguiente tabla se observan las proyecciones para cada lustro hasta el año 2030, desgregado por sexo y grupo de edad.

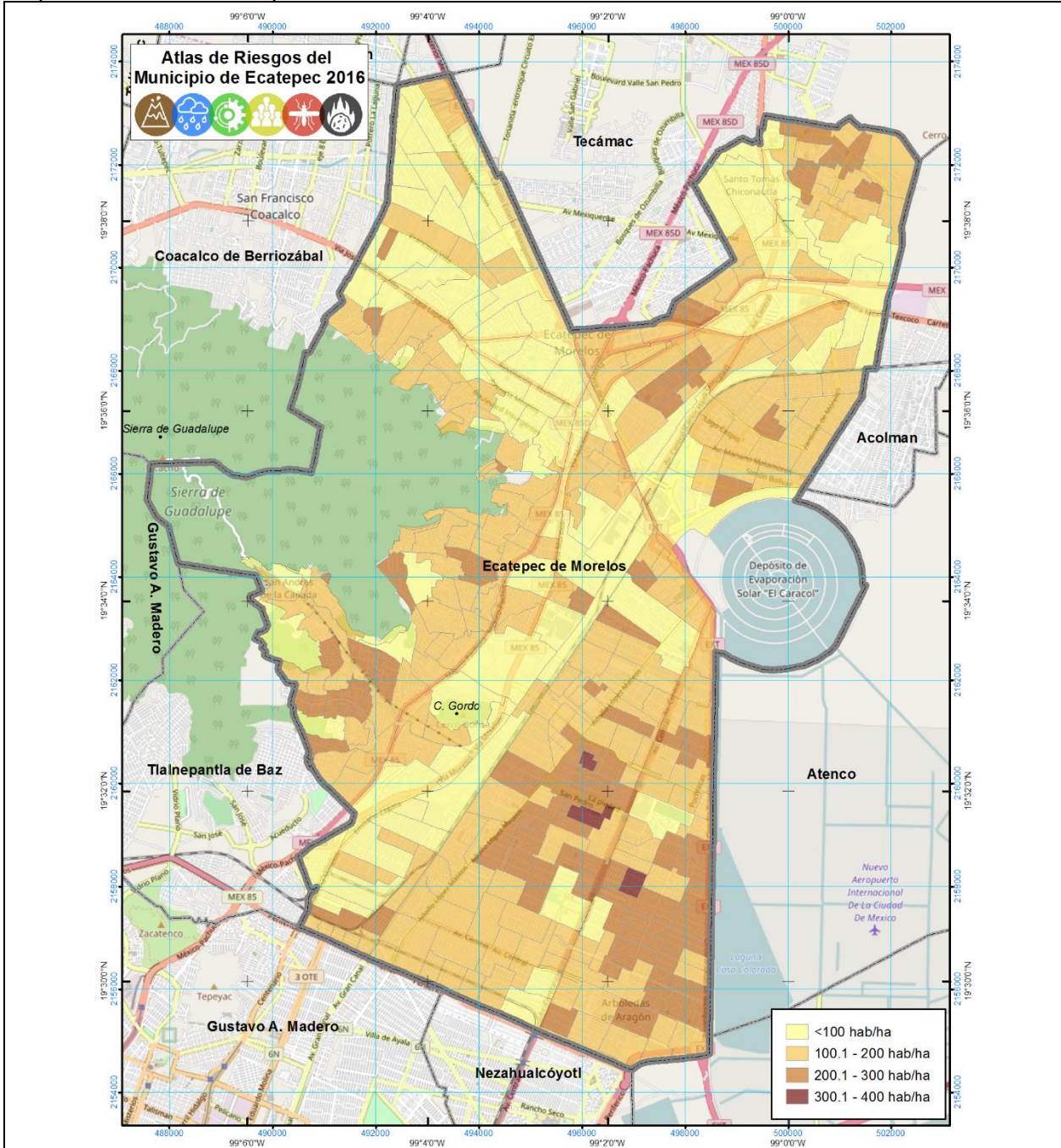
Tabla 2.1 Proyección de la población de Ecatepec por año, por sexo y grupos de edad, 2015-2030,

Grupos de Edad	Año 2015	Año 2020	Año 2025	Año 2030
Mujeres				
0-14	219,329	221,817	226,057	221,958
15-29	222,913	218,396	212,116	215,063
30-44	206,288	212,911	219,842	222,681
45-64	194,900	220,434	240,004	254,769
>65	59,502	79,800	104,571	131,237
Subtotal	902,931	953,357	1,002,591	1,045,708
Hombres				
0-14	228,577	232,340	237,614	233,457
15-29	222,173	220,838	216,329	220,979
30-44	184,778	194,237	205,709	213,024
45-64	171,982	191,676	207,473	221,064
>65	50,263	66,819	85,715	105,370
Subtotal	857,774	905,910	952,840	993,895
Ambos				
0-14	447,907	454,157	463,671	455,415
15-29	445,086	439,233	428,446	436,042
30-44	391,066	407,148	425,551	435,705
45-64	366,882	412,110	447,477	475,834
>65	109,765	146,619	190,286	236,607
Total	1,760,705	1,859,266	1,955,431	2,039,602

Fuente: CONAPO

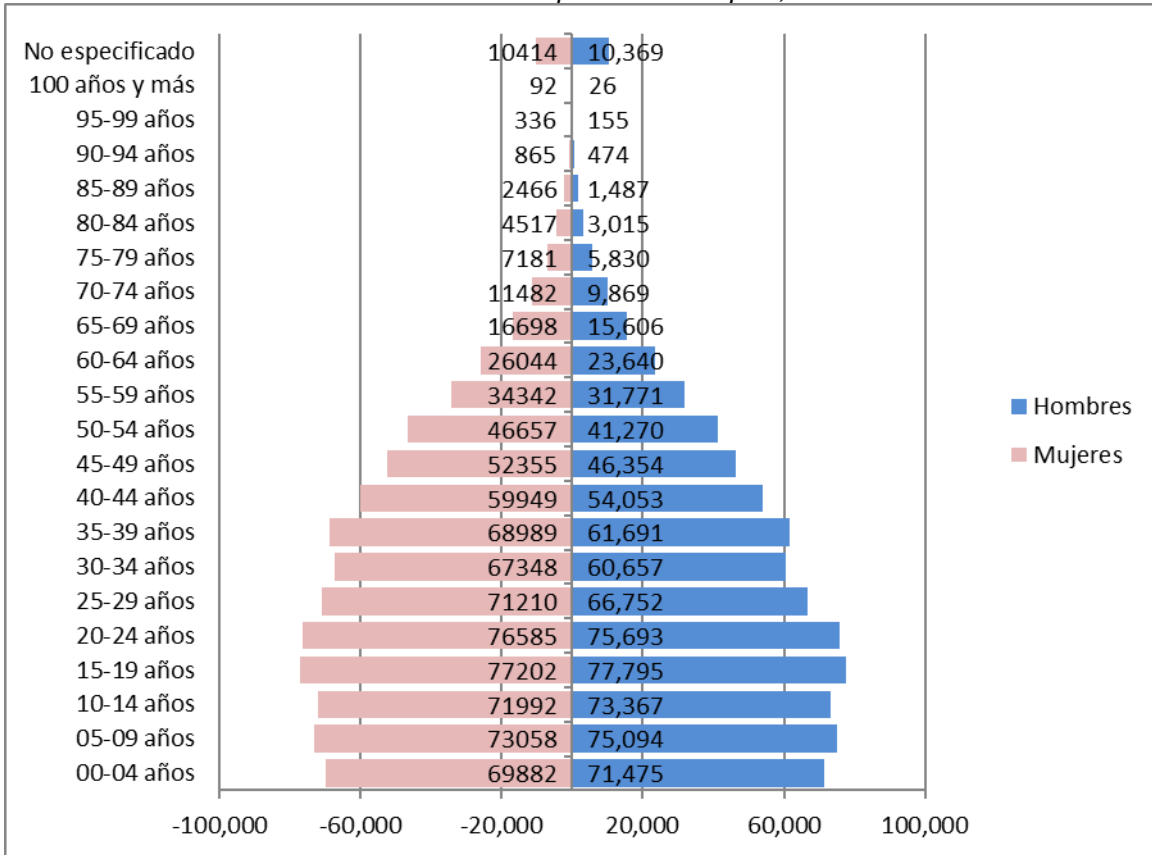
En la pirámide de edades del Municipio de Ecatepec, se observan los grupos quinquenales de edad, diferenciada por sexo. En la base, se observa mayor nacimiento de hombres, esta mayoría se mantiene hasta los 19 años, donde se concentra el 35.6% de la población total ; a partir los 20 años en adelante la cifra de mujeres se incrementa respecto a la de hombres, las cifras indican que más mujeres en el municipio llegaran a edades avanzadas en una relación de 77% mujeres contra 33% de hombres de 70 años y más, la base de la pirámide comienza siendo ancha, es decir, con un número importante de nacimientos 31,637 tan solo durante 2010, de los 5 a los 39 años se acumula el 68.8% de la población, las implicaciones directas de este fenómeno poblacional se dan en el empleo, así como en temas de carácter educativo, ya que la demanda de estos comienza a ser mayor.

Mapa 2.2 Densidad de población



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI.

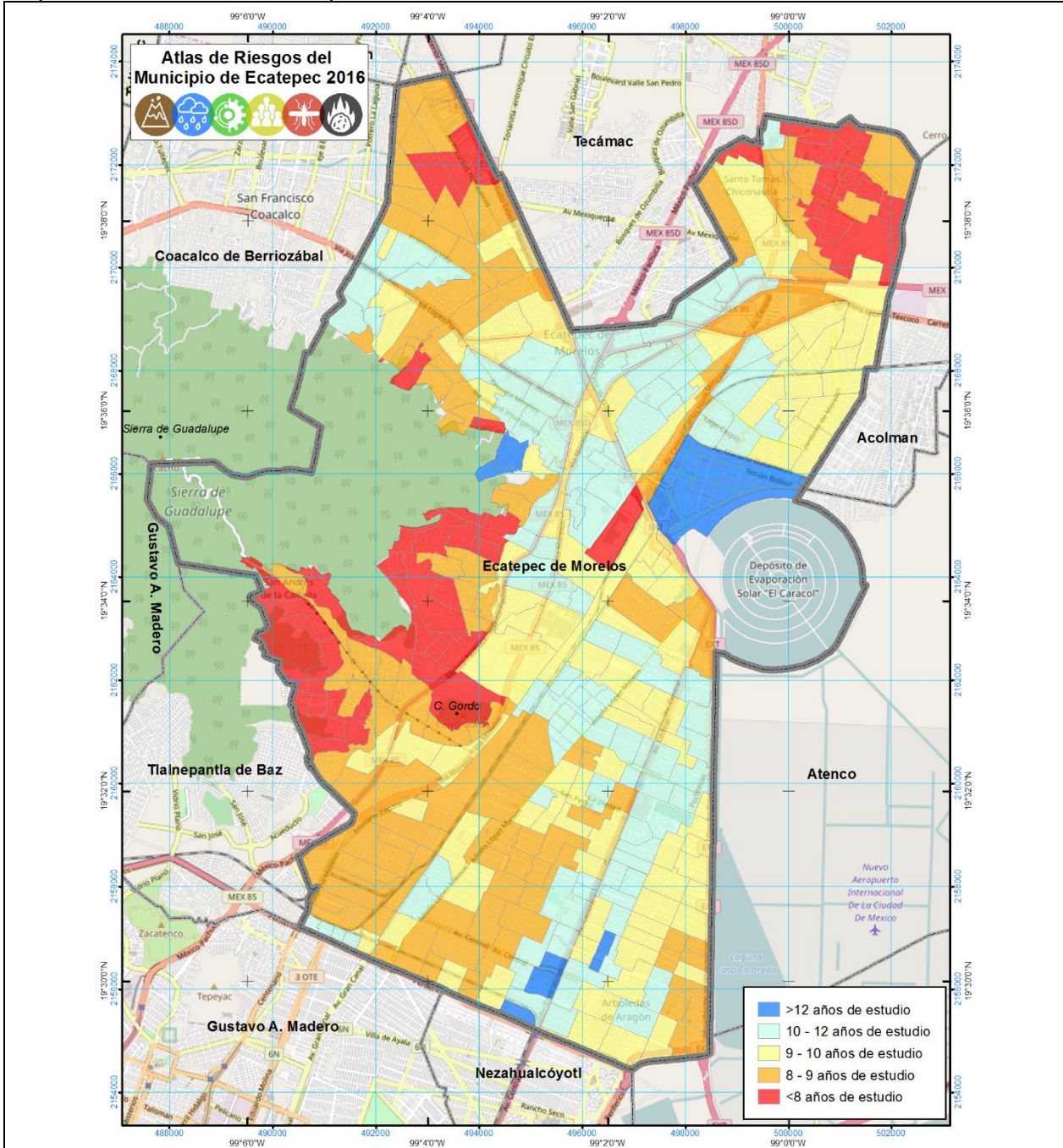
Gráfica 2.2 Pirámide Poblacional del Municipio de Ecatepec, 2010.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

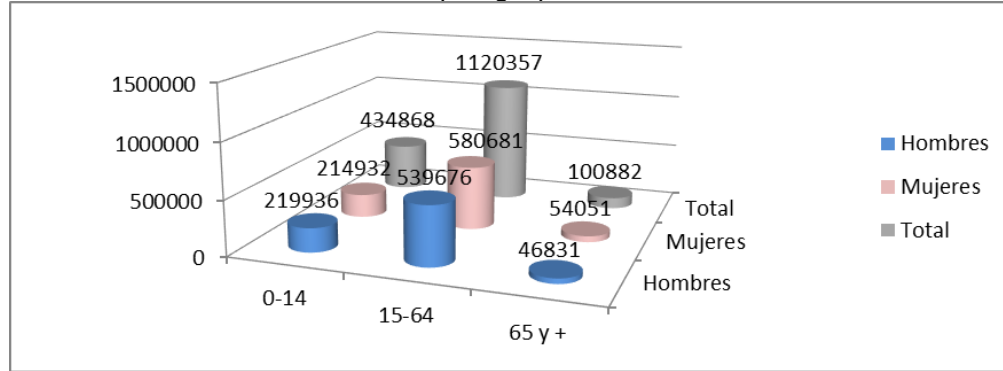
En un ejercicio de simplificación, para el año de 2010, del total de habitantes del Municipio de Ecatepec, el 67,6% de la población total pertenecía al grupo de entre los 15 años hasta los 64 años, de los cuales 580,681 eran mujeres y 539,676 hombres, seguido por el grupo de 0 a 14 años con el 26,3% de niñas y niños, es decir 214,932 y 219,936 respectivamente, mientras los adultos mayores que es el grupo de 65 años y más ocupaba el 6.1%, 54,051 mujeres y 46,831 hombres, tal como se puede observar en el siguiente gráfico.

Mapa 2.3 Escolaridad de la población



Fuente: INEGI.

Gráfica 2.3 Distribución de la Población por grupos de edad, 2010.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

2.2 Sociedad

Es importante analizar los datos relacionados con los niveles de bienestar, tales como educación, salud y hacinamiento, lo que permite conocer las condiciones de vida de los habitantes del municipio, con lo que se puede establecer estrategias focalizadas diferenciadas según el grado de vulnerabilidad en correlación con los niveles de desarrollo existentes.

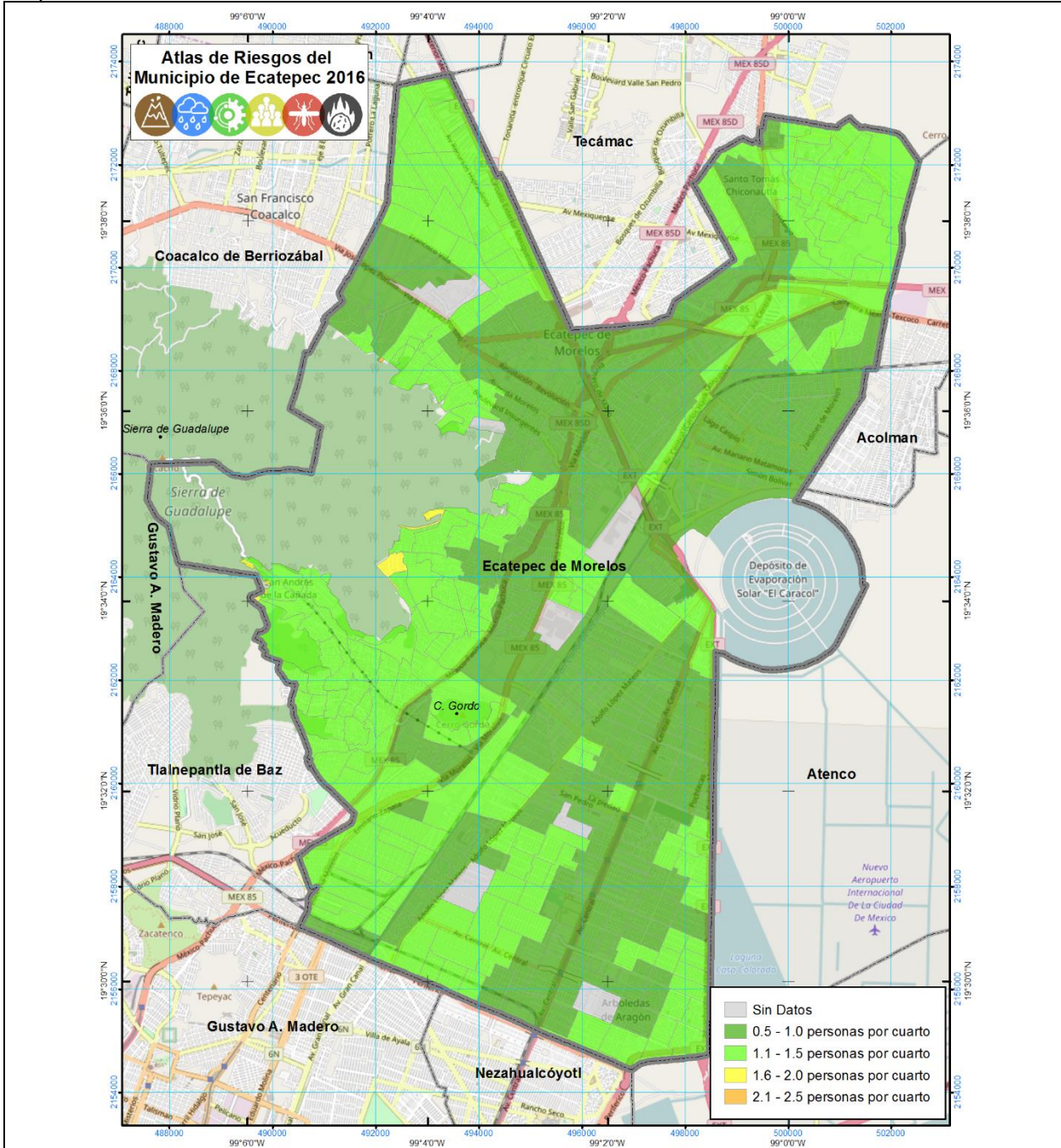
En el Municipio de Ecatepec habitan un total de 245,599 personas con alguna clase de discapacidad, incluyendo auditivas, de habla, visuales, mentales o motrices. Esta población posee un mayor grado de vulnerabilidad ya que su condición, en caso de desastre, incrementa la probabilidad de sufrir daños derivados de las limitaciones de movilidad, o percepción sensorial de un peligro inminente.

Tabla 2.2 Tipos de limitación en la población del Municipio de Ecatepec.

Tipo de limitación	No. Personas
Población con limitación en la actividad	245,599
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	121,541
Población con limitación para ver, aun usando lentes	74,17
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	15,515
Población con limitación para escuchar	21,329
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	8,822
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	9,368
Población con limitación mental	20,209
Población sin limitación en la actividad	1,410,508

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010, Principales Resultados por Localidad ITER, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI).

Mapa 2.4 Hacinamiento en viviendas



Fuente: INEGI.

Una manera de identificar las zonas vulnerables es a través del índice de marginación, que en su carácter multidimensional, utiliza variables sociales, demográficas y territoriales mediante el uso de indicadores, con lo que se pueden focalizar las estrategias al ser los grupos más expuestos a riesgo y vulnerabilidades sociales.

Para el 2010, con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) realizó el índice y grado de marginación a nivel municipal y localidad, donde el Municipio de Ecatepec tuvo un índice de marginación de -1.61 lo que lo clasifica con un grado de marginación **muy bajo**, ocupando el lugar 113 de 125 a nivel estatal y en el lugar 2,352 de 2,454 a nivel nacional. Por otra parte, con la finalidad de ubicar las principales localidades que componen al municipio y observar cual es la situación que guardan con respecto al índice de marginación, se investigaron las 3 localidades rurales del municipio, las cuales se encuentran con un grado de marginación alto, sin embargo, en estas habitan sólo 1092 personas, es decir el 0.06% de la población total del municipio; en la cabecera municipal, que aglutina a 1,655,015 personas, es decir el 99.93% de la población del municipio, el grado de marginación muy bajo. En el caso global del Municipio de Ecatepec, según datos del programa SEDESOL-Hábitat, 11.1% de la población tiene ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo, y 47.5% tiene ingreso inferior a la línea de bienestar.

Tabla 2.3 Índice y grado de Marginación en la cabecera municipal y localidades rurales (en cursiva) del Municipio de Ecatepec.

Localidad	Población Total	Índice de Marginación	Grado de Marginación
Ecatepec de Morelos	1,655,015	-1.362979894	Muy bajo
<i>Mesa de los Leones</i>	<i>578</i>	<i>-0.091157806</i>	<i>Alto</i>
<i>Tierra Blanca Segunda Sección (Ejido Ecatepec)</i>	<i>480</i>	<i>-0.377440621</i>	<i>Alto</i>
<i>Vista Hermosa</i>	<i>34</i>	<i>-0.314589473</i>	<i>Alto</i>

Fuente: CONAPO, Índice de Marginación por Localidad, 2010.

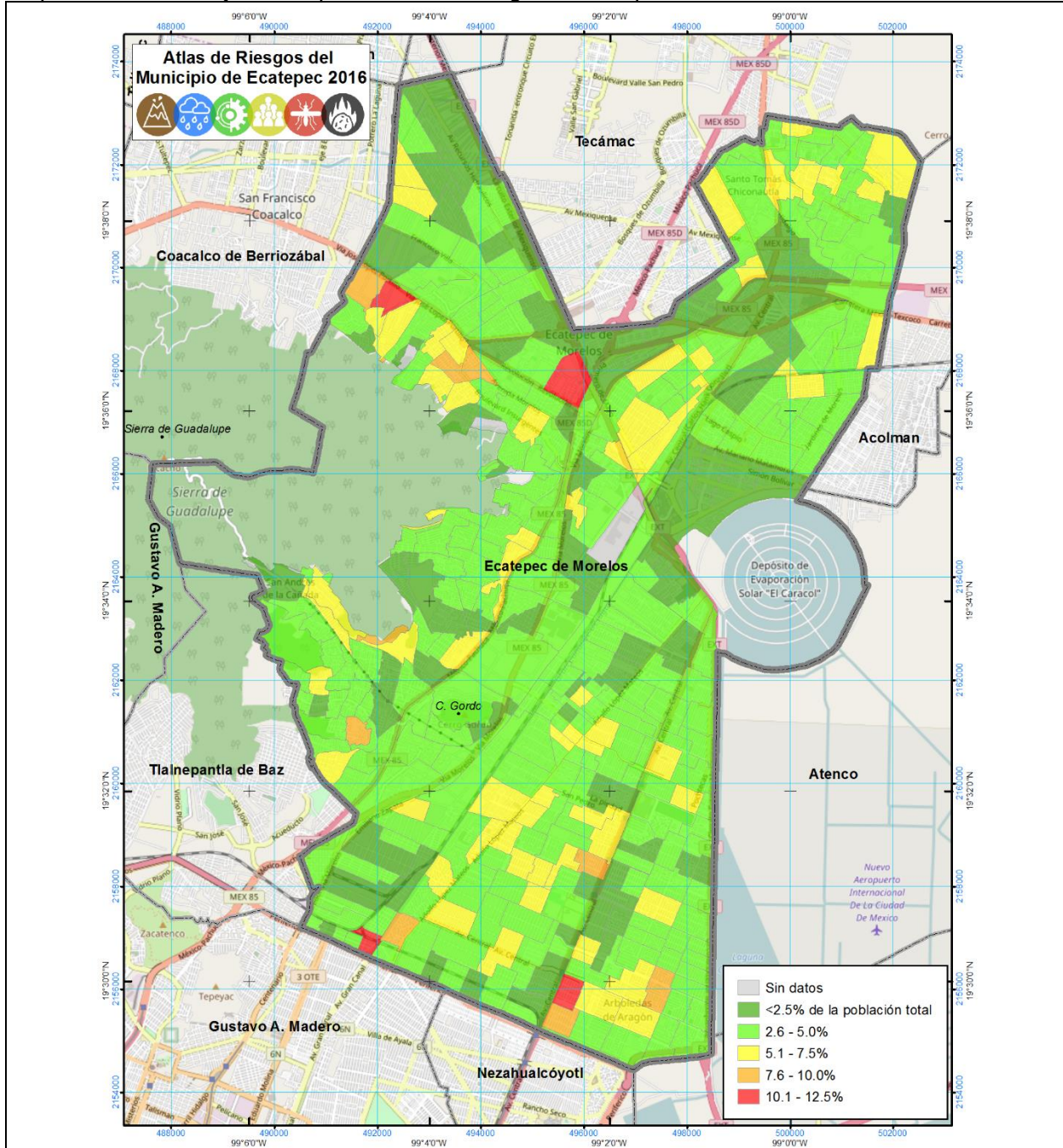
En lo que se refiere a pobreza, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) reporta que en el Municipio de Ecatepec un 10.2% de la población padece de pobreza alimentaria, 18.6% padece de pobreza de capacidades y 49.6% padece de pobreza patrimonial; sin embargo, el cálculo del índice de rezago social resulta de -1.308, es decir, muy bajo, lo que coloca al municipio en el lugar 2262 de 2454 a nivel nacional en este rubro.

Tabla 2.4 Indicadores, índice y grado de rezago social, Municipio de Ecatepec, 2010.

Concepto	Grado	Concepto	Grado
Pobreza alimentaria (%)	10.2	Índice de rezago social	-1.30801
Pobreza de capacidades (%)	18.6	Grado de rezago social	Muy bajo
Pobreza de patrimonio (%)	49.6	Lugar nacional	2262

Fuente: CONEVAL

Mapa 2.5 Porcentaje de la población con alguna discapacidad



Fuente: INEGI.

Para el año 2010, en el Municipio había 1,860 Escuelas en total, de las cuales de Preescolar son 680, de Primaria 619, de Secundaria 255, de Educación Media Superior 128, de Superior 32 y de Otros tipos de Escuelas 146. Hay 14 también Bibliotecas.

2.3 Economía

Los fenómenos naturales y antropogénicos tienen una repercusión directa en las dinámicas económicas, por ello es fundamental identificar las principales actividades económicas realizadas en el municipio. Concentrando estas actividades se realizan las siguientes tablas, las cuales muestran los principales sectores económicos subdivididos por los tipos de actividades económicas (Primarias, Secundarias y Terciarias).

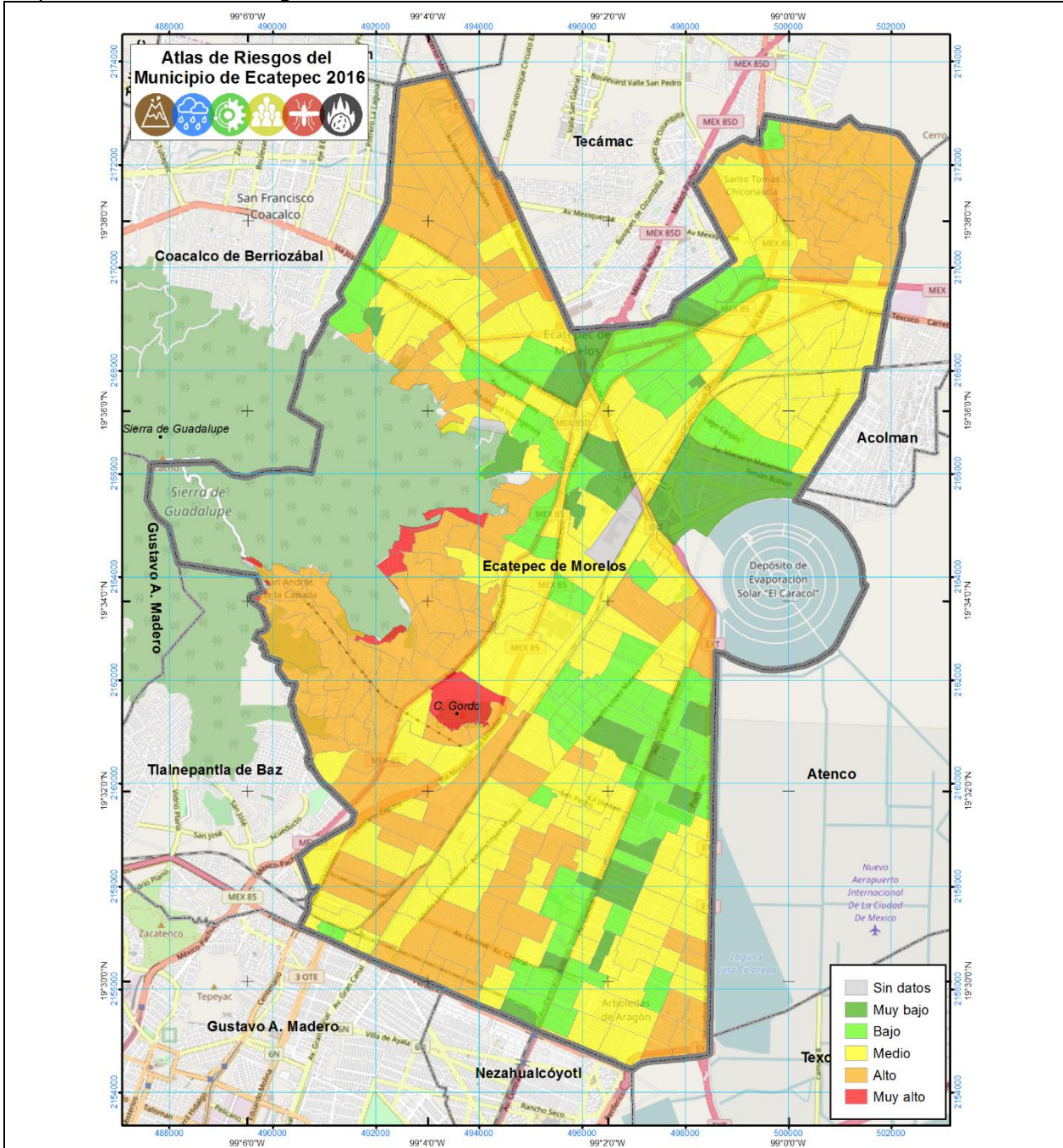
En lo que se refiere al sector primario, el Municipio de Ecatepec es una zona altamente urbanizada, existen pequeñas hectáreas que son de cultivo, pero no alcanzan un grado alto de producción, en lo equivalente a la producción ganadera es nula, pues al no tener espacio de pastoreo no permite llegar a tener un número de cabezas de ganado extensivo.

Tabla 2.5 Volumen de producción del Sector Primario para el Municipio de Ecatepec, 2010.

Concepto	Unidad
Superficie sembrada (ha)	43
Avena forrajera (ha)	24
Cebada grano (ha)	5
Maíz grano (ha)	14
Superficie cosechada (ha)	33
Avena forrajera (ha)	21
Maíz grano (ha)	12
Producción anual obtenida (ton)	598
Avena forrajera (ton)	565
Maíz grano (ton)	33
Superficie reforestada (ha)	11
Reforestación (árboles)	6680

Fuente: IGCEM, Boletín de Estadísticas Vitales, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Finanzas, 2011.

Mapa 2.6 Grado de marginación.



Fuente: CONEVAL.

Con respecto al sector secundario, las actividades manufactureras suman 5,583 unidades económicas, las cuales emplean a 45,806 trabajadores de forma directa, con una producción per cápita de \$1159.2 pesos, haciendo que este sector sea la primera fuente de riqueza del municipio.

En cuanto al sector terciario, las actividades comerciales generan la segunda fuente de riqueza del municipio, y tiene el primer lugar como fuente de empleo, ya que suman 31,349 unidades económicas, las cuales emplean a 72,263 personas de forma directa generando \$139.2 pesos per cápita

Tabla 2.6 Estadística básica de los Sectores Secundario y Terciario para el Municipio de Ecatepec.

Concepto	Total, unidades económicas*	Sector Secundario		Sector Terciario	
		Actividades mineras	Actividades manufactureras	Actividades comerciales	Transporte, correos y almacenes
Unidades económicas	57,559	(SD)	5,583	31,349	112
Personal ocupado dependiente de la razón social	182,200	110	45,806	72,263	3,259
Personal ocupado no dependiente de la razón social	25,935	0	7,552	12,182	397
Valor agregado censal bruto (miles de pesos)	36,176,354	12,917	21,532,161	6,647,523	698,962
Total de activos fijos (miles de pesos)	25,925,374	946	12,460,388	5,501,506	2,008,893
Producción bruta total por persona ocupada (miles de pesos)	437.0	143.6	1159.2	139.2	530.3
Valor agregado censal bruto por persona ocupada (miles de pesos)	173.8	117.4	403.5	78.7	191.2

* Se incluyen los datos del sector primario en este rubro.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Económico 2009, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI).

En lo que se refiere a Unidades de comercio y abasto, hay 134 Mercados, 33 Tianguis, 63 Tiendas de autoservicio, 25 Tiendas departamentales y 5 Rastros.

Las actividades industriales en el municipio se desarrollan en 7 zonas: Esfuerzo Nacional, Xalostoc, Santa Clara, Tulpetlac, Urbana Ixhuatepec, La Viga, Cerro Gordo y Francisco Villa.

Capítulo 3 Vulnerabilidad

3.2 Vulnerabilidad social

La determinación de la Vulnerabilidad social tiene como objetivo identificar las características de la población susceptible de sufrir daño, en su persona o bienes que posea, a consecuencia de algún fenómeno natural. Lo anterior va unido a la posibilidad de medir la capacidad de prevención y respuesta que se tenga en el municipio, es decir, el grado de organización y recursos para atender una emergencia. Para lograr lo anterior, se aplican indicadores que permite conocer las principales características de la población, su capacidad de organización y elementos indispensables para la atención de una emergencia, los cuales aportarán elementos para cuantificar la vulnerabilidad social asociada a desastres.

Es conveniente apuntar que a través del tiempo el concepto de vulnerabilidad social se ha relacionado estrechamente con estudios de pobreza y marginación. Sin embargo, diversos autores han llegado a la conclusión de que la vulnerabilidad social es aquella propensión que tiene la población de caer, en un momento determinado, en una condición de pobreza y marginación. Obviamente muchos de estos estudios, no toman en cuenta elementos externos que puedan llegar a incrementar las probabilidades de que una población se encuentre en estos parámetros de pobreza y marginación, como son los desastres.

La vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, el incremento demográfico y de la urbanización acelerada sin planeación. Asimismo, la vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre.

Respecto a lo anterior, se define a la vulnerabilidad social asociada a los desastres naturales, como “el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la población”.

Para poder estimar la vulnerabilidad social asociada a desastres según la definición anterior, la metodología se divide en tres partes: la primera permitirá una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones sociales y económicas, la cual proporcionará un parámetro para medir las posibilidades de organización y recuperación después de un desastre. Para lograr lo anterior hay plantillas, las cuales están conformadas por un indicador, que a modo de pregunta, nos solicita la información requerida; una tabla de rangos y valores, en donde se deberá ubicar la situación del municipio a estudiar y asignarle un valor. En la plantilla también se incluye una fórmula para obtener el resultado que se tendrá que cotejar en

la tabla de rangos y valores; por último, viene un razonamiento en el que se explica la importancia del indicador. Al obtener los valores de cada plantilla, éstos se vaciarán en la cédula y se obtendrá un promedio de los valores asignados según rubro (salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población). Por último, se promediará el valor de cada rubro, lo que nos dará un número entre 0 y 1, este número será el resultado final de la primera parte. La segunda parte de la metodología permitirá conocer la capacidad de prevención y respuesta de los órganos responsables de llevar a cabo las tareas de atención a la emergencia y rehabilitación. La tercera, se enfocará a la percepción local del riesgo que se tenga en el municipio, lo que permitirá planear estrategias y planes de prevención.

Finalmente se describe la manera en que se obtuvieron los resultados para cada parte en donde al resultado de la primera (características socioeconómicas) le corresponde un peso del 50%, la segunda (capacidad de prevención y respuesta) tendrá un peso del 25%, mientras que la tercera (percepción local de riesgo) tuvo un peso de 25%. Al resultado final se le asignaron valores a través de los cuales se establecerá un grado de vulnerabilidad social que se dividió en 5 categorías, que abarcaron desde muy alto hasta muy bajo grado de vulnerabilidad.

3.2.1 Indicadores socioeconómicos

Los indicadores socioeconómicos para la elaboración de esta guía se dividen en cinco grandes categorías: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población, ya que éstos influyen directamente sobre las condiciones básicas de bienestar y de desarrollo de los individuos y de la sociedad en general. Gran parte de las condiciones de vulnerabilidad de una población, dependen directamente del nivel de desarrollo de ésta. La vulnerabilidad social se reflejará en la predisposición del sistema a sufrir daño, en función directa de sus condiciones y/o capacidades de desarrollo. El desarrollo de los individuos depende principalmente del acceso a los bienes y servicios básicos, de la oportunidad de acceder a la educación, así como de recibir asistencia médica, los cuales son, entre otros, los elementos constitutivos del desarrollo. Estos indicadores se enfocan principalmente a la identificación de las condiciones que inciden e incluso acentúan los efectos de un desastre. La vulnerabilidad social es una condición íntimamente ligada a las capacidades de desarrollo de la población.

Salud

Uno de los principales indicadores de desarrollo se refleja en las condiciones de salud de la población, es por eso necesario conocer la accesibilidad que ésta tiene a los servicios básicos de salud, así como la capacidad de atención de los mismos. La insuficiencia de servicios de salud reflejará directamente parte de la vulnerabilidad de la población. Para esta metodología se incluyen 3 indicadores en este rubro.

Tabla 3.1 Médicos por cada 1,000 habitantes

Indicador / pregunta	¿Cuántos Médicos existen por cada 1,000 habitantes?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0.20 a 0.39 Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy Alta	1.00
	De 0.4 a 0.59 Médicos por cada 1,000 habitantes	Alta	0.75
	De 0.6 a 0.79 Médicos por cada 1,000 habitantes	Media	0.50
	De 0.8 a 0.99 Médicos por cada 1,000 habitantes	Baja	0.25
	Uno o más Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy Baja	0.00
Procedimiento	La proporción de médicos por 1,000 habitantes se obtiene de la multiplicación del número de médicos por mil y se divide entre el total de la población.		
Fórmula	$PM = \frac{NoM}{PT} \times 1000$ <p>Donde: PM = Proporción de Médicos NoM = Número de Médicos en el Municipio PT = Población Total</p>		
Justificación	La Secretaría de Salud indica que es aceptable que exista un médico por cada 1,000 habitantes, por lo que el indicador reporta la disponibilidad de médicos para atender a la población por cada 1,000 habitantes en un periodo determinado. La baja proporción de médicos se reflejará en las condiciones de salud de la población, lo que agudiza las condiciones de vulnerabilidad, situación que se podría acentuar en caso de emergencia o desastre.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.2 Tasa de mortalidad infantil

Indicador / pregunta	¿Cuántas muertes se producen antes del primer año de vida?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 17.2 a 27.1	Muy Baja	0.00
	De 27.2 a 37.0	Baja	0.25
	De 37.1 a 47.0	Media	0.50
	De 47.1 a 56.9	Alta	0.75
	57.0 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este indicador se puede establecer para un periodo dado, en este caso el primer año de vida. El resultado se obtiene de dividir el número de defunciones de niños menores de un año de edad en un periodo determinado, entre los nacidos vivos en el mismo periodo y el resultado se multiplica por cien.		
Fórmula	$TMI = \frac{DM1a}{NV} \times 100$ <p>Donde: TMI = Tasa de Mortalidad Infantil DM1a = Defunciones de Menores de 1 Año en un periodo determinado NV = Nacidos Vivos en el mismo periodo</p>		
Justificación	Este indicador se refiere a la posibilidad de un recién nacido de sobrevivir el primer año de vida. Tomando en cuenta que el riesgo de muerte es mayor en los primeros días, semanas y meses de vida, la mortalidad durante este periodo indicará en gran medida las condiciones de la atención a la salud de la población en el caso de la madre.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.3 Porcentaje de la población no derechohabiente

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de la población no cuenta con derechohabencia a servicios de salud?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 17.63 a 34.10	Muy Baja	0.00
	De 34.11 a 50.57	Baja	0.25
	De 50.58 a 67.04	Media	0.50
	De 67.05 a 83.51	Alta	0.75
	83.52 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	El porcentaje de la población no derechohabiente se obtiene dividiendo el total de la población no derechohabiente entre el total de la población y el resultado se multiplica por cien.		
Fórmula	$\%PND = \frac{PND}{PT} \times 100$ <p>Donde: %PND = Porcentaje de Población No Derechohabiente PND = Población No Derechohabiente PT = Población Total</p>		
Justificación	Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiente, la cual es la que menos acceso tiene a servicios de salud y en consecuencia es la que en menor medida acude a las instituciones de salud, esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.		

Fuente: CENAPRED

En el caso del Municipio de Ecatepec, el número de médicos por cada 1000 habitantes es de 1.92, dado que hay 2,141 médicos para una población total de 1,656,107 personas, mientras que la tasa de mortalidad, es el indicador demográfico que señala el número de defunciones de la población municipal por cada 1,000 habitantes, durante un periodo determinado. De tal manera, que, para el año de 2010 en el Municipio de Ecatepec, la tasa bruta de mortalidad fue de 4.4 defunciones por cada mil habitantes; en caso de la mortalidad infantil, esta fue de 10.8 a cada 1000. En ese mismo año hubo 35,165 nacimientos registrados, de los cuales 31,637 nacieron vivos. Hubo 7,279 defunciones generales registradas, de las cuales 343 fueron defunciones de menores de un año. En relación a datos de salud, hay 23,325 habitantes por unidad médica, 774 habitantes por médico, y 2,012 habitantes por cama censable. Asimismo, la población no derechohabiente en el municipio es de 699,848 habitantes, es decir, 42.25% del total.

Educación

Las características educativas influyen directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, asimismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos. Es un derecho fundamental de todo individuo el tener acceso a la educación y es una herramienta que influirá en los niveles de bienestar del individuo. Para esta metodología se consideraron 3 indicadores que proporcionan un panorama general del nivel educativo en el municipio.

Tabla 3.4 Porcentaje de analfabetismo

Indicador / pregunta	¿Cuál es el porcentaje de la población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir un recado?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.07 a 15.85	Muy Baja	0.00
	De 15.86 a 30.63	Baja	0.25
	De 30.64 a 45.41	Media	0.50
	De 45.42 a 60.19	Alta	0.75
	60.20 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene dividiendo a la población analfabeta de 15 años y más entre el total de la población de ese mismo rango de edad. El resultado se multiplica por cien.		
Fórmula	$\%A = \frac{P15aA}{PT15a} \times 100$ <p>Donde: %A = Porcentaje de Analfabetismo P15aA = Población de 15 años y más Analfabeta PT15a = Población Total de 15 años y más</p>		
Justificación	Además de las limitaciones directas que implica la carencia de habilidades para leer y escribir, es un indicador que muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población, que refleja la desigualdad en el sistema educativo. La falta de educación es considerada como uno de los factores claves con respecto a la vulnerabilidad social.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.5 Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela

Indicador / pregunta	¿Cuál es el porcentaje de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 42.72 a 54.17	Muy Alta	1.00
	De 54.18 a 65.62	Alta	0.75
	De 65.63 a 77.07	Media	0.50
	De 77.08 a 88.52	Baja	0.25
	88.53 ó más	Muy Baja	0.00
Procedimiento	En algunos casos para la obtención del porcentaje de la cobertura de la demanda de la educación básica, se toma en cuenta la educación preescolar (a partir de los 3 años), otras sólo toman en cuenta desde la educación primaria hasta la educación secundaria; lo cual se estima dividiendo la matrícula de educación primaria y secundaria entre la población de 6 a 14 años, que es el rango de edad de asistencia a tales niveles educativos.		
Fórmula	$DEB = \frac{PT6_14aAE}{PT6_14a} \times 100$ <p>Donde: DEB = Demanda de Educación Básica PT6_14aAE = Población Total de 6 a 14 años que Asiste a las Escuela PT6_14a = Población Total de 6 a 14 años</p>		
Justificación	El indicador muestra a la población que se encuentra en edad de demandar los servicios de educación básica, la cual es fundamental para continuar con capacitación posterior que proporcione las herramientas para acceder al mercado laboral.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.6 Grado promedio de escolaridad

Indicador / pregunta	¿Cuál es el nivel educativo de la población?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1 a 3.2	Muy Alta	1.00
	De 3.3 a 5.4	Alta	0.75
	De 5.5 a 7.6	Media	0.50
	De 7.7 a 9.8	Baja	0.25
	De 9.9 o más	Muy Baja	0.00
Procedimiento	Este indicador lo proporciona el INEGI ya elaborado, lo obtiene de dividir la suma de los años aprobados desde el primero de primaria hasta el último año alcanzado de las personas de 15 años y más entre el total de la población de 15 años y más. Incluye a la población de 15 años y más, excluye a la población de 15 años y más con grados no especificados en algún nivel y a la población con nivel de escolaridad no especificado.		
Fórmula	$GPE = \frac{SAAP15a}{PT15a}$ <p>Donde: GPE = Grado Promedio de Escolaridad SAAP15a = Suma de Años Aprobados desde Primero de Primaria hasta el último año alcanzado de la población de 15 años y más. PT15a = Población Total de 15 años y más</p>		
Justificación	Refleja a la población que cuenta con menos de nueve años de educación formal, la educación secundaria es obligatoria para la conclusión del nivel básico de educación. Se considerará a la población mayor de 15 años que no ha completado la educación secundaria como población con rezago educativo.		

Fuente: CENAPRED

Uno de los factores importantes de prevención se establece dentro del sistema escolarizado, debido a la concientización que toman los jóvenes en lo referente a los peligros que puedan existir y la forma de enfrentarlos. Por otra parte, los indicadores en este rubro, están relacionados con la adopción de actitudes y conductas preventivas que contribuyen en la disminución de riesgos, debido al conocimiento que se puede obtener sobre fenómenos y riesgos. El contar datos educativos, así como la ubicación de los planteles, facilita la elaboración de este Atlas de Riesgo, estableciendo zonas de vulnerabilidad ante cualquier fenómeno.

Según datos del INEGI, en el Municipio de Ecatepec hay una tasa de alfabetización de 98% entre la población de 15 años y más; desagregado por sexos, en el mismo rango de edad, las mujeres cuentan con una tasa de 97.36% mientras que para los hombres la tasa es de 98.78%. La población total de personas mayores de 5 años y más que estudian y/o estudiaron la primaria fue de 451,535 para el año 2010.

Durante el ciclo escolar 2010, se registraron, por nivel educativo, las siguientes estadísticas de alumnos egresados: preescolar, 56,597 alumnos; primaria, 193,869 alumnos; secundaria, 82,821 alumnos; educación media superior, 42,247 alumnos; y educación superior, 23,396 alumnos.

Mientras que el Grado Promedio de Escolaridad de la población de 15 años y más en 2010 fue de 8.68, es decir, el nivel de instrucción del municipio corresponde a 8.68 años de educación formal, lo que significa primaria y secundaria completa.

Por otra parte, en 2010 en lo referente al analfabetismo, grupo de población vulnerable por su condición, se registraron a 32,311 personas mayores de 15 años que no sabían leer ni escribir, de los cuales, el 69.5% eran mujeres y el 30.5% eran hombres.

Otro dato importante que ayuda a identificar la vulnerabilidad, es el grupo de población de 15 años y más con primaria incompleta, cabe señalar, que este indicador al igual que el analfabetismo, es utilizado como variable para medir el índice de marginación. En 2010 según datos registrados en el Censo existían 88,252 habitantes de 15 años y más que no concluyeron la primaria, el 5.33% del total de la población.

Vivienda

La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social, ya que es el lugar en donde se desarrolla la mayor parte de la vida. La accesibilidad y las características de la vivienda determinan en gran medida la calidad de vida de la población.

En relación con los desastres, la vivienda es uno de los sectores que recibe mayores afectaciones. Los daños a la vivienda resultan ser, en algunos casos, uno de los principales parámetros para medir la magnitud de los desastres. Cuando el estado de una vivienda es precario, el número y la intensidad de los factores de riesgo que se presentan por diversos fenómenos resultan elevados y las amenazas a la salud de sus habitantes se elevan de igual manera. La vulnerabilidad de una vivienda, en una de sus tantas facetas, se reflejará tanto en los materiales de construcción, como en los servicios básicos con los que cuenta o de los que carece.

Para efectos de esta metodología se han tomado seis indicadores que permitirán establecer el grado de vulnerabilidad de la población con respecto a la calidad de su vivienda. Los primeros indicadores se refieren al número de viviendas que no cuentan con los servicios básicos (agua, luz y drenaje) ya que reflejarán una aproximación a la cantidad de viviendas que no cuenta con los satisfactores de necesidades básicas y de saneamiento de la población, lo cual incide directamente tanto en la comodidad, como en condiciones de salud de la población.

Tabla 3.7 Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas no cuentan con agua entubada?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 19.96	Muy Baja	0.00
	De 19.97 a 39.92	Baja	0.25
	De 39.93 a 59.88	Media	0.50
	De 59.89 a 79.84	Alta	0.75
	79.85 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Los datos para obtener este indicador se obtienen del Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por el INEGI. El porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.		
Fórmula	$TVNDAE = TVPH - TVDAE$ <p>Donde: TVNDAE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Agua Entubada TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDAE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen de Agua Entubada</p> $\%VND AE = \frac{TVNDAE}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: %VND AE = Porcentaje de Viviendas que no Disponen de Agua Entubada TVSAE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Agua Entubada TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	La falta de agua entubada en caso de desastre puede llegar a retrasar algunas labores de atención, ya que el llevar al lugar agua que cumpla con las mínimas medidas de salubridad toma tiempo y regularmente la obtención y el almacenamiento de agua en viviendas que no cuentan con agua entubada se lleva a cabo de manera insalubre.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.8 Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas no cuenta con drenaje?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.21 a 20.96	Muy Baja	0.00
	De 20.97 a 40.71	Baja	0.25
	De 40.72 a 60.46	Media	0.50
	De 60.47 a 80.21	Alta	0.75
	80.22 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje. El resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien. Los datos para obtener este indicador también se encuentran en el Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por INEGI.		
Fórmula	$TVND = TVPH - TVDD$ <p>Donde: TVND = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Drenaje TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDD = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen Drenaje</p> $\%VND = \frac{TVND}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: %VND = Porcentaje de Viviendas que no disponen de Drenaje TVND = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no Disponen de Drenaje TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	La carencia de drenaje en una vivienda puede llegar a aumentar su vulnerabilidad frente a enfermedades gastrointestinales, las cuales en situaciones de desastre aumentan considerablemente.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.9 Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas no cuenta con energía eléctrica?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 19.76	Muy Baja	0.00
	De 19.77 a 39.52	Baja	0.25
	De 39.53 a 59.28	Media	0.50
	De 59.29 a 79.04	Alta	0.75
	79.05 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.		
Fórmula	$TVNDE = TVPH - TVDE$ <p>Donde: TVNDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no Disponen de Energía Eléctrica TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen de Energía Eléctrica</p> $\%VNDE = \frac{TVNDE}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: %VNDE = Porcentaje de Viviendas que no disponen de Energía Eléctrica TVNDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Energía Eléctrica TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	La falta de energía eléctrica aumenta la vulnerabilidad de las personas frente a los desastres naturales, ya que el no contar con este servicio excluye a la población de formas de comunicación, asimismo la capacidad de respuesta se puede retrasar.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.10 Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas tienen paredes de material de desecho y láminas de cartón?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 3.84	Muy Baja	0.00
	De 3.85 a 7.68	Baja	0.25
	De 7.69 a 11.52	Media	0.50
	De 11.53 a 15.36	Alta	0.75
	15.37 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene dividiendo el total de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón entre el total de viviendas y multiplicando el resultado por cien.		
Fórmula	$\%VPMD = \frac{TVPM D}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: %VPMD = Porcentaje de Viviendas con Paredes de Material de desecho y lámina de cartón TVPMD = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Paredes de Material de desecho y lámina de cartón TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	Este indicador mostrará el número de viviendas que por las características del material con que fue construida puede ser vulnerable frente a cierto tipo de fenómenos.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.11 Porcentaje de viviendas con piso de tierra

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas tienen el piso de tierra?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.52 a 20.82	Muy Baja	0.00
	De 20.83 a 40.12	Baja	0.25
	De 40.13 a 59.42	Media	0.50
	De 59.43 a 78.72	Alta	0.75
	78.73 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este porcentaje se obtiene de la diferencia del total de viviendas habitadas y el total de viviendas con piso de material diferente a tierra, el resultado se divide entre el total de viviendas habitadas y se multiplica por cien.		
Fórmula	$TVPT = TVPH - TVPMDT$ <p>Donde: TVPT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Tierra TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVPMDT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Material Diferente de Tierra</p> $\%VPT = \frac{TVPT}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: %VPT = Porcentaje de Viviendas con Piso de Tierra TVPT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Tierra TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas</p>		
Justificación	Las viviendas de piso de tierra aumentan la vulnerabilidad de sus habitantes frente a desastres naturales, ya que el riesgo de contraer enfermedades es mayor y su resistencia frente a ciertos fenómenos es menor que otro tipo de construcciones.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.12 Déficit de vivienda

Indicador / pregunta	¿Cuál es el déficit de vivienda?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.63 a 13.72	Muy Baja	0.00
	De 13.73 a 25.81	Baja	0.25
	De 25.82 a 37.90	Media	0.50
	De 37.91 a 49.99	Alta	0.75
	50.00 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	El déficit de vivienda se obtiene de la diferencia del total de hogares y el total de viviendas, éste resultado representa el número de viviendas faltantes para satisfacer la demanda de hogares. A este resultado se le suman las viviendas construidas con material de desecho y lámina de cartón así como las viviendas con piso de tierra. El resultado representa tanto las viviendas nuevas que se requieren, sumado a las viviendas que necesitan mejoramiento. Para efectos de esta metodología el resultado deberá ser un porcentaje.		
Fórmula	$DV = \frac{TH - TVPH + TVPMD + TVPT}{TVPH} \times 100$ <p>Donde: DV = Déficit de Vivienda TH = Total de Hogares TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVPMD = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Paredes de Material de desecho y lámina de cartón TVPT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Tierra</p>		
Justificación	El déficit de vivienda es el resultado de un explosivo crecimiento demográfico, la inequitativa distribución de la riqueza, la falta de financiamiento de algunos sectores de la población para poder adquirir una vivienda. Además el problema no sólo se remite a la insuficiencia de la vivienda si no también a las condiciones de la misma.		

Fuente: CENAPRED

En el municipio, en 2010 INEGI registro un total de 473,784 viviendas, de las cuales se contaba con 419,087 de vivienda habitadas, con un promedio de 3.97 habitantes por vivienda. El porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada es de 5.68%; el porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje es de 0.09%; el porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad es de 2.03%; el porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón es de 0.1% y el porcentaje de viviendas con piso de tierra es de 4.16%. Por otro lado, el déficit de vivienda es de 2%.

Empleo e ingresos

Estos indicadores son fundamentales en esta metodología ya que aportarán elementos acerca de la generación de recursos que posibilita el sustento de las personas. La importancia de este indicador no se puede dejar de lado, ya que las cifras en México demuestran la existencia de una gran desigualdad en la distribución de los ingresos.

Los indicadores de la condición de empleo e ingresos se refieren principalmente a una situación vulnerable tanto en el plazo inmediato, donde la condición de vida es precaria y las familias de bajos ingresos sólo pueden atender sus necesidades inmediatas, y en el largo plazo, se reflejaría en cuanto a la capacidad de prevención y respuesta que potenciaría la vulnerabilidad en caso de un desastre. En este rubro se incluyen 3 indicadores.

Tabla 3.13 Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de la PEA recibe menos de dos salarios mínimos?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 18.41 a 34.50	Muy Baja	0.00
	De 34.51 a 50.59	Baja	0.25
	De 50.60 a 66.68	Media	0.50
	De 66.69 a 82.77	Alta	0.75
	82.78 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene de dividir a la PEA que recibe hasta 2 salarios mínimos entre el total de la PEA y el resultado se multiplica por cien. Este indicador se puede obtener ya estimado en el Consejo Nacional de Población, información disponible en la página de internet www.conapo.gob.mx .		
Fórmula	$\%PEA = \frac{PH2SM}{PEA} \times 100$ <p>Donde: %PEA = Porcentaje de la Población Económicamente Activa PH2SM = Población que Percibe hasta 2 Salarios Mínimos PEA = Población Económicamente Activa</p>		
Justificación	Aún cuando son diversos los factores que influyen en la determinación de los salarios, las remuneraciones guardan relación con la productividad en el trabajo, además este indicador proporcionará de manera aproximada el porcentaje de la población que no puede satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud, etc.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.14 Razón de dependencia

Indicador / pregunta	¿Cuántas personas dependen de la PEA?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 37.72 a 57.69	Muy Baja	0.00
	De 57.70 a 77.66	Baja	0.25
	De 77.67 a 97.63	Media	0.50
	De 97.64 a 117.60	Alta	0.75
	117.60 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	La razón de dependencia se obtiene de la suma del total de las personas que por su edad se consideran como dependientes (menores de 15 años y mayores de 64 años) entre el total de personas que por su edad se identifican como económicamente productivas (mayores de 15 años y menores de 64 años).		
Fórmula	$RD = \frac{P0_14a + P65a}{P15_64a} \times 100$ <p>Donde: RD = Razón de Dependencia P0_14a = Población de 0 a 14 años P65a = Población de 65 años y más P15_64a = Población de 15 a 64 años</p>		
Justificación	Mientras mayor sea la razón de dependencia, más personas se verán en desventaja frente a un desastre de origen natural ya que su capacidad de respuesta y prevención prácticamente va a ser nula.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.15 Tasa de desempleo abierto

Indicador / pregunta	¿Cuántas personas desocupadas hay con respecto a la PEA?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 3.09	Muy Baja	0.00
	De 3.10 a 6.18	Baja	0.25
	De 6.19 a 9.27	Media	0.50
	De 9.28 a 12.36	Alta	0.75
	12.37 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Para obtener la Tasa de Desempleo Abierto es necesario dividir el número de personas desocupadas entre la PEA y multiplicar el resultado por cien.		
Fórmula	$TDA = \frac{NoPD}{PEA} \times 100$ <p>Donde: TDA = Tasa de Desempleo Abierto NoPD = Número de Personas Desocupadas PEA = Población Económicamente Activa</p>		
Justificación	Este indicador se refiere directamente a la situación de desempleo que influye sobre la capacidad de consumo de la población así como en la capacidad de generar los recursos que posibiliten la adquisición de bienes satisfactorios.		

Fuente: CENAPRED

Mediante la identificación de las características de la población económicamente activa, es posible localizar aquellos sectores susceptibles de sufrir daño, en su persona o bienes que posea. En este sentido, se presentan algunos indicadores que permitirán asociar elementos para determinar la vulnerabilidad social ante los desastres naturales, definida como la serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre.

La población económicamente activa, es aquella población que están en edad de trabajar, que se encuentran ocupados en algún sector de la economía y que son remunerados por su trabajo. Con base en datos obtenidos en el Censo de Población 2010, la Población Económicamente Activa en el Municipio era de 699,245 personas, es decir, de los 1,286,693 habitantes que ocupan el grupo de edad de 12 años y más, el 54.3% de este grupo de edad se encontraba de manera activa, de los cuales, el 65.2% eran hombres, y el restante 34.8% eran mujeres.

Por otra parte, se encuentran la Población Económicamente Inactiva, en este indicador se consideran a las personas de 12 años y más, pensionados o jubilados, estudiantes, personas que tienen alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar, así como a las personas dedicadas al quehacer del hogar, estas últimas son consideradas debido a que no perciben un salario. Cabe señalar que este grupo de personas son clasificadas con mayor vulnerabilidad debido a su condición económica. En 2010 se registraron a un total de 583,037 personas como económicamente inactivas, de las cuales predominan las mujeres con el 72.4%, mientras que en los hombres, sólo el 27.6% se mantenía inactivo, siendo las mujeres el grupos con mayor vulnerabilidad.

En el Municipio de Ecatepec, la Población Económicamente Activa es de 699,245 personas; el porcentaje de la PEA que recibe hasta 2 salarios mínimos es de 32%; la población de 0 a 14 años es de 434,868; la población de 65 años y más es de 129,783; la población de 15 a 64 años es de 1,070,673; la razón de dependencia es de 52.7%; el número de personas desocupadas es de 37,497; y finalmente la tasa de desempleo abierto es de 5.36%.

Población

Para efectos de esta guía, se consideran principalmente tres aspectos sociales de la población: dos de ellos se refieren a la distribución y dispersión de los asentamientos humanos y el tercero a los grupos étnicos que cuyas condiciones de vida se asocian a diferencias culturales y sociales, y que a su vez representan uno de los grupos más marginados del país.

Tabla 3.16 Densidad de población

Indicador / pregunta	¿Cuál es el grado de concentración de la población en el territorio?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1 a 99 Habitantes por km ²	Muy Baja	0.00
	De 100 a 499 Habitantes por km ²	Baja	0.25
	De 500 a 999 Habitantes por km ²	Media	0.50
	De 1,000 a 4,999 Habitantes por km ²	Alta	0.75
	Más de 5,000 habitantes por km ²	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene de dividir el total de la población de un territorio determinado entre la superficie del mismo. El resultado indica el número de habitantes por kilómetro cuadrado.		
Fórmula	$DP = \frac{PT}{ST}$ <p>Donde: DP = Densidad de Población PT = Población Total ST = Superficie Territorial</p>		
Justificación	La densidad, más que un problema de sobrepoblación, refleja un problema de mala distribución de la población, además de que la tasa de crecimiento es elevada, el problema se agudiza por la migración del medio rural a las ciudades. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada, una amenaza natural puede tener un impacto mayor.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.17 Porcentaje de la población de habla indígena

Indicador / pregunta	¿La población es predominantemente indígena?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	Más del 40% de la población	Predominantemente indígena	1.00
	Menos del 40% de la población	Predominantemente no indígena	0.00
Procedimiento	Se obtiene de dividir a la población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena entre el total de la población de 5 años y más, el resultado se multiplica por cien. El INEGI establece que para considerar a una población predominantemente indígena al menos el 40% de la población debe hablar alguna lengua indígena.		
Fórmula	$\%PI = \frac{P5HLI}{P5} \times 100$ <p>Dónde: %PI = Porcentaje de Población Indígena P5HLI= Población de 5 años y más que Habla una Lengua Indígena P5 = Población de 5 años y más</p>		
Justificación	La mayoría de los municipios donde se asienta la población indígena, presenta una estructura de oportunidades muy precaria, lo cual se refleja en condiciones de vulnerabilidad de esta población.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.18 *Dispersión poblacional*

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de la población habita en localidades pequeñas?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	de 0 a 9.9	Muy Bajo	0.00
	de 10 a 19.9	Bajo	0.25
	de 20 a 29.9	Medio	0.50
	de 30 a 39.9	Alto	0.75
	40 o más	Muy Alto	1.00
Procedimiento	Se consideran localidades pequeñas a las menores de 2,500 habitantes. Con lo cual se calcula el porcentaje de personas con respecto al total de la población de un territorio determinado.		
Fórmula	$DiPo = \frac{TPM\ 2500hb}{PT} \times 100$ <p>Donde: DiPo = Dispersión Poblacional TPM2500hb = Total de la Población que Habita en Localidades Menores a 2,500 Habitantes PT = Población Total</p>		
Justificación	La dispersión poblacional se manifiesta principalmente en localidades pequeñas cuyas condiciones de escasez y rezago en la disponibilidad de servicios públicos representan un problema. Estas localidades presentan las mayores tasas de fecundidad, mortalidad infantil y ausencia o deficiencia de servicios básicos: agua, drenaje, electricidad, telefonía y caminos de acceso.		

Fuente: CENAPRED

La densidad de población, se refiere a la distribución del número de habitantes a través de la superficie municipal, que es de 156.06 km², entre la población total 1'656,107 habitantes; lo que corresponde a 10,611 habitantes por kilómetro cuadrado, o bien a 106.11 habitantes por hectárea; se hace notar que a nivel estatal la densidad promedio es de 679 habitantes por km², lo que muestra la alta densidad demográfica que prevalece para este municipio. En lo que corresponde a la densidad de población vista como un fenómeno interno, las zonas habitacionales del norte y del sureste del municipio son las que presentan mayor concentración de población, principalmente debido a que son áreas residenciales.

El Municipio de Ecatepec forma parte del continuo urbano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Si bien la superficie municipal no está urbanizada por completo debido a la presencia de la Sierra de Guadalupe, la población se concentra eminentemente en la zona urbana, sólo el 0.06% de las 1,656,107 de personas habita en las tres pequeñas áreas rurales del municipio que son las localidades de Mesa de los Leones (578 hab.), Tierra Blanca Segunda Sección (480 hab.) y Vista Hermosa (34 hab.)

En lo que se refiere a la distribución de la población en función de las áreas geoestadísticas básicas, los habitantes se concentran con mayor énfasis en las zonas residenciales del sureste municipal, así como en el extremo norte. Cabe señalar, que esta concentración relativa de población se expresa fundamentalmente en las zonas habitacionales de menores ingresos, en contraposición a las áreas mayormente industriales o comerciales.

Por otro lado, la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena es de 25,475 hab; el porcentaje de la población de habla indígena es de 1.5%; y la dispersión poblacional es de 0.74%.

La primera parte de la metodología fue diseñada para evaluar los principales aspectos que propician la vulnerabilidad social, los cuales se acentúan en caso de desastre.

En esta parte de la metodología se incluyen 18 indicadores, los cuáles se obtendrán a partir de datos estadísticos, tres referentes a la salud, tres referentes a educación, seis para vivienda, tres para empleo e ingresos y tres para población. Cada indicador incluye una tabla que describe los rangos de medición y la descripción del indicador.

Para el caso del déficit de vivienda, se consideró que a partir del 50%, el déficit de vivienda respecto al total de hogares en el municipio es severo.

En el caso de porcentaje de habla indígena sólo se proponen dos valores, ya que se establece que una población es predominantemente indígena si existen un 40% o más, hablantes indígenas.

Los valores que se establecen para cada rango serán de entre 0 y 1, donde 1 corresponde al nivel más alto de vulnerabilidad, y 0 al nivel más bajo.

El individuo que aplique la metodología hará el cálculo para cada uno de los indicadores según la fórmula que se incluye en las tablas, obteniendo, en la mayoría de los casos, la información del Censo de Población y Vivienda. Una vez elaborada la evaluación para cada indicador, se le dará el valor establecido en la tabla según el rango que corresponda.

Es necesario remarcar la necesidad de la utilización del Censo de Población y Vivienda publicado por el INEGI para la realización de esta parte de la metodología ya que en él se encontrarán los resultados particulares para cada municipio de donde se pueden calcular todos los indicadores que se requieren.

Así, una vez establecidos los valores de cada indicador, se obtendrá el promedio para cada rubro por lo que existirá un promedio para salud, uno para vivienda, etc. Se calcula el promedio simple de los indicadores para dar el mismo peso a cada indicador. Una vez obtenido, se sumarán los resultados de cada gran rubro (educación, salud, vivienda, etc.) y se dividirá entre 5 para obtener el promedio total. Finalmente, este promedio total será el valor final para la primera parte de esta metodología.

Indicadores socioeconómicos = Promedio Total Final Obtenido de la Primera Parte

Tabla 3.19 Indicadores socioeconómicos

Indicador	Valor Asignado
Médicos por cada 1,000 habitantes	0.00
Tasa de mortalidad infantil	0.00
Porcentaje de la población no derechohabiente	0.25
Porcentaje de analfabetismo	0.00
Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	0.00
Grado promedio de escolaridad	0.25
Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	0.00
Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	0.00
Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	0.00
Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón	0.00
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	0.00
Déficit de vivienda	0.00
Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	0.00
Razón de dependencia	0.25
Tasa de desempleo abierto	0.25
Densidad de población	1.00
Porcentaje de la población de habla indígena	0.00
Dispersión poblacional	0.00
Promedio de los indicadores socioeconómicos	0.11
Resultado del primer cuestionario de la metodología	0.06

Fuente: elaboración propia.

3.2.2 Capacidad de respuesta

Esta parte se enfoca a la capacidad de prevención y de respuesta, la cual se refiere a la preparación antes y después de un evento de las autoridades y de la población. El principal objetivo en esta segunda parte es evaluar de forma general el grado en el que se encuentra capacitada la Dirección de Protección Civil y Bomberos en el municipio para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia, lo cual complementará el grado de vulnerabilidad social, según los indicadores descritos anteriormente. Esta parte consta de un cuestionario cuya importancia radica en el conocimiento de los recursos, programas y planes con los que dispone la Unidad de Protección Civil Municipal en caso de una emergencia, por lo que está dirigido al responsable de ésta.

Dentro de los problemas comunes ocasionados al presentarse un desastre se encuentran: el desplazamiento de la población, las enfermedades transmisibles, problemas de alimentación y nutrición, los problemas de suministro de agua y saneamiento y el daño a la infraestructura de viviendas, centros educativos, vías de comunicación, servicios públicos básicos, presas y áreas de cultivo entre otros.

Tomando en cuenta los efectos anteriores, la capacidad de prevención y respuesta debe considerar acciones para planificar, organizar y mejorar las condiciones existentes frente a los posibles efectos de los eventos adversos.

A continuación se muestran las plantillas de las preguntas que se incluyen en el cuestionario, cada pregunta es explicada mediante un razonamiento y tiene una pequeña tabla de rangos de donde se obtendrá el puntaje para cada pregunta dependiendo de la respuesta. Al final se sumará el puntaje de cada una de las preguntas obteniendo un valor entre 0 y 22.

Tabla 3.20 Capacidad de prevención y respuesta 1

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 1
Indicador / pregunta	¿El municipio cuenta con una unidad de protección civil o con algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es fundamental el conocimiento de la existencia de una unidad de protección civil o alguna organización de este tipo, ya que será la responsable de llevar a cabo un plan, así como la organización de la respuesta. En un futuro, lo ideal sería que además de la unidad de protección civil municipal se contara también con grupos locales de manejo de emergencias. Estos grupos tendrían la posibilidad de influir en las decisiones para ayudar a reducir la vulnerabilidad y el manejo de los riesgos.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.21 Capacidad de prevención y respuesta 2

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 2
Indicador / pregunta	¿Cuenta con algún plan de emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Otro aspecto fundamental es la existencia de planes de acción, de emergencia o de contingencia, lo cual determinará las normas y describirá los peligros, los actores y responsables en caso de algún evento adverso. El plan de emergencia será el instrumento para dar respuesta y para la recuperación en caso de una emergencia. Describirá las responsabilidades y el manejo de las estrategias y los recursos. El plan de emergencia dependerá de la particularidad de cada lugar y los detalles de los planes serán distintos para cada municipio.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.22 Capacidad de prevención y respuesta 3

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 3
Indicador / pregunta	¿Cuenta con un consejo municipal el cual podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Este consejo municipal es fundamental para el manejo de riesgos y desastres en una comunidad, ya que facilita la comunicación. Se requiere del compromiso de todos los actores relevantes para la respuesta y la atención de la emergencia. El Consejo puede estar conformado por autoridades municipales, regidores, síndicos, representantes de alguna organización, etc.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.23 Capacidad de prevención y respuesta 4

Nombre del Indicador	Capacidad de respuesta	No. 4
Indicador / pregunta	¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de Protección Civil (p. ej. manual de organización)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es fundamental el conocimiento de la normatividad la cuál delimita las funciones de la unidad de protección civil para poder determinar su capacidad de respuesta y el impacto que tiene para ayudar a disminuir la vulnerabilidad de la población	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.24 Capacidad de prevención y respuesta 5

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 5
Indicador / pregunta	¿Conoce algún programa de apoyo para la prevención, mitigación y/o atención de desastres?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Para asegurar que el daño sufrido durante un desastre pueda ser reparado de manera rápida, así como para darle la continuidad a las acciones, es de fundamental importancia que los encargados de la protección civil estén informados acerca de los programas de apoyo que pudiesen existir, ya sea provenientes del mismo gobierno, de la iniciativa privada, de organizaciones no gubernamentales, etc. Al ubicar las posibilidades de acceder a apoyos para enfrentar la emergencia permite reducir los tiempos para la vuelta a la normalidad. Existen diferentes instituciones y organismos que tienen programas de apoyo para prevenir y atender desastres. Por ejemplo la repartición de cobertores en zonas afectadas por bajas temperaturas.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.25 Capacidad de prevención y respuesta 6

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 6
Indicador / pregunta	¿Cuenta con algún mecanismo de alerta temprana?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El sistema de alerta, es una señal que indica que se puede producir o se ha producido un evento, este sistema puede emanar de la propia comunidad y ser administrado por un organismo identificado como el responsable de comunicar a la población. La alerta temprana es una de las bases para la reducción de desastres. Su fin principal es la prevención a individuos y comunidades expuestas a amenazas naturales, que permita reaccionar con anticipación y de manera apropiada para reducir la posibilidad de daños tanto humanos como materiales. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que en algunos casos aun teniendo las habilidades y procedimientos correctos las comunidades no pueden responder apropiadamente a estos sistemas, por presentar problemas relacionados con la planificación de recursos respecto a las opciones de protección disponibles que se pueden utilizar de forma temporal.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.26 Capacidad de prevención y respuesta 7

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 7
Indicador / pregunta	¿Cuenta con canales de comunicación (organización a través de los cuáles se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	La definición de canales de comunicación a través de los cuales se llevan a cabo los mecanismos de coordinación, es de fundamental importancia, ya que en el caso de emergencia el responsable de la unidad u organización siempre deberá tener a la mano los teléfonos de los organismos o personas que puedan ayudar. Es importante tener en cuenta, que la comunicación debe mantenerse no sólo en situaciones de emergencia, sino constantemente con el fin de realizar acciones de prevención como simulacros.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.27 Capacidad de prevención y respuesta 8

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 8
Indicador / pregunta	¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El conocimiento de la vulnerabilidad del sector salud es esencial. Es uno de los principales elementos en la capacidad de respuesta ya que éste será el encargado de atender los daños a la salud en caso de desastre. En este caso, es de fundamental importancia contar con programas de promoción de salud, prevención y control de enfermedades. El desarrollo de medidas de reducción de desastres depende de la fuerza de las instituciones locales por lo que es importante el fortalecimiento de las mismas.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.28 Capacidad de prevención y respuesta 9

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 9
Indicador / pregunta	¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El establecimiento de las rutas de acceso y evacuación en caso de un desastre es muy importante, principalmente en las comunidades más aisladas, ya que son éstas más vulnerables cuando se trata de evacuaciones, ayuda de recursos y servicios en una situación después del desastre. En este caso, sería también importante elaborar algún tipo de recuento que indique si en años anteriores la comunidad se ha quedado aislada por el bloqueo de acceso físico a causa de un desastre.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.29 Capacidad de prevención y respuesta 10

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 10
Indicador / pregunta	¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Al igual que en el punto anterior, es importante establecer los sitios que pueden fungir como helipuertos en caso de un desastre, para que se facilite la ayuda en la emergencia y sea más fácil el flujo de recursos.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.30 Capacidad de prevención y respuesta 11

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 11
Indicador / pregunta	¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante elaborar con anterioridad refugios que queden establecidos en los planes de emergencia la previsión de la ubicación de lugares para la concentración de damnificados para lograr una mejor organización en caso de presentarse una emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.31 Capacidad de prevención y respuesta 12

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 12
Indicador / pregunta	¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	La existencia de fondos o del stock, indica una concientización sobre los riesgos en caso de desastre por parte de la administración municipal. El fondo local puede movilizarse de manera más rápida que uno nacional, por lo que se considera como un instrumento de respuesta rápida. En este caso es importante también fijar los espacios posibles para el almacenamiento de ayuda (despensas, cobijas, etc.).	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.32 Capacidad de prevención y respuesta 13

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 13
Indicador / pregunta	¿Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DICONSA, LICONSA, etc.) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	En caso de desastre puede ser de gran utilidad la ayuda de centros de asistencia social (como el DIF, DICONSA, LICONSA, etc.) u otros organismos para la recepción, almacenamiento y distribución de apoyos, así como para la operación de los albergues para los damnificados, ayudando también en la atención médica, protección social y la capacitación y canalización de las donaciones que pudieran hacer el sector público y privado, así como garantizar que esta ayuda llegue de manera oportuna a los albergues. Entre los muchos apoyos que puede brindar, se encuentra la ubicación de nuevos albergues en caso de que se llegaran a necesitar, así como la difusión de los mismos.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.33 Capacidad de prevención y respuesta 14

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 14
Indicador / pregunta	¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan Familiar de Protección Civil?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante el establecimiento de simulacros no sólo en las instituciones, sino que el involucramiento de la comunidad en los procesos de planificación ayudaría en gran medida a la mitigación de los desastres, en el proceso de hacer participe a la comunidad, la promoción de la creación de planes familiares de Protección Civil es de gran ayuda. En el caso de instituciones como hospitales, escuelas y edificios grandes es necesario ensayar lo que los ocupantes deben hacer en caso de una emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.34 Capacidad de prevención y respuesta 15

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 15
Indicador / pregunta	¿Cuenta con un número de personal activo?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante contar con cierto número de elementos capacitados en materia de protección civil que pueda atender de manera inmediata tanto al recibimiento de información, como a la difusión de la misma bajo esquemas de coordinación pre-establecidos para la atención de un imprevisto de manera eficaz.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.35 Capacidad de prevención y respuesta 16

Nombre del Indicador	Capacidad de respuesta	No. 16
Indicador / pregunta	¿El personal esta capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	La capacitación de los elementos de la unidad de protección civil, es fundamental, ya que entre mayor sea ésta podrán brindar una mejor atención, tanto en materia de prevención como de atención de la emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.36 Capacidad de prevención y respuesta 17

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 17
Indicador / pregunta	¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El contar con mapas o con croquis de la localidad facilitará en gran medida las acciones a tomar en el municipio o localidad al contar con la ubicación de varios de los aspectos mencionados anteriormente, como la ubicación de rutas de evacuación, refugios temporales, la localización de un posible helipuerto, etc. , así como zonas críticas y/o de peligro.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.37 Capacidad de prevención y respuesta 18

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 18
Indicador / pregunta	¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El equipamiento en una unidad de protección civil será completo en la medida en que cuente con los elementos básicos tanto para recibir información de manera rápida y oportuna, así como para enviar la misma de manera efectiva en el menor tiempo posible.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.38 Capacidad de prevención y respuesta 19

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 19
Indicador / pregunta	¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El poseer acervos de información de sucesos anteriores proporciona una idea de los eventos más recurrentes en el lugar, lo que permitirá establecer medidas de acción específicas para la atención de un evento similar. Asimismo, a partir del conocimiento de las acciones de atención que se llevaron a cabo con anterioridad sentará las bases para nuevos planes de acción y en su caso para mejorar procedimientos de acción.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.39 Capacidad de prevención y respuesta 20

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 20
Indicador / pregunta	¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	La comunicación es de vital importancia, tanto con otras unidades de protección civil municipales como con la protección civil estatal, ya que esto agilizará las acciones en caso de la ocurrencia de una emergencia. Asimismo, en el caso de la comunicación municipal, el personal de la unidad debe contar con equipo que les permita comunicarse entre ellos para mantenerse siempre informados de los acontecimientos dentro de su localidad en el caso de una emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.40 Capacidad de prevención y respuesta 21

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 21
Indicador / pregunta	¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Estos sistemas ayudarán en gran medida a sistematizar y a ubicar con coordenadas geográficas (georeferenciar) la información de su municipio, lo que facilitaría en gran medida las acciones de prevención en el municipio, ya que puede establecer los sitios de mayores concentraciones de población, elaborar análisis espaciales de vulnerabilidad, peligro y riesgo, evaluación y prevención de riesgos, ordenamiento ecológico, planeación regional, etc.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.41 Capacidad de prevención y respuesta 22

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 22
Indicador / pregunta	¿Cuenta con algún sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georeferenciar puntos críticos en su localidad?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Estos sistemas facilitarán (al igual que los mapas y los SIG) la localización tanto de lugares estratégicos así como del establecimiento de las rutas de acceso, de evacuación, los radios de afectaciones etc. que agilizará en gran medida las acciones en la atención de emergencias.	

Fuente: CENAPRED

La segunda parte de la metodología se elabora a nivel cualitativo. Consiste en un cuestionario diseñado para conocer de manera general la capacidad de prevención y respuesta ante una emergencia por parte del municipio y está dirigido hacia los responsables de la unidad de protección civil municipal. Al igual que en la primera parte de la metodología, se incluye al final de este capítulo un anexo con la descripción de cada indicador, así como sus rangos de medición.

Para la segunda parte se llevó a cabo la revisión de varios planes de emergencia a nivel municipal de México y América Latina y se incluyeron los aspectos más relevantes según lo investigado.

El cuestionario consta de 24 preguntas. Para hacer más fácil la medición en este caso las respuestas serán cerradas, dando un valor de "0" a Sí y "1" a No.

Cabe aclarar que en el cuestionario el valor más bajo será para "Sí" ya que este representará una mayor capacidad de prevención y respuesta y por consiguiente una menor vulnerabilidad.

Asimismo, en el momento de buscar el valor en la tabla final, éste deberá coincidir con el grado de vulnerabilidad, siendo así, una mayor capacidad de prevención y respuesta significa menor

vulnerabilidad y viceversa, por lo que una baja capacidad de prevención y respuesta de rangos significará una mayor vulnerabilidad y tendrá como valor más alto el 1.

Se sumará el resultado de cada pregunta y se buscará el valor que le corresponda en la tabla de llenado del cuestionario, tomando en cuenta que entre menor es la capacidad de prevención y respuesta, es más alto el grado de vulnerabilidad. Este será el segundo valor de la metodología.

Tabla 3.42 Capacidad de prevención y respuesta

Indicador	Valor Asignado
Capacidad de prevención y respuesta 1	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 2	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 3	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 4	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 5	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 6	1.00
Capacidad de prevención y respuesta 7	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 8	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 9	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 10	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 11	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 12	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 13	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 14	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 15	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 16	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 17	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 18	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 19	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 20	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 21	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 22	1.00
Promedio de la capacidad de prevención y respuesta	0.09
Resultado de la capacidad de prevención y respuesta	0.02

Fuente: elaboración propia.

3.2.3 Percepción local

La tercera parte también consta de un cuestionario y se refiere a la percepción local de riesgo, es decir, el imaginario colectivo que tiene la población acerca de las amenazas que existen en su comunidad y de su grado de exposición frente a las mismas.

Dicho cuestionario nos permitirá conocer la percepción local del riesgo que se tiene en la región (estado, municipio etc.), con lo que se pueden elaborar procedimientos y medidas de prevención que sean aceptados y llevados a cabo por la población en conjunto con las dependencias responsables.

En las dos partes anteriores de la metodología se consideraron tanto las características de la población como la capacidad de prevención y respuesta de las unidades de protección civil. La percepción local constituye la tercera parte de la metodología, ya que se considera fundamental para conocer la vulnerabilidad social de la población frente a los desastres.

En muchas ocasiones la población no tiene una percepción clara del peligro que representa una amenaza de tipo natural o antrópica en su localidad, lo que incide directamente en la capacidad de respuesta de la población ante un desastre.

Para complementar la metodología se incluye un cuestionario de 25 preguntas que buscarán de manera muy general dar un panorama de la percepción de la población acerca del riesgo. En este caso, la importancia de las preguntas se enfoca tanto a la percepción de los peligros en su entorno, así como a la manera en que consideran las acciones preventivas en su comunidad y la información o preparación que poseen acerca de cómo enfrentar una emergencia.

Las preguntas del cuestionario se diseñaron con el objetivo de que a cada respuesta se le pudiera asignar un valor entre 0 y 1. Los rangos en algunos casos son distintos según la naturaleza de la pregunta, sin embargo, el valor de las respuestas se situará entre los rangos establecidos para las dos fases anteriores.

El valor 0 se le asignará a la respuesta que mayor percepción local del riesgo presente según las respuestas preestablecidas, lo que significa que su grado de vulnerabilidad será menor, contrariamente se le aplicará el valor más alto (que en este caso es 1) a la respuesta que menor percepción posea, ya que entre menor sea ésta, el grado de vulnerabilidad será mayor. De una manera muy general, el cuestionario es una primera aproximación para conocer la opinión de la población en esta materia. En este sentido, la información que se pueda obtener en esta tercera parte puede despertar el interés para producir información más particular según el municipio, la cual pudiera resultar útil en la toma de decisiones de los organismos de atención de emergencias en lo referente al comportamiento de la población.

Cabe resaltar que los resultados obtenidos serán mucho más variados que en las dos fases anteriores, ya que dependerán de las características de la población en la comunidad, como de las condiciones geográficas de la misma. A continuación, se presentan las plantillas de cada

pregunta del cuestionario de percepción local, en la plantilla se muestra tanto la pregunta como una pequeña explicación de la razón por la que se incluye.

Tabla 3.43 Percepción local 1

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 1
Indicador / pregunta	¿Dentro de los tipos de peligro que existen (ver cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su localidad?	
Geológicos: Sismos Maremotos Volcanes Flujos de lodo Deslizamientos de suelo (deslaves) Hundimientos y Agrietamientos	Hidrometeorológicos: Ciclones Inundaciones pluviales y fluviales Granizadas Nevadas y Heladas Lluvias torrenciales y trombas Tormentas eléctricas Vientos Temperaturas extremas Sequías Erosión	Químicos: Incendios forestales Incendios Urbanos Explosiones Fugas y derrames de sustancias peligrosas Fuentes móviles
Rangos	De 1 a 5	1.00
	De 6 a 13	0.50
	14 o más	0.00
Razonamiento	Si alguna de las amenazas anteriormente expuestas se ha presentado en el municipio, existe la posibilidad de que ésta se llegue a presentar otra vez. Se deben usar registros para verificar y complementar la información, dado que en muchos casos esta información es útil para crear las medidas preventivas adecuadas.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.44 Percepción local 2

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 2
Indicador / pregunta	Respecto a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 recuerda o ¿sabe si han habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos años?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Una situación de emergencia se refiere a un evento que haya causado la pérdida de vidas o bienes de la población, bajo esta óptica, será importante conocer la memoria colectiva acerca de estas situaciones en los municipios a estudiar.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.45 Percepción local 3

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 3
Indicador / pregunta	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante conocer que un fenómeno natural se puede convertir en un desastre y que afecta actividades de la población	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.46 Percepción local 4

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 4
Indicador / pregunta	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de amenazas (que se encuentre en una ladera, en una zona sísmica, en una zona inundable, etc.)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	El conocer la geografía donde se encuentra ubicada la vivienda que se habita permite tomar precauciones y establecer planes de prevención a nivel individual o familiar en caso de enfrentar un fenómeno natural que por su intensidad represente un peligro.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.47 Percepción local 5

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 5
Indicador / pregunta	¿Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	La pérdida de bienes ocasionada por un fenómeno natural llega a ser muy común y es un buen parámetro para detectar eventos que tal vez no fueron considerados como desastre, pero que sin duda influyen en la percepción del riesgo.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.48 Percepción local 6

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 6
Indicador / pregunta	En caso que recuerde algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron:	
Rangos	Ninguna fatalidad, daños leves a viviendas e infraestructura (bajo).	0.25
	Personas fallecidas, algunas viviendas con daño total y daños a infraestructura (medio).	0.50
	Personas fallecidas, daño total en muchas viviendas y daños graves en infraestructura (alto).	1.00
Razonamiento	El hecho de que el entrevistado conteste que los daños ocasionados por un desastre de origen natural fueron de gran magnitud, nos remite a que la localidad se encuentra expuesta y es vulnerable en algún grado. Con esta pregunta se busca determinar que tan vulnerable es la localidad según la perspectiva del entrevistado.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.49 Percepción local 7

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 7
Indicador / pregunta	Alguna vez ha quedado aislada su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunas horas, debido a algún tipo de fenómeno?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SE	1.00
Razonamiento	Al quedar una comunidad aislada, aumenta su vulnerabilidad cuando se trata de evacuaciones, ayuda de emergencia o flujo de recursos y servicios en una situación de desastre, por lo que es importante conocer si en ocasiones anteriores la comunidad ha presentado algún caso de bloqueos de vías de acceso.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.50 Percepción local 8

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 8
Indicador / pregunta	¿Cree que en su comunidad se identifican los peligros?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es muy importante que la población identifique los peligros a los que están expuestos para poder tomar medidas en caso de emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.51 Percepción local 9

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 9
Indicador / pregunta	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alertamientos, etc.?)	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	El estar al tanto de lo que se hace en materia de prevención es importante, ya que algunas de las acciones que se realizan deben de ser conocidas por la población en general, para que ésta pueda conocer los peligros a que se enfrenta y actuar correctamente en caso de algún evento.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.52 Percepción local 10

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 10
Indicador / pregunta	¿En los centros educativos de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de las consecuencias que trae consigo un fenómeno natural?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	La educación en materia de prevención y mitigación de desastres es de gran utilidad para que la población conozca los peligros a lo que se puede enfrentar, asimismo por medio de este tipo de educación se crea conciencia a la población y se sientan las bases para consolidar una cultura de prevención.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.53 Percepción local 11

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 11
Indicador / pregunta	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Al igual que la pregunta anterior, el conocer nuestro entorno y su comportamiento permite que la prevención sea mayor y que en caso de algún evento la población esté más preparada. Por lo que si la información no llega a la población que puede ser afectada, ésta puede ser más vulnerable que la población bien informada.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.54 Percepción local 12

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 12
Indicador / pregunta	En caso de haberse llevado campañas de información ¿cómo se enteró?	
Rangos	No se enteró/ no ha habido campañas	1.00
	A través de medios impresos	0.50
	A través de radio y televisión	0.00
Razonamiento	Es importante conocer los medios a través de los cuales la población se entera de las situaciones de emergencia, ya que ayudará de alguna manera a priorizar la difusión de la información en aquellos medios a través de los cuales la mayoría de la población tiene acceso.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.55 Percepción local 13

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 13
Indicador / pregunta	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Dentro de las acciones de prevención, los simulacros son de gran importancia, debido a que es un ejercicio que promueve la cultura de la prevención y al ser aplicado crea conciencia en los participantes.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.56 Percepción local 14

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 14
Indicador / pregunta	¿Sabe a quién o a dónde acudir en caso de una emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante que la población conozca los lugares a los que puede acudir en caso de una situación de emergencia, ya que aún cuando existan las posibilidades y los procedimientos para la atención de la misma, si la comunidad no conoce los lugares ni a los responsables de la atención no responderá apropiadamente a los sistemas existentes, por más efectivos que éstos sean.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.57 Percepción local 15

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 15
Indicador / pregunta	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Los sistemas de alertamiento, son un importante instrumento para la reducción de los desastres. La meta de los sistemas de alertamiento es que las comunidades expuestas a fenómenos naturales y similares reaccionen con antelación y de forma apropiada para reducir la posibilidad de daños personales, pérdida de vidas y daño a la propiedad.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.58 Percepción local 16

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 16
Indicador / pregunta	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural ¿se le brindó algún tipo de apoyo?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante medir la capacidad de respuesta que tiene el gobierno tanto federal, estatal y municipal para poder brindar apoyo a las personas afectadas bajo la finalidad de disminuir el grado de vulnerabilidad de la población	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.59 Percepción local 17

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 17
Indicador / pregunta	¿Ha sido evacuado a causa de un fenómeno natural (inundación, sismo, erupción)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante las aplicación de medidas preventivas que ayude a disminuir los perdidas humanas y salvaguardar su integridad de la población que resulte afectada por los fenómenos naturales	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.60 Percepción local 18

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 18
Indicador / pregunta	De acuerdo con experiencias anteriores, ¿Considera que su comunidad esta lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	A través de experiencias anteriores y según la percepción de la localidad se podrá conocer si las acciones que se han llevado a cabo para la mitigación del desastre han sido percibidas de una manera exitosa o a consideración de la población aún hay cosas que mejorar.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.61 Percepción local 19

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 19
Indicador / pregunta	¿Existe en su comunidad localidad/municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante la presencia de grupos de organizaciones que trabajen en la atención de desastres y que informen a la población acerca de los peligros existentes	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.62 Percepción local 20

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 20
Indicador / pregunta	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es necesario saber que existe una unidad de protección civil en la localidad, cuya función principal es la de informar y prevenir a la población acerca de los peligros asociados a la ocurrencia de fenómenos naturales.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.63 Percepción local 21

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 21
Indicador / pregunta	¿Sabe dónde está ubicada y qué función desempeña la unidad de protección civil?	
Rangos	Sé dónde se encuentra y sé sus funciones	0.00
	No sé dónde se encuentra y no sé qué hace	1.00
	Sé qué hace pero no sé dónde se encuentra	0.50
Razonamiento	Es importante conocer las labores que desempeña la unidad de protección civil, ya que al conocer su función es más fácil que la población tenga presente que las recomendaciones y la información que salga de ésta será para la prevención y coordinación en caso de una emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.64 Percepción local 22

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 22
Indicador / pregunta	¿Estaría preparado para enfrentar otro desastre como el que enfrentó?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es necesario tomar en cuenta la capacidad de respuesta que tiene la población y qué tan preparada se encuentra ante la ocurrencia de un fenómeno natural	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.65 Percepción local 23

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 23
Indicador / pregunta	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante conocer si las personas consideran que la información que reciben es suficiente para afrontar una situación de desastre, en el caso contrario es importante tomarlo en consideración y fomentar una cultura de prevención entre la población, lo que facilitaría las acciones de prevención al contar con una población más preparada.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.66 Percepción local 24

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 24
Indicador / pregunta	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	
Rangos	Mucho	0.00
	Suficiente	0.25
	Poco	0.50
	Nada	1.00
Razonamiento	La unidad de protección civil puede ayudar a la población a afrontar un desastre natural proporcionando herramientas para poder hacerle frente a la ocurrencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.67 Percepción local 25

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 25
Indicador / pregunta	¿Si usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante conocer la disposición de las personas para reubicarse si fuera necesario. En caso de ser negativa su respuesta, es importante conocer las motivaciones por las cuales las personas no estarían en disposición de reubicarse, para poder establecer líneas de acción con el fin de procurar el bienestar de la población.	

Fuente: CENAPRED

La tercera parte es un cuestionario, el cual se aplicará a través de una muestra no probabilística; el número de encuestas estará sujeto a la disponibilidad de tiempo y recursos. Sin embargo, se recomienda aplicar el mayor número posible de encuestas con el fin de que la información sea representativa. Es importante mencionar que el cuestionario será aplicado únicamente a personas mayores de 18 años.

En el caso de la percepción local de riesgo (tercera parte), se revisó bibliografía relacionada con el tema y se diseñó un cuestionario que nos da una idea general de la manera de actuar de las personas en caso de emergencia, asimismo algunas preguntas están enfocadas a conocer el sentir de la población en cuanto a la seguridad de sus bienes y la propia en caso de desastre.

El cuestionario consta de 25 preguntas, también se dará un valor a cada respuesta, dichos valores están especificados en las plantillas, el valor que se obtendrá de este cuestionario deberá oscilar entre 0 y 1 y éste será el tercer y último valor que obtendremos en la metodología.

En el momento de buscar el valor en la tabla final, este deberá coincidir con el grado de vulnerabilidad (en el sentido que mientras el valor se aproxime más a 1 la vulnerabilidad será

mayor), estableciendo que una mayor percepción local significa menor vulnerabilidad y viceversa, por lo que en esta parte una baja percepción local en la tabla de valores significará una mayor vulnerabilidad y tendrá como valor más alto 1.

Se estableció que este cuestionario se aplicará al mayor número de personas posible, distribuyendo proporcionalmente los cuestionarios en la zona de estudio, se debe cuidar que la distribución de éstos sea circunstancial, es decir, que cualquier persona tenga las mismas posibilidades de ser elegida.

Cada pregunta del cuestionario tiene un valor, el cual se sumará al final de cada cuestionario. Una vez aplicados todos los cuestionarios se sumará el número final de todos los cuestionarios y se dividirá entre el total de cuestionarios que fueron aplicados para obtener un promedio, este número deberá situarse en alguno de los rangos, al cual le corresponde un valor que se anexa al final de la plantilla de percepción local. El número que se obtenga, será el número final de esta tercera y última parte.

Tabla 3.68 Percepción local

Indicador	Valor Asignado
Percepción local 1	1.00
Percepción local 2	0.00
Percepción local 3	0.00
Percepción local 4	1.00
Percepción local 5	1.00
Percepción local 6	0.50
Percepción local 7	1.00
Percepción local 8	0.00
Percepción local 9	0.00
Percepción local 10	0.00
Percepción local 11	0.00
Percepción local 12	0.00
Percepción local 13	0.00
Percepción local 14	0.00
Percepción local 15	0.00
Percepción local 16	0.00
Percepción local 17	0.00
Percepción local 18	0.00
Percepción local 19	0.00
Percepción local 20	0.00
Percepción local 21	0.00
Percepción local 22	0.00

Indicador	Valor Asignado
Percepción local 23	0.00
Percepción local 24	0.00
Percepción local 25	0.00
Promedio de la Percepción local	0.18

Fuente: elaboración propia.

3.2.4 Determinación del Grado de Vulnerabilidad Social

Finalmente, a la primera parte de la metodología se le dará un peso del 50%, ya que las condiciones de vida de la población determinarán en gran medida el grado de vulnerabilidad. A la capacidad de prevención y respuesta se le dará un peso del 25%. Por último, a la percepción local de riesgo de la población se le dará un valor del 25%.

El número final para la medición de la vulnerabilidad social se obtiene de la siguiente manera:

$$GVS = (R1 * .50) + (R2 * .25) + (R3 * .25)$$

Donde:

- GVS = Es el grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres
- R1 = Resultado de los indicadores socioeconómicos
- R2 = Resultado de capacidad de prevención y respuesta
- R3 = Resultado de percepción local de riesgo

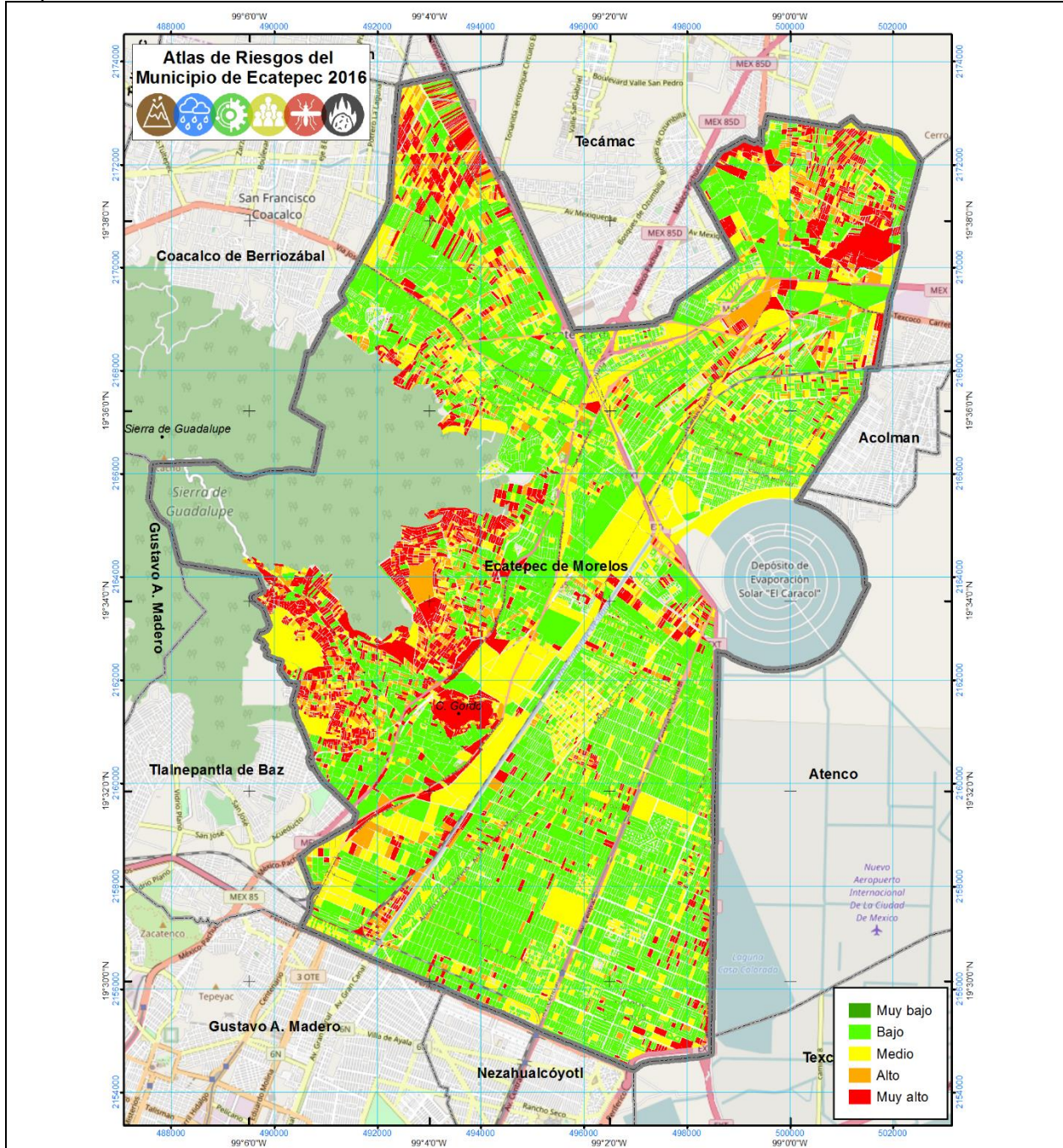
Finalmente, el número que se obtiene de la operación anterior representa el grado de vulnerabilidad de una población, el cual incluye tanto a las condiciones socio - económicas, como a la capacidad de prevención y respuesta de la misma ante un desastre y la percepción local del riesgo. Los rangos para la medición de la vulnerabilidad social van de 0 a 1, donde 0 representa el grado más bajo de vulnerabilidad social y 1 representa el valor más alto de la misma. Se establecen de la siguiente manera:

Tabla 3.69 Rangos de vulnerabilidad social

Valor Final	Grado de Vulnerabilidad Social Asociada a Desastres
De 0 a .20	Muy Bajo
De .21 a .40	Bajo
De .41 a .60	Medio
De .61 a .80	Alto
Más de .80	Muy Alto

Fuente: CENAPRED

Mapa 3.1 Vulnerabilidad social



Fuente: elaboración propia.

Este número final representa el grado de vulnerabilidad social de una población, que en el caso del Municipio de Ecatepec es en general **Muy Baja**, aunque en ciertas zonas, el grado puede aumentar.

Tabla 3.70 Grado de vulnerabilidad social en el Municipio de Ecatepec

Indicador	Valor Asignado
Resultado de los indicadores socioeconómicos	0.06
Resultado de la capacidad de prevención y respuesta	0.02
Resultado de la Percepción local	0.05
Valor de Vulnerabilidad Social asociada a desastres	0.12
Grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres	Muy bajo

Fuente: elaboración propia.

3.1 Vulnerabilidad física

3.1.1 Vulnerabilidad física a sismo

Se estableció un parámetro para estimar los posibles daños esperados en el Municipio de Ecatepec, definido como índice de vulnerabilidad sísmica I_{sb} , y que se interpreta como el nivel de susceptibilidad de las viviendas a sufrir un daño en un escenario por un determinado coeficiente sísmico. Los datos se pasaron de intensidad sísmica a coeficiente sísmico para hacer más práctico su manejo y se estableció una variación discreta para hacerla corresponder a la zona sísmica B (a la que pertenece del municipio según la CFE).

Para la elaboración del presente análisis, se tomó como base la metodología de Ramírez de Alba, Pichardo-Lewenstein, Arzate-Cruz (2007) que propusieron un criterio para establecer la vulnerabilidad básica en términos del costo de reparación de las estructuras dañadas, enfocado a la aplicación por municipios en zonas de riesgo y compañías de seguros.

El índice de susceptibilidad de daños por sismo se define de acuerdo a la ecuación 1.

$$I_{sd} = V_b * T_e * E \quad (1)$$

Donde

I_{sd} = Índice de susceptibilidad a daños por sismo

V_b = vulnerabilidad básica

T_e = factor de terreno blando

E = factor de tipología estructural y calidad de construcción

3.1.1.1 Cálculo de la vulnerabilidad básica (V_b)

Con el primer criterio, se pudo observar que para las intensidades más altas de IX en escala Mercalli modificada, se tiene un porcentaje de daños entre 15% y 65%; para intensidades moderadas de VIII entre 10% y 35%; y para intensidades relativamente bajas de VI se tiene entre 1% y 1.5% de estructuras dañadas. Para establecer el daño probable en función del coeficiente sísmico c , primero se recurre a relaciones que se han propuesto entre intensidad y aceleración, de esta manera la intensidad IX se relaciona con $500\text{cm}/\text{seg}^2$; la intensidad de VIII con $350\text{cm}/\text{seg}^2$ y la de VI con $60\text{cm}/\text{seg}^2$. En este caso, el coeficiente sísmico corresponde a las aceleraciones del suelo, que para la zona B, la aceleración de respuesta es 3.5 veces la del suelo, esto por la forma de espectro de diseño, o sea, $c = 0.21$.

Para valores de c menores de 0.21 no se tienen datos por lo que se optó por un criterio simple (menor intensidad menor daño), es decir una recta que pasa por el origen hasta el valor correspondiente a 0.21 que es de 0.010 (zona B donde generalmente se manifiestan daños por sismos intensos ocurridos en zonas vecinas). De esta manera, se realizó la ecuación 2.

$$V_b = 0.0476c \quad (2)$$

$$c = 0.21$$

$$V_b = 0.0476 \cdot 0.21 = 0.009996$$

3.1.1.2 Cálculo del factor de terreno blando (T_e)

El factor de terreno blando, T_e , se calcula con datos geológicos y topográficos, depende del coeficiente sísmico y de una variable que permita estimar si se pueden presentar amplificaciones de los efectos sísmicos debidos a las características del subsuelo, que se denomina T_b . La fórmula empleada por el método es la ecuación 3.

$$T_e = (1.67c + 1.37) \cdot T_b + 1 \quad (3)$$

Para obtener el coeficiente sísmico, c , (terreno duro) se recurrió a lo propuesto en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, o sea, 0.14 para la zona B.

La relación T_B se define como el área de terreno con posibilidades de incrementar los efectos sísmicos al área total. El tabulado de valores propuesto por el método se enlista a continuación:

Tabla 3.71 Variables sísmicas del Terreno según su topografía

Características del terreno	T_b
Predominio de terrenos altos con valles aluviales antiguos, topografía uniforme.	0.00
Predominio de terrenos aluviales con escasos depósitos de arcilla. O bien depósitos de arcilla consolidados con topografía uniforme.	0.25
Predominio de terrenos aluviales con depósitos significativos de arcilla no consolidados y topografía accidentada.	0.50
Predominio de terrenos aluviales poco consolidados, con zonas significativas cercanas a lechos de ríos o grandes áreas urbanas sobre depósito de arena.	0.75
Predominio de terrenos cerca de costas, lechos de ríos o rellenos sobre antiguos lagos o bien terrenos muy escarpados con propensión a movimiento de taludes.	1.00

Fuente: Ramírez de Alba (2007)

En el caso del Municipio de Ecatepec, y de acuerdo a la cartografía topográfica, de pendientes y geológica, el territorio en su totalidad corresponde a la zona con "Predominio de terrenos aluviales con escasos depósitos de arcilla. O bien depósitos de arcilla consolidados con topografía uniforme", por lo que $T_b = 0.25$

Continuando con la ecuación 3:

$$T_e = (1.67c + 1.37) * T_b + 1$$

$$c = 0.14$$

$$T_b = 0.75$$

$$T_e = ((1.67 * 0.14) + 1.37) * (0.75 + 1) = 2.80$$

3.1.1.3 Cálculo del factor por tipología estructural y calidad de construcción (E)

Para el cálculo del factor por tipología estructural y calidad de construcción, E, se los autores propusieron un criterio empírico, tomando la forma de un factor de amplificación o de reducción según el caso, de acuerdo a la ecuación 4.

$$E = p^x / 1 - p \quad (4)$$

El valor **p**, se define como la relación del número de edificaciones con posible comportamiento insatisfactorio al total de construcciones. Una forma de calcular este valor es a partir de los datos del censo población y vivienda, que consignan tipologías estructurales y construcciones hechas con materiales precarios. En este caso, el municipio embona dentro de la categoría “Predominio de estructuras de mampostería reforzada, concreto reforzado y acero estructural, no más de 10% de estructuras con muros de adobe o mampostería no reforzada”.

Para el índice de calidad de construcción, **x**, se utiliza los valores tabulados en la tabla de características de la construcción, los cuales en el caso de la zona de estudio corresponde a: “Calidad de construcción variable tendiendo a la baja, materiales que no son sometidos a controles estrictos, propensión a la modificación y ampliación de estructuras, poca cultura del mantenimiento”, como un promedio general.

Tabla 3.72 Variables de daño sísmico de las estructuras según los materiales de construcción

Tipo de estructuras	p
Predominio de estructuras de mampostería reforzada, concreto reforzado y acero estructural, no más de 10% de estructuras con muros de adobe o materiales precarios.	0.1
Igual que el anterior pero con más de 10% de estructuras con muros de adobe o mampostería no reforzada	0.2
Casi igual cantidad de estructuras de mampostería reforzada y concreto reforzado respecto a los de adobes y mampostería sin refuerzo.	0.3
Localidades donde exista predominio de las estructuras cuyos muros sean de adobe, mampostería no reforzada o de materiales precarios.	0.5

Fuente: Ramírez de Alba (2007)

Tabla 3.73 Variables sísmicas de los asentamientos según su tipología constructiva

Características de la construcción	x
Regiones con reconocida tradición constructiva, uso de materiales controlados y mantenimiento oportuno de las construcciones	1.0
Regiones con calidad de construcción normal, materiales de calidad regular y acciones de mantenimiento generales	0.7
Calidad de construcción variable tendiendo a la baja, materiales que no son sometidos a controles estrictos, propensión a la modificación y ampliación de estructuras, poca cultura del mantenimiento.	0.5

Características de la construcción	x
Calidad de construcción muy baja, materiales de construcción de baja resistencia y poca durabilidad, poca cultura de mantenimiento.	0.3
Calidad de construcción excepcionalmente baja, material es precarios y nula atención al mantenimiento.	0.1

Fuente: Ramírez de Alba (2007)

Volviendo a la ecuación 4:

$$E = p^x / 1 - p$$

$$p = 0.1$$

$$x = 0.5$$

$$E = 0.1^{0.5} / 1 - 0.1 = 0.35136418$$

Aplicando valores en la ecuación 1

$$I_{sd} = V_b * T_e * E$$

$$V_b = 0.009996$$

$$T_e = 2.80$$

$$E = 0.35136418$$

$$I_{sd} = 0.009996 * 2.80 * 0.35136418 = 0.007024473$$

Determinación de vulnerabilidad: **baja** en promedio para el Municipio de Ecatepec.

Tabla 3.74 Rangos de vulnerabilidad sísmica de las viviendas según los resultados obtenidos del I_{sd} .

Vulnerabilidad	I_{sd} Rango de valores
Baja	0.0002700 - 0.0793775
Media	0.0793775 - 0.1584800
Alta	0.1584800 - 0.2375920
Muy alta	0.2375920 - 0.3167000

Fuente: Ramírez de Alba (2007)

3.1.2 Vulnerabilidad física a inundación

La identificación de vulnerabilidad por inundación, permite estimar el grado de exposición a partir de la ubicación de las casas y propiedades de los habitantes respecto a la cercanía del arroyo y de las características de las viviendas. La medición de la vulnerabilidad por inundaciones que se manejará en este texto se refiere solamente a los bienes que tiene la población dentro de sus viviendas, conocida como “menaje” o “enseres”.

El conocimiento de los materiales de construcción es importante para cuantificar la vulnerabilidad de una vivienda. Las viviendas podrán clasificarse en cinco niveles de acuerdo con el material y tipo de construcción, para poder inferir su capacidad de respuesta ante una inundación. Para estimar las funciones de vulnerabilidad para cada tipo de vivienda se usa una serie de configuraciones de muebles y enseres menores; posteriormente se lleva a cabo una cuantificación del porcentaje de los daños ocasionados en cada caso, en función del nivel que alcance el agua que entra en la casa. El tipo de vivienda, que tiene valores de I a V, puede verse en la siguiente tabla.

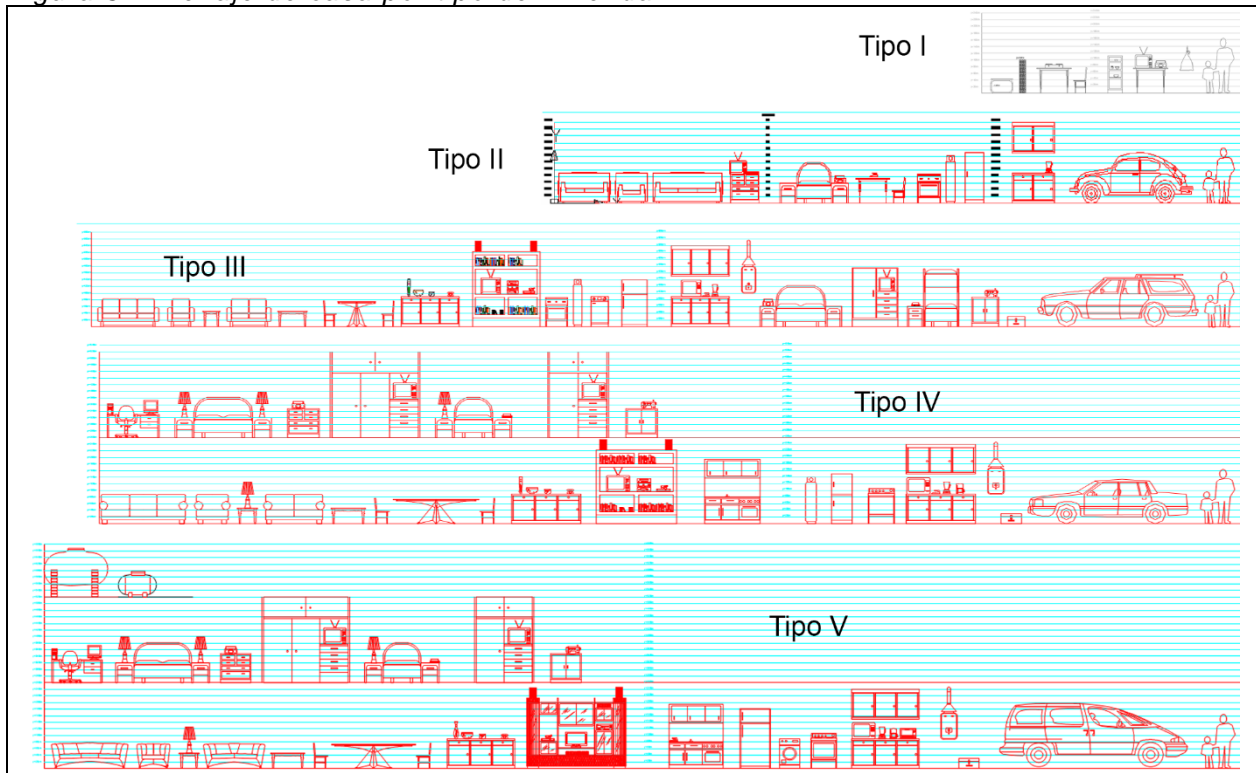
Tabla 3.75 Índice de vulnerabilidad a inundaciones en función del tipo de vivienda.

Tipo de vivienda	Índice de vulnerabilidad	Características	Costo del menaje
I	Muy Alto	Este tipo corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. Asimismo, el menaje es el mínimo indispensable.	\$12,500.00
II	Alto	Hogares de clase baja, la vivienda puede ser de autoconstrucción o viviendas construidas con materiales de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Con respecto al menaje, las diferentes habitaciones cuentan con sus muebles propios y están más o menos definidas.	\$50,000.00
III	Medio	Hogares de clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales. El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones, como en el anterior nivel; sin embargo, se consideran de mayor calidad y por lo tanto un mayor costo.	\$150,500.00
IV	Bajo	Clase media, vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje que se ha seleccionado corresponde con el de una casa típica de una	\$300,000.00

Tipo de vivienda	Índice de vulnerabilidad	Características	Costo del menaje
V	Muy Bajo	familia de profesionistas que ejercen su carrera y viven sin complicaciones económicas. Tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de comodidad.	\$450,000.00

Fuente: CENAPRED.

Figura 3.1 Menaje de casa por tipo de vivienda.

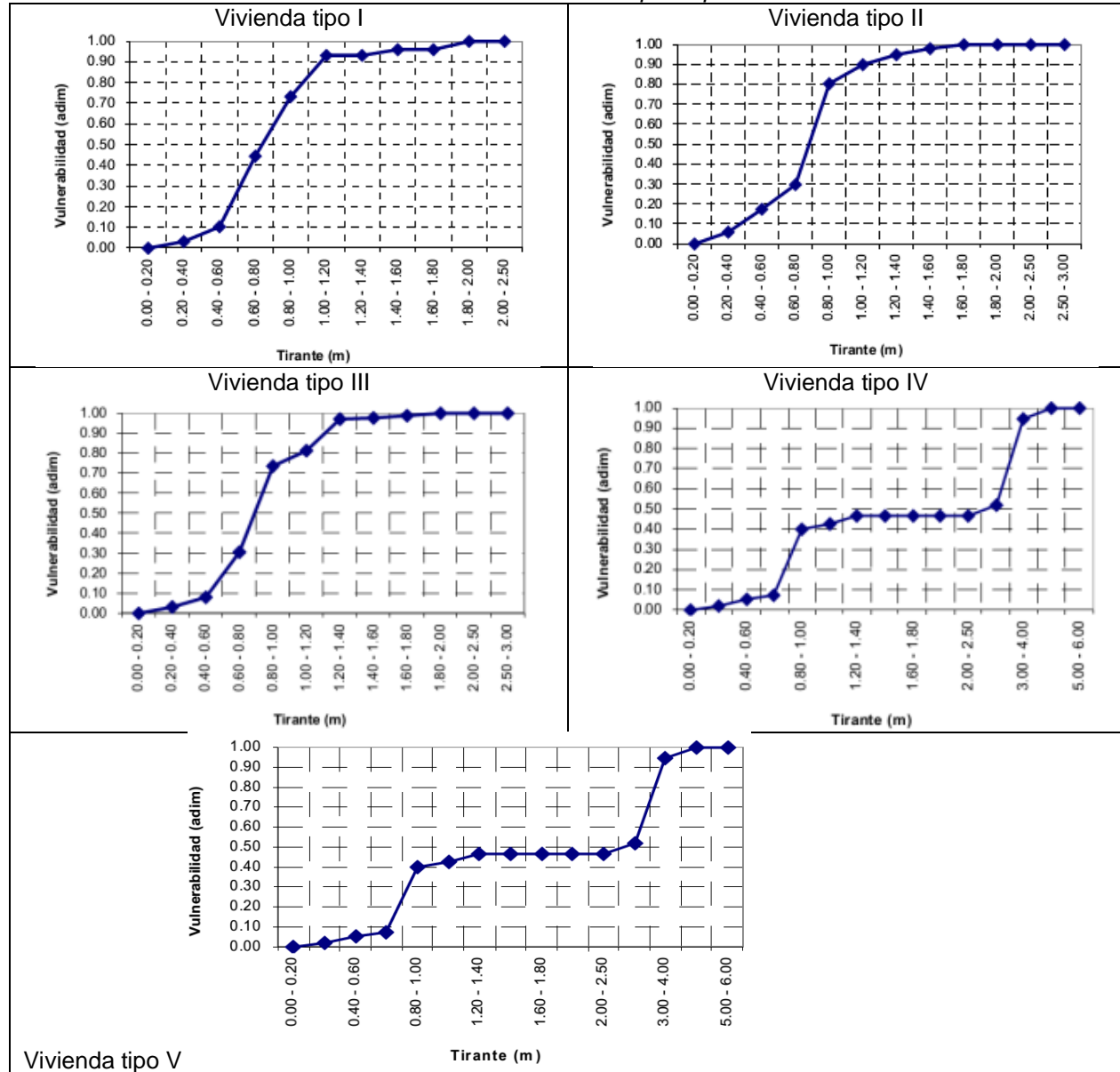


Fuente: CENAPRED.

Adicionalmente se presenta la función de vulnerabilidad correspondiente a cada caso, según sea el tipo de vivienda al que se haga referencia. Para cada caso se presenta sobre el eje de las

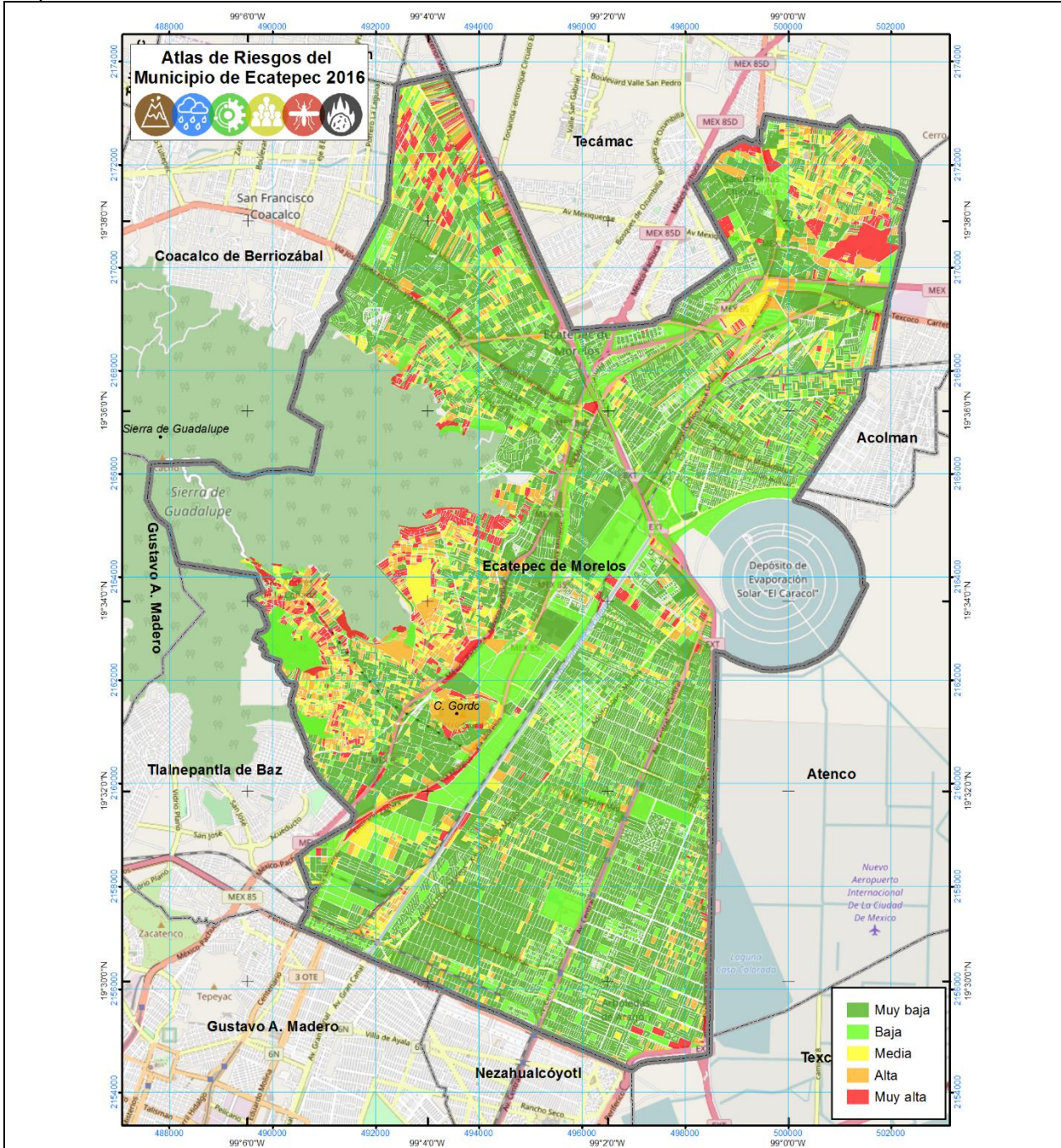
abscisas (x) el nivel alcanzado por el agua (tirante), en metros, mientras que en el eje de las ordenadas (y) el valor corresponde al porcentaje de daños esperados en la vivienda.

Gráfica 3.1 Función de vulnerabilidad a inundación por tipo de vivienda.



Fuente: CENAPRED.

Mapa 3.2 Vulnerabilidad física



Fuente: elaboración propia.

Capítulo 4 Fenómenos Geológicos

Aquellos fenómenos en los que intervienen la dinámica y los materiales del interior de la Tierra o de la superficie de ésta son denominados fenómenos geológicos, los cuales, para nuestros fines, pueden clasificarse de la siguiente manera: sismicidad, vulcanismo, y procesos de remoción en masa. Estos fenómenos han estado presentes a lo largo de toda la historia geológica del planeta y, por tanto, seguirán presentándose obedeciendo a patrones de ocurrencia similares. La sismicidad y el vulcanismo son consecuencia de la movilidad y de las altas temperaturas de los materiales en las capas intermedias de la Tierra, así como de la interacción de las placas tectónicas. Otros fenómenos geológicos son propios de la superficie terrestre y son debidos esencialmente a la acción del intemperismo y la fuerza de gravedad, teniendo a ésta como factor determinante para la movilización masiva, ya sea de manera lenta o repentina, de masas de roca o sedimentos con poca cohesión en pendientes pronunciadas. En ocasiones estos se presentan como deslizamientos o colapsos también que también pueden ser provocados por sismos intensos.

El Municipio de Ecatepec hasta el momento se ha visto afectado por algunos fenómenos geológicos de carácter destructivo, como lo son los procesos de remoción en masa y los hundimientos y subsidencia. Adicionalmente, la dinámica geológica se puede expresar de un momento a otro, por lo que estar preparados es de vital importancia para una sociedad. En las siguientes páginas se presentan los análisis de cada uno de los fenómenos mencionados, considerando lo sucedido en el pasado y estimando posibles escenarios futuros.

4.1 Erupciones volcánicas

El vulcanismo es un conjunto de fenómenos geológicos resultantes de la expulsión de materiales desde la corteza terrestre a la superficie, debido a la presión y posterior liberación por medio de fisuras en las rocas. Los fenómenos asociados a vulcanismo abarcan desde fluidos de lava, hasta caída de ceniza, incluyendo flujos piroclásticos, caída de materiales como tefra y bombas, lahares, y deslizamientos, por mencionar sólo los más representativos.

El Municipio de Ecatepec se encuentra en el campo volcánico del Eje Neovolcánico Transversal, por lo que el territorio municipal es susceptible a la aparición de nuevos volcanes, o a la erupción de los volcanes activos cercanos. Sin embargo, no es posible determinar mediante ningún método, la aparición de un nuevo volcán en una zona geográfica dada, ni predecir un evento eruptivo de un volcán activo. Por otro lado, antes de una erupción, los volcanes presentan disturbios precursores que si se detectan y analizan a tiempo permiten anticiparse a las

erupciones y prevenir a las comunidades en riesgo implementando planes de emergencia y medidas de mitigación.

Para la elaboración del mapa de peligro volcánico del Municipio de Ecatepec, se siguió la metodología del CENAPRED, que en resumen consiste en lo siguiente:

1. Identificación de volcanes activos a menos de 100 km de la zona de interés
2. Reconstrucción del comportamiento eruptivo de los volcanes detectados
3. Determinar las amenazas volcánicas, e identificar si afectan el área de interés

Se detectaron tres volcanes activos a menos de 100 Km de distancia del Municipio de Ecatepec, los cuales son el Nevado de Toluca, Popocatepetl y el Xocotépetl. De los tres volcanes activos a menos de 100 km de distancia se realizó una investigación documental para obtener los registros relacionados con peligros. Los resultados se presentan a continuación.

4.1.1 Peligro por vulcanismo

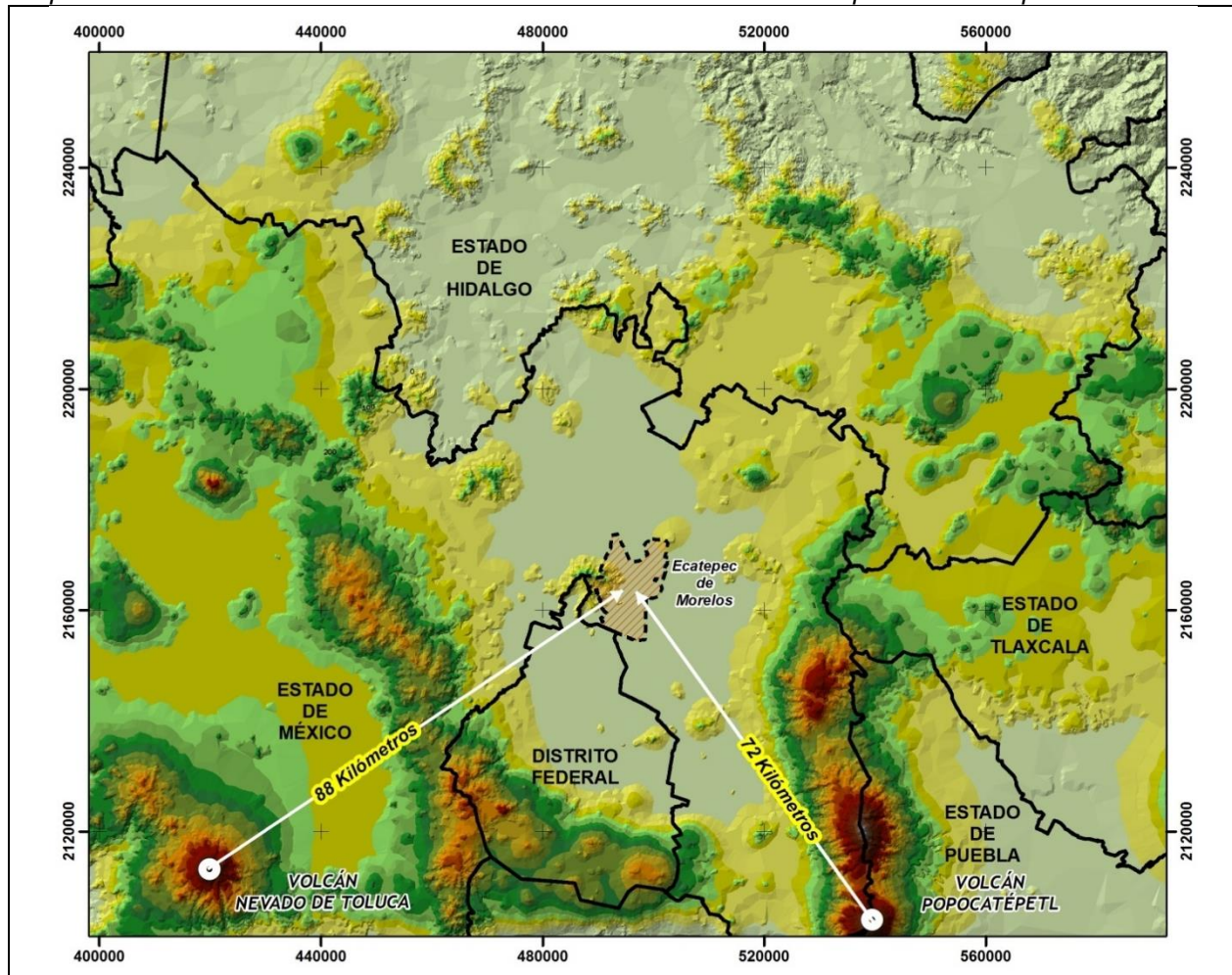
Ecatepec de Morelos no tiene aparatos volcánicos activos. Tanto la Sierra de Guadalupe como la Sierra de Chiconautla se encuentran “inactivas”, por lo cual el nivel de riesgo volcánico es bajo, pero se tiene la influencia de caída de ceniza del volcán Popocatepetl, localizado a una distancia de 72 kilómetros. Otro aparato volcánico activo cercano es el Nevado de Toluca, ubicado a una distancia aproximada de 88 kilómetros. A continuación, se describen cada una de estas estructuras volcánicas estableciéndose sus características y aspectos vulcanológicos particulares. Se hace mayor hincapié en el Popocatepetl debido a la cercanía con el Municipio y por sus periodos de recurrencia.

4.1.1.1 Nevado de Toluca

El Nevado de Toluca (NT), es un estratovolcán con una altitud de 4680 msnm, constituido por un cráter principal alargado E-O, flujos de lava y depósitos piroclásticos que rodean al volcán en todas direcciones. El resto de las estructuras volcánicas que integran al NT y sus alrededores (domos, flujos de lava y conos), los cuales abarcan un área de aproximadamente 1,200 km², y la mayoría están cubiertos por diversos procesos eruptivos, tectónicos y glaciales que han acontecido en el lugar; depósitos piroclásticos de pómez y ceniza que fueron emitidos por el volcán durante erupciones de tipo explosivo. El volcán Nevado de Toluca se encuentra a 88 km de Ecatepec, a lo largo de su historia geológica ha tenido erupciones violentas acompañadas de flujos piroclásticos, lahares, avalanchas, caída de cenizas y pómez. Es de categoría 1 dentro de la clasificación de volcanes cuaternarios del CENAPRED, así como de peligrosidad intermedia. Durante los últimos 50,000 años, este volcán ha presentado al menos ocho erupciones vesubianas, cuatro plinianas, una ultraplíniana, y tres erupciones acompañadas de la destrucción

de domos. Además, en los últimos 100,000 años han presentado dos avalanchas de escombros. El volcán Nevado de Toluca se ha caracterizado por erupciones muy explosivas con períodos largos de descanso. El Instituto de Geofísica de la UNAM, determinó con base en el estudio de los productos eruptivos emitidos por el Nevado de Toluca, que los flujos piroclásticos representan el peligro volcánico más importante, por su frecuencia y por el área que han cubierto en las erupciones pasadas. Después están los lahares, seguidos por la caída de cenizas y finalmente las avalanchas de escombros. Mediante un análisis que se plasmó en cartografía de riesgos, se determinó que ningún evento eruptivo podría afectar más allá del Valle de Toluca, por lo que se descarta totalmente una afectación al Municipio de Ecatepec en caso de un evento eruptivo, es decir, el peligro que representa para el territorio de Ecatepec es nulo.

Mapa 4.1 Localización de Volcanes Activos cercanos al Municipio de Ecatepec de Morelos.



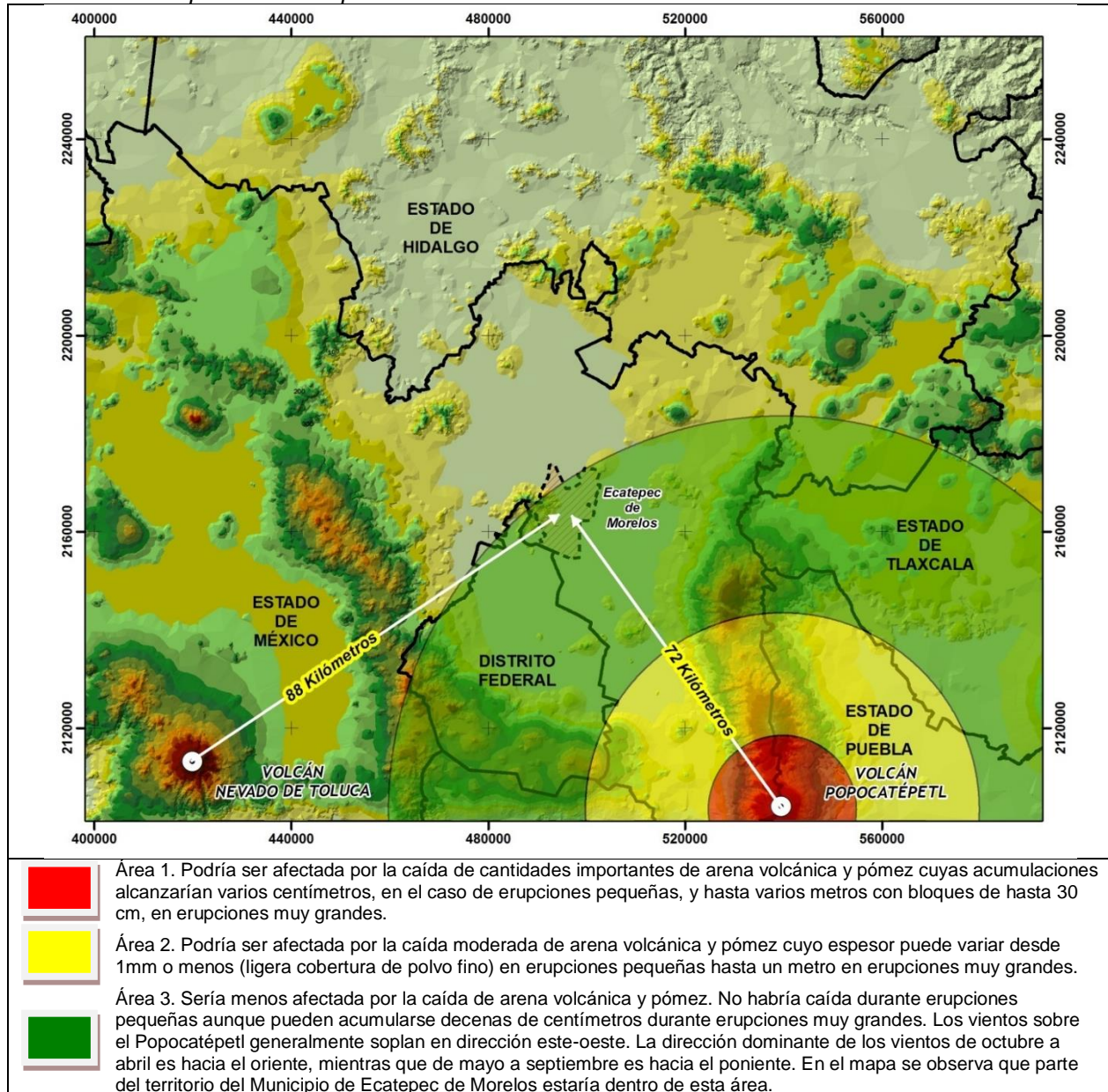
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2 Popocatépetl

El Popocatépetl es un estratovolcán andesítico-dacítico ubicado en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano, en el extremo meridional de la Sierra Nevada y cubre un área de 600 km², con una altitud de 5452 msnm. El Popocatépetl ha presentado erupciones del tipo St. Helens o Bezymiany a lo largo de su historia eruptiva. Algunas se han desarrollado como colapsos sectoriales preferentemente hacia el sector sur del edificio actual. La última erupción de este tipo ocurrió hace 23,000 años, edad que se puede asignar al actual edificio volcánico. Hace 14,000 años ocurrió una erupción freatomagmática proveniente de uno de los flancos, del sector noroeste conocido ahora como barranca Nexpayantla. Los depósitos de caída se dirigieron hacia el noroeste, menciona también que detectaron material de caída producto de esta erupción en varias zonas de la Cuenca de México, por ejemplo: en Nonoalco 5 cm; en Tláhuac 20 cm de espesor; y, en Xico 30cm. Hubo otras erupciones Plinianas hace alrededor de 11,000, 9,000 y 7,000 años antes de nuestra era. Las últimas tres erupciones Plinianas ocurrieron entre los años 3195 y 2830 A.C., 800 y 215 A.C. y 695 y 1095 D.C., lo cual significa que con toda certeza existían asentamientos humanos en la zona central de México en estas últimas tres erupciones. Para identificar qué tipo de materiales volcánicos son los que afectarían al municipio, se revisó el mapa de peligros volcánicos del Volcán Popocatépetl, realizado por el Instituto de Geofísica de la UNAM en el año de 1995, considerando la extensión máxima de los depósitos originados por erupciones volcánicas pasadas que se clasificaron en tres diferentes magnitudes. Los límites entre las tres áreas indicadas en el mapa fueron trazados con base en el alcance máximo de los productos originados por estas erupciones y en las distancias máximas de los flujos modelados por computadora. Además, el borde de cada área fue incrementado en varios kilómetros como margen de seguridad. El mapa siguiente muestra tres diferentes áreas: 1, 2 y 3 de acuerdo con su peligrosidad. Las tonalidades de dichas áreas tienen como propósito mostrar que el mayor riesgo se encuentra hacia la cima del volcán. Cada zona incluye todo tipo de peligro volcánico asociado respectivamente a erupciones volcánicas grandes, medianas y pequeñas. El área 1 siendo la más cercana a la cima del volcán, es la que representa un mayor peligro porque es la más frecuentemente afectada por erupciones. Independientemente de su magnitud, esta área encierra peligros tales como flujos de material volcánico a altas temperaturas que descienden del volcán a velocidades extremadamente altas (100 – 400 Km/h) y flujos de lodo y rocas que se mueven siguiendo los cauces existentes a velocidades menores < 100 km/h). En esta área han ocurrido 2 eventos o erupciones importantes cada mil años en promedio. El área 2 representa un peligro menor que el área 1 debido a que es afectada por erupciones con menor frecuencia. Sin embargo, las erupciones que han alcanzado a esta área producen un grado de peligro similar al del área 1. La frecuencia con que ocurren eventos volcánicos que afectan a ésta área es de 10 veces cada 15, 000 años en promedio. El área 3 abarca una zona que ha sido afectada en el pasado por erupciones extraordinariamente grandes. Erupciones de tal magnitud son relativamente raras por lo que el peligro dentro de estas áreas es menor en relación con el de las áreas 1 y 2, más cercanas al volcán. Los tipos de peligros en el área 3 son esencialmente los mismos que los de las otras áreas. En los últimos 40,000 años, han ocurrido 10 erupciones de este tipo. El mapa también muestra dos recuadros. Uno de ellos señala los límites máximos de

Fuente: Macías et al., 1995

Mapa 4.3 Área de influencia de Caída de Materiales Volcánicas del Volcán Popocatepetl hacia el Municipio de Ecatepec

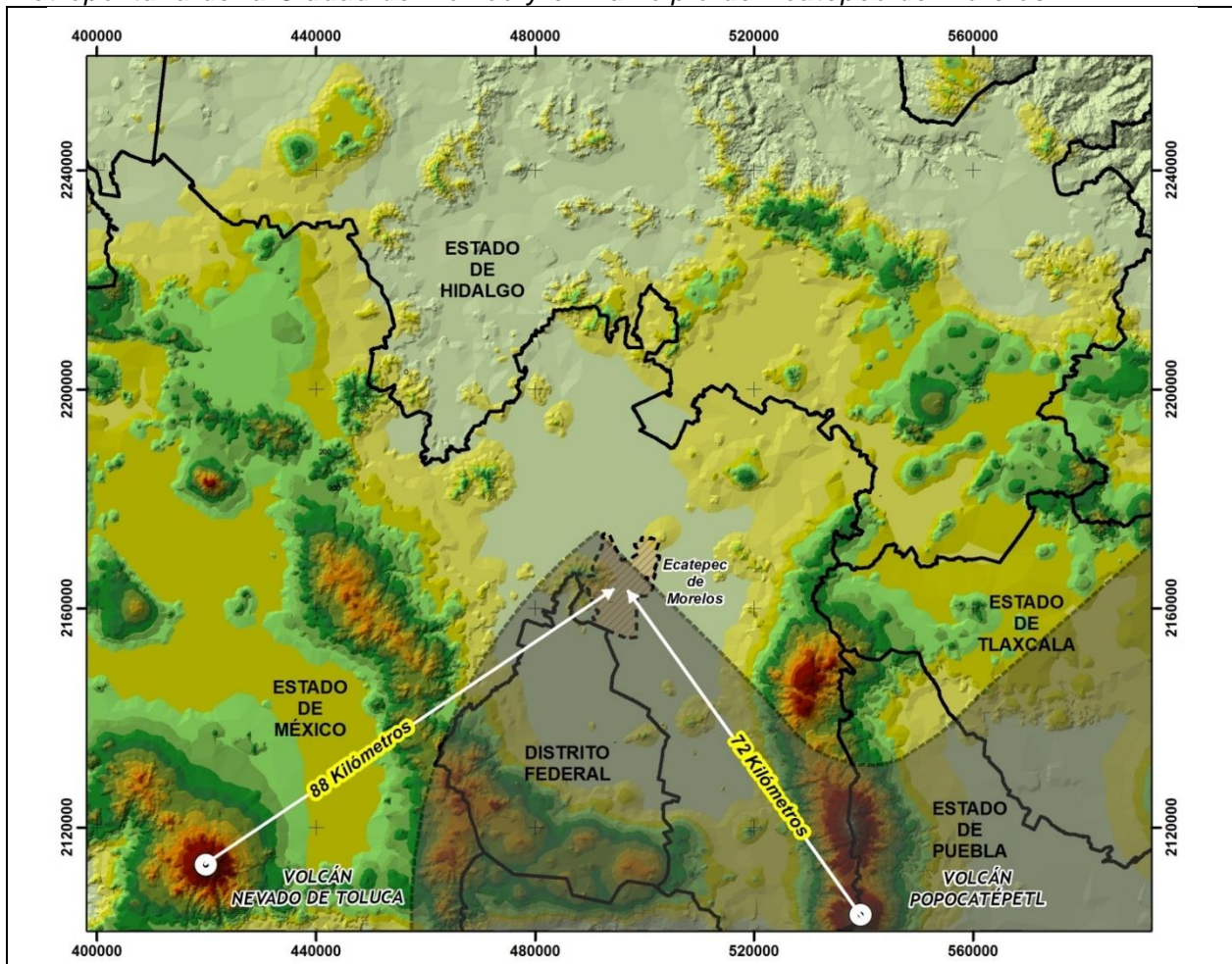


Fuente: Macías et al., 1995.

En caso de una erupción del Popocatepetl, el peligro directo para Ecatepec sería la Caída o lluvia de material volcánico, la cual es peligrosa especialmente si el peso del depósito excede la resistencia de los techos de las casas, ya que ello puede ocasionar que se colapsen. En algunos casos, la acumulación de más de 10 centímetros de material puede producir el derrumbe del techo, sobre todo si el material se encuentra húmedo.

Además, el Municipio de Ecatepec se encontraría afectado por la caída de Ceniza Volcánica, cuyos espesores serían variables. La siguiente figura muestra que en este escenario gran parte del municipio se vería afectado.

Mapa 4.4 Área de influencia de Ceniza Volcánica del Volcán Popocatepetl hacia la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y el Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Macías et al., 1995

4.1.1.3 Xocotépetl

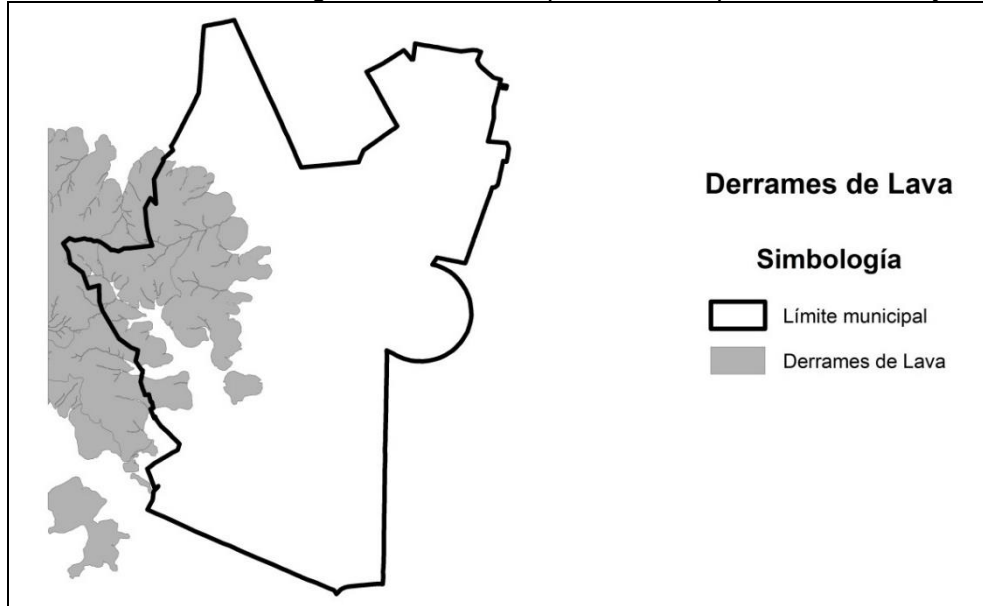
El Volcán Xocotépetl (también conocido como Jocotitlán) se encuentra a 75km de la cabecera municipal de Ecatepec, tiene una elevación de 3,920 msnm y forma parte del grupo de volcanes activos del Eje Neovolcánico Transversal. El Xocotépetl es un estratovolcán que ha presentado, al menos, dos episodios eruptivos ocurridos en los últimos 10 mil años. El más reciente sucedió hace menos de mil años, se estima que pudo haber ocurrido entre 1100 y 1300 d.C. Es de categoría 2 dentro de la clasificación de volcanes cuaternarios del CENAPRED, así como de peligrosidad intermedia. Se estima que en caso de que este volcán presentara un nuevo evento eruptivo, los flujos de lava, flujos piroclásticos, lahares y deslizamientos no afectarían al Municipio de Ecatepec debido al sistema de sierras que separan el Valle de México con el Valle de Toluca. Con base en lo anterior, y debido a que este volcán no ha presentado actividad en los últimos 900 años, se estima que el peligro que representa para el Municipio de Ecatepec es nulo.

4.1.1.4 Derrames de Lava y Flujos Piroclásticos antiguos

Adicionalmente, se realizó la interpretación cartográfica que muestra la ubicación y extensión de los derrames lávicos que se encuentran dentro del Municipio de Ecatepec de Morelos y sus alrededores. Ésta delimitación es importante para definir áreas propensas a la erosión, la cual es un factor para que un proceso de remoción en masa se presente en un determinado lugar. Para ello se delimitaron unidades volcánicas en función a sus características morfológicas a partir de las curvas de nivel y de imágenes de satélite con el trazo de polígonos que representan la morfología de los derrames lávicos, a través de la interpretación de imágenes de satélite para el trazado de polígonos que representan los derrames lávicos de la zona, así como la identificación de la morfología de los derrames lávicos a partir de la interpretación de las curvas de nivel.

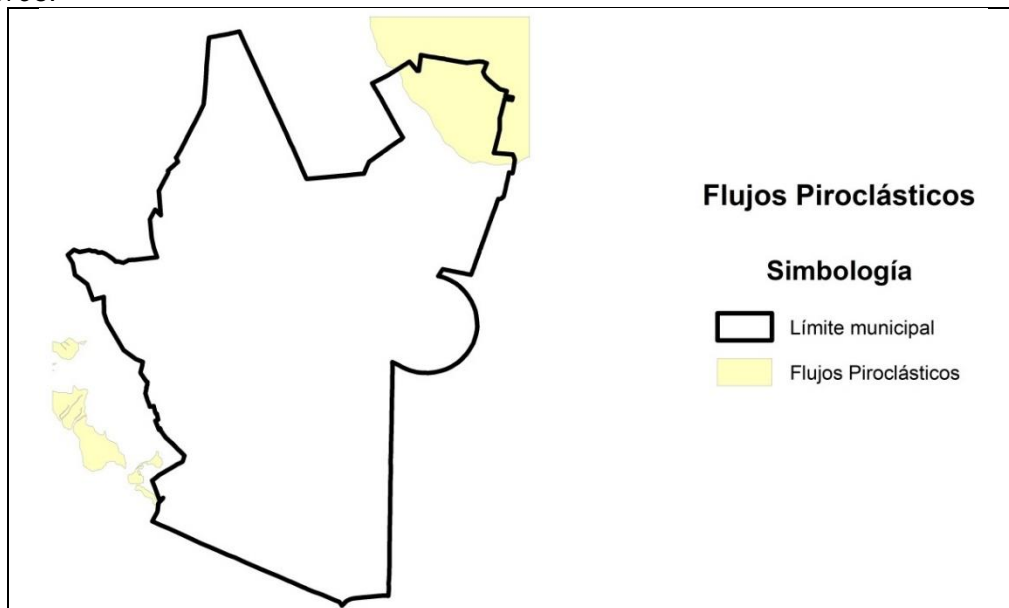
Por otro lado, se identificó la ubicación y extensión de los flujos piroclásticos que se encuentran dentro del Municipio de Ecatepec de Morelos y zonas aledañas. Esta delimitación de los depósitos piroclásticos sirven para definir la extensión y cobertura de estos materiales además sirve como herramienta para delimitar zonas que son propensas a la erosión, además como un elemento importante para la determinación de áreas que pueden estar propensas a los procesos de remoción en masa. Se delimitaron unidades volcánicas en función a sus características morfológicas y su composición. A partir de las curvas de nivel e imágenes de satélite se trazó la morfología de los depósitos volcánicos (flujos piroclásticos). Para el caso del Municipio de Ecatepec de Morelos se ubicó una secuencia con orientación NW-SE.

Mapa 4.5 Derrames de Lava antiguos en el Municipio de Ecatepec de Morelos y alrededores.



Fuente: Carlos Valerio, 2004.

Mapa 4.6 Flujos piroclásticos antiguos en el Municipio de Ecatepec de Morelos y alrededores.



Fuente: Carlos Valerio, 2004.

4.1.2 Vulnerabilidad y riesgo por vulcanismo

La vulnerabilidad a fenómenos volcánicos para el Municipio de Ecatepec es Alta, debido a que la economía y rutas generales de abastecimiento de alimentos, agua y energéticos están interconectadas con la Ciudad de México. Un evento al que toda la ciudad incluyendo el área metropolitana, podría dañar la economía, es el cierre del Aeropuerto Benito Juárez por un fenómeno de exhalación de cenizas. De igual manera, los sistemas primarios hidráulicos, de transporte y hospitales podrían dejar de funcionar adecuadamente, afectando a toda la población de la cuenca del Valle de México. Es con base a lo anterior, que se estimó la vulnerabilidad como Alta para este municipio.

Para el Municipio de Ecatepec, se estima que el riesgo por vulcanismo es **Medio**, debido a las siguientes consideraciones:

- Alta vulnerabilidad a los fenómenos volcánicos debido una posible afectación a las actividades económicas (por ej., un eventual cierre del aeropuerto de la Ciudad de México).
- Peligro moderado debido a la actividad reciente del Volcán Popocatepetl.

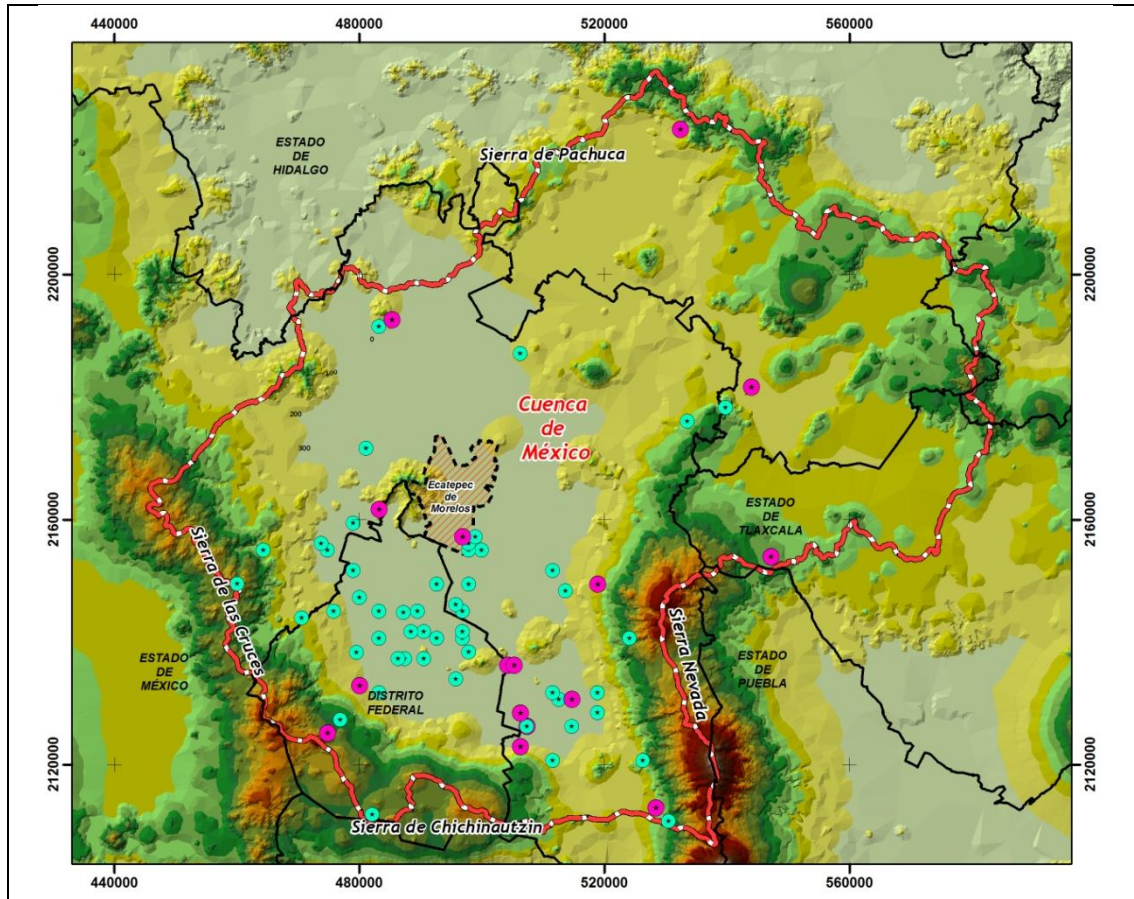
4.2 Sismos

Un sismo o temblor es una sacudida del terreno que se produce debido a una súbita liberación de energía por reacomodos de materiales de la corteza terrestre que superan el estado de equilibrio mecánico. La litosfera está dividida en varias placas, cuya velocidad de desplazamiento es del orden de varios centímetros por año. En los límites entre placas, donde éstas hacen contacto, se generan fuerzas de fricción que impiden el desplazamiento de una respecto de la otra, generándose grandes esfuerzos en el material que las constituye. Si dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de la roca, ocurre una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada. Desde el foco (o hipocentro), ésta se irradia en forma de ondas sísmicas, a través del medio sólido de la Tierra en todas direcciones. El eje Neovolcánico Transversal, y por extensión el Municipio de Ecatepec, se encuentra afectado por la interacción de dos placas tectónicas.

Los sismos no pueden predecirse; no existe un procedimiento confiable que establezca con claridad la fecha y el sitio de su ocurrencia, así como el tamaño del evento. Sin embargo, los sismos se presentan en regiones bien definidas a nivel regional y se puede elaborar una estimación de las intensidades máximas esperadas, en función de los antecedentes históricos y la geología local. La sismicidad se refiere al grado de susceptibilidad de un área a presentar sismos, lo cual a su vez está asociado a ciertas condiciones geológicas, tales como posición con respecto a las márgenes de las placas geológicas.

Los sismos que se presentan dentro de la Cuenca de México provienen de dos sitios: el primero en las Costas del Pacífico y se deben a la subducción de la Placa de Cocos bajo la Norteamericana, y el segundo son los sismos intraplaca que se forman dentro del continente y son generados por fallas activas.

Mapa 4.7 Sismicidad en la Cuenca de México y su cercanía con el Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Servicio Sismológico Nacional.

La sismicidad es un factor importante tanto para los estudios de fracturamiento y hundimiento del subsuelo como para evaluar la estabilidad de un talud y/o ladera. En el primer caso se debe a que, en secuencias arcillosas que forman el subsuelo, parte de la energía que se propaga por este medio puede ganar amplitud y queda atrapada, generando que las vibraciones del sismo entren en periodo de resonancia, como fue el caso del temblor de 1985. Los sismos inducen

movimientos de todo tipo en las laderas y taludes (dependiendo de las características de los materiales presentes, de su intensidad, magnitud y distancia del epicentro) generando desde “graneo” y desprendimientos de bloques, hasta el deslizamiento de grandes masas de suelo o rocas, como flujos de tierra y avalanchas de roca.

Pueden activar algunos deslizamientos que se encontraban en condiciones cercanas al equilibrio límite. En los materiales finos y sueltos (areno-limosos), se pueden presentar problemas de licuación, donde al encontrarse en estado saturado, experimentan esfuerzos cortantes anómalos y rápidos por causa del sismo aumentando las presiones intersticiales (por falta de drenaje) hasta los valores de la presión total existente, anulándose prácticamente la presión efectiva y haciendo que los granos dejen de estar en contacto, desapareciendo la resistencia al corte y comportándose el material como un líquido. Esto llega a dar lugar a movimientos verticales y horizontales de su masa que se traducen en deslizamientos para el caso de laderas y taludes.

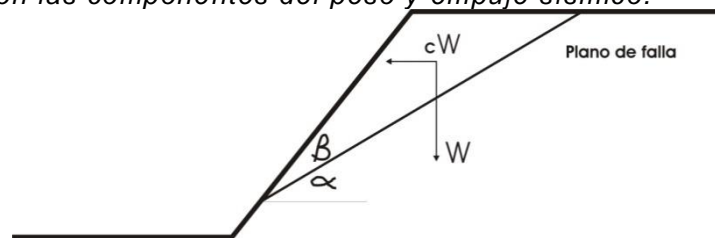
En el caso de los taludes inestables la influencia de la sismicidad se manifiesta como una fuerza que casi siempre se considera horizontal, actúa por periodos cortos y cambia de signo o sentido con una frecuencia que corresponde a la del sismo. Esto es un factor que se debe considerar para los análisis de taludes inestables.

La fuerza por sismo queda definida como:

$$F_s = cW$$

Donde W representa el peso del macizo sobre el cual se considera aplicado el empuje sísmico y la constante “ c ” corresponde a la proporción de la aceleración inducida por el sismo respecto a la gravedad (g).

Figura 4.1 Talud con las componentes del peso y empuje sísmico.



Fuente: CENAPRED.

El coeficiente c se obtiene de las cartas de regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) donde se presentan los valores de la aceleración horizontal máxima que puede ocurrir en un sitio y con un periodo de retorno dados.

4.2.1 Peligro por sismicidad

4.2.1.1 Sismicidad local

La Cuenca de México tiene una actividad sísmica local que se relaciona con la estructura geológica de la misma cuenca. Asimismo, existe actividad sísmica de baja magnitud y con focos a profundidades no mayores de 5 km asociada al cambio en el estado de esfuerzos como resultado de la filtración de agua a través de las fallas y fracturas. Se han detectado zonas de recurrencia sísmica dentro de la Cuenca de México, así como sus posibles periodos de retorno.

Tabla 4.1 Localidad, magnitud y año de recurrencia de sismos generados dentro de la Cuenca de México entre 1924 y 1955 y sus periodos de recurrencia.

Región	Latitud (°N)	Longitud (°W)	Año del evento (magnitud y profundidad)	Periodos de retorno (años)
Chapultepec	19,4	99,25	1924 (6 –ND)	57
			1981 (3,3-4 km)	
Cuautitlán	19,7	99,2	1961 (1-33km)	22
			1983 (2,4-10 km)	
Chichinautzin	19,33	99,21	1977 (<1-5 km)	14
			1991 (<1-5 km)	
Centro	19,37	99,07	1974 (<1-5 km)	<20
			1977 (<1-33 km)	
			1978 (4-33 km)	
			1994 (<1-5 km)	
Sierra de Guadalupe	19,56	99,45	1970 (4,4 -33 km)	7
			1978 (3-33 km)	
			1985 (4,2-10 km)	
			1991 (5,3-10 km)	

Fuente: Fausto M, 2002

Se aprecia que la región de la Sierra de Guadalupe (donde se encuentra una parte del Municipio de Ecatepec) es la que tiene mayor recurrencia, con intervalos cortos de tiempo: 7 años. Los sismos que se generan en esta región destacan por su intensidad, de hasta M=5.3 grados Richter. Además, se identificaron 3 epicentros en el periodo (1998-2013) en la zona del Municipio, cuya intensidad fue de baja a muy baja, de acuerdo con los datos del Servicio Sismológico Nacional.

4.2.1.2 Zonificación Sísmica

El peligro más notable que para Ecatepec representaría la actividad sísmica en la costa del Pacífico, tiene que ver con la subsidencia general de la Cuenca de México. Debido a que su zona

urbana se encuentra en la Zona de Transición de la Zona Lacustre, las consecuencias estarían relacionadas con una deformación del terreno en su extensión urbana y hacia la parte oeste de la misma, como parte del proceso de subsidencia de la Cuenca de México.

De acuerdo con la división de zonas sísmicas en el país por parte de la Comisión Federal de Electricidad, el Municipio de Ecatepec se ubica en la Zona intermedia B, donde se registran sismos no tan frecuentemente, y las aceleraciones del suelo no sobrepasan el 70%.

Mapa 4.8 Regionalización sísmica de la República Mexicana.



Fuente: CFE.

Tabla 4.2 Zona "B" Zonificación sísmica.

Zona	Suelo	c	Descripción
B	I	0.16	Terreno firme, tepetate, arenisca compacta
	II	0.20	Arenas no cementadas, arcillas de mediana rigidez
	III	0.24	Arcillas blandas muy compresibles

Fuente: CFE

Ahora bien, la metodología de la CFE se basa en los registros históricos de epicentros sísmicos, por ello, no es suficiente para conocer cómo se comportaría el territorio de Ecatepec en caso de un sismo, por lo que se procedió a utilizar la metodología del U.S. Geological Survey (USGS) para determinar las condiciones de sismicidad locales en relación a la topografía, la cual permite obtener mapas en base al promedio de velocidad de las ondas secundarias superficiales de hasta 30m de profundidad (V_s^{30}).

Las ondas sísmicas secundarias (V_s) son ondas en las cuales el desplazamiento es transversal a la dirección de propagación del sismo. Su velocidad es menor que la de las ondas primarias; debido a ello, aparecen en el terreno poco después que las ondas primarias. Sin embargo, las ondas secundarias son las que generan las oscilaciones durante el movimiento sísmico y las que producen la mayor parte de los daños.

En el caso específico de Ecatepec, el coeficiente para derivar V_s^{30} fue el utilizado por Wald y Allen (2007) en las regiones tectónicamente activas y que poseen relieve topográfico dinámico. Este coeficiente se ha aplicado a todo México por el USGS, obteniendo una evaluación de primer orden de las condiciones sísmicas de la región. Esta metodología permite conocer el grado de aceleración del suelo al ocurrir un sismo, lo cual implica una zonificación de áreas con probabilidad de sufrir mayores daños que otras. Este modelo permite usos con aplicaciones prácticas relacionados con la probabilística y basadas en escenarios, aunque en este caso, solo se determina la velocidad promedio de propagación de la onda secundaria, en base al modelo predefinido determinado por el USGS.

Para la confección del mapa de sismicidad local del Municipio de Ecatepec, se calculó la V_s^{30} con base en los rangos mostrados en la siguiente tabla (para las regiones activas tectónicas) que es la correlación directa entre V_s^{30} y pendiente topográfica. El método se ajusta a los valores de velocidad de corte vinculados al Programa Nacional de Reducción de Riesgos de Terremoto (límites NEHRP) V_s^{30} de la Federal Emergency Management Agency de Estados Unidos.

Tabla 4.3 Resumen de Categorías NERPH V_s^{30} para rangos de pendientes

Clase	Rango V_s^{30} (m/sec ²)	Rango de pendiente en zona tectónicamente activa (m/m)	Peligrosidad asociada
E	<180	<1.0E-4	Alta
	180-240	1.0E-4-2.2E-3	Alta
	240-300	2.2E-3-6.3E-3	Media
D	300-360	6.3E-3-0.018	Media
	360-490	0.018-0.050	Media
C	490-620	0.050-0.10	Baja
	620-760	0.10-0.138	Baja
B	>760	>0.138	Muy baja

Fuente: Elaboración propia con datos de la Federal Emergency Management Agency de Estados Unidos.

En general, se observa que las zonas con mayor peligro son las áreas planas y lacustres del municipio. Esto se debe a que, si bien es una zona con poca actividad sísmica, la litología

respondería con menor vigor a un eventual embate telúrico, provocando que los daños en la infraestructura fueran mayores.

4.2.1.3 Aceleraciones máximas según tres diferentes periodos de retorno

La aceleración sísmica es una medida de intensidad de los terremotos que consiste en la medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. La unidad de aceleración sísmica es la intensidad del campo gravitatorio ($1g = 981 \text{ cm/s}^2 = 9.81 \text{ m/s}^2$). A diferencia de la escala Richter o la escala de magnitud de momento, la aceleración sísmica no mide la energía total liberada del terremoto, sino la intensidad del sismo en la superficie, por lo que tiene una correlación directa con la escala de Mercalli. La aceleración sísmica se utiliza para establecer normas de construcción y determinar el riesgo sísmico para la infraestructura expuesta. Durante un sismo, el daño en los edificios y las construcciones está relacionado con la velocidad y la aceleración sísmica, y no directamente con la magnitud del terremoto.

Para el Municipio de Ecatepec se analizaron las aceleraciones máximas del suelo para tres diferentes periodos de retorno, con la finalidad de conocer el peligro sísmico según diferentes rangos de tiempo. Para facilitar la definición de niveles de peligro para un sitio dado se eligieron los periodos de retorno más representativos, en función de la vida útil de la gran mayoría de las construcciones, correspondientes a periodos de 10, 100 y 500 años. En ellos se muestran aceleraciones máximas para terreno firme para un periodo de retorno dado (tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada).

Los mapas de aceleración sísmica máxima son resultado de la elaboración del programa Peligro Sísmico en México (PSM, 1996) realizado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Comisión Federal de Electricidad, y CENAPRED. En el caso del mapa de aceleración sísmica máxima para un periodo de retorno de 10 años, se espera un evento sísmico con aceleraciones de 11 cm/s^2 ó $1.12\%g$, lo que corresponde a un sismo en la escala de Mercalli de IX grados, o sea, violento con daño potencial fuerte; pánico generalizado, daños considerables en estructuras especializadas, paredes inclinadas, grandes daños en importantes edificios, con derrumbes parciales, edificios desplazados fuera de las bases.

En el caso del mapa de aceleración sísmica máxima para un periodo de retorno de 100 años, se espera un evento sísmico con aceleraciones de 81 cm/s^2 , lo que implica un sismo en la escala de Mercalli de X grado, o sea, un sismo extremo con daño potencial muy fuerte; algunas estructuras de madera bien construidas quedan destruidas, la mayoría de las estructuras de mampostería y el marco destruido con sus bases, rieles doblados.

En el caso del mapa de aceleración sísmica máxima para un periodo de retorno de 500 años, se espera un evento sísmico con aceleraciones de 135 cm/s^2 ó $13.76\%g$, lo que corresponde a un

sismo en la escala de Mercalli de X grado, o sea, extremo con daño potencial muy fuerte; algunas estructuras de madera bien construidas quedan destruidas, la mayoría de las estructuras de mampostería y el marco destruido con sus bases, rieles doblados.

Tabla 4.4 Correlación entre Escala de Mercalli y Aceleración sísmica, así como periodos de retorno asociados en el Municipio de Ecatepec.

Escala de Mercalli (Instrumental)	Aceleración sísmica máxima (%g)	Velocidad sísmica máxima (cm/s)	Percepción del temblor	Daño potencial	Periodo de retorno (años)
I	< 0.0017	< 0.1	No apreciable	Ninguno	ND
II-III	0.0017 - 0.014	0.1 - 1.1	Muy leve	Ninguno	ND
IV	0.014 - 0.039	1.1 - 3.4	Leve	Ninguno	ND
V	0.039 - 0.092	3.4 - 8.1	Moderado	Muy leve	ND
VI	0.092 - 0.18	8.1 - 16	Fuerte	Leve	ND
VII	0.18 - 0.34	16 - 31	Muy fuerte	Moderado	ND
VIII	0.34 - 0.65	31 - 60	Severo	Moderado a fuerte	ND
IX	0.65 - 1.24	60 - 116	Violento	Fuerte	10
X+	> 1.24	> 116	Extremo	Muy fuerte	100 y/o 500

Fuente: USGS ShakeMap Scientific Background, elaboración propia.

4.2.1.4 Periodos de Retorno para Aceleraciones de 15%g o Mayores

Se sabe que, para los tipos constructivos que predominan en el Municipio de Ecatepec, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (aceleración de la gravedad terrestre). Por tal razón, se realizó el mapa de periodos de retorno de aceleraciones de 15%g o mayores utilizando información de la Comisión Federal de Electricidad.

En el estudio realizado por la CFE, el periodo de retorno para eventos con una aceleración de 15%g ó 147.15 cm/s² es de 750 años, por lo que prácticamente cada siete siglos se produciría un evento de esa intensidad.

4.2.2 Riesgo asociado a Sismicidad

El riesgo potencial asociado a sismos se calculó de acuerdo a la relación de la vulnerabilidad física y el peligro sísmico en relación a la velocidad de propagación de la Onda Secundaria. A pesar de que la vulnerabilidad es en general Baja, el peligro es Muy Alto, por lo que el riesgo es **ALTO** en el Municipio de Ecatepec.

A continuación, se enlistan los AGEB's donde el peligro se identificó como Alto.

Tabla 4.5 Zonificación de Riesgo Alto por Sismicidad, a nivel AGEB en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Población	Peligro Sísmico	Vulnerabilidad	Riesgo
1503300010101	5214	Alto	Medio	Alto
1503300010703	5272	Alto	Medio	Alto
1503300010737	7875	Alto	Medio	Alto
1503300010756	6173	Alto	Medio	Alto
1503300010760	5046	Alto	Medio	Alto
1503300010811	5875	Medio	Alto	Alto
1503300010826	4747	Alto	Alto	Alto
1503300010830	5418	Alto	Medio	Alto
1503300010845	4087	Medio	Alto	Alto
1503300010864	5984	Alto	Alto	Alto
1503300010879	4368	Alto	Medio	Alto
1503300010883	5491	Alto	Alto	Alto
1503300010898	2638	Medio	Alto	Alto
1503300010900	5924	Alto	Alto	Alto
1503300010915	5975	Alto	Medio	Alto
1503300010934	3177	Alto	Medio	Alto
1503300010949	3623	Alto	Alto	Alto
1503300010953	3048	Alto	Alto	Alto
1503300010968	4225	Alto	Medio	Alto
1503300010972	2964	Alto	Alto	Alto
1503300011006	10242	Alto	Medio	Alto
1503300011010	8249	Alto	Alto	Alto
1503300011025	3642	Alto	Medio	Alto
1503300011044	6377	Medio	Alto	Alto

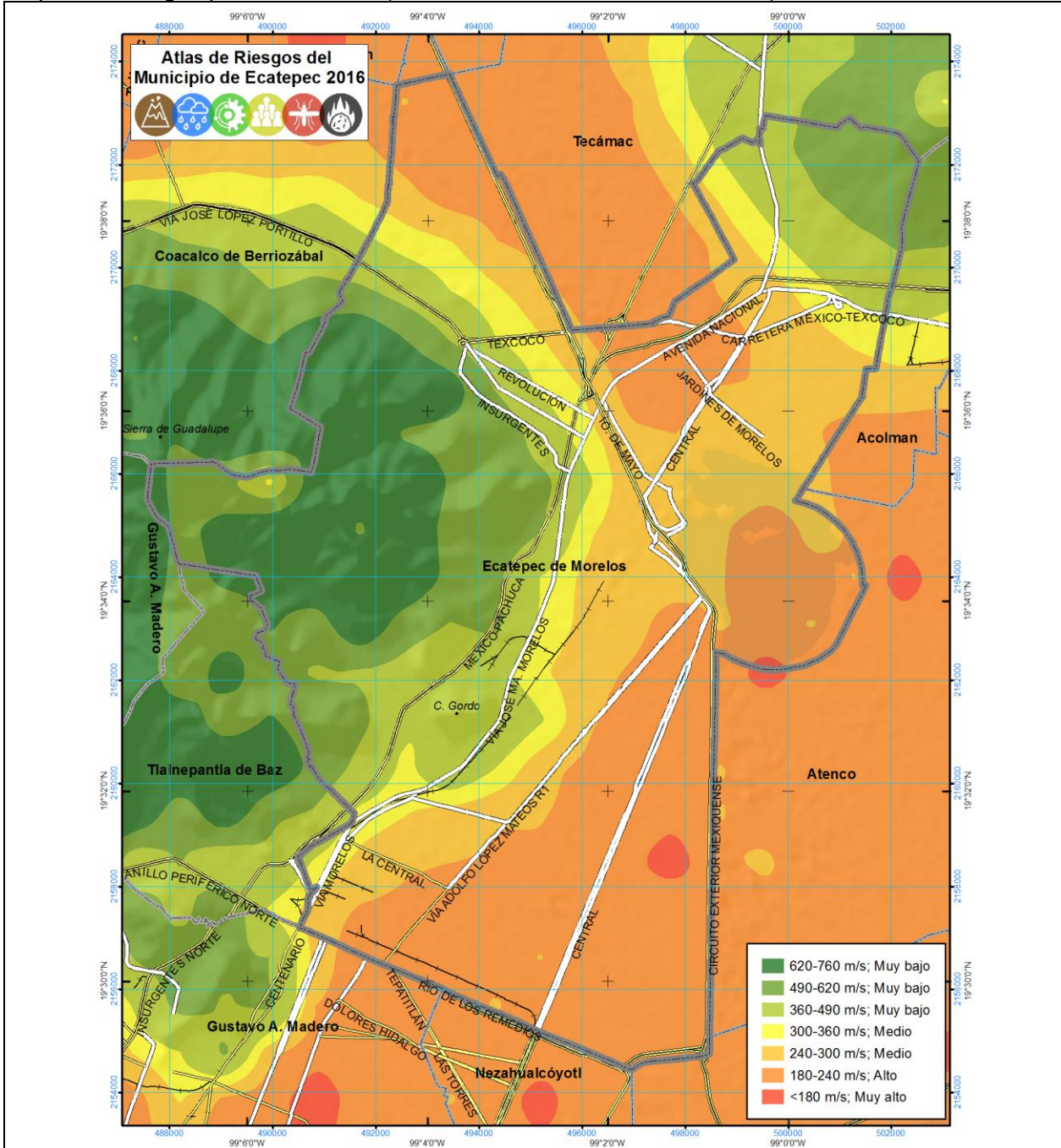
AGEB	Población	Peligro Sísmico	Vulnerabilidad	Riesgo
1503300011059	355	Medio	Alto	Alto
1503300011063	6479	Alto	Alto	Alto
1503300011078	7663	Alto	Alto	Alto
1503300011148	7808	Alto	Alto	Alto
1503300011152	8054	Alto	Alto	Alto
1503300011167	7566	Alto	Alto	Alto
1503300011237	1720	Alto	Medio	Alto
1503300011241	2739	Alto	Medio	Alto
1503300011256	3248	Alto	Alto	Alto
1503300011260	3628	Alto	Alto	Alto
1503300011275	3680	Alto	Alto	Alto
150330001128A	3834	Alto	Alto	Alto
1503300011487	5426	Alto	Medio	Alto
1503300011716	5642	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300011735	7549	Muy Alto	Medio	Alto
150330001174A	3062	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300011754	7710	Muy Alto	Medio	Alto
1503300011769	6633	Alto	Medio	Alto
1503300011792	9898	Alto	Medio	Alto
1503300011805	8161	Alto	Medio	Alto
1503300011858	6745	Alto	Medio	Alto
1503300011862	3644	Alto	Medio	Alto
1503300011877	9013	Alto	Medio	Alto
1503300011896	4996	Alto	Medio	Alto
1503300011909	5592	Alto	Alto	Alto
1503300011913	5421	Alto	Alto	Alto
1503300011928	8317	Alto	Medio	Alto
1503300011932	8620	Alto	Medio	Alto
1503300011947	4177	Alto	Alto	Alto
1503300011951	4392	Alto	Alto	Alto
1503300011966	9032	Alto	Medio	Alto
1503300011970	9442	Alto	Medio	Alto
1503300012023	2798	Medio	Alto	Alto
1503300012061	7536	Medio	Alto	Alto

AGEB	Población	Peligro Sísmico	Vulnerabilidad	Riesgo
1503300012112	11943	Alto	Medio	Alto
1503300012269	3951	Medio	Alto	Alto
1503300012273	3784	Alto	Medio	Alto
1503300012288	7104	Alto	Medio	Alto
1503300012324	4467	Alto	Medio	Alto
1503300012339	3250	Alto	Medio	Alto
1503300012358	5652	Alto	Medio	Alto
1503300012362	2822	Medio	Alto	Alto
1503300012377	3275	Medio	Alto	Alto
150330001256A	2126	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300012644	2339	Medio	Alto	Alto
1503300012818	6497	Alto	Medio	Alto
1503300012822	6778	Alto	Medio	Alto
150330001288A	4037	Medio	Alto	Alto
1503300012894	4744	Alto	Alto	Alto
1503300012945	5919	Muy Alto	Medio	Alto
150330001295A	5316	Muy Alto	Medio	Alto
1503300013182	4097	Alto	Medio	Alto
1503300013197	4974	Alto	Medio	Alto
150330001320A	5667	Alto	Medio	Alto
1503300013229	4074	Medio	Alto	Alto
1503300013248	5105	Alto	Medio	Alto
1503300013252	4606	Alto	Medio	Alto
1503300013483	4274	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300013572	4314	Bajo	Muy Alto	Alto
150330001377A	934	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300013869	5799	Alto	Medio	Alto
1503300013888	4342	Alto	Medio	Alto
1503300013996	5450	Alto	Medio	Alto
1503300014053	3428	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300014072	208	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300014091	145	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300014104	3695	Alto	Alto	Alto
1503300014227	3636	Alto	Alto	Alto

AGEB	Población	Peligro Sísmico	Vulnerabilidad	Riesgo
1503300014231	4010	Alto	Alto	Alto
1503300014354	3633	Alto	Alto	Alto
1503300014369	1037	Medio	Alto	Alto
1503300014373	3044	Alto	Alto	Alto
1503300014405	3693	Medio	Alto	Alto
150330001441A	3923	Alto	Alto	Alto
1503300014424	2616	Alto	Alto	Alto
1503300014439	3072	Alto	Alto	Alto
1503300014443	4152	Alto	Alto	Alto
1503300014458	8403	Medio	Alto	Alto
1503300014462	2507	Alto	Alto	Alto
1503300014477	4002	Alto	Alto	Alto
1503300014509	5854	Alto	Medio	Alto
1503300014513	3346	Medio	Alto	Alto
1503300014528	4047	Alto	Alto	Alto
1503300014566	5441	Medio	Alto	Alto
150330001473A	2390	Alto	Medio	Alto
1503300014956	350	Bajo	Muy Alto	Alto
150330001498A	1002	Bajo	Muy Alto	Alto

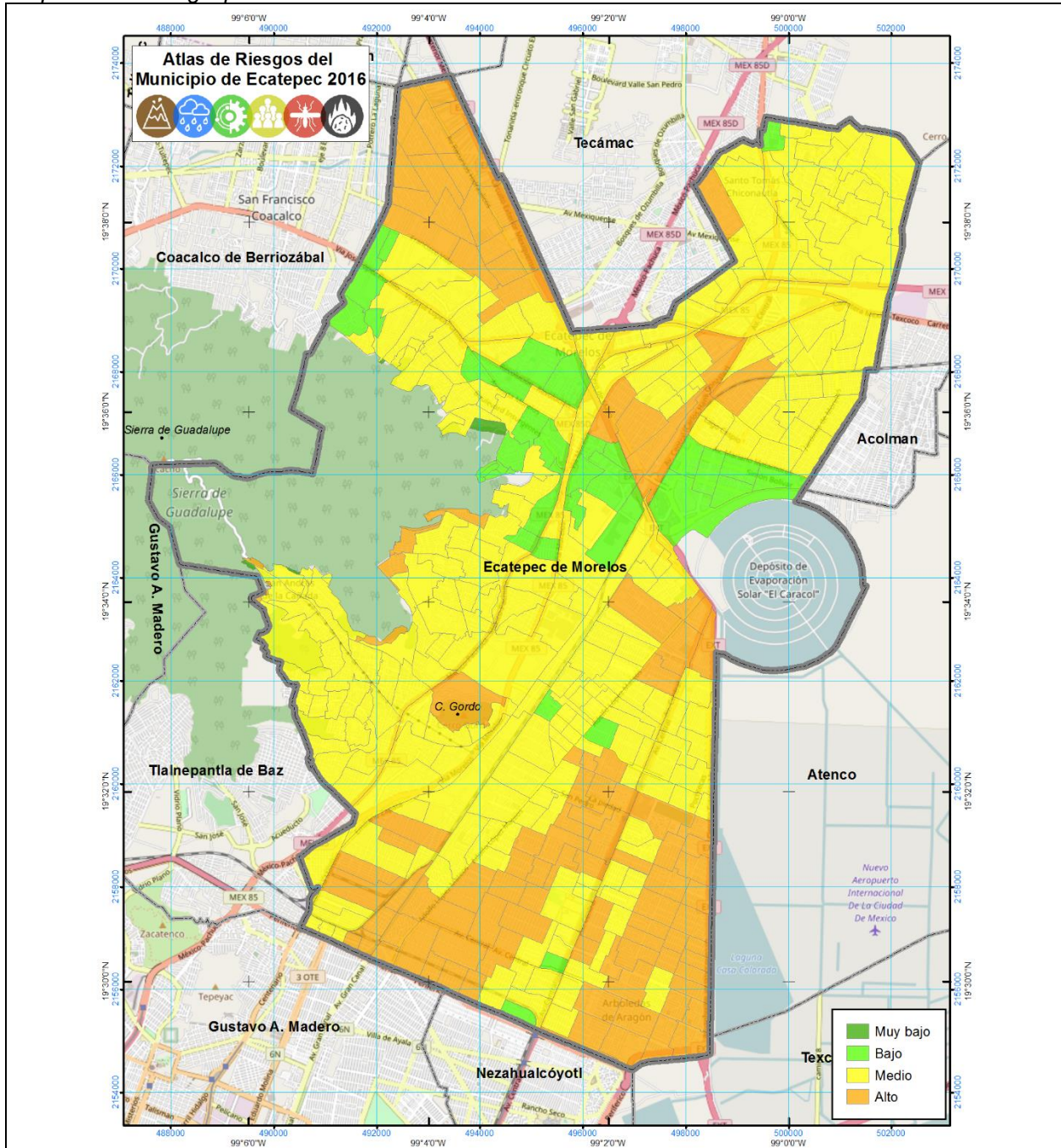
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 4.9 Peligro por sismicidad (velocidad de la onda secundaria)



Fuente: elaboración propia.

Mapa 4.10 Riesgo por sismicidad



Fuente: elaboración propia.

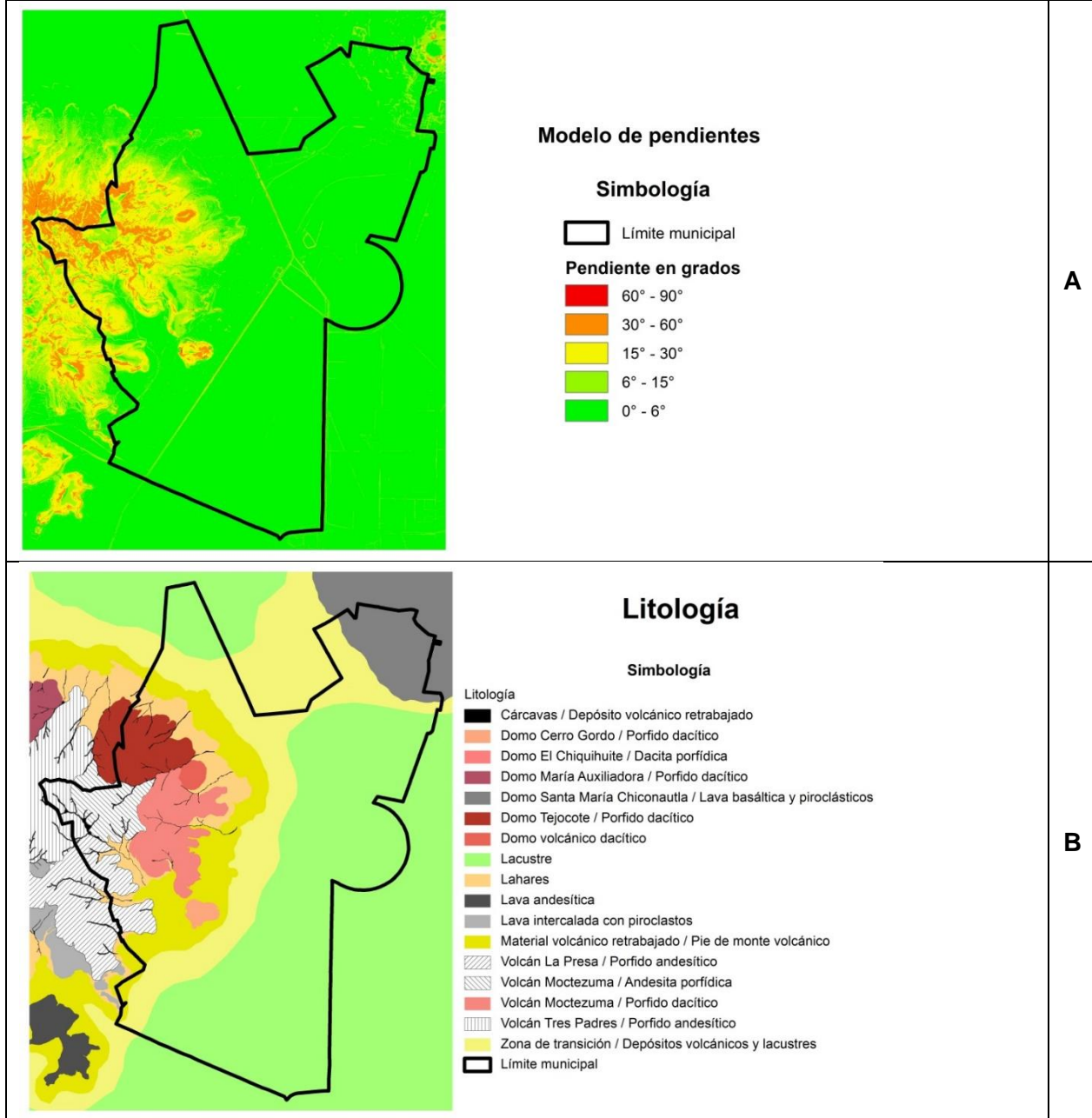
4.3 Inestabilidad de laderas

4.3.1 Peligro por deslizamientos

Los elementos considerados para determinar las zonas susceptibles o propensas al mecanismo de volteo-deslizamiento, y los criterios empleados, fueron los siguientes:

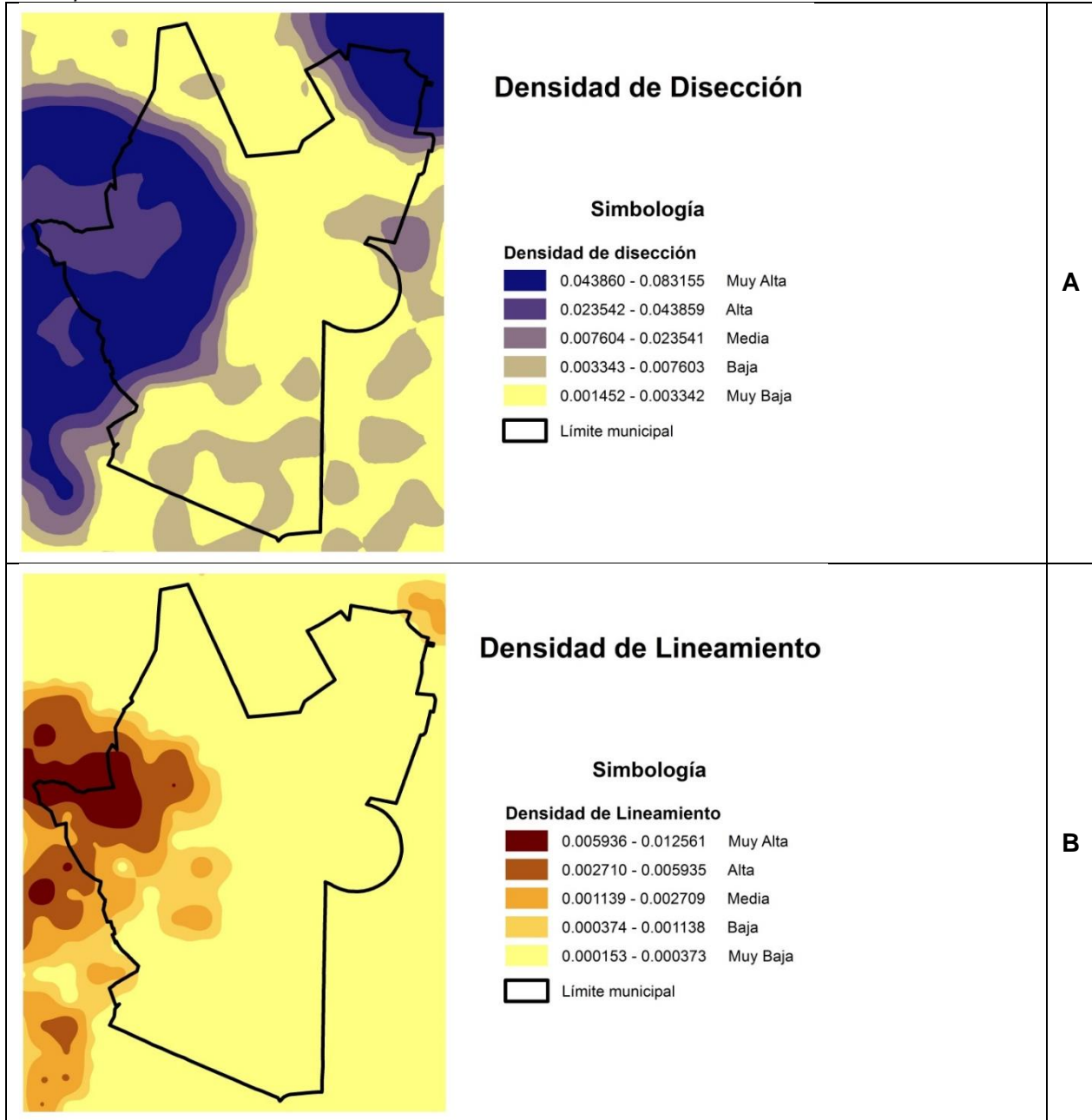
1. Zonas del terreno con pendientes entre 25° y 50°;
2. Las formaciones litológicas de la zona de estudio con un orden definido en grupos de menor a mayor susceptibilidad al mecanismo de volteo-deslizamiento con las siguientes categorías: baja (), media (cárcavas/depósito volcánico retrabajado, Domo Cerro Gordo pórfido dacítico, Domo El Chiquihuite dacita porfídica, Domo Santa María Chiconautla de lava basáltica y piroclastos, domo volcánico dacítico, lahares, lava andesítica, volcán La Presa pórfido andesítico, volcán Moctezuma andesita porfídica, volcán Moctezuma pórfido dacítico y volcán Tres Padres pórfido dacítico) y alta (Domo María Auxiliadora pórfido dacítico, Domo Tejocote pórfido dacítico y lava intercalada con piroclastos);
3. Densidad de disección del terreno (definida como el valor de la longitud del número de cauces sobre una unidad de superficie de 1km², que permite detectar las zonas del terreno que presentan una mayor propensión a los procesos erosivos de tipo fluvial) determinada por los valores de 0.001452-0.083155, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.001452-0.013036), media (0.013037-0.043859) y alta (0.043860-0.083155);
4. Densidad de lineamiento del terreno (definida como el valor de la longitud de la trayectoria de fallas y fracturas sobre una unidad de superficie homogénea en km², que permite detectar las zonas del terreno que presentan una mayor concentración de fracturas y fallas) determinada por los valores de 0.000153-0.012561, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.000153-0.002709), media (0.002710-0.005935) y alta (0.005936-0.012561);
5. Energía del relieve (definida como la intensidad relativa de la actividad endógena en relación con la exógena representada por la diferencia altitudinal en un área determinada) establecida por los valores 0.000001-0.000077, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.000001-0.000077), media (0.000078-0.000258) y alta (0.000259-0.000470);
6. Precipitación anual, es la cantidad de precipitación media anual en milímetros para la zona de Ecatepec de Morelos y determinada por los valores 574.2mm-706.3mm con las siguientes categorías de intensidad: baja (574.2-600.6), media (600.7-637.1) y alta (637.2-706.3); y,
7. Zonificación urbana, distinguidas por tres tipos principales de superficies, según el contexto de Ecatepec de Morelos y ordenadas de menor a mayor susceptibilidad: sitios de taludes (o sitios de atención prioritaria), zona urbana y zona de conservación ecológica.

Mapa 4.11 Modelo de Pendientes (A) y Litología (B) del Municipio de Ecatepec de Morelos.



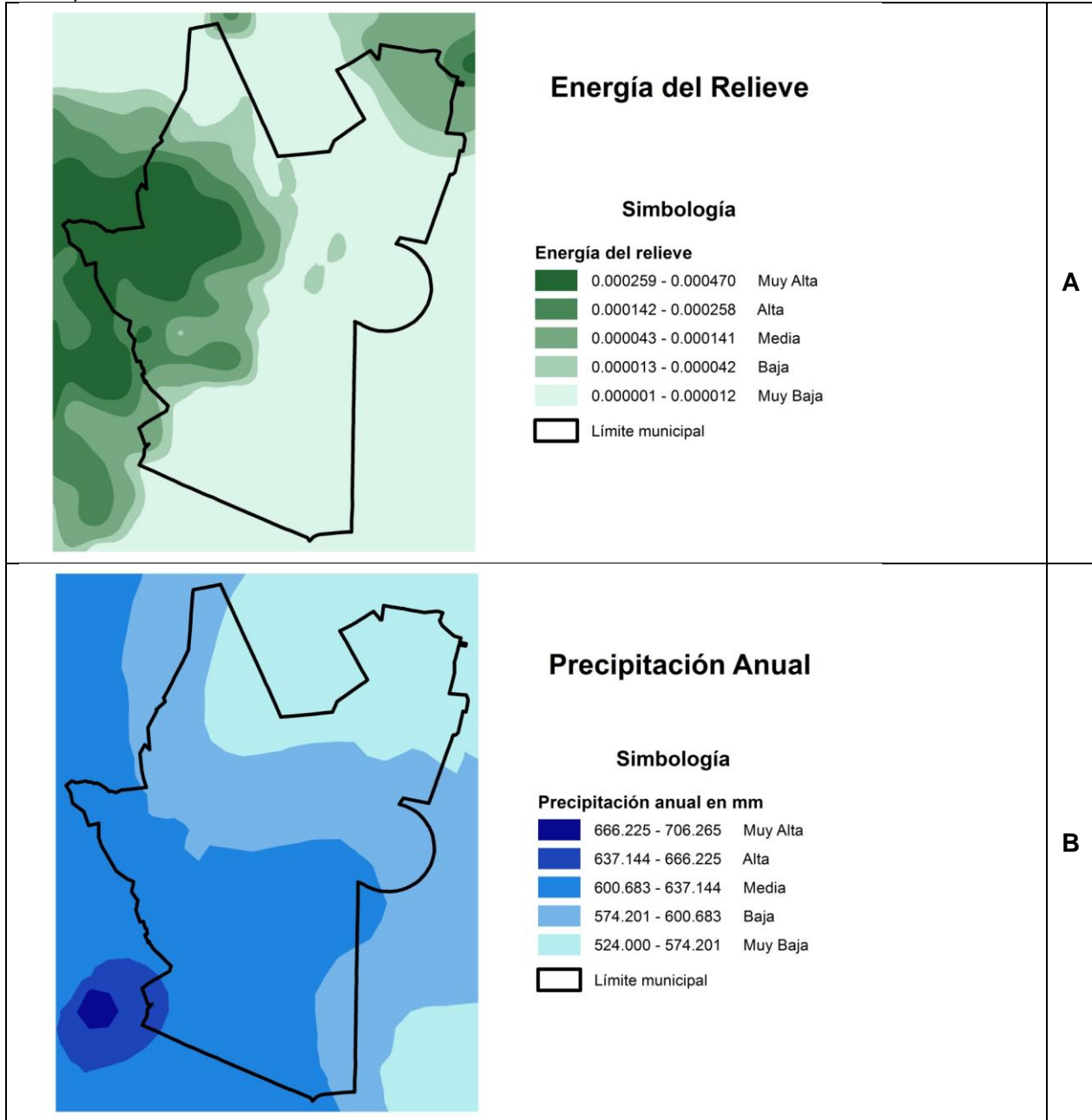
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Mapa 4.12 Densidad de Disección (A) y Densidad de Lineamiento (B) del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 4.13 Energía del Relieve (A) y Precipitación promedio anual (B) del Municipio de Ecatepec de Morelos.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

A través de la construcción de una variable discreta en escala absoluta o de conteo, se ponderaron los valores de cada elemento considerado para estimar un índice de susceptibilidad o propensión al deslizamiento del terreno.

El modelo teórico armado a partir de ello considera que, en el Municipio de Ecatepec de Morelos, el terreno presenta una mayor susceptibilidad al deslizamiento en aquellos sitios donde los rangos de pendiente que involucra coinciden con: las litologías más propensas, las superficies más expuestas a los agentes erosivos y los valores más altos de las densidades de disección y lineamiento del terreno, según los siguientes cuadros:

Tabla 4.6 Ponderaciones de propensión-susceptibilidad de las variables de análisis para el mecanismo de volteo-deslizamiento.

Variable/Proceso/Intensidad		Baja (1)	Media (2)	Alta (3)
Pendiente	Volteo - deslizamiento	25° - 33.3°	33.3° - 41.6°	41.6° - 50°
Litología	Volteo - deslizamiento	-----	C/DvR - DCGPD - DECDP - DSMCLvBPr - DvD - Lh - LvA - vLPPA - vMAP - vMPD - vTPPA	DMAPD - DTPD - LvIPr
Densidad de disección	(longitud escurrimientos / km ²)	0.001452 - 0.013036	0.013037 - 0.043859	0.043860 - 0.083155
Densidad de lineamiento	(longitud lineamientos / km ²)	0.000153 - 0.002709	0.002710 - 0.005935	0.005936 - 0.012561
Energía del relieve	(diferencia altimétrica m / m ²)	0.000001 - 0.000077	0.000078 - 0.000258	0.000259 - 0.000470
Precipitación anual	(mm de precipitación anual)	574.2 - 600.6	600.7 - 637.1	637.2 - 706.3
Zonificación urbana	zonas de exposición	Zona de conservación ecológica (ZCE)	Zona urbana (ZU)	Sitio de taludes inestables (STI)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.7 Clave de abreviaturas de las litologías consideradas para el mecanismo de volteo-deslizamiento.

Abreviatura	Litología
C/DvR	Cárcavas/Depósito volcánico retrabajado
DCGPD	Domo Cerro Gordo pórfido-dacítico
DECDP	Domo El Chiquihuite dacita-porfídica
DMAPD	Domo María Auxilidora pórfido-dacítico

Abreviatura	Litología
DSMCLvBPr	Domo Santa María Chiconautla lava basáltica y piroclásticos
DTPD	Domo Tejocote pórfido-dacítico
DvD	Domo volcánico dacítico
Lh	Lahares
LvA	Lava andesítica
LvIPr	Lava intercalada con piroclastos
vLPPA	Volcán La Presa pórfido-andesítico
vMAP	Volcán Moctezuma andesita porfídica
vMPD	Volcán Moctezuma pórfido-dacítico
vTPPA	Volcán Tres Padres pórfido-andesítico
vTPPD	Volcán Tres Padres pórfido-dacítico

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el esquema de análisis trabajado, la susceptibilidad o propensión a volteo-deslizamiento de terreno en la zona de estudio de Ecatepec de Morelos se determinó por 9 niveles. De lo anterior, se construyeron 4 categorías de intensidad.

- **Nivel de susceptibilidad 1 (Valor del Índice 0.0416):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 2 (Valor del Índice 0.0585):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 3 (Valor del Índice 0.0732):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 4 (Valor del Índice 0.0859):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media y alta, densidad de

- lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 5 (Valor del Índice 0.0970):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
 - **Nivel de susceptibilidad 6 (Valor del Índice 0.1066):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava basáltica y piroclásticos, dacíticos, lahares, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
 - **Nivel de susceptibilidad 7 (Valor del Índice 0.1150):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, dacíticos, lahares, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja, media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
 - **Nivel de susceptibilidad 8 (Valor del Índice 0.1223):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, dacíticos, lahares, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
 - **Nivel de susceptibilidad 9 (Valor del Índice 0.1307):** comprende valores de pendiente de 25° a 50°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, dacíticos, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica.

A través de la construcción de una variable discreta en escala absoluta o de conteo, se ponderaron los valores de cada elemento considerado para estimar un índice de susceptibilidad o propensión al deslizamiento del terreno. El modelo teórico armado a partir de ello considera que, en el Municipio de Ecatepec, el terreno presenta una mayor susceptibilidad al deslizamiento en aquéllos sitios donde los rangos de pendiente que involucra coinciden con: las litologías más

propensas, las superficies más expuestas a los agentes erosivos y los valores más altos de las densidades de disección y lineamiento del terreno.

De la relación entre estas variables se calculó un índice de susceptibilidad a deslizamientos (***IsuscDz***) definido por la siguiente fórmula:

$$IsuscDz = \frac{NsuscDz_i}{\Sigma NsuscDz_i} \times 100$$

Dónde:

IsuscDz: Índice de susceptibilidad a deslizamientos;

$NsuscDz_i = p_i + l_i + e_i + dt_i + dl_i$

$NsuscDz_i$: nivel de susceptibilidad al deslizamiento en la zona ***i***;

$\Sigma NsuscDz_i$: sumatoria de todos los niveles de susceptibilidad;

p_i : ponderación del valor de la pendiente del terreno en la zona ***i***;

l_i : ponderación de la susceptibilidad de la litología en la zona ***i***;

e_i : ponderación de la susceptibilidad potencial de las superficies de erosión en la zona

i;

dt_i : ponderación de la intensidad de la densidad de disección del terreno en la zona ***i***;

dl_i : ponderación de la intensidad de la densidad de lineamiento en la zona ***i***.

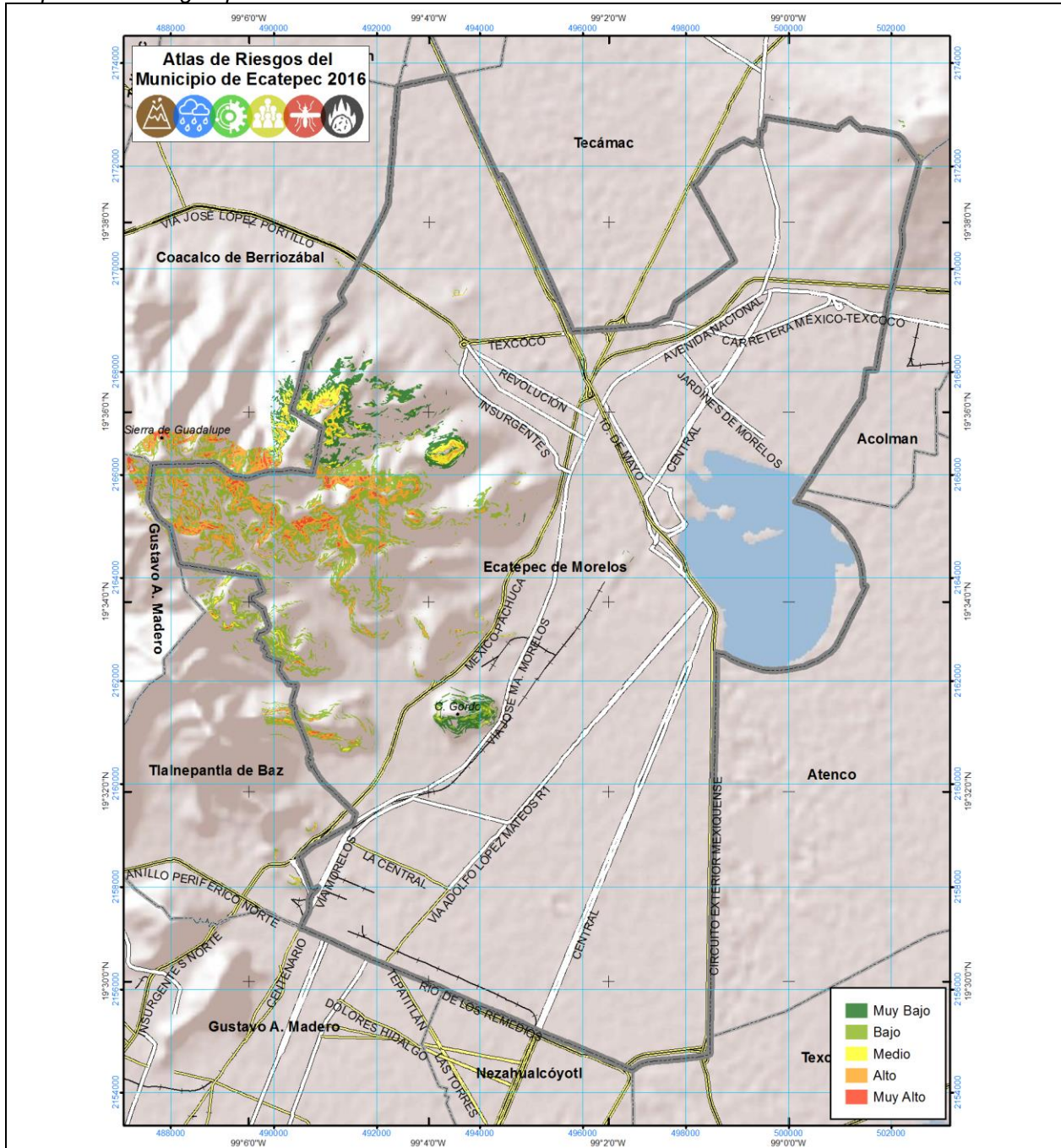
Tabla 4.8 Niveles de propensión-susceptibilidad a volteo-deslizamiento según intensidad.

Nivel	Índice	Categoría de intensidad			
		Baja	Media	Alta	Muy alta
1	0.0416	X			
2	0.0585	X			
3	0.0732		X		
4	0.0859		X		
5	0.0970			X	
6	0.1066			X	
7	0.1150				X
8	0.1223				X
9	0.1307				X

Fuente: Elaboración propia.

Con base a lo anterior, se zonificó el peligro por deslizamientos en el Municipio de Ecatepec; dicho peligro se ubica principalmente en la zona serrana, ya que como se mencionó anteriormente, la pendiente del terreno es una condición para la existencia de este fenómeno.

Mapa 4.14 Peligro por deslizamientos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.2 Taludes Inestables en la Colonia Ciudad Cuauhtémoc (Zona Sierra de Chiconautla).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3 Erosión en cárcavas. Izquierda crecimiento cárcava aguas arriba en la zona de las antenas, derecha zona de deslizamientos en la pared de las márgenes Av. La Negra.



Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Vulnerabilidad y riesgo por deslizamiento de laderas

En el Municipio de Ecatepec se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían edificaciones, viviendas o infraestructura, debido a que la población se asienta en la parte de las laderas de los cerros cercanos.

De esta manera, el riesgo por este tipo de fenómeno es **ALTO** debido a la población expuesta.

A continuación, se enlistan los AGEB's donde las viviendas se encuentran edificadas directamente sobre zonas en riesgo. Es importante hacer notar que debido al mecanismo de traslado de materiales, en un caso de deslizamiento los daños pueden ser mayores a los señalados en la siguiente tabla.

Tabla 4.9 Zonificación de Riesgo por Inestabilidad de Laderas a nivel AGEB en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300011699	120	600	Alta	Bajo	Medio
	60	300	Alta	Medio	Alto
	20	100	Alta	Alto	Alto
1503300012220	40	200	Alta	Bajo	Medio
	80	400	Alta	Bajo	Medio
1503300012254	1	5	Alta	Alto	Alto



H. AYUNTAMIENTO DE
ECATEPEC DE MORELOS



Dirección de Protección Civil y
Bomberos

AGEB	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012428	35	175	Alta	Bajo	Medio
1503300012574	10	50	Muy Alta	Bajo	Medio
1503300012589	5	25	Alta	Muy Bajo	Medio
1503300012729	10	50	Alta	Muy Bajo	Medio
	5	25	Alta	Bajo	Medio
1503300012733	10	50	Alta	Medio	Alto
	5	25	Alta	Alto	Alto
1503300012979	15	75	Alta	Muy Bajo	Medio
1503300012998	10	50	Alta	Muy Bajo	Medio
1503300013002	10	50	Alta	Muy Bajo	Medio
1503300013017	5	25	Media	Muy Bajo	Bajo
1503300013074	10	50	Alta	Muy Bajo	Medio
	10	50	Alta	Bajo	Medio
1503300013089	5	25	Alta	Medio	Alto
	30	150	Media	Bajo	Medio
1503300013093	30	150	Media	Medio	Medio
	5	25	Media	Muy Alto	Alto
	80	400	Alta	Bajo	Medio
1503300013106	20	100	Alta	Alto	Alto
	10	50	Alta	Muy Alto	Muy Alto
1503300013110	50	250	Alta	Bajo	Medio
	10	50	Alta	Alto	Alto
1503300013125	30	150	Alta	Bajo	Medio
1503300013144	35	175	Alta	Bajo	Medio
	100	500	Alta	Bajo	Medio
1503300013163	5	25	Alta	Medio	Alto
	15	75	Alta	Alto	Alto
1503300013341	50	250	Alta	Bajo	Medio
	10	50	Alta	Alto	Alto
1503300013356	10	50	Alta	Bajo	Medio
1503300013394	60	300	Alta	Bajo	Medio
	10	50	Alta	Alto	Alto
	35	175	Alta	Bajo	Medio
1503300013426	10	50	Alta	Alto	Alto
	5	25	Alta	Muy Alto	Muy Alto
	40	200	Alta	Bajo	Medio
1503300013430	10	50	Alta	Alto	Alto
	10	50	Alta	Muy Alto	Muy Alto
1503300013483	20	100	Muy Alta	Bajo	Medio
1503300013498	20	100	Alta	Medio	Alto
1503300013572	230	1150	Muy Alta	Muy Bajo	Medio





H. AYUNTAMIENTO DE
ECATEPEC DE MORELOS



Dirección de Protección Civil y
Bomberos

AGEB	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
	40	200	Muy Alta	Bajo	Medio
	30	150	Muy Alta	Medio	Alto
1503300013587	120	600	Alta	Muy Bajo	Medio
1503300013587	10	50	Alta	Bajo	Medio
	180	900	Alta	Muy Bajo	Medio
1503300013591	30	150	Alta	Bajo	Medio
	10	50	Alta	Medio	Alto
1503300013623	30	150	Alta	Bajo	Medio
	10	50	Alta	Muy Bajo	Medio
1503300013746	60	300	Alta	Bajo	Medio
	5	25	Alta	Medio	Alto
	5	25	Alta	Alto	Alto
1503300013816	10	50	Alta	Bajo	Medio
1503300014053	50	250	Muy Alta	Bajo	Medio
	5	25	Muy Alta	Alto	Muy Alto
1503300014072	30	150	Muy Alta	Bajo	Medio
1503300014388	20	100	Alta	Bajo	Medio
1503300014392	30	150	Alta	Bajo	Medio
	230	1150	Alta	Bajo	Medio
1503300014782	30	150	Alta	Medio	Alto
	30	150	Alta	Alto	Alto
	30	150	Alta	Muy Alto	Muy Alto
1503300014975	5	25	Muy Alta	Medio	Alto
	10	50	Media	Bajo	Medio
150330001046A	10	50	Media	Medio	Medio
	5	25	Media	Alto	Alto
	5	25	Media	Muy Alto	Alto
150330001224A	40	200	Alta	Bajo	Medio
150330001256A	30	150	Muy Alta	Bajo	Medio
	10	50	Muy Alta	Alto	Muy Alto
150330001313A	80	400	Alta	Bajo	Medio
	10	50	Alta	Alto	Alto
	10	50	Alta	Bajo	Medio
150330001338A	5	25	Alta	Medio	Alto
	5	25	Alta	Alto	Alto
	5	25	Alta	Muy Alto	Muy Alto
150330001377A	20	100	Muy Alta	Bajo	Medio
150330001498A	10	50	Muy Alta	Bajo	Medio
	5	25	Muy Alta	Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.



4.4 Flujos

Son definidos como “*Movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas ladera abajo, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla...*”¹. Pueden ser de muy lentos a muy rápidos, así como secos o húmedos. Principalmente se distinguen:

- i. **Flujos de lodo**, masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de arena y limo, y partículas arcillosas;
- ii. **Flujos o avalancha de suelos y rocas**, movimiento rápido de una mezcla en donde se combinan partículas sueltas, fragmentos de rocas, y vegetación con aire y agua atrapados, formando una masa viscosa o francamente fluida que se mueve pendiente abajo. Dichos movimientos también son conocidos como flujos de escombros; y,
- iii. **Lahares**, flujo de suelos o detritos que se originan en el talud de un volcán, generalmente disparado por lluvias intensas que erosionan depósitos volcánicos, deshielo repentino por actividad volcánica, por rotura de represas o desbordamiento de agua represada y/o por la ocurrencia de sismos.

4.4.1 Peligro por Flujos

Los elementos considerados para determinar las zonas susceptibles al mecanismo de flujo de detritos fueron los siguientes:

1. Zonas del terreno con pendientes entre 15° y 25°;
2. Las formaciones litológicas de la zona de estudio con un orden definido en grupos de menor a mayor susceptibilidad a flujo de detritos, según las siguientes categorías: baja (I), media (II) y alta (cárcavas/depósito volcánico retrabajado, Domo Santa María Chiconautla de lava basáltica y piroclásticos y lahares);
3. Densidad de disección del terreno (definida como el valor de la longitud del número de cauces sobre una unidad de superficie de 1km², que permite detectar las zonas del terreno que presentan una mayor propensión a los procesos erosivos de tipo fluvial) determinada por los valores de 0.001452-0.083155, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.001452-0.013036), media (0.013037-0.043859) y alta (0.043860-0.083155);
4. Densidad de lineamiento del terreno (definida como el valor de la longitud de la trayectoria de fallas y fracturas sobre una unidad de superficie homogénea en km², que permite detectar las zonas del terreno que presentan una mayor concentración de fracturas y fallas) determinada por los valores de 0.000153-0.012561, con las siguientes categorías

¹En SEGOB. Inestabilidad de Laderas. Ed. CENAPRED. México, 1996, pp. 5.

- de intensidad: baja (0.000153-0.002709), media (0.002710-0.005935) y alta (0.005936-0.012561);
5. Energía del relieve (definida como la intensidad relativa de la actividad endógena en relación con la exógena representada por la diferencia altitudinal en un área determinada) establecida por los valores 0.000001-0.000077, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.000001-0.000077), media (0.000078-0.000258) y alta (0.000259-0.000470);
 6. Precipitación anual, es la cantidad de precipitación media anual en milímetros para la zona de Ecatepec de Morelos y determinada por los valores 574.2mm-706.3mm con las siguientes categorías de intensidad: baja (574.2-600.6), media (600.7-637.1) y alta (637.2-706.3); y,
 7. Zonificación urbana, distinguidas por tres tipos principales de superficies, según el contexto de Ecatepec de Morelos y ordenadas de menor a mayor susceptibilidad: sitios de taludes (o sitios de atención prioritaria), zona urbana y zona de conservación ecológica.

A través de la construcción de una variable discreta en escala absoluta o de conteo, se ponderaron los valores de cada elemento considerado para estimar un índice de susceptibilidad o propensión a flujos sobre el terreno. El modelo teórico armado a partir de ello considera que, en el Municipio de Ecatepec de Morelos, el terreno presenta una mayor susceptibilidad a flujos en aquellos sitios donde los rangos de pendiente que involucra coinciden con: las litologías más propensas, las superficies más expuestas a los agentes erosivos y los valores más altos de las densidades de disección y lineamiento del terreno.

Tabla 4.10 Ponderaciones de propensión-susceptibilidad de las variables de análisis.

Variable/Proceso/Intensidad		Baja (1)	Media (2)	Alta (3)
Pendiente	Flujo de detritos	15° - 18.3°	18.3° - 21.6°	21.6° - 25°
Litología	Flujo de detritos	-----	-----	C/DvR - DSMCLvBPr - Lh
Densidad de disección	(longitud escurrimientos / km ²)	0.001452 - 0.013036	0.013037 - 0.043859	0.043860 - 0.083155
Densidad de lineamiento	(longitud lineamientos / km ²)	0.000153 - 0.002709	0.002710 - 0.005935	0.005936 - 0.012561
Energía del relieve	(diferencia altimétrica m / m ²)	0.000001 - 0.000077	0.000078 - 0.000258	0.000259 - 0.000470
Precipitación anual	(mm de precipitación anual)	574.2 - 600.6	600.7 - 637.1	637.2 - 706.3
Zonificación urbana	zonas de exposición	Zona de conservación ecológica (ZCE)	Zona urbana (ZU)	Sitio de taludes inestables (STI)

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el esquema de análisis trabajado, la susceptibilidad o propensión a flujos en la zona de estudio del Municipio de Ecatepec de Morelos se determinó por 9 niveles caracterizados de la siguiente manera:

- **Nivel de susceptibilidad 1 (Valor del Índice 0.0254):** comprende valores de pendiente de 15° a 25°, materiales geológicos variados (cárcavas/depósitos volcánicos re TRABAJADOS, lahares y material volcánico re TRABAJADO/pie de monte volcánico), densidad de disección del terreno baja, media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja, media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 2 (Valor del Índice 0.0345):** comprende valores de pendiente de 15° a 25°, materiales geológicos variados (cárcavas/depósitos volcánicos re TRABAJADOS, lahares y material volcánico re TRABAJADO/pie de monte volcánico), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja, media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 3 (Valor del Índice 0.0417):** comprende valores de pendiente de 15° a 25°, materiales geológicos variados (cárcavas/depósitos volcánicos re TRABAJADOS, lahares y material volcánico re TRABAJADO/pie de monte volcánico), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja, media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 4 (Valor del Índice 0.0476):** comprende valores de pendiente de 15° a 25°, materiales geológicos variados (cárcavas/depósitos volcánicos re TRABAJADOS, lahares y material volcánico re TRABAJADO/pie de monte volcánico), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja, media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 5 (Valor del Índice 0.0523):** comprende valores de pendiente de 15° a 25°, materiales geológicos variados (cárcavas/depósitos volcánicos re TRABAJADOS, lahares y material volcánico re TRABAJADO/pie de monte volcánico), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja y media, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 6 (Valor del Índice 0.0561):** comprende valores de pendiente de 15° a 25°, materiales geológicos variados (cárcavas/depósitos volcánicos re TRABAJADOS y lahares), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja y media, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 7 (Valor del Índice 0.0591):** comprende valores de pendiente de 15° a 25°, materiales geológicos variados (cárcavas/depósitos volcánicos re TRABAJADOS y lahares), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja,

- media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja y media, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 8 (Valor del Índice 0.0629):** comprende valores de pendiente de 15° a 25°, materiales geológicos variados (cárcavas/depósitos volcánicos retrabajados y lahares), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve baja, media y alta, precipitación baja y media, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
 - **Nivel de susceptibilidad 9 (Valor del Índice 0.0676):** comprende valores de pendiente de 15° a 25°, materiales geológicos variados (cárcavas/depósitos volcánicos retrabajados y lahares), densidad de disección del terreno media y alta, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja y media, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica.

De la relación entre estas variables se calculó un índice de susceptibilidad a flujos (**IsuscFl**) definido por la siguiente fórmula:

$$IsuscFl = \frac{NsuscFl_i}{\sum NsuscFl_i} \times 100$$

Dónde:

IsuscFl : Índice de susceptibilidad a flujos;

NsuscFl_i = **p_i** + **l_i** + **e_i** + **dt_i** + **dl_i**;

NsuscFl_i : nivel de susceptibilidad al deslizamiento en la zona **i**;

∑NsuscFl_i : sumatoria de todos los niveles de susceptibilidad;

p_i: ponderación del valor de la pendiente del terreno en la zona **i**;

l_i: ponderación de la susceptibilidad de la litología en la zona **i**;

e_i : ponderación de la susceptibilidad potencial de las superficies de erosión en la zona **i**;

dt_i : ponderación de la intensidad de la densidad de disección del terreno en la zona **i**; y,

dl_i : ponderación de la intensidad de la densidad de lineamiento en la zona **i**.

De acuerdo con el esquema de análisis trabajado, la susceptibilidad o propensión a flujos de terreno en la zona de estudio de Ecatepec se determinó por 9 niveles y se construyeron 5 categorías de intensidad, descritas según el siguiente cuadro.

Tabla 4.11 Niveles de propensión-susceptibilidad a flujo de detritos según intensidad.

Nivel	Índice	Categoría de intensidad			
		Baja	Media	Alta	Muy alta
1	0.0254	X			
2	0.0345	X			
3	0.0417		X		
4	0.0476		X		

Nivel	Índice	Categoría de intensidad			
		Baja	Media	Alta	Muy alta
5	0.0523			X	
6	0.0561			X	
7	0.0591				X
8	0.0629				X
9	0.0676				X

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Vulnerabilidad y riesgo por caídos y derrumbes

En el Municipio de Ecatepec se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían edificaciones, viviendas o infraestructura, debido a que la población se asienta en la parte de las laderas de los cerros cercanos.

De esta manera, el riesgo por este tipo de fenómeno es **ALTO** debido a la población expuesta.

A continuación, se enlistan los AGEB's donde las viviendas se encuentran edificadas directamente sobre zonas en riesgo. Es importante hacer notar que debido al mecanismo de traslado de materiales, en un caso de flujo de detritos los daños pueden ser mayores a los señalados en la siguiente tabla.

Tabla 4.12 Zonificación de Riesgo por Flujos de detritos a nivel AGEB en el Municipio de Ecatepec.

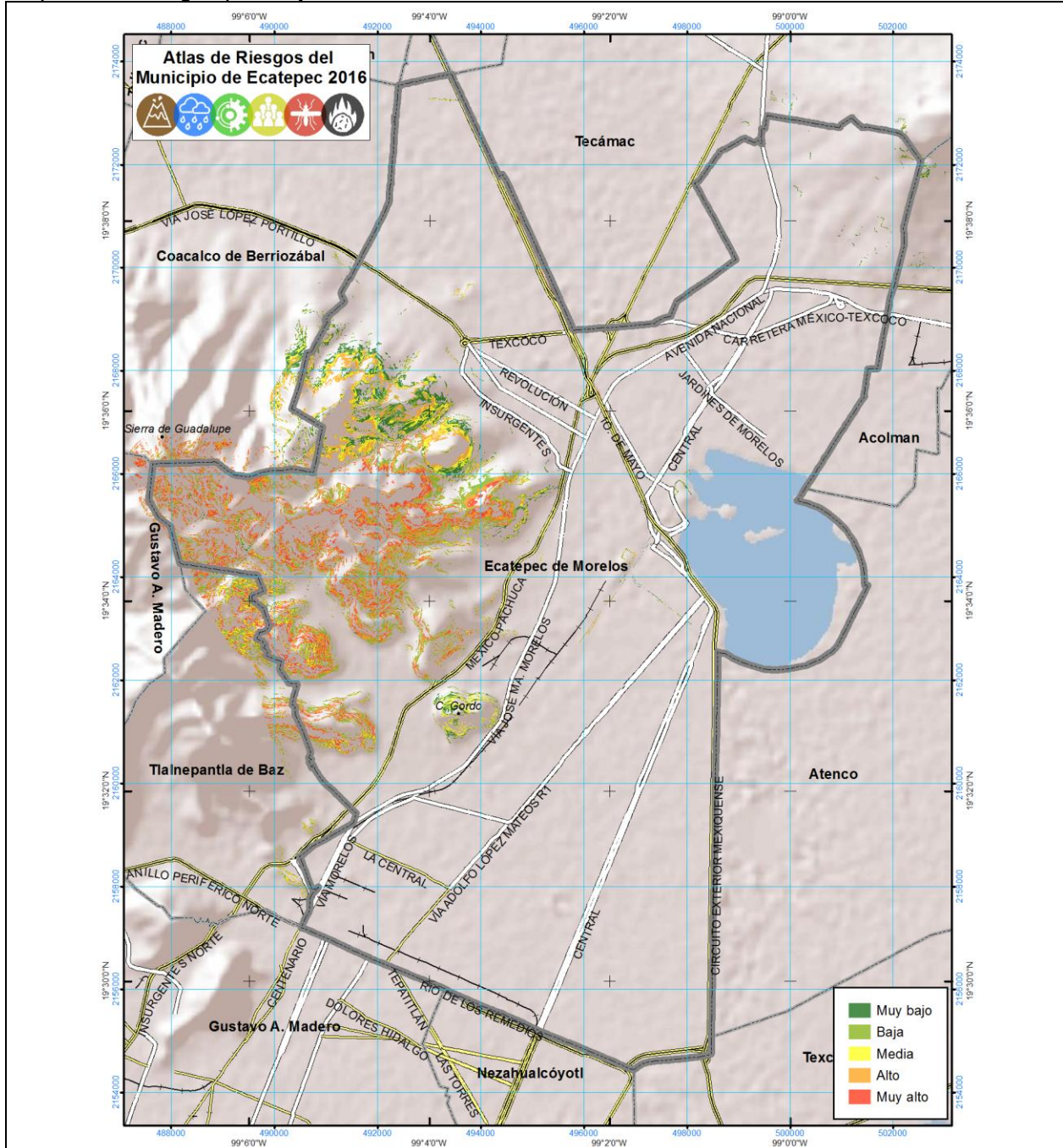
AGEB	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010031	15	75	Medio	Medio	Medio
1503300010192	15	75	Baja	Medio	Medio
1503300010243	15	75	Baja	Medio	Medio
1503300011580	10	50	Medio	Bajo	Medio
1503300011631	30	150	Medio	Medio	Medio
1503300011699	290	1450	Alta	Alto	Alto
1503300012220	260	1300	Alta	Alto	Alto
1503300012254	120	600	Alta	Alto	Alto
1503300012428	180	900	Alta	Alto	Alto
1503300012574	70	350	Alta	Medio	Alto
1503300012589	60	300	Alta	Medio	Alto

AGEB	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012729	40	200	Alta	Medio	Alto
1503300012733	40	200	Alta	Alto	Alto
1503300012837	20	100	Media	Alto	Alto
1503300012979	70	350	Alta	Medio	Alto
1503300012998	50	250	Alta	Medio	Alto
1503300013002	25	125	Alta	Medio	Alto
1503300013017	30	150	Medio	Medio	Medio
1503300013074	100	500	Alta	Medio	Alto
1503300013106	160	800	Alta	Alto	Alto
1503300013110	160	800	Alta	Alto	Alto
1503300013125	150	750	Alta	Alto	Alto
1503300013144	130	650	Alta	Alto	Alto
1503300013163	200	1000	Alta	Alto	Alto
1503300013341	300	1500	Alta	Alto	Alto
1503300013356	60	300	Alta	Alto	Alto
1503300013360	20	100	Alta	Bajo	Medio
1503300013394	250	1250	Alta	Alto	Alto
1503300013411	120	600	Alta	Medio	Alto
1503300013426	100	500	Alta	Alto	Alto
1503300013430	120	600	Alta	Alto	Alto
1503300013483	130	650	Muy Alta	Alto	Muy Alto
1503300013498	130	650	Alta	Medio	Alto
1503300013572	130	650	Muy Alta	Medio	Alto
1503300013587	70	350	Alta	Medio	Alto
1503300013591	60	300	Alta	Medio	Alto
1503300013604	80	400	Alta	Alto	Alto
1503300013619	20	100	Alta	Bajo	Medio
1503300013623	120	600	Alta	Alto	Alto
1503300013746	90	450	Alta	Alto	Alto
1503300013801	15	75	Alta	Bajo	Medio
1503300013816	60	300	Alta	Alto	Alto
1503300014053	280	1400	Muy Alta	Alto	Muy Alto
1503300014068	90	450	Alta	Alto	Alto
1503300014072	40	200	Muy Alta	Alto	Muy Alto

AGEB	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300014091	15	75	Muy Alta	Alto	Muy Alto
1503300014104	15	75	Alta	Alto	Alto
1503300014388	100	500	Alta	Alto	Alto
1503300014392	190	950	Alta	Alto	Alto
1503300014693	20	100	Alta	Alto	Alto
1503300014778	60	300	Alta	Alto	Alto
1503300014782	140	700	Alta	Alto	Alto
1503300014956	10	50	Muy Alta	Alto	Muy Alto
1503300014960	5	25	Muy Alta	Alto	Muy Alto
1503300014975	10	50	Muy Alta	Alto	Muy Alto
150330001046A	20	100	Medio	Medio	Medio
150330001224A	110	550	Alta	Alto	Alto
150330001256A	90	450	Muy Alta	Alto	Muy Alto
150330001306A	60	300	Alta	Medio	Alto
150330001313A	120	600	Alta	Alto	Alto
150330001338A	50	250	Alta	Alto	Alto
150330001377A	70	350	Muy Alta	Alto	Muy Alto
150330001498A	80	400	Muy Alta	Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 4.15 Peligro por flujos



Fuente: elaboración propia.

4.5 Caídos o derrumbes

4.5.1 Peligros por Caídos y Derrumbes

Los elementos considerados para determinar las zonas susceptibles o propensas a caída-derrumbe, y los criterios empleados, fueron los siguientes:

1. Zonas del terreno con pendientes superiores a 50°;
2. Las formaciones litológicas de la zona de estudio con un orden definido en grupos de menor a mayor susceptibilidad a caída-derrumbe, con las siguientes categorías: baja (cárcavas/depósito volcánico retrabajado, Domo Santa María Chiconautla de lava basáltica y piroclásticos y lahares), media (Domo María Auxiliadora pórfido dacítico, Domo Tejocote pórfido dacítico y lava intercalada con piroclastos) y alta (Domo Cerro Gordo pórfido dacítico, Domo El Chiquihuite dacita porfídica, domo volcánico dacítico, lava andesítica, volcán La Presa pórfido andesítico, volcán Moctezuma andesita porfídica, volcán Moctezuma porido dacítico y volcán Tres Padres pórfido andesítico);
3. Densidad de disección del terreno (definida como el valor de la longitud del número de cauces sobre una unidad de superficie de 1km², que permite detectar las zonas del terreno que presentan una mayor propensión a los procesos erosivos de tipo fluvial) determinada por los valores de 0.001452-0.083155, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.001452-0.013036), media (0.013037-0.043859) y alta (0.043860-0.083155);
4. Densidad de lineamiento del terreno (definida como el valor de la longitud de la trayectoria de fallas y fracturas sobre una unidad de superficie homogénea en km², que permite detectar las zonas del terreno que presentan una mayor concentración de fracturas y fallas) determinada por los valores de 0.000153-0.012561, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.000153-0.002709), media (0.002710-0.005935) y alta (0.005936-0.012561);
5. Energía del relieve (definida como la intensidad relativa de la actividad endógena en relación con la exógena representada por la diferencia altitudinal en un área determinada) determinada por los valores 0.000001-0.000077, con las siguientes categorías de intensidad: baja (0.000001-0.000077), media (0.000078-0.000258) y alta (0.000259-0.000470);
6. Precipitación anual, es la cantidad de precipitación media anual en milímetros para la zona de Ecatepec de Morelos y determinada por los valores 574.2mm-706.3mm con las siguientes categorías de intensidad: baja (574.2-600.6), media (600.7-637.1) y alta (637.2-706.3); y,
7. Zonificación urbana, distinguidas por tres tipos principales de superficies, según el contexto de Ecatepec de Morelos y ordenadas de menor a mayor susceptibilidad: sitios de taludes (o sitios de atención prioritaria), zona urbana y zona de conservación ecológica.

A través de la construcción de una variable discreta en escala absoluta o de conteo, se ponderaron los valores y características de cada elemento considerado para estimar un índice de susceptibilidad o propensión a derrumbes. El modelo teórico armado a partir de ello considera que, en el Municipio de Ecatepec de Morelos el terreno presenta una mayor susceptibilidad a derrumbes en aquéllos sitios donde los rangos de pendiente que involucra coinciden con: las litologías más propensas, las superficies con los valores más altos de las densidades de disección y lineamiento del terreno, así como energía del relieve y precipitación, además de las zonas más expuestas de la zonificación urbana, según el siguiente cuadro:

Tabla 4.13 Ponderaciones de propensión-susceptibilidad de las variables de análisis para el mecanismo de caída-derrumbe.

Variable/Proceso/Intensidad		Baja (1)	Media (2)	Alta (3)
Pendiente	Caída - derrumbe	50° - 60°	60° - 70°	70° - 80°
Litología	Caída - derrumbe	C/DvR - DSMCLvBPr - Lh	DMAPD - DTPD - LvIPr	DCGPD - DECDP - DvD - LvA - vLPPA - vMAP - vMPD - vTPPA - vTPPD
Densidad de disección	(longitud escurrimientos / km ²)	0.001452 - 0.013036	0.013037 - 0.043859	0.043860 - 0.083155
Densidad de lineamiento	(longitud lineamientos / km ²)	0.000153 - 0.002709	0.002710 - 0.005935	0.005936 - 0.012561
Energía del relieve	(diferencia altimétrica m / m ²)	0.000001 - 0.000077	0.000078 - 0.000258	0.000259 - 0.000470
Precipitación anual	(mm de precipitación anual)	574.2 - 600.6	600.7 - 637.1	637.2 - 706.3
Zonificación urbana	zonas de exposición	Zona de conservación ecológica (ZCE)	Zona urbana (ZU)	Sitio de taludes inestables (STI)

Fuente: Elaboración propia.

De la relación entre estas cinco variables se calculó un índice de susceptibilidad a derrumbes ($I_{suscDrr}$) definido por la siguiente fórmula:

$$I_{suscDrr} = \frac{N_{suscDrr_i}}{\sum N_{suscDrr_i}} \times 100$$

Donde:

$I_{suscDrr}$: Índice de susceptibilidad a derrumbes;

$N_{suscDrr_i} = p_i + l_i + e_i + dt_i + dl_i$

$N_{suscDrr_i}$: nivel de susceptibilidad a derrumbes en la zona i ;

- p_i : ponderación del valor de la pendiente del terreno en la zona i ;
 l_i : ponderación de la susceptibilidad de la litología en la zona i ;
 e_i : ponderación de la susceptibilidad potencial de las superficies de erosión en la zona i ;
 dt_i : ponderación de la intensidad de la densidad de disección del terreno en la zona i ; y,
 dl_i : ponderación de la intensidad de la densidad de lineamiento en la zona i .

De acuerdo con el esquema de análisis trabajado, la susceptibilidad o propensión a deslizamientos de terreno en la zona de estudio del Municipio de Ecatepec de Morelos se determinó por 9 niveles caracterizados de la siguiente manera:

- **Nivel de susceptibilidad 1 (Valor del Índice 0.4250):** comprende valores de pendiente de 51° a 80° , materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, pórfido-andesíticos, lava intercalada con piroclastos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja y media, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 2 (Valor del Índice 0.6023):** tiene valores de pendiente de 51° a 80° , materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava intercalada con piroclastos, pórfido-andesíticos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja y media, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 3 (Valor del Índice 0.7595):** posee valores de pendiente de 51° a 80° , materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava intercalada con piroclastos, pórfido-andesíticos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja y media, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 4 (Valor del Índice 0.8989):** comprende valores de pendiente de 51° a 80° , materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava intercalada con piroclastos, pórfido-andesíticos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja y media, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 5 (Valor del Índice 1.0226):** tiene valores de pendiente de 51° a 80° , materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, pórfido-andesíticos, andesita porfídica y lava intercalada con piroclastos), densidad de disección del terreno baja y media, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta,

- precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
- **Nivel de susceptibilidad 6 (Valor del Índice 1.1323):** posee valores de pendiente de 51° a 80°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava intercalada con piroclastos, pórfido-andesíticos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja y media, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
 - **Nivel de susceptibilidad 7 (Valor del Índice 1.2296):** comprende valores de pendiente de 51° a 80°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava intercalada con piroclastos, pórfido-andesíticos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja y media, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
 - **Nivel de susceptibilidad 8 (Valor del Índice 1.3159):** tiene valores de pendiente de 51° a 80°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, lava intercalada con piroclastos, pórfido-andesíticos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja y media, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja media y alta, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica;
 - **Nivel de susceptibilidad 9 (Valor del Índice 1.3925):** posee valores de pendiente de 51° a 80°, materiales geológicos variados (pórfido-dacíticos, pórfido-andesíticos y andesita porfídica), densidad de disección del terreno baja y media, densidad de lineamiento baja, media y alta, energía del relieve media y alta, precipitación baja y media, y sitios de taludes inestables, zonas urbanas y zonas de conservación ecológica.

A partir de la definición de los niveles de susceptibilidad o propensión al mecanismo de caída-derrumbe en Ecatepec de Morelos, se construyeron 5 categorías de intensidad, descritas según el siguiente cuadro.

Tabla 4.14 Niveles de propensión-susceptibilidad a caída-derrumbe según intensidad.

Nivel	Índice	Categoría de intensidad			
		Baja	Media	Alta	Muy alta
1	0.4250	X			
2	0.6023	X			
3	0.7595		X		
4	0.8989		X		
5	1.0226			X	
6	1.1323			X	
7	1.2296				X

Nivel	Índice	Categoría de intensidad			
		Baja	Media	Alta	Muy alta
8	1.3159				X
9	1.3925				X

Fuente: Elaboración propia.

De manera posterior al análisis realizado, se llevó a cabo el trabajo de campo. Primeramente, se inició en la zona de la Sierra de Chiconautla, donde se caracterizó un frente de talud inestable de aproximadamente 300 metros de longitud, compuesto por una serie de lahares y materiales volcánicos retrabajados. En ellos se identificó que el principal mecanismo de falla son la caída y el flujo de material detrítico, además de presentar mayores problemas debido a la erosión originando así socavamientos de diversa magnitud.

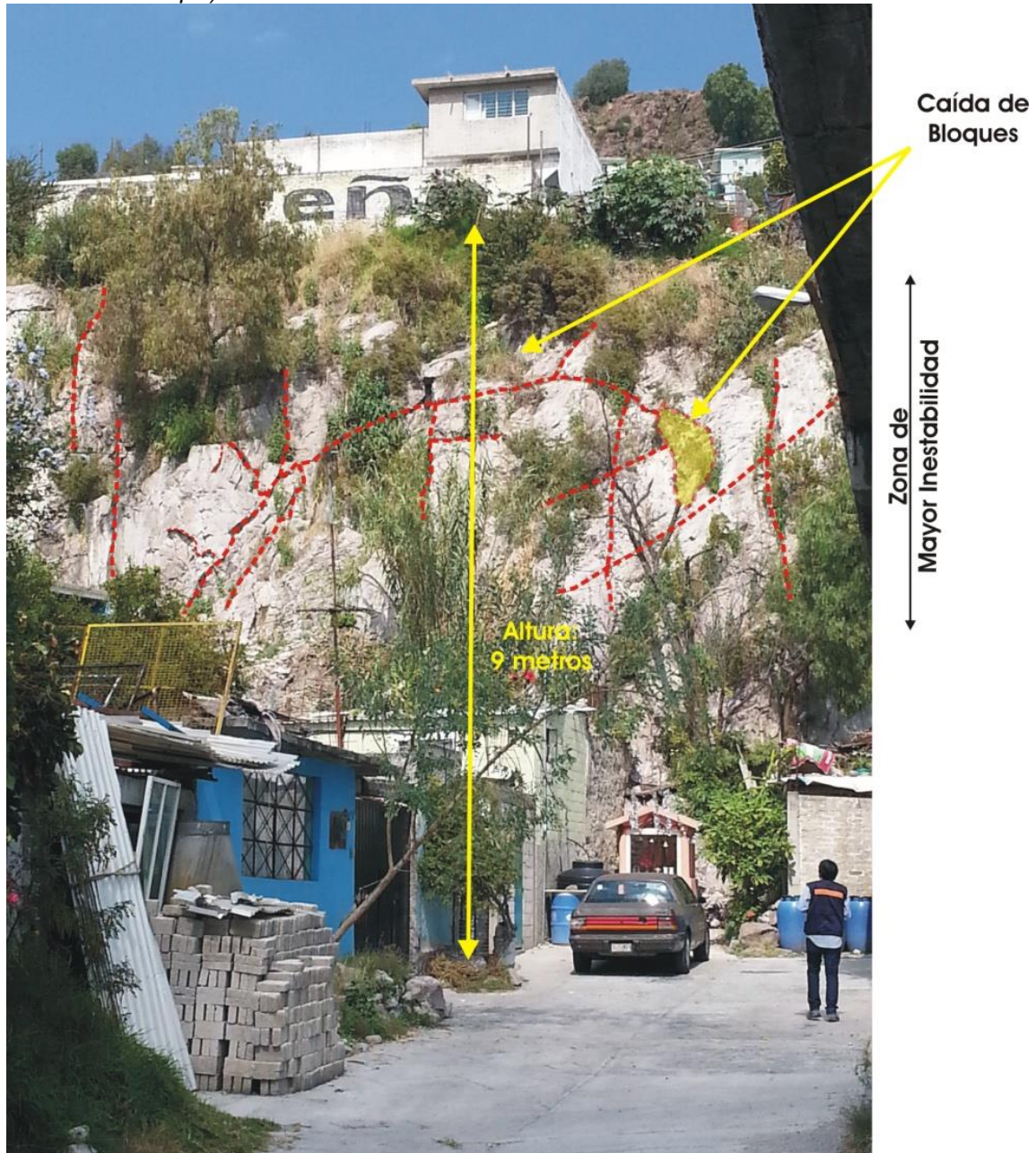
Respecto a la zona de la Sierra de Guadalupe, se identificaron un mayor número de sitios con mayores problemas de inestabilidad sobre todo en las colonias San Carlos Cantea y Lomas de San Carlos, Tablas del Pozo, San Andrés de la Cañada, Almarcigo Norte, Almarcigo Sur, San Pedro Xalostoc, Misael Núñez, Buenavista, Santa Clara Cerro Gordo, Cuauhtémoc, Benito Juárez 1ª. Sección, Justicia Social y Santa María Tulpetlac. En la mayoría de los sitios se verificó que los principales mecanismos de falla son caídas de rocas, volteos singulares de roca, deslizamiento en cuña y en menor proporción flujos. Otra característica a mencionar es que algunos de estos sitios no cuentan con tratamientos geotécnicos adecuados.

La caída de bloques por desprendimiento se observa comúnmente en zonas que sirvieron como bancos de material y que fueron explotados durante varios años y donde se tienen taludes que presentan fracturas y planos de estratificación con distinta orientación, afectando tanto a las viviendas asentadas al pie como en la cabecera de estos.

El mecanismo de falla por volteo, puede generar bloques columnares de diversos tamaños, delimitados por una serie de discontinuidades (diaclasas, juntas de enfriamiento, fracturas y/o fallas) que pueden generar diversos sistemas de fracturamiento. En estos frentes de taludes se pueden observar pendientes muy elevadas en las que el control estructural se debe al emplazamiento del material volcánico y/o zonas de falla y que en su mayoría tienen con un ángulo de echado casi vertical, originando el volteo hacia el frente del talud.

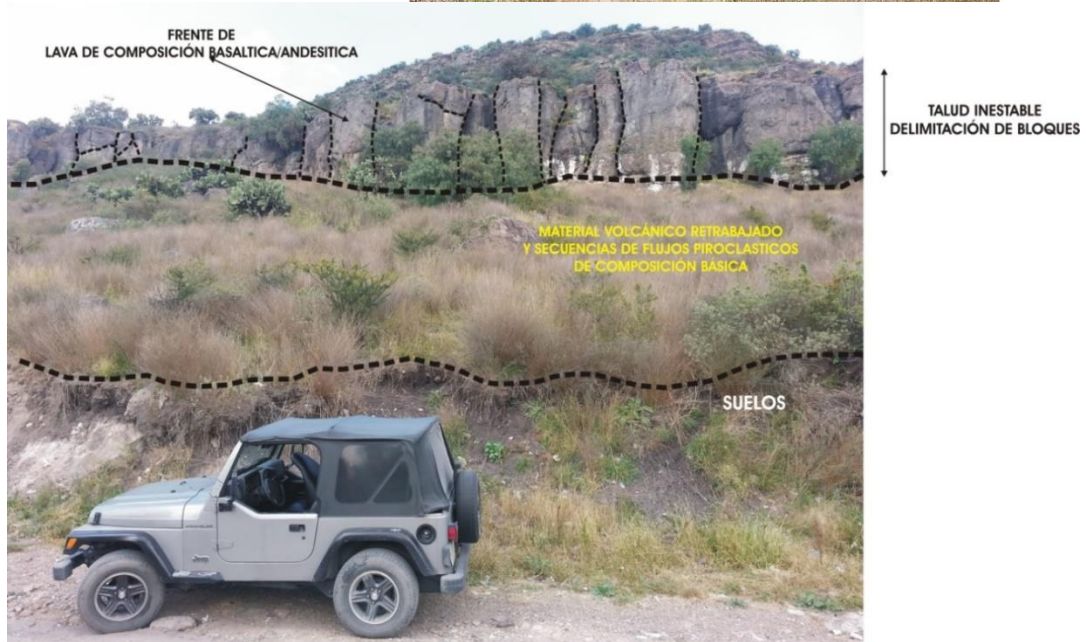
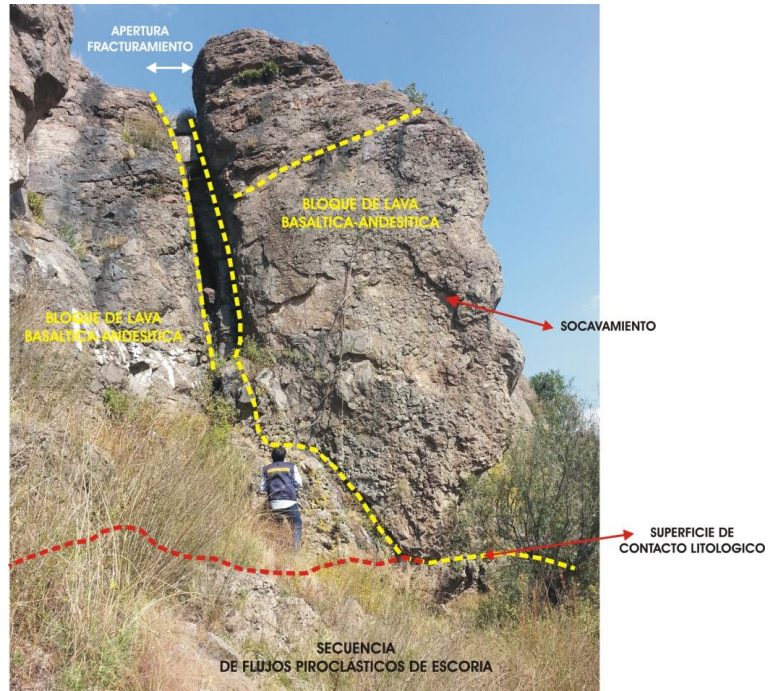
Otro de los mecanismos más comunes identificados es la caída de bloques por rodamiento. Éste se identificó en dos casos muy particulares: en el primero los bloques son redondeados o subredondeados y se encuentran aislados debido a los efectos erosivos y están separados de la masa estable; en el segundo los bloques aislados se encuentran controlados por un sistema de fallas o por el emplazamiento de los depósitos volcánicos.

Figura 4.4 Talud Inestable por caída de bloques en la Colonia Lomas de San Carlos (Zona Sierra de Guadalupe).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5 Talud Inestable por volteo singular en la Colonia Almarcigo Norte (Zona Sierra de Guadalupe).



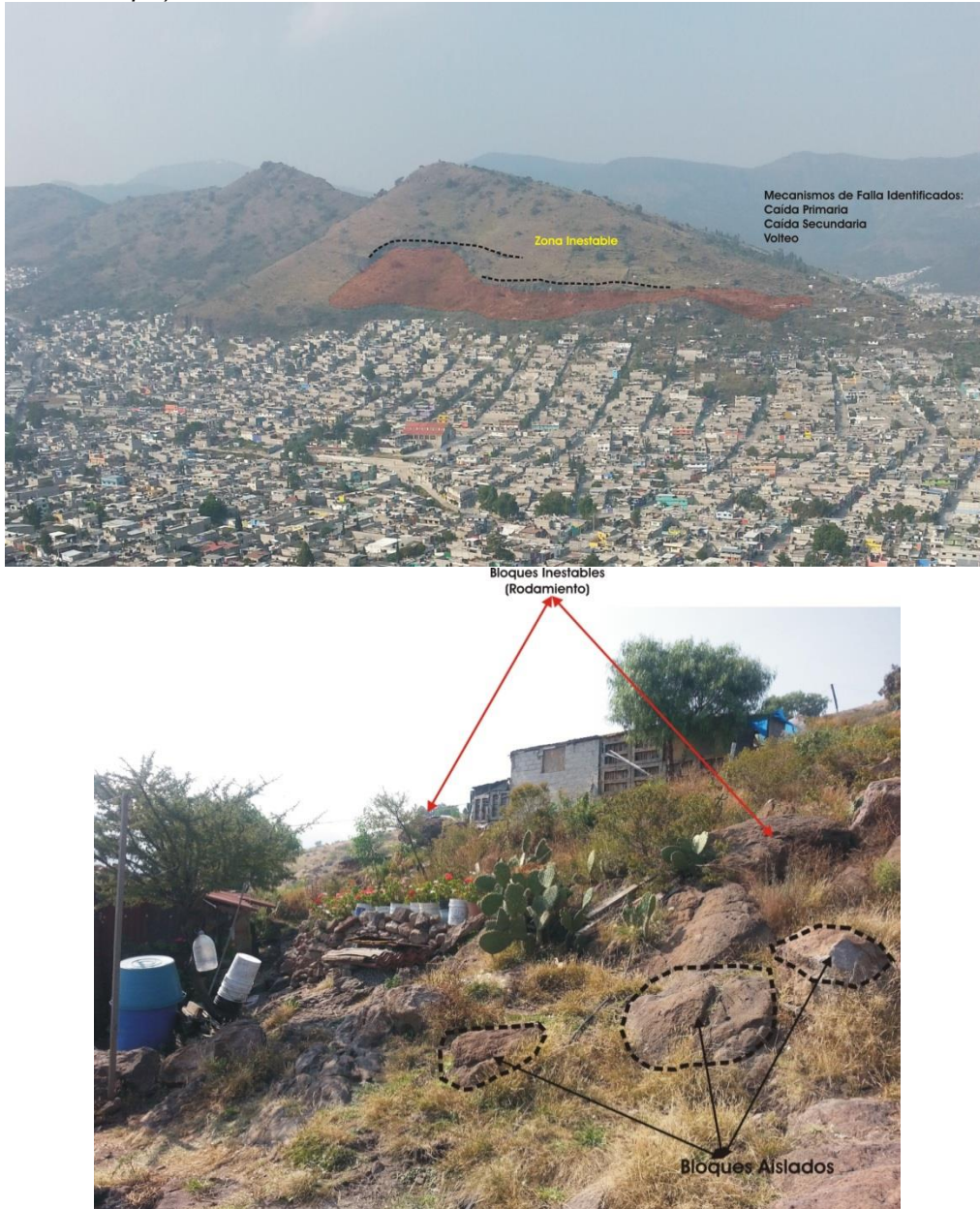
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6 Talud Inestable por caída (rodamiento) en la Colonia Tablas del Pozo (Zona Sierra de Guadalupe).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7 Talud Inestable por caída (rodamiento) en la Colonia Tablas del Pozo (Zona Sierra de Guadalupe).



Fuente: Elaboración propia

En otros sitios se identificaron mecanismos potenciales combinados (caída de bloques, deslizamiento en cuña y volteo singular), controlados en su mayoría por una modificación en su geometría original, además de encontrarse afectados por una serie de fracturas. Dichas condiciones, aunadas a otros factores como la litología, la erosión, la humedad, etc., han formado una serie de bloques con distinta geometría. Gran parte de estos corresponden a rocas dacíticas.

Figura 4.8 Talud Inestable por mecanismos combinados (caída, volteo y deslizamiento en cuña) en la Colonia Santa Clara Cerro Gordo (Zona Sierra de Guadalupe).



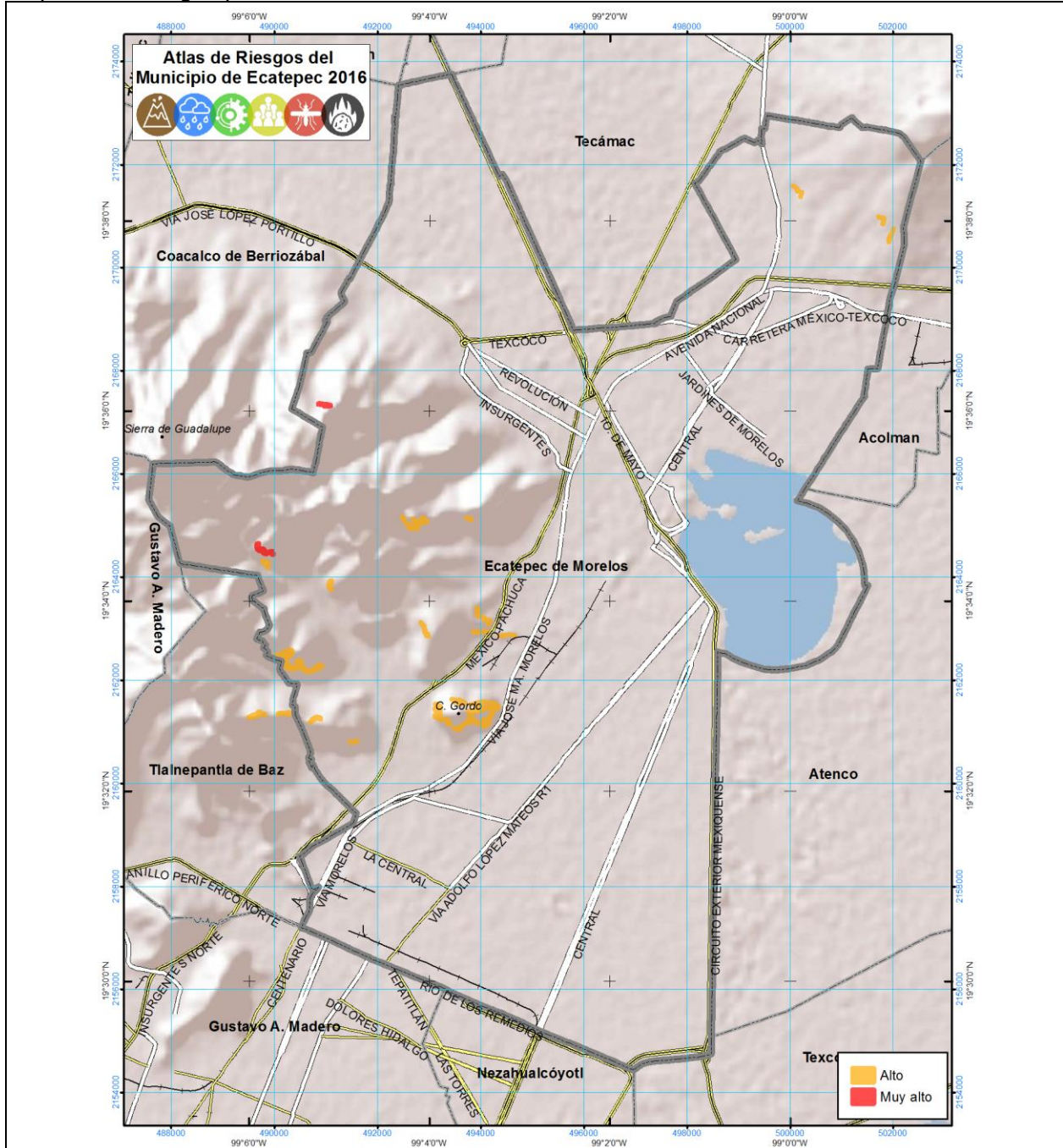
Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Vulnerabilidad y riesgo por caídos y derrumbes

En el Municipio de Ecatepec se reconocieron algunas zonas propensas a presentar este tipo de procesos de remoción en masa, que afectarían edificaciones, viviendas o infraestructura, debido a que la población se asienta en la parte de las laderas de los cerros cercanos.

De esta manera, el riesgo por este tipo de fenómeno es **ALTO** debido a la población expuesta.

Mapa 4.16 Peligro por derrumbes



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se enlistan los AGEB's donde las viviendas se encuentran edificadas directamente sobre zonas en riesgo de derrumbe.

Tabla 4.15 Zonificación de Riesgo por Caídos o Derrumbes a nivel AGEB en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Viviendas	Población	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013093	50	250	Alta	Alto	Alto
1503300013106	90	450	Alta	Alto	Alto
1503300013110	40	200	Muy Alta	Alto	Muy Alto
1503300013394	120	600	Alta	Alto	Alto
1503300013426	40	200	Alta	Alto	Alto
1503300013572	100	500	Muy Alta	Alto	Muy Alto
1503300013587	70	350	Alta	Alto	Alto
1503300013591	110	550	Alta	Alto	Alto
1503300014053	40	200	Muy Alta	Alto	Muy Alto
1503300014782	30	150	Alta	Alto	Alto
1503300014956	50	250	Muy Alta	Muy Alto	Muy Alto
150330001046A	50	250	Media	Alto	Alto
150330001256A	30	150	Muy Alta	Alto	Muy Alto
150330001313A	40	200	Alta	Alto	Alto
1503300013445	30	150	Alta	Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Agrietamientos, Hundimientos y Subsistencia

Los procesos de hundimiento y subsidencia son movimientos verticales descendentes del terreno, habitualmente en áreas con baja pendiente. Los hundimientos se producen por inestabilidad debida a la presencia de huecos subterráneos en el suelo o roca, permitiendo que las estructuras superficiales colapsen abrupta y repentinamente o se asienten a través de periodos de tiempo relativamente largos. Otro tipo de hundimiento se puede deber a un encogimiento de los materiales debido a deshidratación, principalmente en arcillas.

Las fallas y fracturas son fenómenos geológicos que pueden afectar las edificaciones e infraestructura mediante agrietamientos, dañando la estabilidad de las construcciones al grado de impedir su uso e incluso llegando a derrumbarlas. Las fracturas son planos de ruptura dentro de una unidad litológica, causadas por movimientos y deformaciones corticales (epirogénesis y orogénesis); por contracción y disecación de los sedimentos; o por liberación de tensión paralela a la superficie. Una falla es una fractura en la que dos bloques de roca, se deslizan uno con respecto al otro en direcciones divergentes. Cuando los bloques tienen movimiento (caso de las

fallas), son capaces de provocar daños cuya severidad estará en función de la intensidad del movimiento, a su vez de la superficie o infraestructura que pudiese resultar afectada. Al ubicarse una falla considerada como activa en zona urbana llega a poner en peligro infraestructura a sus alrededores, como viviendas, edificaciones diversas, vialidades, infraestructura de agua y drenaje, entre otros.

Para identificar los peligros por Agrietamientos, Hundimientos y Subsistencia se realizaron visitas con operadores de Protección Civil para detectar si ha habido procesos de socavamiento, hundimientos, levantamiento del terreno, agrietamientos, deformación de la superficie o bien con infraestructura dañada: hundimientos parciales de edificios, inclinación de obras, hundimiento de postes, enrejados o muros; rompimiento constante de obras soterradas. Además se realizó un análisis de las condiciones que facilitan este fenómeno como son las condiciones geológicas del terreno, el origen del material y sistemas de fallas y/o fracturamiento que crucen los materiales o delimiten zonas.

4.6.1 Peligro por Agrietamientos, Hundimientos y Subsistencia

En la última década, cientos de viviendas de varias unidades habitacionales del municipio han sufrido severos deterioros estructurales, principalmente por los hundimientos del subsuelo – de hasta unos 50 centímetros anuales- debidos a la sobreexplotación de los mantos acuíferos. Los hundimientos han impactado severamente la infraestructura urbana general, principalmente la de redes de agua potable y drenaje. Sólo en Ecatepec existen 139 pozos de los que se extrae agua.

Ecatepec se hunde en promedio seis centímetros al año, es decir, el doble del hundimiento que registra el Distrito Federal. Estos hundimientos no son constantes, sino que en algunas partes son diferenciados lo que complican los riesgos de inundaciones debido a que generan fracturas en las tuberías y redes de drenaje.

Algunos daños en las casas, son tales que existe el riesgo de un posible desplome. Muros y techos con grietas, pisos levantados, columnas ladeadas, son comunes en casas de Fuentes de Aragón, Villas de Ecatepec, Venta de Carpio y Paseo de San Agustín. En otros fraccionamientos como Los Héroes, La Guadalupana o Bonito de Ecatepec, de reciente creación, comienzan a aparecer daños.

Uno de los casos más graves es en la unidad habitacional Fuentes de Aragón, donde ocurren hundimientos hasta de 50 centímetros, y unas 640 viviendas en riesgo de colapsarse presentan inclinaciones. Ya desde 1998 los inmuebles presentaban un asentamiento en la parte posterior con un desplome de 15 a 20 centímetros; en algunos departamentos se observan daños estructurales, agrietamiento en muros y losas, aplastamiento de blocs, losas flexionadas,

separación del marco rígido que llega al muro y losa superior; además de afectaciones al sistema de descarga sanitaria y pérdida de pendiente.

En la colonia Valle de Ecatepec, 2 mil 800 familias viven en riesgo de que los edificios que habitan se derrumben; debido a hundimientos de hasta 1.50m, las estructuras de los inmuebles están severamente dañadas, con fisuras de hasta 30 centímetros. En enero de 2000 fueron desalojadas 128 familias de ocho edificios, mientras reparaban los inmuebles del conjunto habitacional CTM13 Valle de Ecatepec, el cual además de los graves hundimientos en la zona, está dañado por los hasta cuatro niveles de construcción y a que fueron elaborados con materiales de baja calidad sobre minas de sosa cáustica. Adicionalmente a los derrumbes, puede ocurrir otro tipo de incidente en la unidad habitacional dado que los hundimientos provocan fracturas en las redes del gas y agua potable. La unidad habitacional CTM14 presentaba los mismos problemas de cuarteaduras y hundimientos, hasta que fue demolida.

Otro de los casos es el de 16 casas habitación ubicadas en la colonia Villas de Ecatepec que presentan hundimientos hasta de 20 centímetros. De forma general, en las casas habitación, las puertas y ventanas están colgadas, presentando deformaciones en la herrería y provocando la rotura de cristales. Las canchas de basquetbol de un área deportiva del lugar también han sido dañadas.

En igual situación están 60 viviendas de la unidad habitacional Venta de Carpio. Ahí las fisuras son hasta de 10 centímetros de ancho en paredes, pisos y techos. Los daños en algunas casas son notables; incluso han pegado con cinta adhesiva los tabiques que se han desprendido y han colocado polines que le ayuden a sostener el techo y evitar el derrumbe. Las ventanas se abren solas a causa de las inclinaciones.

Debido al colapso en las tuberías del sistema de drenaje del Municipio de Ecatepec, de agosto del 2011 a mayo del 2012 se registraron 70 hundimientos en vialidades, que iban desde 10 centímetros hasta un metro de profundidad, en las colonias Granjas Valle de Guadalupe, La Popular, Rústica Xalostoc, Ruiz Cortines, Ciudad Azteca, Nueva Aragón y el Chamizal, donde se han colocado nuevos tubos de concreto, tezontle, arena y cemento hidráulico.

Estas tuberías tenían más de 40 años y fueron construidas bajo las banquetas, en vez de a mitad de calle, lo que ocasionó hundimientos en patios de las viviendas. Estos colapsos se deben - además de la degradación de las tuberías- a la presión ejercida por el tránsito de los vehículos pesados, los movimientos telúricos y el desgaste natural del tubo.

En la calle Toluca de la colonia El Chamizal se presentó en abril del 2012 un socavón de casi dos metros de profundidad por 38 centímetros de diámetro.

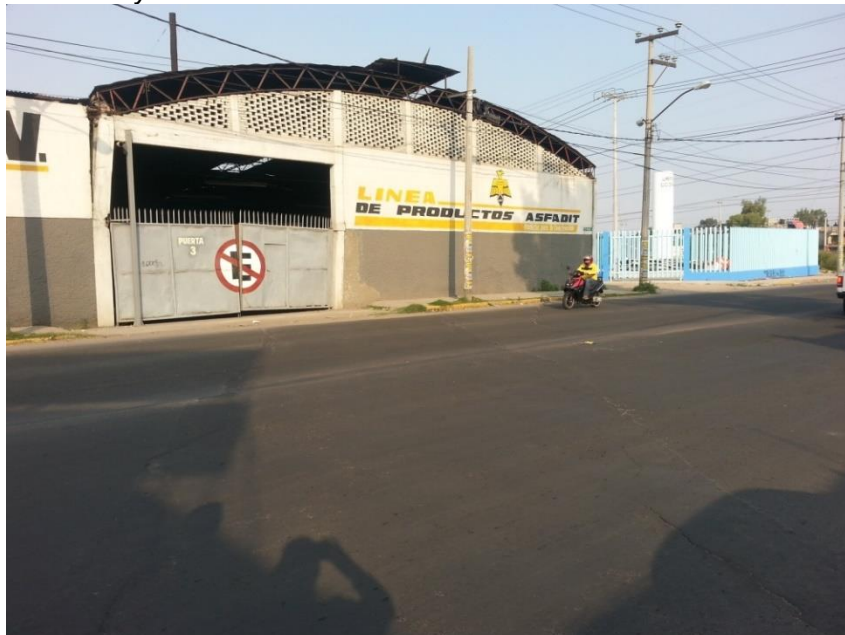
Como consecuencia de las lluvias registradas en octubre de 2011, se registró un hundimiento de tres metros de ancho, tres metros de largo y cinco de profundidad en la colonia San Pedro Xalostoc.

El Municipio de Ecatepec de Morelos cuenta con tres principales morfologías. La primera corresponde a una serie de aparatos volcánicos (volcanes monogenéticos, estratovolcanes, domos volcánicos, etc.) pertenecientes a la Sierra de Chiconautla y la Sierra de Guadalupe. La segunda morfología pertenece a una planicie de origen lacustre donde se localizaba el Ex lago de Texcoco. Y la tercera a una zona de transición conformada por la interdigitación de materiales volcánicos y lacustres.

Cada una de estas zonas juega un papel importante en el desarrollo de los problemas de subsidencia y fracturamiento del subsuelo, siendo la planicie lacustre y la zona de transición las de mayor importancia. En las zonas de transición existe una heterogeneidad de materiales geológicos que conforman el subsuelo, tanto de origen volcánico, provenientes de la Sierra de Guadalupe y Chiconautla, como de secuencias lacustres, depositados en el Ex lago de Texcoco. En tales áreas de transición, los materiales más finos se han depositado hacia la parte central de las zonas más bajas y en las cercanías de las sierras se localizan los materiales más gruesos.

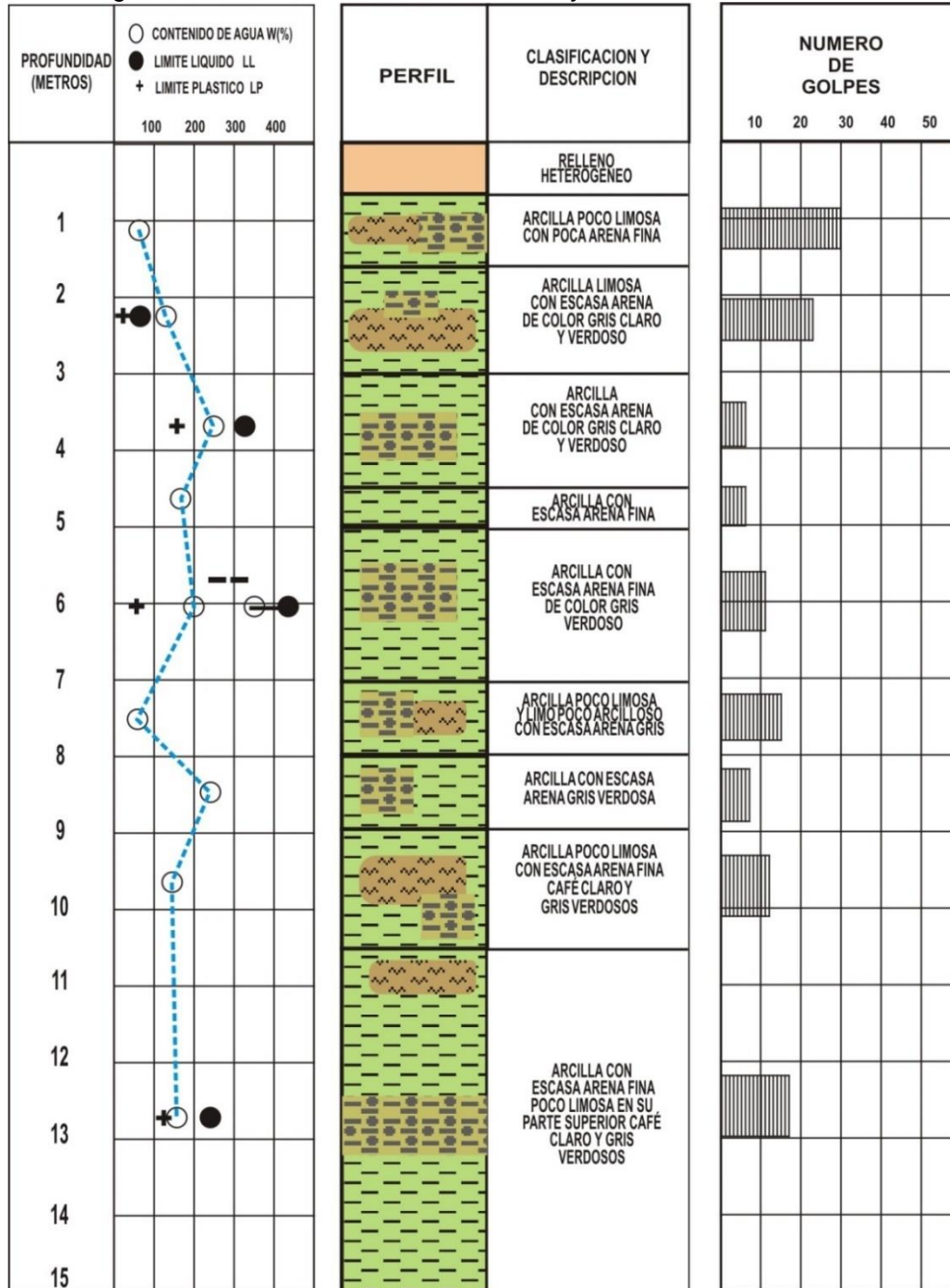
Estas condiciones originan una variedad de alteraciones en las propiedades físicas y mecánicas de cada material que al estar sujetos a factores como extracción de agua y cargas estáticas y dinámicas (tránsito de vehículos pesados, sobrecarga en las viviendas), originan la subsidencia del terreno en una primera etapa para posteriormente generar zonas de deformación y fracturamiento con diversas orientaciones, que en su mayoría estarán asociadas a una serie de paleotopografía pre-existentes.

Figura 4.9 Hundimiento y fracturamiento del subsuelo en la Colonia Rustica Xalostoc.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.10 Sondeo Geotécnico sobre la Av. La Viga Ecatepec de Morelos; en esta se observa la heterogeneidad de secuencias lacustres y volcánicas.



Fuente: Navarro Chavarría, 2001.

En la planicie lacustre se tienen grandes espesores de arcilla (desde secuencias con baja compresibilidad hasta secuencias de alta compresibilidad) con un comportamiento mecánico variable, lo cual se puede traducir en una dinámica irregular de estas. Otras propiedades mecánicas de estas secuencias arcillosas es que tienen ángulos de fricción bajos y cohesión nula, además de una baja resistencia al corte.

Los depósitos de arcilla son materiales muy deformables y, bajo la influencia de los factores referidos, en una primera etapa llega a ser común que se acelere el proceso de consolidación de sus materiales por estar sometidas a cargas superiores a las de su capacidad de carga natural. Esto induce en ellas una deformación continua y paulatina del subsuelo, que se manifiesta en superficie con hundimientos graduales y puntuales. En donde se tiene la presencia de estos materiales, son más marcados los valores de subsidencia del terreno, alcanzando hasta 30 centímetros anuales.

Una de las principales manifestaciones causadas por el fracturamiento y la subsidencia del terreno son los daños a la infraestructura y equipamiento urbano, y particularmente en las viviendas y redes hidráulicas. En el Municipio de Ecatepec de Morelos se tienen varias colonias afectadas por este problema entre las que destacan: Granjas Valle de Guadalupe, Jardines de Tepeyac, Granjas de Guadalupe, Estrella, Valle de Anáhuac, Valle de Aragón 3ª Sección, Granjas Independencia, Sagitario, Fuentes de Aragón, Ciudad Oriente, San Agustín 3ª Sección, Ciudad Azteca 2ª y 3ª Sección, Rinconada de Aragón la Florida Ciudad Azteca y Polígono.

Figura 4.11 Hundimiento y fracturamiento del subsuelo y sus efectos en las viviendas y vialidades, izq. Calle Valle de Toluca Colonia Valle de Aragón 3ª Sección y der. Av. Canal de la Draga frente al Circuito Exterior Mexiquense en la Colonia Sagitario.



Fuente: Elaboración propia.

Otro elemento a considerarse es la actividad biótica, factor que contribuye al hundimiento del terreno (Sámano 1994), ya que se ha documentado que determinado tipo de árboles (Casuarina equisetifolia, Eucaliptos glóbulos y la Acacia farneciana, entre otros), de origen australiano, e introducidos en la Cuenca de México, requieren grandes cantidades de agua para su ciclo de vida, absorbida por sus raíces lo que ocasiona un déficit de humedad en el suelo en el suelo en época de estiaje. Dentro de las principales características biológicas de estas especies, están la alta tolerancia a los suelos salinos y el consumo de agua que realizan, por lo que fueron consideradas para la desecación de la zona lacustre (Romero Miranda, 2011).

Este elemento provoca deformaciones en el subsuelo cuyos efectos se pueden notar en el terreno con deformaciones puntuales en forma radial, esto afecta de manera directa parte de los elementos de la infraestructura y el equipamiento urbano: banquetas, redes hidráulicas, inmuebles y obras civiles.

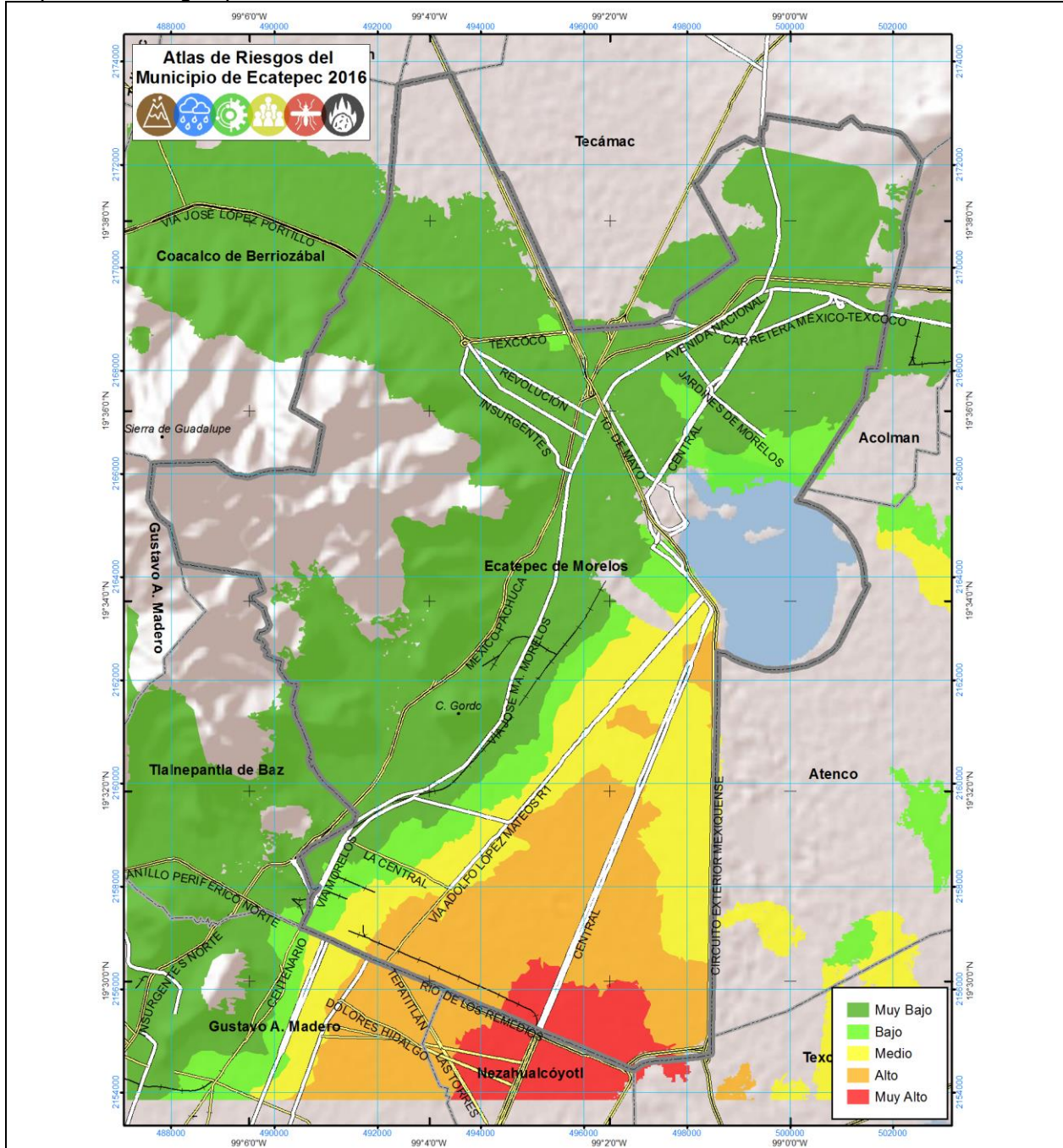
Figura 4.12 Efectos de la acción biótica en la Colonia Ciudad Azteca 2ª. Sección.



Fuente: Elaboración propia.

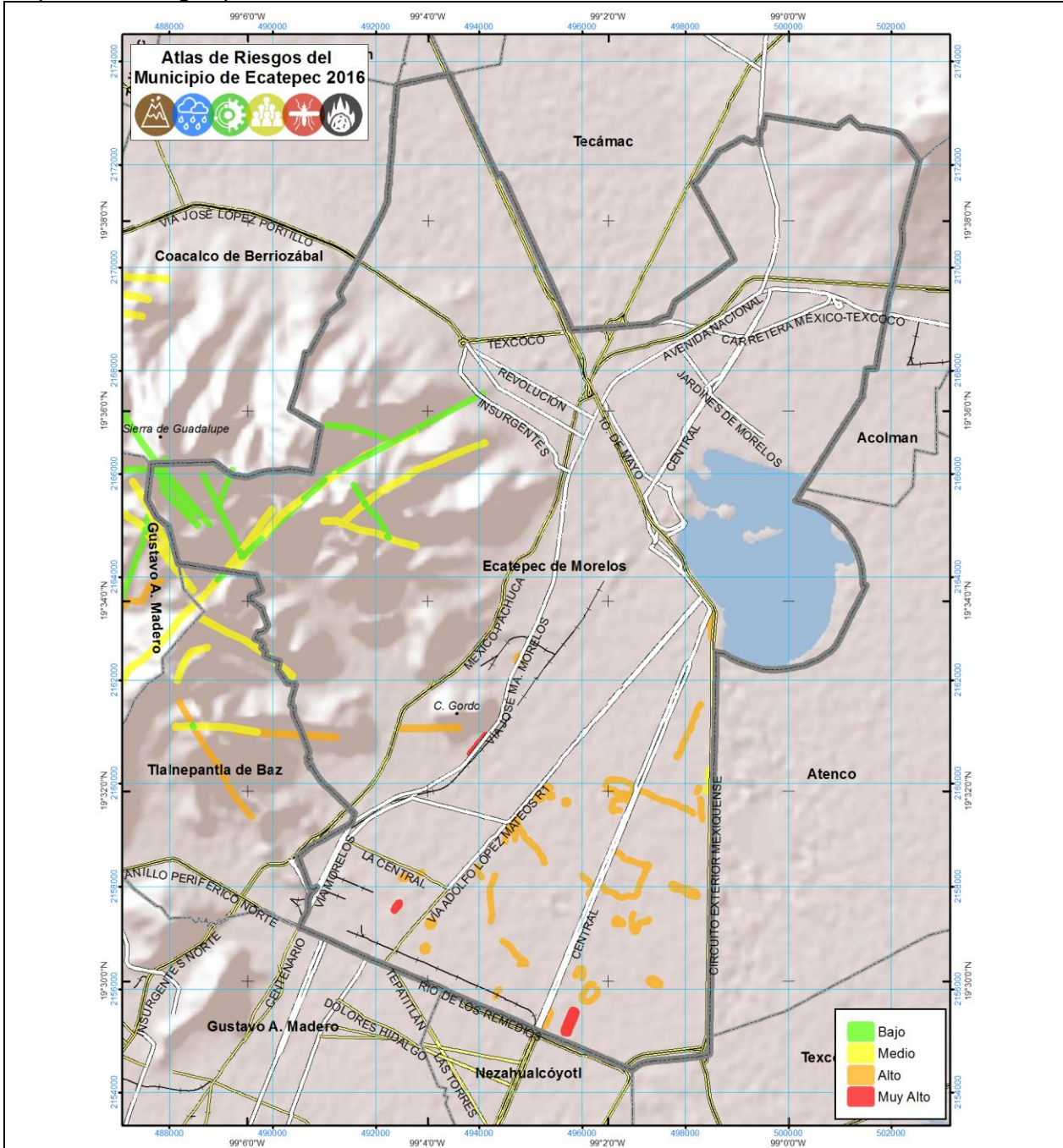
La información relacionada con el hundimiento promedio anual registrado para la parte central de la Ciudad de México la cual fue obtenida a partir de imágenes de radar mediante la técnica InSAR. La interferencia de dos imágenes, lo que se le conoce como interferograma, calcula la variación de distancia de un objeto de la superficie terrestre al sensor. De esta manera se obtuvo la intensidad del fenómeno para el municipio. Para ello, se realizó la georreferenciación del interferograma que se encuentra en el artículo de López, Et. Al. (2009) para poder vectorizar los valores de subsidencia promedio anual, con lo cual se calculó la intensidad del fenómeno.

Mapa 4.17 Peligro por subsidencia



Fuente: López, Et. Al. (2009).

Mapa 4.18 Peligro por fracturamiento del subsuelo



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente se revisó la información relacionada con la identificación de rasgos morfológicos identificados en el terreno los cuales se encuentran asociados a la subsidencia del terreno y se encuentran controlados por la topografía de la zona, estos ubicados en Ecatepec de Morelos y zonas aledañas. Se realizó en primera parte un análisis con Imágenes de Satélite e integrándolo con las Curvas de Nivel, posteriormente se realizó trabajo de campo donde se recorrieron calles y avenidas a fin de mapear e identificar elementos y/o rasgos asociados a la deformación del terreno y evidencias de fracturamiento sobre el terreno. Se identificaron 43 lineamientos asociados a este rasgo morfológico.

A partir del análisis de la geología, topografía, propiedades físicas y mecánicas de los materiales geológicos que conforman el subsuelo, rasgos morfológicos de la deformación en el terreno y la subsidencia, se delimitaron zonas susceptibles a desarrollar en diversa magnitud problemas de fracturamiento del subsuelo, tal como se observa en el anexo de cartografía.

4.6.2 Vulnerabilidad y riesgo por Agrietamientos, Hundimientos y Subsidencia

El hundimiento en la zona depende en gran medida de la ubicación geográfica del lugar, para el caso del Municipio de Ecatepec, la zona más propensa a hundirse es el sector NE, ya que los materiales que son susceptibles al proceso de hundimiento, representando un nivel de riesgo **MUY ALTO** en el municipio.

A continuación se presenta la zonificación de áreas con riesgo:

Tabla 4.16 Zonificación del riesgo por hundimientos, agrietamientos y subsidencia por AGEB en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Población	Riesgo
1503300010031	4610	Muy Alto
1503300010120	3270	Muy Alto
1503300010262	4573	Muy Alto
150330001046A	3156	Muy Alto
1503300011699	6580	Muy Alto
1503300012150	7037	Muy Alto
1503300012485	3575	Muy Alto
150330001256A	2126	Muy Alto
1503300012697	6854	Muy Alto
150330001270A	4995	Muy Alto
1503300012729	911	Muy Alto

AGEB	Población	Riesgo
1503300013002	3849	Muy Alto
1503300013017	4648	Muy Alto
1503300013074	4131	Muy Alto
1503300013089	2542	Muy Alto
1503300013093	3168	Muy Alto
1503300013106	4189	Muy Alto
1503300013163	2362	Muy Alto
1503300013322	3718	Muy Alto
1503300013341	7685	Muy Alto
1503300013426	4200	Muy Alto
1503300013445	1297	Muy Alto
1503300013572	4314	Muy Alto
1503300013587	5942	Muy Alto
1503300013591	2384	Muy Alto
1503300013604	4121	Muy Alto
1503300013746	3047	Muy Alto
1503300013765	126	Muy Alto
1503300013854	2881	Muy Alto
1503300014053	3428	Muy Alto
1503300014778	3361	Muy Alto
1503300014797	4387	Muy Alto
150330001480A	5281	Muy Alto
1503300014956	350	Muy Alto
1503300014975	43	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5 Fenómenos Hidrometeorológicos

El Municipio de Ecatepec es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar daños materiales de importancia: principalmente está expuesto inundaciones y a lluvias extraordinarias. Acontecimientos como las inundaciones de 2011-2012, constituyen los ejemplos más recientes que ponen de manifiesto la gravedad de las consecuencias de esta clase de fenómenos. Las precipitaciones pluviales han provocado que el Ecatepec se encuentre entre los municipios con mayores problemas por inundaciones en el centro del país. Este tipo de riesgos, además de la emergencia humanitaria que desencadena, acarrea problemas sociales, económicos y de salud.

Por otro lado, las heladas y ondas de calor producen afectaciones en los grupos de alta marginación, y puede ser causa de enfermedades en los sectores de la población de corta o avanzada edad. El conocimiento de los principales aspectos de los fenómenos hidrometeorológicos, la difusión de la cultura de Protección Civil en la población y la aplicación de las medidas de prevención de desastres pueden contribuir de manera importante en la reducción de los daños ante esta clase de fenómenos. A continuación, se analizan los principales fenómenos hidrometeorológicos que se presentan en el municipio.

5.1 Ondas cálidas

Las ondas cálidas u olas de calor son un calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa, y que suele durar de unos días a una semana. Este fenómeno representa un riesgo para la población debido a que acelera procesos tales como las enfermedades gastrointestinales, la deshidratación y la insolación, que asociadas incrementan la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebés, ancianos y personas en situación de alta marginación; adicionalmente pueden causar otros daños notorios como incendios forestales.

5.1.1. Peligro por Ondas cálidas

El Municipio de Ecatepec, debido a su ubicación en la zona templada del centro de México es poco susceptible a la presencia constante de ondas de calor cuyos efectos puedan poner en peligro a la población. Sin embargo, las temperaturas máximas extremas que se han presentado

históricamente, representan un peligro potencial en caso de repetirse, por lo que se realizaron análisis de periodos de retorno de los eventos más extremos de temperaturas altas. Es necesario para hacer este análisis, enfatizar que a pesar de la extensión y relativa homogeneidad geográfica del municipio, las ondas de calor no se manifiestan con la misma magnitud e intensidad en todo su territorio, ya que la zona occidental cercana a la Sierra de Guadalupe tiene un clima ligeramente más húmedo y registra temperaturas un poco más bajas con relación a la porción semiseca del oriente.

Para identificar las ondas cálidas más comunes, se analizaron las temperaturas máximas promedio y máximas extremas en el área de estudio, por medio de los datos de 32 estaciones meteorológicas ubicadas en zonas cercanas y dentro del Municipio de Ecatepec, de las cuales sólo 30 tuvieron un mínimo de 30 años de observaciones mensuales. Estas estaciones se observan en la siguiente tabla.

Tabla 5.1 Estadística de temperaturas máximas en las estaciones meteorológicas del área circundante y dentro (en negritas) del Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Temp. máxima promedio	Temp. máxima extrema	Fecha de máxima
9003	Aquiles Serdán 46	19°27'00 N	099°11'00 W	2839	25.1	34.5	26/05/1973
9017	Cuatepec Barrio Bajo	19°11'00 N	099°08'15 W	2283	24.0	34.0	07/05/1978
9021	Egipto 7	19°28'00 N	099°11'00 W	3220	25.4	35.5	02/05/1983
9025	Hacienda La Patera	19°31'00 N	099°09'00 W	3220	23.8	35.0	02/05/1983
9029	Gran Canal Km. 06+250	19°28'36 N	099°05'29 W	2239	25.3	36.5	02/05/1983
9043	San Juan de Aragón	19°27'55 N	099°04'45 W	2240	25.6	38.5	17/03/1986
9047	Colonia Tacuba	19°27'00 N	099°11'00 W	2340	24.9	37.0	22/05/1971
15008	Atenco	19°32'38 N	098°54'46 W	2245	25.0	38.0	09/05/1998
15022	Chiconautla	19°39'24 N	099°01'02 W	2340	24.2	35.0	03/05/1983
15040	Gran Canal Km 02+120 Bombas	19°36'35 N	099°03'36 W	2250	24.6	34.0	02/05/1983
15041	Gran Canal Km 27+250	19°33'42 N	099°01'10 W	2236	24.0	36.0	01/04/2008
15044	La Grande	19°34'34 N	098°54'50 W	2250	24.4	35.0	07/05/1998
15047	Las Arboledas	19°33'46 N	099°12'57 W	2270	24.1	35.0	03/03/1990
15059	Molino Blanco	19°28'39 N	099°13'15 W	2265	24.6	36.0	07/03/1991
15081	Represa El Alemán	19°42'16 N	099°13'09 W	2365	23.8	40.0	14/07/1999
15083	San Andrés	19°31'55 N	098°54'38 W	2244	23.9	37.0	20/04/1995

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Temp. máxima promedio	Temp. máxima extrema	Fecha de máxima
15090	San Jerónimo Xonocahuacan	19°45'03 N	098°56'58 W	2265	25.9	39.5	27/05/1973
15092	San Juan Ixhuatepec	19°31'18 N	099°06'52 W	2235	23.8	34.0	02/05/1983
15098	San Martín Obispo	19°37'18 N	099°11'34 W	2255	23.0	34.0	02/05/1983
15124	Tepexpan	19°36'41 N	098°55'18 W	2248	24.5	37.0	12/05/2002
15125	Texcoco (DGE)	19°30'20 N	098°52'55 W	2250	25.1	39.0	04/06/2007
15129	Tultepec	19°41'03 N	099°07'36 W	2245	23.5	36.0	04/05/1983
15137	Amealco	19°31'05 N	099°06'39 W	2240	24.1	33.0	04/05/2003
15138	Atenco (CFE)	19°34'00 N	098°55'00 W	2245	24.2	36.0	02/05/1983
15145	Plan Lago de Texcoco	19°27'02 N	098°55'54 W	2260	24.7	37.5	14/09/1982
15163	Texcoco (SMN)	19°31'00 N	098°53'00 W	2255	25.3	36.0	04/05/1973
15167	El Tejocote	19°26'36 N	098°54'10 W	2256	23.7	39.5	29/05/2009
15170	Chapingo (DGE)	19°29'05 N	098°53'11 W	2250	25.1	37.5	09/05/1998
15263	Acolman	19°38'24 N	098°54'46 W	2255	22.9	32.5	01/09/1988
15383	Lago Nabor Carrillo	19°28'20 N	098°59'30 W	2234	24.4	34.5	07/05/2010

Fuente: Normales Climatológicas 1951-2010, Servicio Meteorológico Nacional.

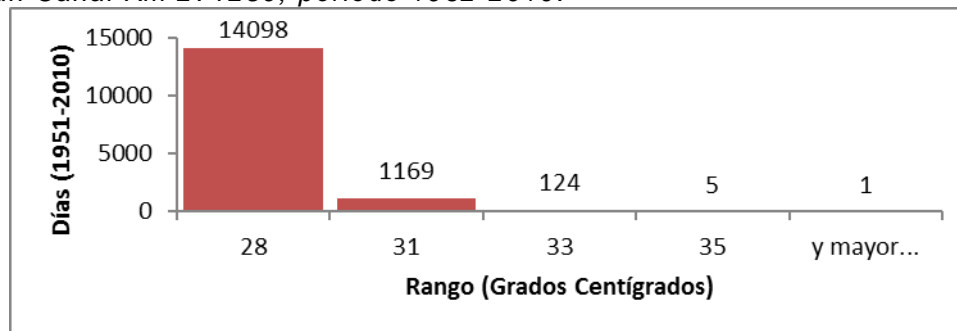
Los datos de estas estaciones se interpolaron geográficamente mediante el sistema geoestadístico de Natural Neighbor, a fin de modelar el comportamiento de las temperaturas máximas promedio y absolutas a través del territorio municipal. De acuerdo con el análisis realizado con datos de las 30 estaciones meteorológicas, las temperaturas máximas promedio registradas durante el periodo de 1951 a 2010, son de 25°C en toda la extensión del municipio. Por otro lado, las temperaturas máximas extremas, es decir, aquellas ondas de calor más intensas registradas en el periodo de 1951-2010, han sido de 35°C para la zona occidental del municipio, llegando hasta los 37°C en el extremo oriental del mismo. De este modo, las zonas de mayor peligro por la presencia de ondas cálidas, corresponden a aquellas que tienen vecindad con el antiguo lago de Texcoco, mientras que las zonas que están cercanas a la Sierra de Guadalupe son un poco menos propensas al mismo fenómeno de ondas de calor.

Así mismo, se observa que los meses en los que se presentan los mayores registros de temperatura son abril, mayo y junio, correspondientes al segundo trimestre del año.

Como resultado relevante, en la estación 15041 ubicada dentro del Municipio de Ecatepec de Morelos en el km 27+250 del Gran Canal, se obtuvo que la temperatura máxima que se presenta

con mayor frecuencia es menor de 28°C, con un 91.5% de las mediciones totales desde el año de 1962; en 7.6% de los casos, la temperatura es de 31 a 33°C; en 0.8% de los registros ha habido una temperatura de entre 33 a 35°C; así mismo, en 0.03% de los registros, es decir en solo 6 ocasiones desde 1962, la temperatura máxima ha sido mayor de 35°C.

Gráfica 5.1 Histograma de frecuencias de temperaturas máximas diarias en la Estación 15041 Gran Canal Km 27+250, periodo 1962-2010.

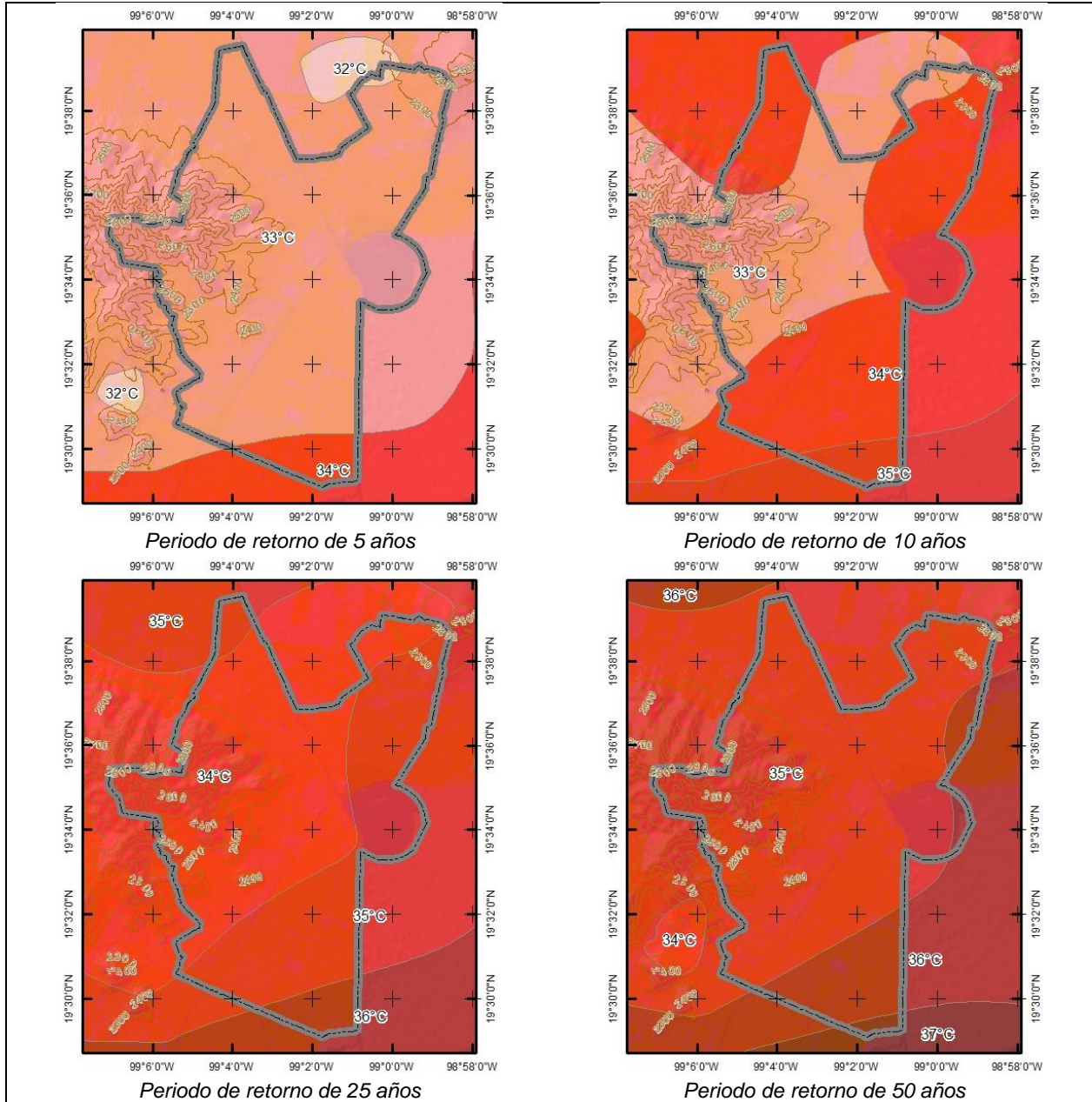


Fuente: Elaboración propia con datos de CNA-SMN-SCDI, Climatología Estadística.

Adicionalmente a lo anterior, se analizaron los periodos de retorno de las ondas de calor para los periodos de 5, 10, 25 y 50 años, mediante el uso de los datos recopilados por el Servicio Meteorológico Nacional, en donde se registra la temperatura máxima por mes en el periodo 1951-2010.

En el Municipio de Ecatepec las ondas de calor esperadas según varios periodos de retorno, tienen una componente regional que se comporta de acuerdo a la influencia orográfica circundante: mayor temperatura de oriente a poniente, debido a la Sierra de Guadalupe. Para la Ciudad de Ecatepec de Morelos, para un periodo de retorno de 5 años, se espera una temperatura máxima de hasta 34 grados en el extremo sur, y 33°C para el resto del municipio; para 10 años, 33°C en la zona cercana a la Sierra, y 35°C en el extremo sur; para 25 años, 34° en el oeste y hasta 36 en el sur; y para 50 años, 35° en el centro y 37°C en el sur.

Mapa 5.1 Ondas cálidas esperadas en el Municipio de Ecatepec a diferentes periodos de retorno.



Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Meteorológico Nacional, Proyecto Bases de Datos Climatológicos.

En las estaciones meteorológicas ubicadas dentro del Municipio de Ecatepec se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5.2 Periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años de ondas cálidas en el Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Periodo retorno 5 años	Periodo retorno 10 años	Periodo retorno 25 años	Periodo retorno 50 años
15040	Gran Canal Km 02+120 Bombas	19°36'35 N	099°03'36 W	2250	32.3°C	33.0°C	33.7°C	34.1°C
15041	Gran Canal Km 27+250	19°33'42 N	099°01'10 W	2236	32.3°C	33.0°C	33.9°C	34.4°C

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Meteorológico Nacional, Proyecto Bases de Datos Climatológicos.

Con base a los datos obtenidos, se observa que las ondas cálidas de mayor magnitud, se esperan al sur, mientras que al poniente, se esperan las de menor magnitud de todo el municipio, en la zona colindante a la Sierra de Guadalupe.

5.1.2 Vulnerabilidad y riesgo por Ondas cálidas

La vulnerabilidad de la población a las altas temperaturas se deriva de malestares fisiológicos producidos directamente por el incremento de calor, o bien por fenómenos asociados, como un incremento en el metabolismo de los organismos bacteriológicos existentes en los alimentos, aire, agua y suelos. Adicionalmente la vulnerabilidad se incrementa en la población infantil y adultos mayores, así como en personas en situación de indigencia. A continuación, se presenta una tabla con los principales factores asociados a la incidencia de altas temperaturas:

Tabla 5.3 Vulnerabilidad por altas temperaturas.

Temperatura	Designación	Vulnerabilidad	Grado
28 a 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.	Bajo
31.1 a 33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolveneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.	Medio
33.1 a 35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.	Alto

Temperatura	Designación	Vulnerabilidad	Grado
> 35°C	Límite superior de tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.	Muy Alto

Fuente: SEDATU (2013).

En el Municipio de Ecatepec, el peligro asociado a los fenómenos de temperaturas extremas se calculó con base en los datos obtenidos por el periodo de retorno de 25 años, debido a que se considera un evento máximo dentro de los límites razonables de tiempo, y que la frecuencia esperada de ondas de calor es alta bajo dicho escenario estadístico. La vulnerabilidad se calculó de acuerdo a índice de marginación de la CONAPO, toda vez que el contexto socioeconómico de una persona determina el grado de exposición al fenómeno natural, no solo de forma directa, sino indirecta, como puede ser el acceso a servicios de salud, de agua limpia, de drenaje y otros.

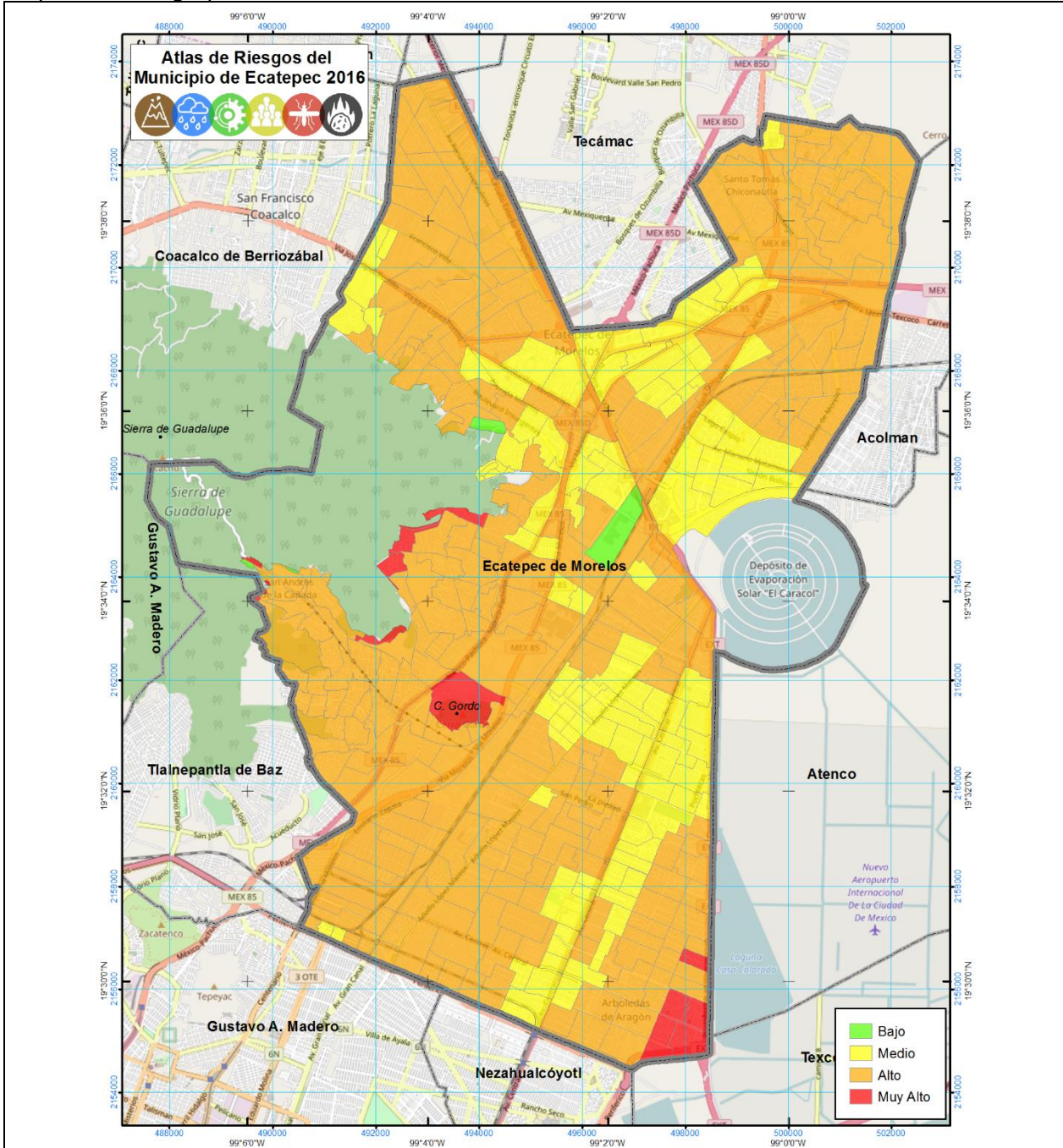
Con base en lo anterior, se determinó que el riesgo por ondas de calor en es **ALTO** en general para el Municipio de Ecatepec, y en particular MUY ALTO para las siguientes áreas geostatísticas básicas (AGEB):

Tabla 5.4 AGEB's con identificación de riesgo Muy Alto por Ondas de Calor en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Población total	Vulnerabilidad (grado de marginación)	Peligro por ondas de calor (PR=25 años)	Riesgo por ondas de calor (PR=25 años)
1503300010972	2964	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300011909	5592	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300011913	5421	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300011947	4177	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300011951	4392	Alto	Muy Alto	Muy Alto
150330001256A	2126	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300013483	4274	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300013572	4314	Muy alto	Alto	Muy Alto
150330001377A	934	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300014053	3428	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300014072	208	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300014091	145	Muy alto	Alto	Muy Alto
1503300014956	350	Muy alto	Alto	Muy Alto
150330001498A	1002	Muy alto	Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 5.2 Riesgo por ondas cálidas



Fuente: elaboración propia.

5.2 Sequías

La sequía meteorológica es una anomalía atmosférica transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de las necesidades de las plantas, los animales y la sociedad. La causa principal es una disminución significativa en la precipitación pluvial promedio de una zona dada. Si este fenómeno perdura por varias temporadas, deriva en una sequía hidrológica caracterizada por la desigualdad entre la disponibilidad natural de agua y las demandas naturales de agua. En casos extremos se puede llegar a la aridez. Las consecuencias inmediatas de la sequía meteorológica son pérdida de cosechas, pérdida de cabezas de ganado vacuno, ovino y caprino y en casos agudos, insuficiencia de agua para uso doméstico e industrial.

5.2.1 Peligro por Sequías

El Índice de Aridez de M. E. Hernández es una valoración del grado de humedad que existe en el ambiente mediante una sencilla ecuación que divide la precipitación promedio de un periodo de tiempo determinado, sobre la evaporación en el mismo periodo. La humedad es un elemento central para la clasificación de la sequía agrícola e hidrológica, por lo que su cálculo es necesario para este estudio.

De acuerdo a dicho Índice de Aridez, a nivel histórico (periodo de datos: 1961-1980) el municipio se encuentra en una zona subhúmeda. Sin embargo, los datos anteriores no necesariamente indican la probabilidad de sequía en escenarios futuros, por lo que se realizó el cálculo de periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años. El cálculo se realizó mediante la aplicación de la ecuación:

$$IA = P / E$$

Dónde:

IA: índice de aridez; P: precipitación anual (mm); E: evaporación anual (mm)

Se tomaron los valores de la precipitación total anual desde 1951 hasta el año 2010 de las estaciones cercanas a la zona de estudio. En el siguiente ejemplo se muestran los datos de la estación meteorológica 15041 ubicada en la Ciudad de Ecatepec.

Tabla 5.5 Precipitación total anual y evaporación total anual en la estación meteorológica 15041.

Año	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Índice de Aridez
1962	482.6	967.1	0.499
1963	799.2	1802.3	0.443

Año	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Índice de Aridez
1964	642.4	1783.4	0.360
1965	652.4	1857.8	0.351
1966	596.8	1813.3	0.329
1967	670.0	1847.0	0.363
1968	677.7	1885.9	0.359
1969	440.0	1664.6	0.264
1970	557.6	1784.6	0.312
1971	783.8	1933.5	0.405
1972	558.2	1819.9	0.307
1973	674.6	1825.3	0.370
1974	613.4	1763.3	0.348
1975	701.3	1729.9	0.405
1976	710.7	1649.4	0.431
1977	608.0	1727.6	0.352
1978	711.6	1742.1	0.408
1979	615.7	1719.8	0.358
1980	559.9	1743.9	0.321
1981	656.1	1677.9	0.391
1982	444.2	1828.2	0.243
1983	499.2	2050.9	0.243
1984	610.6	1711.2	0.357
1985	545.8	1770.6	0.308
1986	709.5	1872.6	0.379
1987	552.3	1882.4	0.293
1988	551.2	1770.6	0.311
1998	470.5	1659.4	0.284
1999	441.2	1668.3	0.264
2000	462.5	1452.9	0.318
2002	707.9	1208.7	0.586
2003	596.5	1624.6	0.367
2004	723.2	1405.4	0.515
2005	446.0	1317.0	0.339
2006	477.7	919.2	0.520

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Con base en los anteriores datos se realizó el cálculo de los periodos de retorno con un análisis estadístico, cuyos resultados para la estación meteorológica 15041 fueron los siguientes:

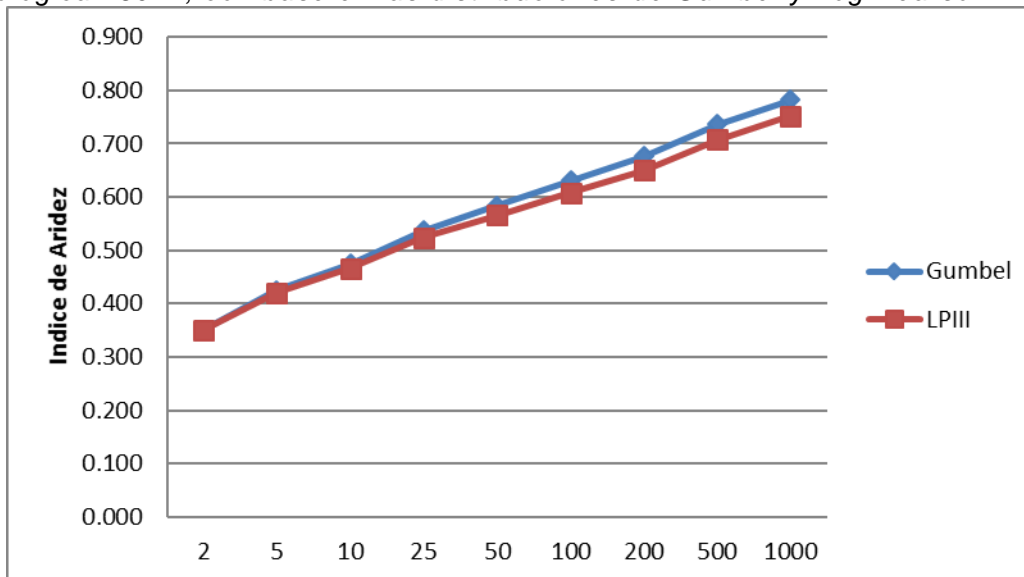
Tabla 5.6 Cálculo del Periodo de Retorno (TR) del Índice de Aridez de la estación meteorológica 15041.

Años	IA (Gumbel)	IA (Log Pearson III)
2	0.351	0.351
5	0.425	0.421
10	0.475	0.467
25	0.538	0.523
50	0.584	0.566
100	0.630	0.608
200	0.676	0.650
500	0.737	0.707
1000	0.782	0.752

Índice de Aridez	Grado de Aridez
<0.25	Árido
0.25-.50	semiárido
0.50-2.0	subhúmedo
>2.0	húmedo

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

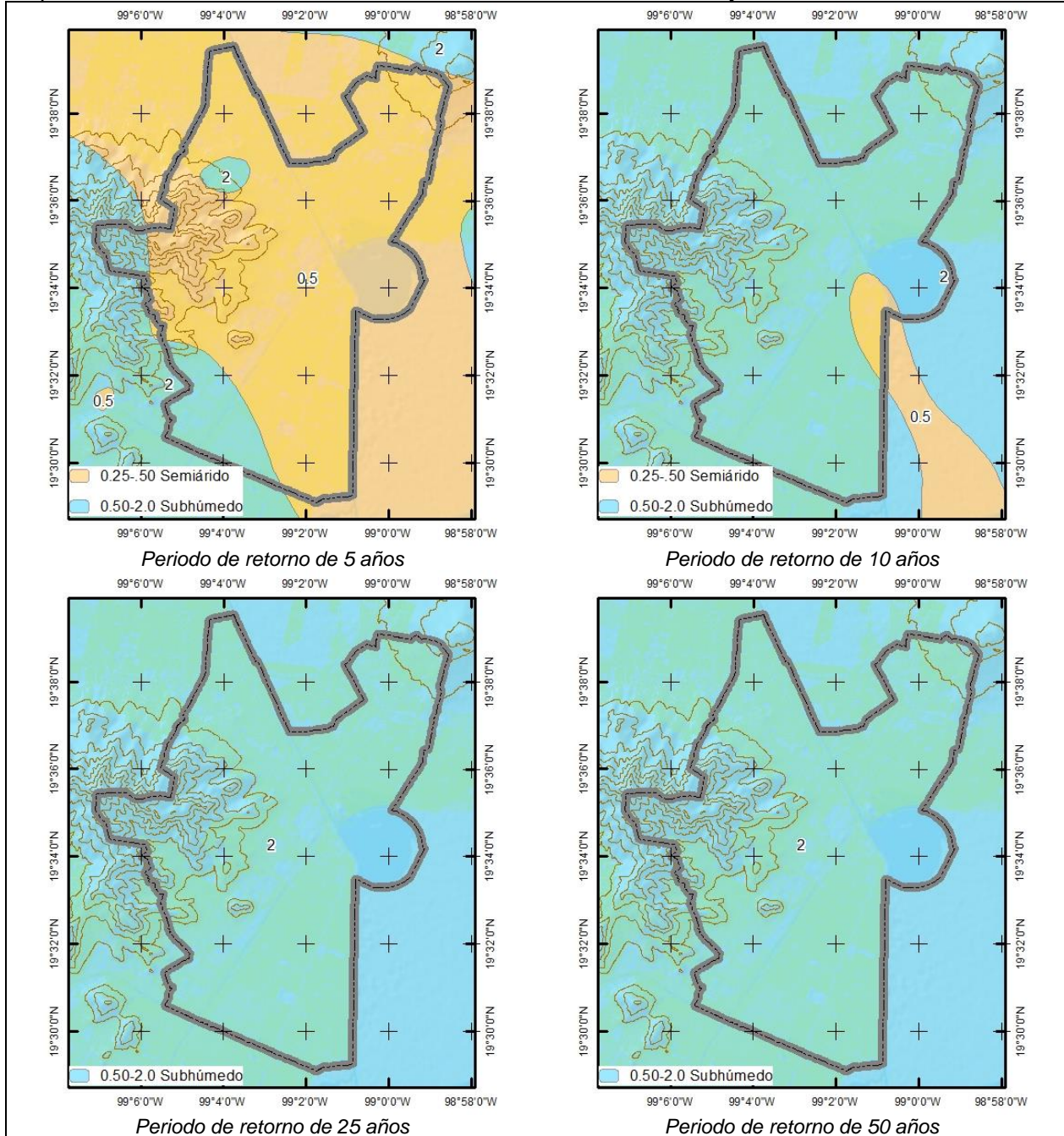
Gráfica 5.2 Representación de los Periodos de Retorno del Índice de Aridez, para la estación meteorológica 15041, con base en las distribuciones de Gumbel y Log-Pearson III (LP III).



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Además de la estación 15041, se analizaron los datos otras 25 estaciones meteorológicas para obtener la distribución geográfica de los periodos de retorno del índice de aridez, los cuales se presentan a continuación.

Mapa 5.3 Periodo de Retorno del Índice de Aridez a 5, 10, 25 y 50 años.

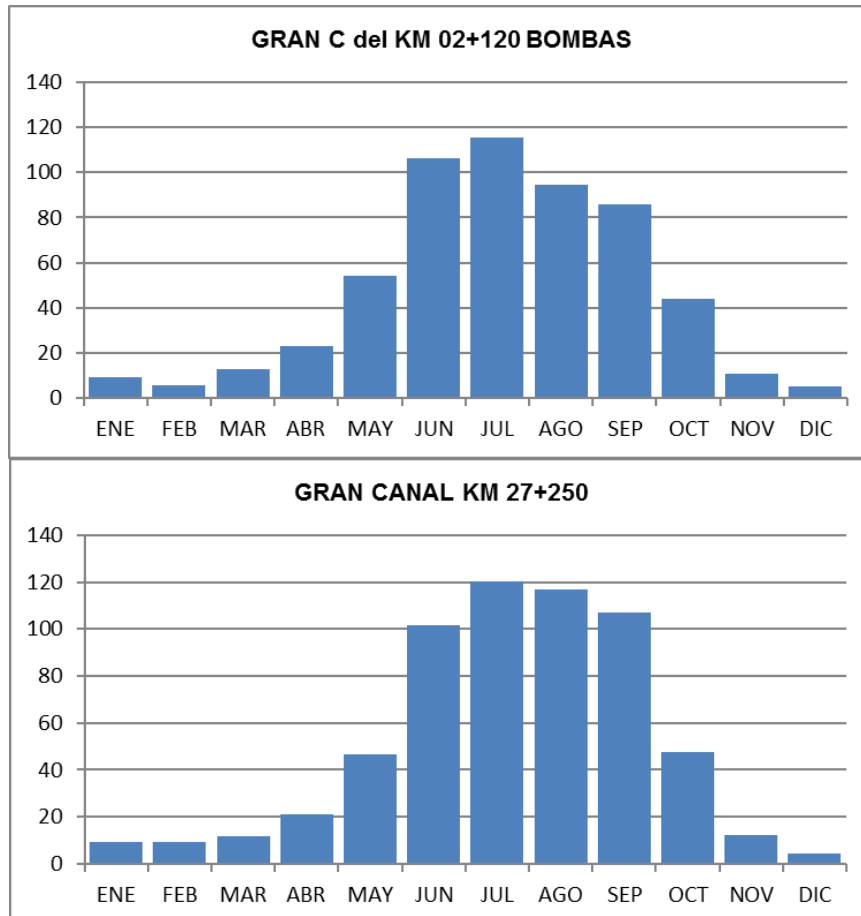


Fuente: Elaboración propia con base en datos de SMN, Proyecto de Base de Datos Climatológicos.

Es importante hacer notar que según esta metodología, la sequía en el Municipio de Ecatepec es un evento que no se produciría en el futuro próximo. Aunque en principio la ausencia de sequía es un escenario positivo, el índice de aridez indica que posiblemente en un futuro la presencia de los fenómenos opuestos a la sequía, como las lluvias extremas, podrían ser más comunes, lo cual no es tampoco un escenario deseable.

Adicionalmente al análisis del índice de aridez, se realizó el estudio de la sequía intraestival en el Municipio de Ecatepec. La literatura especializada reporta que dicho fenómeno no se presenta en la zona de estudio, y para constatar dicha información, se graficaron los promedios históricos de 1951-2010 de las dos estaciones meteorológicas ubicadas dentro de los límites municipales. Ninguna presentó evidencias de sequía intraestival, como se muestra a continuación:

Gráfica 5.3 Promedio mensual histórico de precipitación (mm) en dos estaciones meteorológicas de interés.



Fuente: SMN, Proyecto de Base de Datos Climatológicos.

Por otro lado, se realizó un análisis de los datos del promedio de la precipitación mensual por año, con los que se calculó el Índice de Severidad de la Sequía Meteorológica. Los resultados del procesamiento de los datos indican que en la zona se presenta un grado de sequía meteorológica leve, es decir, existe una disminución mínima de la precipitación mensual de cada año con respecto al promedio mensual del periodo completo.

Para el caso de Ecatepec, se determinó la peligrosidad de la sequía meteorológica mediante el método de M. E. Hernández, el cual se diseñó para un escenario a futuro, utilizando el modelo climático de circulación general GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory). Este método proporciona un índice que determina el nivel de severidad de sequía meteorológica. En su aplicación para el Municipio de Ecatepec, se encontró que la probabilidad de sequía es 'fuerte' para todo el municipio, lo que implica una potencial insuficiencia de agua para los usos a urbanos en el mediano plazo.

Para obtener los resultados anteriormente expuestos, se utilizaron datos de precipitación media mensual de las estaciones meteorológicas cercanas; sin embargo, el periodo de años de observación de las estaciones es variable, por lo que sólo se consideró el lapso 1950-1980. El cálculo del índice de severidad para cada año en el periodo estudiado, se realizó con los datos de precipitación, comparados con sus respectivas medias, como se muestra a continuación:

Índice de Severidad (IS):

$$IS = (\sum Y - \sum X) / \sum X \quad \sum Y < \sum X$$

Dónde:

$\sum Y$ = sumatoria de la Precipitación mensual registrada (2011)

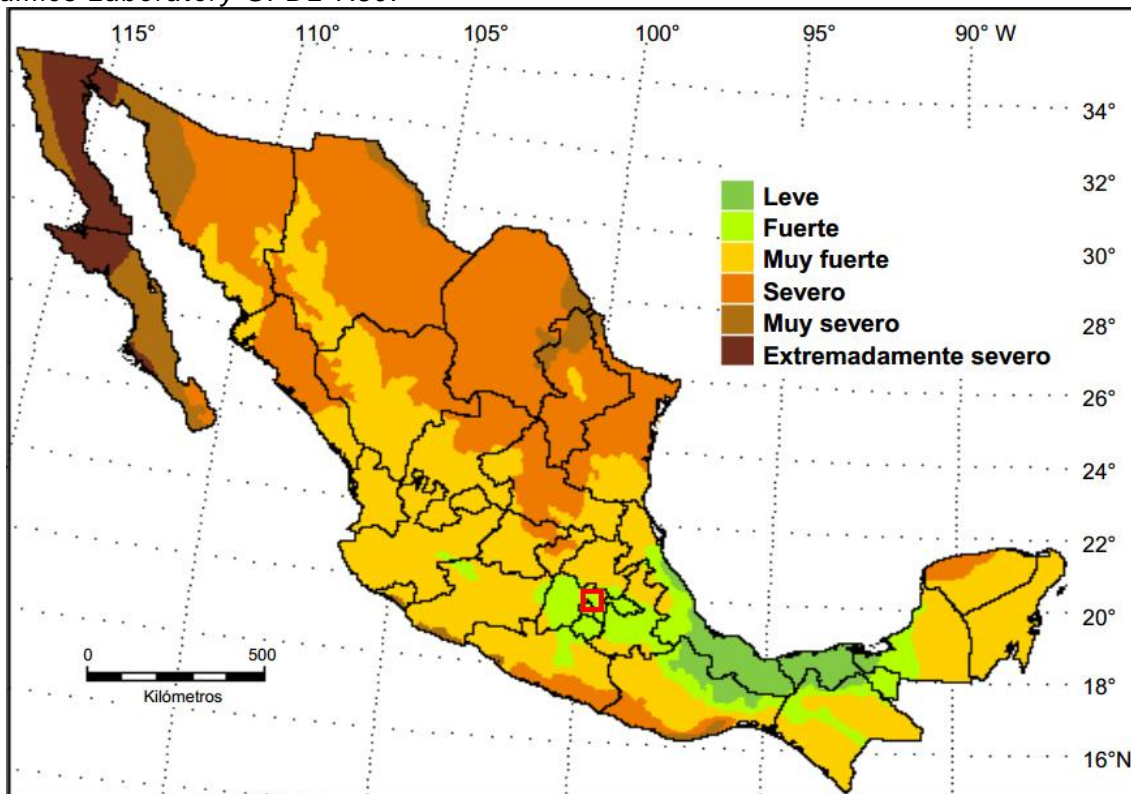
$\sum X$ = sumatoria de la Precipitación mensual normal (histórico)

Si $\sum Y - \sum X$ es menor de 0.0, hay sequía meteorológica.

Se calculó el índice con la fórmula. El índice de severidad de la sequía meteorológica se clasifica en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2). Para determinar un escenario a futuro, se utilizó el modelo climático de Circulación General GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory), para simular los cambios en el equilibrio climático resultante del incremento de dos veces las concentraciones del CO₂. Los datos de precipitación media mensual se ajustaron a los cambios planteados por los modelos GFDL-R30 para simular los efectos de un posible incremento de dos veces la concentración de CO₂. Esto se hizo al multiplicar los registros de precipitación media mensual de enero a diciembre de los treinta años estudiados por los cambios en porcentaje propuestos en condiciones de 2XCO₂. De esta forma se obtuvo un archivo con datos de precipitación simulados, que se importaron a la base de datos para calcular el índice de severidad de la sequía meteorológica con un programa estadístico, que

calcula el I.S. considerando la media mensual normal del periodo 1950-1980. Con los I.S. obtenidos para todas las estaciones modificadas, se generó el mapa de los escenarios futuros, mediante el trazo de isólinas.

Mapa 5.4 Índice de severidad de la sequía meteorológica, modelo Geophysical Fluid Dynamics Laboratory GFDL-R30.

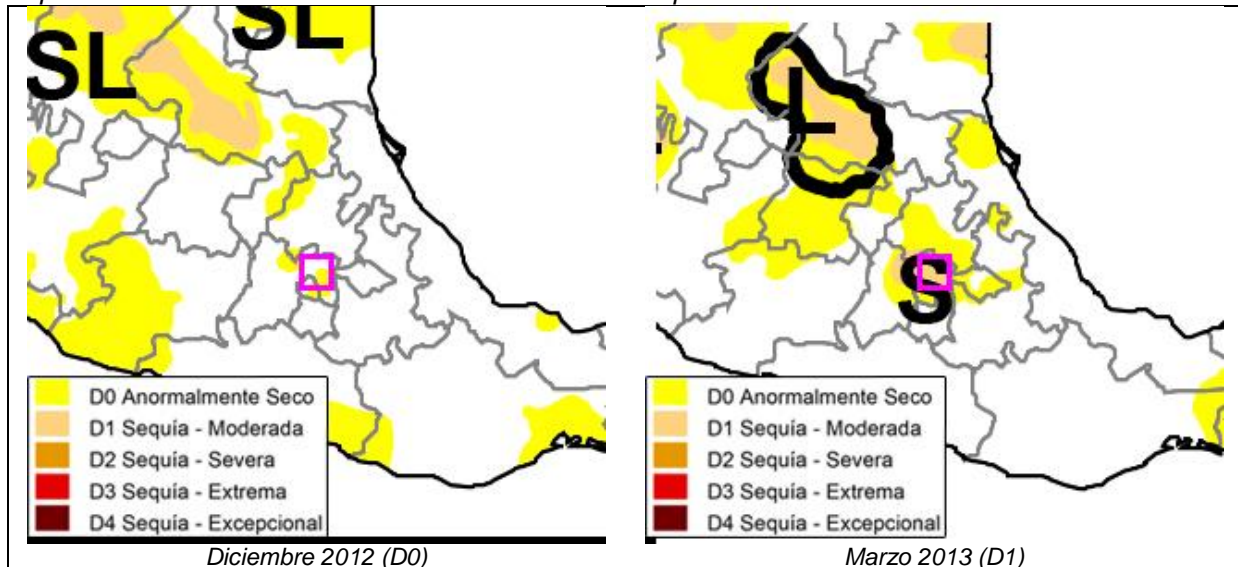


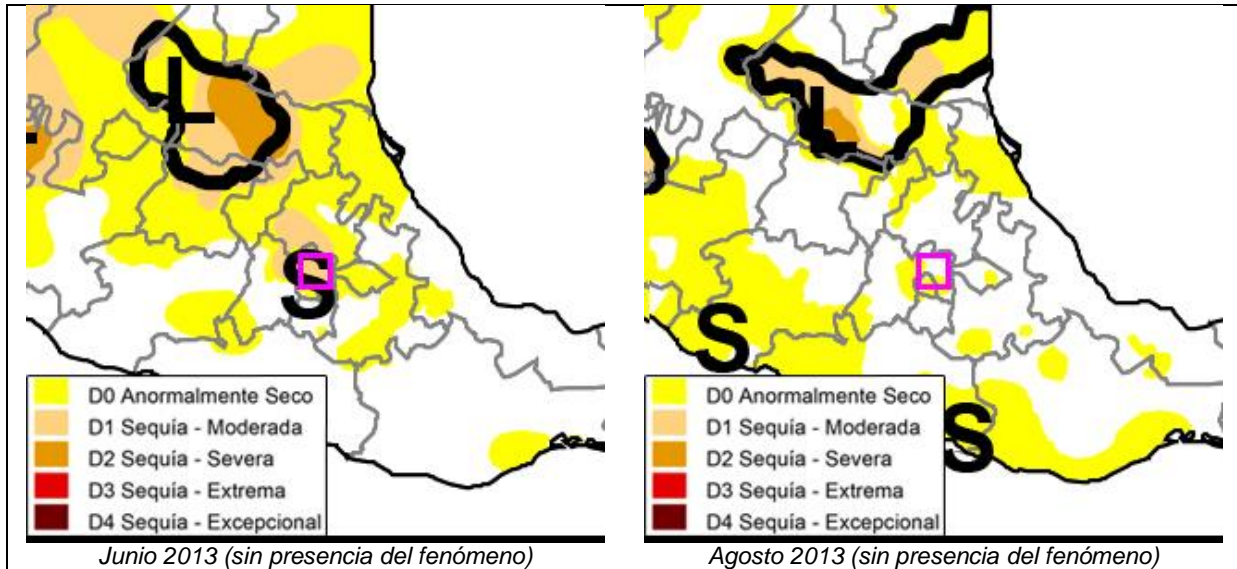
Fuente: M. E. Hernández Cerda et al, *Sequía Meteorológica*, IGG UNAM.

Sin embargo, la metodología empleada anteriormente es para escenarios a futuro, y no contempla los escenarios actuales, por lo que para este trabajo se han usado los datos del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM), el cual realiza una Clasificación de la Intensidad de la Sequía de acuerdo a los datos de anomalías de lluvia registradas por las estaciones meteorológicas locales de todo el país. La clasificación de la sequía se aplica principalmente para riesgos alimentarios y se divide en los siguientes rangos:

- **D0 Anormalmente Seco:** Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.
- **D1 Sequía Moderada:** Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
- **D2 Sequía Severa:** Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
- **D3 Sequía Extrema:** Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
- **D4 Sequía Excepcional:** Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

Mapa 5.5 Clasificación de la Intensidad de la Sequía.





Fuente: Monitor de Sequía de América del Norte (NADM)

A partir de los datos observados en el Monitor de la Sequía, se observa que este fenómeno hidrometeorológico comenzó a afectar al Municipio de Ecatepec en el mes de diciembre del año 2012, bajo la modalidad de tiempo “anormalmente seco”, alcanzando un pico en mayo 2013, al mostrarse una sequía moderada.

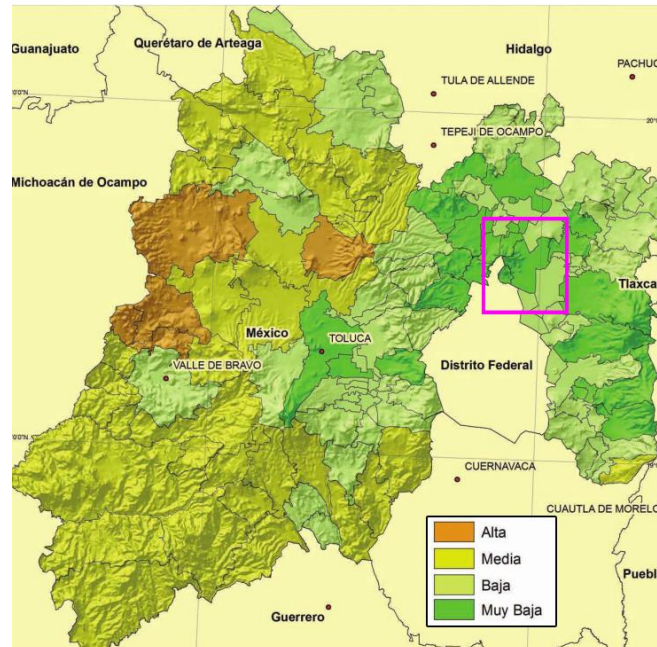
5.2.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Sequías.

Las sequías son algunos de los fenómenos más desastrosos porque la carencia de agua implica caídas sustanciales en la producción de alimentos. Inicialmente afectan la economía agropecuaria, pero pueden llegar incluso a acelerar la mortalidad de la población debido a la falta de agua, lo que conlleva a problemas de higiene, gastrointestinales, y eventualmente de deshidratación como fenómeno de salud pública.

La vulnerabilidad en el Municipio de Ecatepec, puede medirse de dos formas diferentes: por un lado, la exposición directa al fenómeno es baja en tanto que las actividades económicas no tienen vocación agropecuaria ni forestal; por otro lado, la exposición si puede ser indirecta toda vez que parte del abastecimiento de agua del Valle de México, requiere de presencia de lluvias tanto local como regionalmente. En función del índice de vulnerabilidad social, elaborado por el Instituto Mexicano del Agua, en Ecatepec, la exposición de la sociedad al fenómeno de la sequía, es baja. Los indicadores que se toman en cuenta para la construcción de este índice son salud, educación,

vivienda, empleo e ingreso, y población (este último implica población indígena, densidad y dispersión).

Mapa 5.6 Vulnerabilidad social a fenómenos hídricos en el Estado de México.



Fuente: Atlas de Vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático en México, IMTA 2010

Con base en lo anterior y en función del Índice de severidad de la sequía meteorológica, modelo Geophysical Fluid Dynamics Laboratory GFDL-R30, se estima que para el Municipio de Ecatepec, el riesgo de sequía es **BAJO**.

5.3 Heladas y Ondas Gélidas

La helada es un fenómeno atmosférico que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua (0°C) y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies, el cual se presenta en las primeras horas del día (de las 3 a las 6 horas). Es un fenómeno que está estrechamente coligado a las temperaturas bajas las cuales, a diferencia de las heladas, pueden no congelar la humedad del aire, pero son condición necesaria para que ocurran las heladas. Ambos fenómenos son dañinos principalmente para la salud de la población, así como para los cultivos; también,

pueden entorpecer el funcionamiento de la infraestructura, como los caminos, que se hacen inseguros por el hielo acumulado en el pavimento y pueden ocasionar accidentes. Son particularmente perjudiciales para las personas en situación de alta marginación, en donde los niños y adultos mayores son los más vulnerables. Las ondas gélidas se revisarán en el apartado de Heladas, debido a que son fenómenos que, en el Valle de México, por su condición templada, se originan y manifiestan por los mismos mecanismos.

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire húmedo cercano a la superficie de la tierra desciende a 0° C, en un lapso de 12 horas. Existen dos fenómenos que dan origen a las heladas; el primero consiste en la radiación, durante la noche, desde la Tierra hacia la atmósfera que causa la pérdida de calor del suelo; el otro es la advección, debido al ingreso de una gran masa de aire frío, proveniente del norte.

Las heladas por radiación se forman en los valles, cuencas y hondonadas próximas a las montañas, ya que son zonas de acumulación de aire frío. Durante la noche desciende el aire húmedo y se concentra en las partes bajas. Para que esta helada ocurra, se requiere de la ausencia de viento, cielo despejado, baja concentración de vapor de agua, y fuertes inversiones térmicas en la superficie. Este es el tipo de helada más común en la parte oriente del Municipio de Ecatepec.

5.3.1 Peligro por Heladas y temperaturas bajas

El Municipio de Ecatepec se caracteriza por una relativa homogeneidad de condiciones de temperatura y humedad, aunque por su ubicación geográfica se encuentra entre dos tipos de climas, el templado subhúmedo al poniente y el semiseco templado al oriente. Según la época del año se producen diversos fenómenos atmosféricos, por ejemplo, en el invierno que es frío y seco, el municipio se encuentra bajo los efectos de los frentes fríos, que ocasionan descensos de temperatura. Estos descensos de temperatura son más evidentes en la Sierra de Guadalupe, sin embargo, también ocurren en la zona urbana.

De acuerdo con registros históricos del Servicio Meteorológico Nacional, las bajas temperaturas en promedio son inocuas, aunque en casos particulares llegan a presentarse como heladas (por debajo de los 0°C). En la siguiente tabla se observa el comportamiento histórico de las temperaturas mínimas en la región.

Tabla 5.7 Temperaturas mínimas promedio en las estaciones meteorológicas cercanas y dentro (en negritas) del Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Temp. mínima promedio	Temp. mínima extrema	Fecha de mínima
9003	Aquiles Serdán 46	19°27'00 N	099°11'00 W	2839	10.2	-1.0	14/01/1986

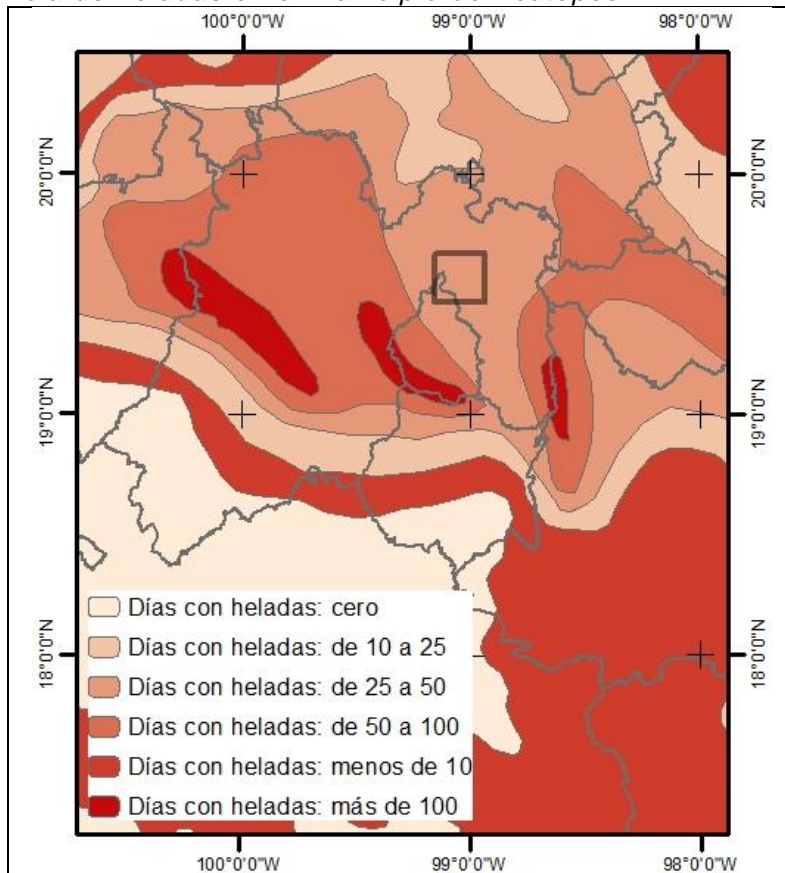
Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Temp. mínima promedio	Temp. mínima extrema	Fecha de mínima
9017	Cuatepec Barrio Bajo	19°11'00 N	099°08'15 W	2283	9.2	-4.0	31/12/1983
9021	Egipto 7	19°28'00 N	099°11'00 W	3220	11.8	0.0	28/01/1971
9025	Hacienda La Patera	19°31'00 N	099°09'00 W	3220	8.7	-7.0	26/12/1974
9029	Gran Canal Km. 06+250	19°28'36 N	099°05'29 W	2239	9.3	-5.0	12/01/1973
9043	San Juan de Aragón	19°27'55 N	099°04'45 W	2240	8.6	-5.5	25/02/1976
9047	Colonia Tacuba	19°27'00 N	099°11'00 W	2340	10.4	-1.0	24/02/1976
15008	Atenco	19°32'38 N	098°54'46 W	2245	6.9	-13.0	03/07/2003
15022	Chiconautla	19°39'24 N	099°01'02 W	2340	6.2	-10.0	16/01/1988
15040	Gran Canal Km 02+120 Bombas	19°36'35 N	099°03'36 W	2250	7.9	-7.0	14/01/1986
15041	Gran Canal Km 27+250	19°33'42 N	099°01'10 W	2236	5.6	-11.5	27/02/1976
15044	La Grande	19°34'34 N	098°54'50 W	2250	6.4	-9.5	25/02/1976
15047	Las Arboledas	19°33'46 N	099°12'57 W	2270	8.3	-6.8	26/12/2004
15059	Molino Blanco	19°28'39 N	099°13'15 W	2265	9.5	-3.0	04/02/1963
15081	Represa El Alemán	19°42'16 N	099°13'09 W	2365	7.1	-7.0	25/02/1976
15083	San Andrés	19°31'55 N	098°54'38 W	2244	6.7	-8.0	14/01/1986
15090	San Jerónimo Xonocahuacan	19°45'03 N	098°56'58 W	2265	6.9	-9.0	23/03/1986
15092	San Juan Ixhuatepec	19°31'18 N	099°06'52 W	2235	8.6	-6.5	29/02/1976
15098	San Martín Obispo	19°37'18 N	099°11'34 W	2255	8.3	-6.5	26/02/1976
15124	Tepexpan	19°36'41 N	098°55'18 W	2248	6.0	-8.0	29/11/1966
15125	Texcoco (DGE)	19°30'20 N	098°52'55 W	2250	6.1	-7.0	14/01/1986
15129	Tultepec	19°41'03 N	099°07'36 W	2245	6.1	-7.0	07/02/1976
15137	Amealco	19°31'05 N	099°06'39 W	2240	9.0	0.0	18/01/2005
15138	Atenco (CFE)	19°34'00 N	098°55'00 W	2245	6.5	-9.0	26/02/1976
15145	Plan Lago de Texcoco	19°27'02 N	098°55'54 W	2260	7.8	-7.5	14/01/1986
15163	Texcoco (SMN)	19°31'00 N	098°53'00 W	2255	7.3	-5.0	08/02/1968
15167	El Tejocote	19°26'36 N	098°54'10 W	2256	6.3	-8.0	12/02/1961
15170	Chapingo (DGE)	19°29'05 N	098°53'11 W	2250	7.6	-8.5	12/01/1956

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Temp. mínima promedio	Temp. mínima extrema	Fecha de mínima
15263	Acolman	19°38'24 N	098°54'46 W	2255	4.8	-8.0	23/11/2002
15383	Lago Nabor Carrillo	19°28'20 N	098°59'30 W	2234	6.8	-10.0	05/01/2009

Fuente: Normales Climatológicas 1951-2010, Servicio Meteorológico Nacional.

En el Municipio de Ecatepec, el fenómeno de las heladas no presenta variaciones con respecto a su frecuencia en el territorio municipal, se registran en promedio 25 días con heladas al año. Las heladas en Ecatepec se presentan durante los meses de noviembre a febrero.

Mapa 5.7 Frecuencia de heladas en el Municipio de Ecatepec.



Fuente: UNAM, Atlas Nacional de México

Según los criterios establecidos por el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED), el peligro por heladas es muy alto si hay más de 100 días al año con presencia de este fenómeno; alto si hay de 50 a 100 días; medio si hay de 25 a 50; bajo si hay de 10 a 25; y muy bajo si hay menos de 10 evento por año.

Además de la frecuencia de heladas, la intensidad de estas puede variar significativamente. La distribución geográfica de la intensidad de las heladas también obedece a los microclimas que produce la presencia de vegetación. En la parte de la Sierra, las heladas pueden alcanzar hasta los -6°C , mientras que en el Valle, se han reportado temperaturas por debajo de los -12°C .

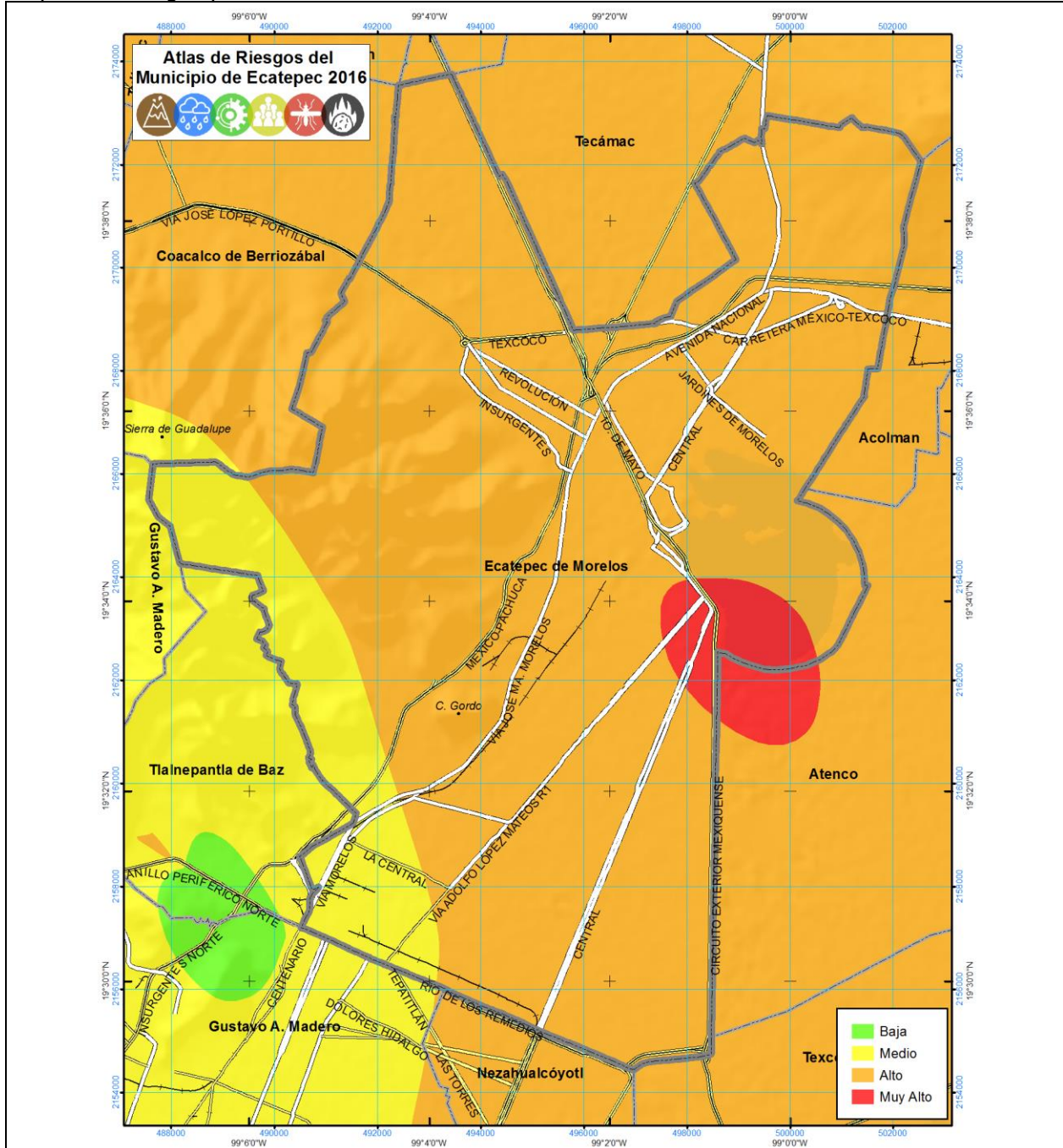
La diferencia entre estos gradientes de temperatura es muy significativa debido a que una helada más intensa, puede ocasionar mayores daños que una helada de menor magnitud. Por ejemplo, una helada de 0°C causa daños principalmente a la agricultura, mientras que una de -11.5°C puede causar muertes en adultos mayores y niños. Los daños que producen las diferentes intensidades de heladas se refieren en la siguiente tabla.

Tabla 5.8 Daños por diferentes intensidades de heladas.

Temperatura	Intensidad	Daños
0 a -3.5°	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad el ambiente se torna blanco por la escarcha.
-3.6 a -6.4	Moderada	Los pastos, las hierbas y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café o negruzco en su follaje. Aparecen los problemas de enfermedades en los humanos de sus vías respiratorias. Se comienza a utilizar la calefacción.
-6.5 a -11.5	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen del hielo. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.
< 11.5	Muy severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños elevados son en las zonas tropicales.

Fuente: SEDATU (2013).

Mapa 5.8 Peligro por heladas



Fuente: elaboración propia.

5.3.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Heladas y Ondas gélidas

Aunque las temperaturas sean las mismas en dos días o dos lugares diferentes, sus efectos pueden ser diferentes. Esto depende del viento, la humedad atmosférica y la radiación solar. Si hay viento y la humedad es alta ocurre el congelamiento. Por otra parte, el clima puede ser agradable con temperaturas de 0° C, siempre y cuando no exista viento y la radiación solar sea alta.

Normalmente un ser humano produce una capa de aire más cálida cerca de su cuerpo. Cuando el viento elimina esta capa, el cuerpo tiene que calentarse nuevamente. En este proceso aumenta el consumo de energía, por lo que la temperatura del cuerpo desciende. Otro efecto del viento es que provoca mayor evaporación en el cuerpo. Adicionalmente éste pierde energía cuando hay sudor. Por eso se siente un enfriamiento más rápido cuando el cuerpo está mojado. Por lo anterior, las temperaturas bajas son peligrosas cuando la humedad atmosférica es alta.

Las radiaciones solar y atmosférica ayudan al ser humano a mantener una temperatura agradable. Con la misma temperatura del aire se siente menos frío cuando hay sol, entonces el cuerpo puede absorber una parte de la radiación y calentarse de esta manera.

Aunque es un problema complejo, existen varios métodos para evaluar la vulnerabilidad de las personas a las bajas temperaturas. Para la zonificación de áreas vulnerables a heladas y bajas temperaturas es imprescindible estimar las características socioeconómicas de la población expuesta. En este caso, se utilizó el método del índice de marginación elaborado por CONAPO con base a los datos del Censo de Población y Vivienda del INEGI.

El método utiliza los datos de: Tamaño de la localidad; Viviendas particulares habitadas; Porcentaje de Población de 15 años o más analfabeta; Porcentaje de Población de 15 años o más sin primaria completa; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin excusado; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada; Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas con piso de tierra; y Porcentaje de Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador. Con ellos se construye el índice de marginación, el cual tiene como corolario, entre mayor grado de marginación, hay menores probabilidades de presentar niveles adecuados de acceso a instituciones de salud, alimentación, condición sanitaria, conocimiento sobre cuidados a niños y ancianos, así como clase de vivienda, por lo que la vulnerabilidad se incrementa.

Los rangos establecidos presentan las siguientes características:

1. Vulnerabilidad muy baja: Manifiesta excelentes condiciones en la estructura social y económica de la población, que permiten resistir a las bajas temperaturas.

2. Vulnerabilidad baja: Tiene condiciones favorables en su estructura social, principalmente en la vivienda y servicios básicos, que permiten afrontar las consecuencias ocasionadas por bajas temperaturas.

3. Vulnerabilidad media: Expone valores intermedios en la estructura social de la población, que resulta en algunas dificultades como su organización para asimilar los estragos de las bajas temperaturas.

4. Vulnerabilidad alta: Muestra las carencias existentes en la estructura social y económica de la población, para afrontar bajas temperaturas. Además, requiere de ayuda y de periodos largos para solucionar sus necesidades básicas.

5. Vulnerabilidad muy alta: Presenta a la población con sus niveles más bajos en el sector educación, salud, vivienda e ingresos. Por ello, demanda de ayuda externa para recuperarse del desastre, así como de varios años para recobrar la estabilidad en la comunidad. Además, quedan secuelas de largo plazo. Esto implica la tarea de trabajar arduamente en programas de prevención y desarrollo social.

Una vez calculada la vulnerabilidad, se hace la función de riesgo con los datos previamente obtenidos de peligro por localidad, con la ecuación:

Riesgo = Peligro × Vulnerabilidad

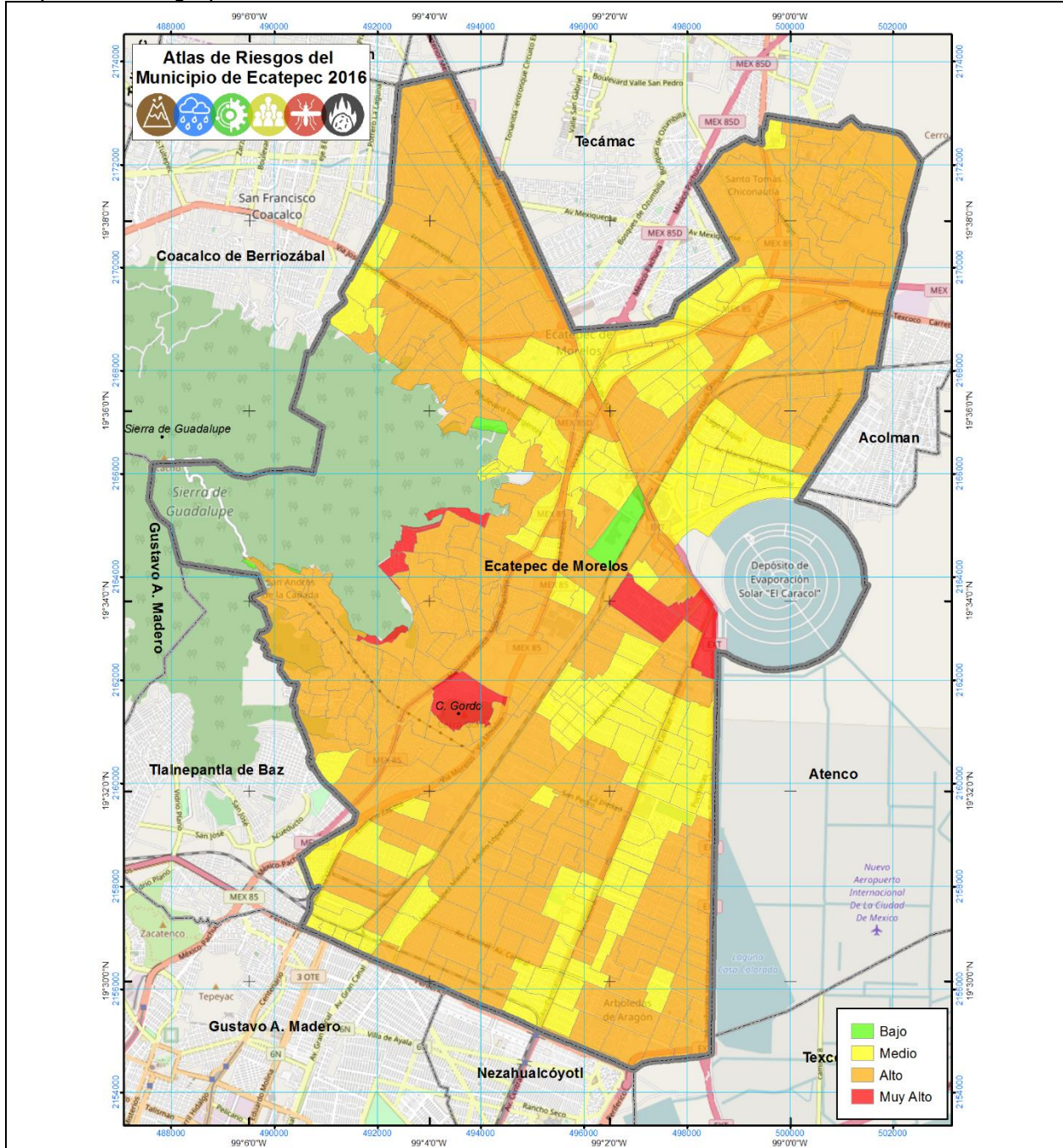
En general, se observa que los AGEB's de alta marginación son las que presentan muy alto riesgo por la intensidad de heladas. En general, si bien la recurrencia de heladas es baja, el riesgo general por intensidad de las Heladas en el Municipio de Ecatepec es **ALTO**. En función de lo anterior, el riesgo es calificado como Muy Alto en los AGEB's del Municipio de Ecatepec se desglosa de la siguiente manera:

Tabla 5.9 AGEB's con calificación de Riesgo Muy Alto por intensidad de las Heladas.

AGEB	Población	Vulnerabilidad	Peligro por heladas	Riesgo
1503300012023	2798	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300012061	7536	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300012269	3951	Alto	Muy Alto	Muy Alto
150330001256A	2126	Muy Alto	Alto	Muy Alto
1503300013229	4074	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1503300013483	4274	Muy Alto	Alto	Muy Alto
1503300013572	4314	Muy Alto	Alto	Muy Alto
150330001377A	934	Muy Alto	Alto	Muy Alto
1503300014053	3428	Muy Alto	Alto	Muy Alto
150330001498A	1002	Muy Alto	Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO y SMN.

Mapa 5.9 Riesgo por heladas



Fuente: elaboración propia.

5.4 Tormentas de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbos son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento, características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm, y las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

5.4.1 Peligro por granizadas

Para determinar el grado de peligro que existe por el fenómeno de granizadas en el Municipio de Ecatepec, se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas del municipio y zonas cercanas, cuyos registros se pueden consultar en el Proyecto Bases de Datos Climatológicos del Servicio Meteorológico Nacional. Con dichos datos se realizó mediante un sistema de información geográfica, una interpolación geoestadística bajo el método de "Natural Neighbor". Las estaciones utilizadas en dicho método, se presenta a continuación.

Tabla 5.10 Estaciones meteorológicas relevantes para el estudio del granizo en el Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Eventos de Granizo al año
9003	Aquiles Serdán 46	19°27'00 N	099°11'00 W	2839	3.7
9017	Cuatepec Barrio Bajo	19°11'00 N	099°08'15 W	2283	1.3
9021	Egipto 7	19°28'00 N	099°11'00 W	3220	1.5



H. AYUNTAMIENTO DE
ECATEPEC DE MORELOS



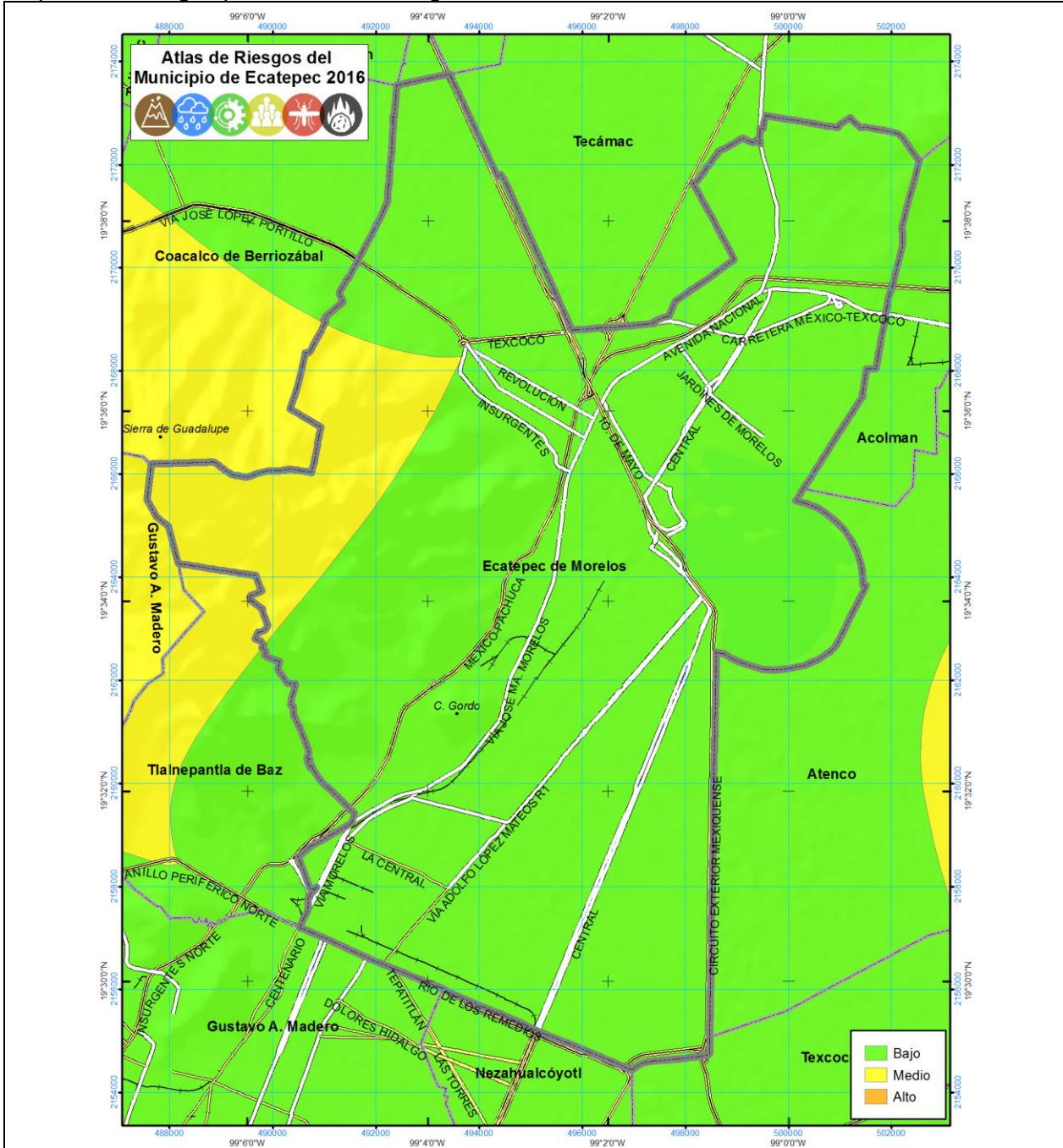
Dirección de Protección Civil y
Bomberos

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Eventos de Granizo al año
9025	Hacienda La Patera	19°31'00 N	099°09'00 W	3220	0.0
9029	Gran Canal Km. 06+250	19°28'36 N	099°05'29 W	2239	0.3
9043	San Juan de Aragón	19°27'55 N	099°04'45 W	2240	0.4
9047	Colonia Tacuba	19°27'00 N	099°11'00 W	2340	2.3
15008	Atenco	19°32'38 N	098°54'46 W	2245	1.5
15022	Chiconautla	19°39'24 N	099°01'02 W	2340	0.2
15040	Gran Canal Km 02+120 Bombas	19°36'35 N	099°03'36 W	2250	1.0
15041	Gran Canal Km 27+250	19°33'42 N	099°01'10 W	2236	0.4
15044	La Grande	19°34'34 N	098°54'50 W	2250	0.7
15047	Las Arboledas	19°33'46 N	099°12'57 W	2270	0.2
15059	Molino Blanco	19°28'39 N	099°13'15 W	2265	2.9
15081	Represa El Alemán	19°42'16 N	099°13'09 W	2365	0.0
15083	San Andrés	19°31'55 N	098°54'38 W	2244	3.4
15090	San Jerónimo Xonocahuacan	19°45'03 N	098°56'58 W	2265	1.1
15092	San Juan Ixhuatepec	19°31'18 N	099°06'52 W	2235	1.5
15098	San Martín Obispo	19°37'18 N	099°11'34 W	2255	2.4
15124	Tepexpan	19°36'41 N	098°55'18 W	2248	0.8
15125	Texcoco (DGE)	19°30'20 N	098°52'55 W	2250	2.2
15129	Tultepec	19°41'03 N	099°07'36 W	2245	0.2
15137	Amealco	19°31'05 N	099°06'39 W	2240	0.0
15138	Atenco (CFE)	19°34'00 N	098°55'00 W	2245	2.0
15145	Plan Lago de Texcoco	19°27'02 N	098°55'54 W	2260	0.6
15163	Texcoco (SMN)	19°31'00 N	098°53'00 W	2255	4.5
15167	El Tejocote	19°26'36 N	098°54'10 W	2256	0.1
15170	Chapingo (DGE)	19°29'05 N	098°53'11 W	2250	1.7
15263	Acolman	19°38'24 N	098°54'46 W	2255	0.0
15383	Lago Nabor Carrillo	19°28'20 N	098°59'30 W	2234	0.0

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Proyecto Bases de Datos Climatológicos.



Mapa 5.10 Peligro por tormentas de granizo



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de la interpolación, y en función de los criterios del Atlas Nacional de Riesgos, se determinó que en el Municipio de Ecatepec, la presencia del fenómeno de granizadas es baja en prácticamente todo el territorio, con la salvedad del extremo occidental, en donde la frecuencia de las granizadas aumenta a media. En el extremo poniente, se encuentra la zona con mayor frecuencia de granizadas, la cual presenta 3 eventos al año.

En general, las zonas más afectadas del Municipio por tormentas de granizo son las laderas de la Sierra de Guadalupe ubicadas al poniente; el resto del territorio se encuentra con un grado bajo de peligro por dicho fenómeno.

5.4.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Granizadas

Para medir la vulnerabilidad de la población al fenómeno de granizadas, se usó el mismo criterio que sobre temperaturas bajas y heladas. Este consiste en la valoración socioeconómica de la población para determinar el grado de acceso que tendría a los servicios médicos, materiales de construcción de vivienda, y alimentación. Una vez calculada la vulnerabilidad, se hace la función de riesgo con los datos previamente obtenidos de peligro por localidad, con la ecuación:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$$

En función de lo anterior, el riesgo por granizadas en los AGEB's del Municipio de Ecatepec se desglosa de la siguiente manera (se omitieron los valores bajos y medios):

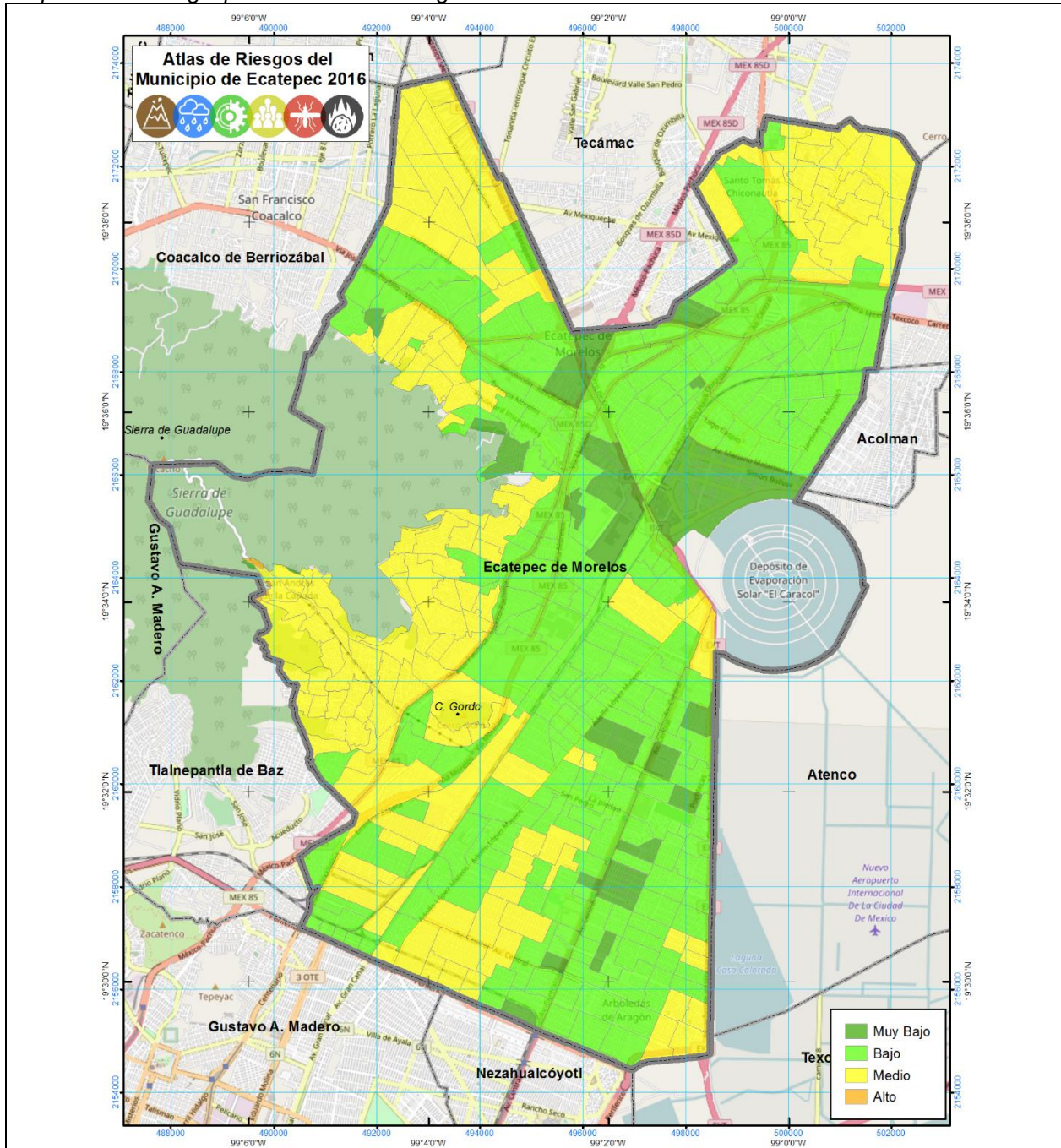
Tabla 5.11 Zonificación por riesgo muy alto por granizadas en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Población	Vulnerabilidad	Peligro por Tormentas de granizo	Riesgo
1503300014072	208	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300014091	145	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300014956	350	Muy Alto	Bajo	Alto

Fuente: Elaboración propia con datos de SMN y CONAPO.

En general, para el Municipio de Ecatepec, el riesgo por Tormentas de Granizo es **BAJO**.

Mapa 5.11 Riesgo por Tormentas de granizo



Fuente: elaboración propia.

5.4.3 Tormentas de nieve

Las nevadas, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones de cristales hexagonales planos.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas, y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve.

5.4.3.1 Peligro por nevadas

Debido a la situación geográfica del Municipio de Ecatepec las nevadas son eventos extraordinarios. Este fenómeno ocurre rara vez se presentan en el Valle de México. Sin embargo, eventualmente pueden formarse nevadas en el municipio por influencia de corrientes frías provenientes del norte del país.

El CENAPRED ha identificado que el Municipio de Ecatepec tiene, en general, un peligro bajo por nevadas, debido a que el índice de frecuencia es de apenas <0.03 , es decir, que la probabilidad de que se presente el fenómeno es de menos de 3% durante el trimestre más frío del año.

Mapa 5.12 Índice de peligro por Nevadas en el Municipio de Ecatepec.



Fuente: CENAPRED, Atlas Nacional de Riesgos.

5.4.3.2 Vulnerabilidad y riesgo por nevadas

Los efectos negativos de las nevadas se manifiestan de distintas maneras: daños a estructuras endebles y derrumbes de techos, apagones y congelamiento de drenajes. Además pueden causar decesos en la población que no tiene la protección adecuada contra el frío, especialmente personas de alta marginación.

Para calcular la vulnerabilidad asociada a nevadas, se trabajó con el método de análisis de la marginación seguido y explicado en el apartado de heladas y temperaturas bajas. Sin embargo debido a que el peligro es muy bajo, la exposición es también casi nula. Por lo tanto, el grado de Riesgo por Nevadas en el Municipio de Ecatepec es **MUY BAJO**.

5.5 Tornados y Tormentas de polvo

El aire que circula sobre la Tierra se denomina viento, pero existen vientos de superficie y “vientos planetarios de altura”; estos últimos forman parte de la circulación general del aire en lo alto de la troposfera. La distribución desigual de la presión es lo que causa el movimiento del aire, ya que éste se desplaza desde las áreas de alta presión hacia áreas de baja presión, en un intento por lograr un equilibrio. Este gradiente de presión es la fuerza conductora que está detrás de todos los vientos, incluyendo los de superficie.

Los vientos de mayor intensidad pueden ser peligrosos ya que dañan a la infraestructura, produciendo ello a su vez, daños a las personas y a sus bienes. El fenómeno de los huracanes, se mide, de hecho, en función de los vientos, toda vez que son ellos los que causan los mayores perjuicios a la sociedad.

No se consideró la influencia de los vientos generados por tornados ni por tormentas de polvo de corta duración, debido a que existe escasa información al respecto y por estimarlos como eventos de baja ocurrencia, que de manera perceptible sólo se presentan en algunas regiones de los estados de Sonora, Coahuila, Nuevo León, Chihuahua y Tamaulipas, tal y como lo reporta la National Climatic Data Center de Estados Unidos, en su análisis de zonas con probabilidad de presentar tornados y tormentas de polvo en América del Norte.

5.6 Tormentas eléctricas

inundaciones y deslaves. Ahora bien, los rayos de las tormentas eléctricas son de tres tipos principales: descargas nube-nube, intranube y nube-tierra, siendo estos últimos los que interesan a este documento.

Los riesgos directos de los rayos nube-tierra (o mejor conocidos como rayos a tierra) son los incendios forestales, descargas a edificios o estructuras e incluso choques eléctricos a personas que producen desde heridas leves hasta la muerte. El riesgo a la navegación aérea por tormentas eléctricas queda fuera del alcance de la presente investigación.

Por otro lado, las lluvias extraordinarias implican una o varias precipitaciones que superan en volumen registrado al promedio histórico de las lluvias mensuales. Estas lluvias pueden acelerar y/o detonar procesos de deslizamiento de laderas, erosión, derrumbes, hundimientos e inundaciones. Es importante aclarar que las lluvias normales también pueden causar los mismos efectos, aunque la probabilidad es ligeramente menor.

5.6.1 Peligro por tormentas eléctricas

El Municipio de Ecatepec según datos del GHCC Lightning Team de la NASA, obtenidos a través del sensor Lightning Imaging Sensor (LIS), a bordo del satélite meteorológico TRMM, registró durante el periodo de enero 1998 a febrero 2012, hasta 2500 rayos. Sin embargo, es preciso aclarar que el sensor LIS mide los rayos de todo tipo, incluyendo nube-tierra, nube-nube, e intranube. Por ello, para determinar el peligro existente en el Municipio, se obtuvieron los datos de Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, los cuales reportan que el promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Municipio de Ecatepec oscila entre 4 a 6 rayos por km² por año.

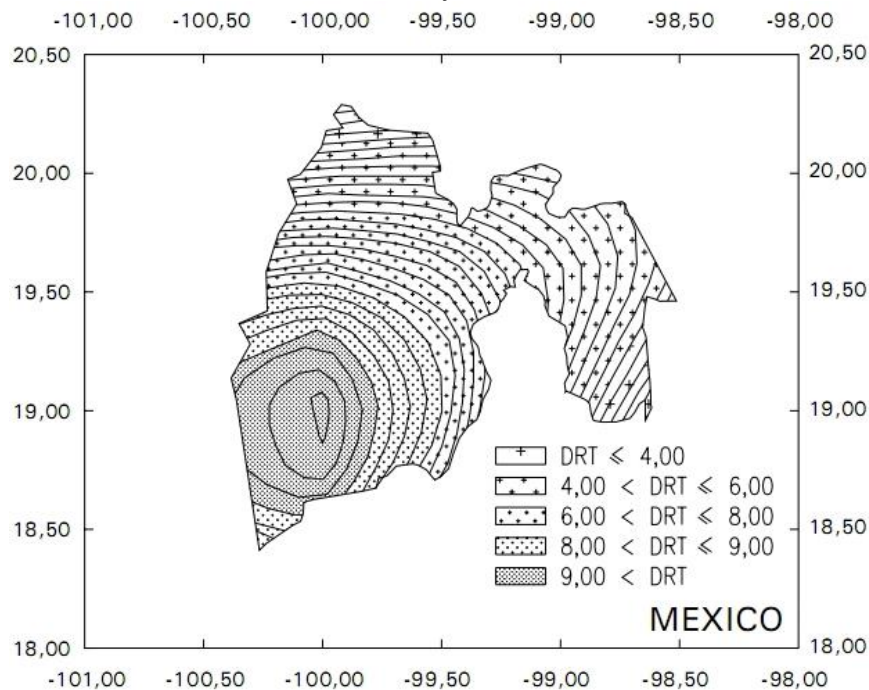
Por otro lado, con los datos de las estaciones meteorológicas de la zona de estudio y aledañas, se identificó la distribución y la frecuencia de las tormentas eléctricas del periodo de 1951 a 2010. Éste fenómeno es frecuente en la mitad más húmeda del año, principalmente entre junio, julio, agosto y septiembre.

Para obtener el mapa de frecuencia de tormentas eléctricas, se realizó una interpolación mediante un sistema de información geográfica de los datos de las estaciones meteorológicas del SMN, los cuales tienen un periodo de datos de aproximadamente 30 años. La interpolación se realizó según el sistema de Natural Neighbor, el cual es un método de interpolación espacial en 2D, que se basa en la teselación de Voronoi de un conjunto discreto de puntos espaciales. Este método proporciona una aproximación más suave con relación a los datos reales, pero proporciona un modelado más coherente con el espacio. La ecuación básica en 2D es la siguiente:

$$f(x) = \sum_{i=1}^k w_i(x)a_i$$

Donde $f(x)$ es el valor interpolado del punto x , para cualquier x , el valor de $w_i(x)$ será siempre de entre 0 y 1. El método usado en el GIS propone una medida estándar para el cálculo de los pesos, y la selección de los puntos vecinos para la interpolación.

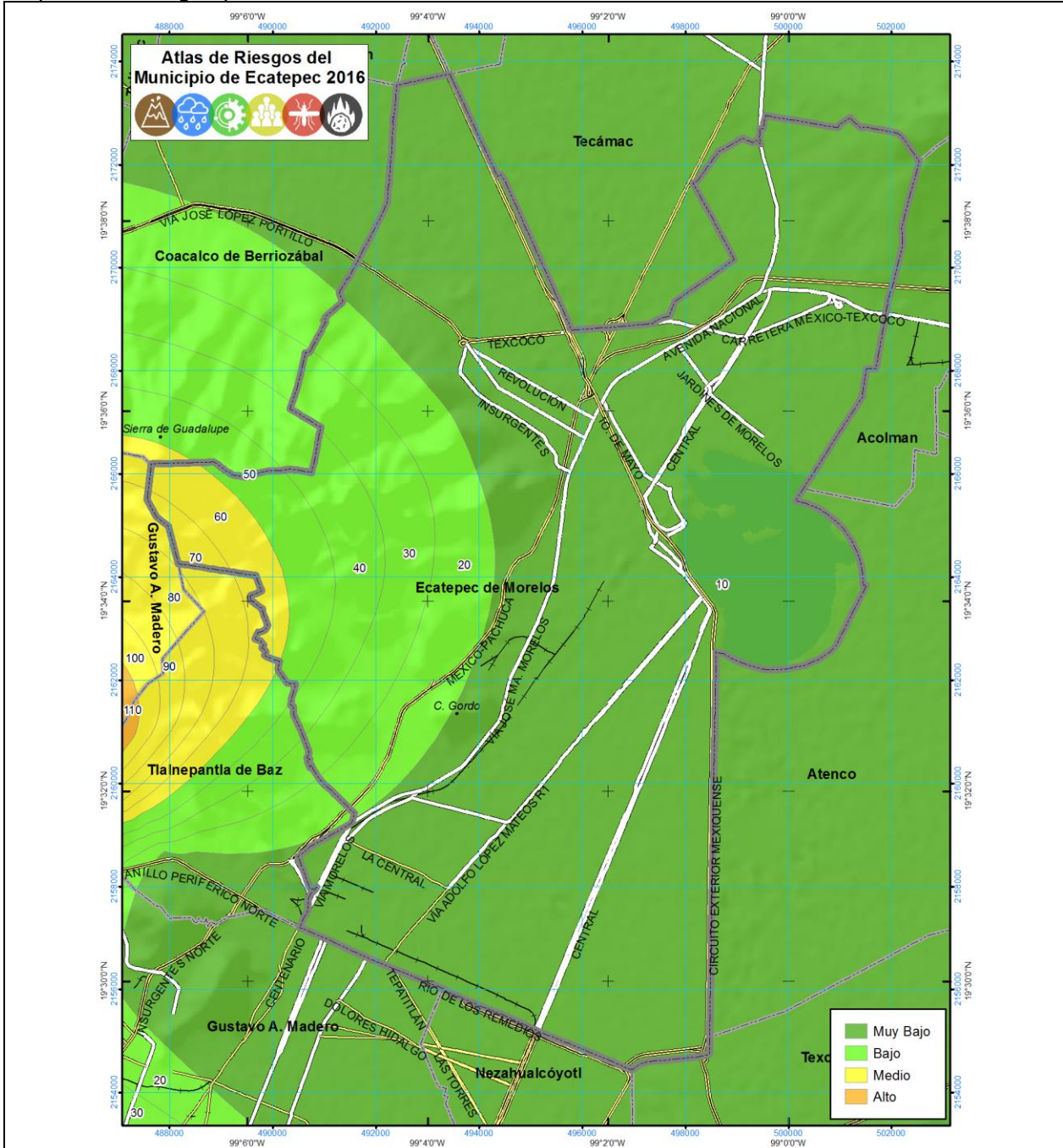
Mapa 5.13 Promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Estado de México.



Fuente: NMX-J-549-ANCE-2005

Como resultado de la interpolación anterior se obtuvo el mapa de frecuencias de tormentas eléctricas, donde se observa una muy baja presencia del fenómeno en el área urbana del municipio con una tendencia de incremento del peligro en el extremo poniente del polígono municipal. Con el análisis de los datos de las estaciones meteorológicas, se identificó que el gradiente de tormenta eléctrica en el municipio es de 0 a 10 eventos al año.

Mapa 5.14 Peligro por tormentas eléctricas



Fuente: elaboración propia.

Tabla 5.12 Tormentas eléctricas en la región del Municipio de Ecatepec.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Alt.	Tormentas eléctricas al año
9003	Aquiles Serdán 46	19°27'00 N	099°11'00 W	2839	8.8
9017	Cuatepec Barrio Bajo	19°11'00 N	099°08'15 W	2283	139.3
9021	Egipto 7	19°28'00 N	099°11'00 W	3220	0.1
9025	Hacienda La Patera	19°31'00 N	099°09'00 W	3220	29.2
9029	Gran Canal Km. 06+250	19°28'36 N	099°05'29 W	2239	2.3
9043	San Juan de Aragón	19°27'55 N	099°04'45 W	2240	4.6
9047	Colonia Tacuba	19°27'00 N	099°11'00 W	2340	105.1
15008	Atenco	19°32'38 N	098°54'46 W	2245	10.5
15022	Chiconautla	19°39'24 N	099°01'02 W	2340	1.2
15040	Gran Canal Km 02+120 Bombas	19°36'35 N	099°03'36 W	2250	0.6
15041	Gran Canal Km 27+250	19°33'42 N	099°01'10 W	2236	0.4
15044	La Grande	19°34'34 N	098°54'50 W	2250	3.1
15047	Las Arboledas	19°33'46 N	099°12'57 W	2270	1.3
15059	Molino Blanco	19°28'39 N	099°13'15 W	2265	23.3
15081	Represa El Alemán	19°42'16 N	099°13'09 W	2365	0.1
15083	San Andrés	19°31'55 N	098°54'38 W	2244	24.4
15090	San Jerónimo Xonocahuacan	19°45'03 N	098°56'58 W	2265	6.1
15092	San Juan Ixhuatepec	19°31'18 N	099°06'52 W	2235	3.3
15098	San Martín Obispo	19°37'18 N	099°11'34 W	2255	5.7
15124	Tepexpan	19°36'41 N	098°55'18 W	2248	1.9
15125	Texcoco (DGE)	19°30'20 N	098°52'55 W	2250	26.5
15129	Tultepec	19°41'03 N	099°07'36 W	2245	1.3
15137	Amealco	19°31'05 N	099°06'39 W	2240	0.0
15138	Atenco (CFE)	19°34'00 N	098°55'00 W	2245	12.2
15145	Plan Lago de Texcoco	19°27'02 N	098°55'54 W	2260	0.3
15163	Texcoco (SMN)	19°31'00 N	098°53'00 W	2255	20.3
15167	El Tejocote	19°26'36 N	098°54'10 W	2256	6.7
15170	Chapingo (DGE)	19°29'05 N	098°53'11 W	2250	27.3
15263	Acolman	19°38'24 N	098°54'46 W	2255	0.0
15383	Lago Nabor Carrillo	19°28'20 N	098°59'30 W	2234	0.0

Fuente: Normales Climatológicas, Servicio Meteorológico Nacional.

5.6.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Tormentas eléctricas

La vulnerabilidad a las tormentas eléctricas en el Municipio de Ecatepec, es de baja a muy baja debido a que la reglamentación de construcción local así como la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2008 exige que haya un sistema de pararrayos en todas las edificaciones importantes, tales como fábricas con sustancias flamables y hospitales. Estos instrumentos impiden que se afecten a las construcciones cercanas. Debido a ello, no existen reportes de daños por rayos en el municipio.

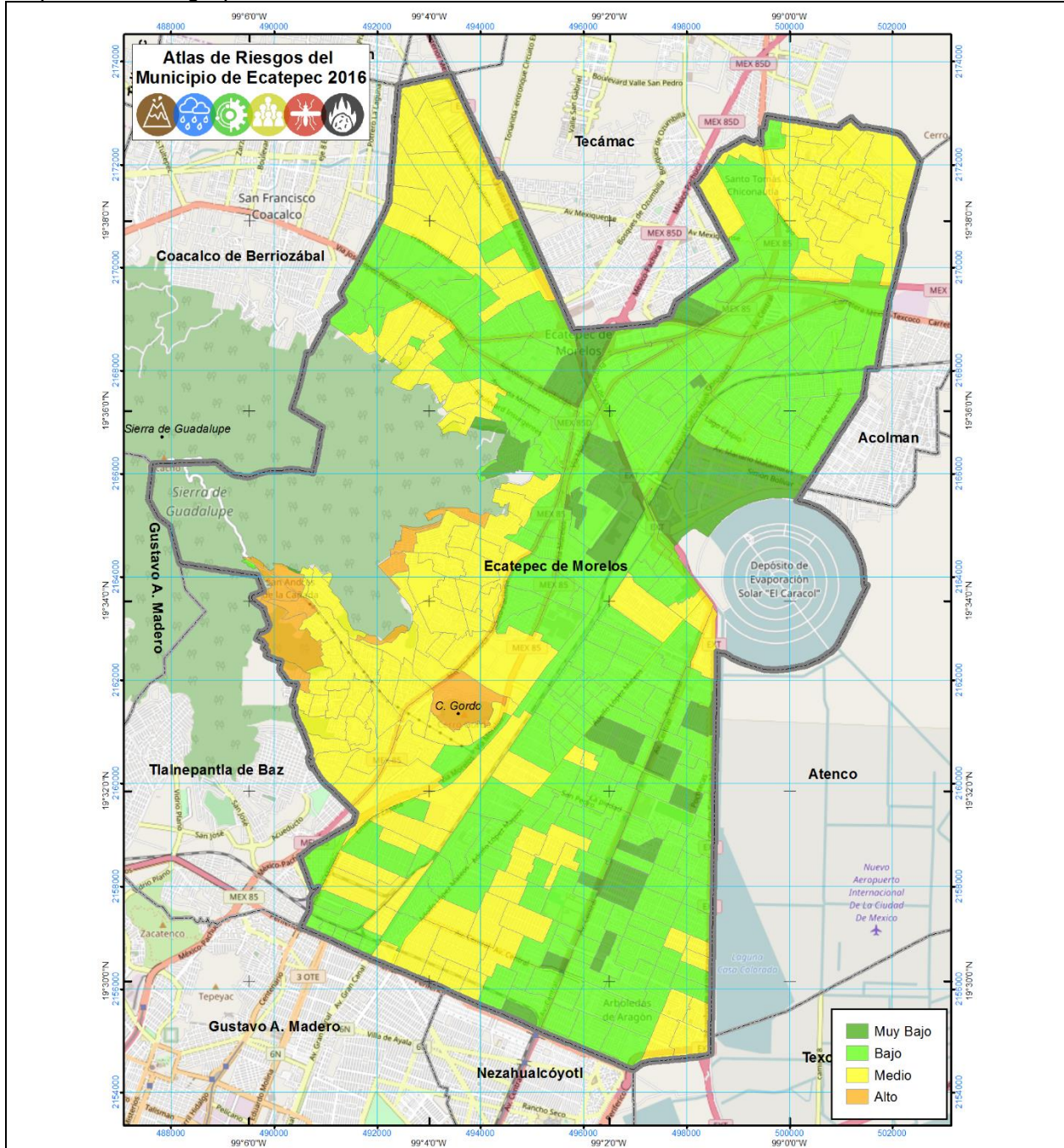
Por otro lado, considerando la densidad de rayos a tierra (DTR) y la frecuencia de tormentas eléctricas al año, se determinó que en el Municipio de Ecatepec, el riesgo por tormentas eléctricas es **BAJO**. A continuación, se presenta la zonificación por AGEB donde se identificó el riesgo alto a nivel local.

Tabla 5.13 Zonificación de Riesgo Alto por Tormenta Eléctrica en el Municipio de Ecatepec.

AGEB	Población	Vulnerabilidad	Peligro por Tormentas Eléctricas	Riesgo
150330001256A	2126	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300012733	1360	Alto	Medio	Alto
1503300013106	4189	Alto	Medio	Alto
1503300013483	4274	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300013572	4314	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300013746	3047	Alto	Medio	Alto
150330001377A	934	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300014053	3428	Muy Alto	Bajo	Alto
1503300014072	208	Muy Alto	Medio	Alto
1503300014091	145	Muy Alto	Medio	Alto
1503300014388	2731	Alto	Medio	Alto
1503300014392	3457	Alto	Medio	Alto
1503300014956	350	Muy Alto	Medio	Alto
150330001498A	1002	Muy Alto	Bajo	Alto

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE, IIE, SMN, CONAPO.

Mapa 5.15 Riesgo por tormentas eléctricas



Fuente: elaboración propia.

5.7 Lluvias extremas

Las tormentas eléctricas son un fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos en la atmósfera terrestre. Las tormentas eléctricas por lo general están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces granizo, por lo que asociado a este fenómeno se presentan Lluvias extremas

5.7.1 Peligro por lluvias extraordinarias

Más allá de las tormentas eléctricas, las lluvias extraordinarias históricamente han causado los mayores desastres en el municipio, por lo que es necesario revisar su probabilidad. Estas lluvias, pueden presentar fenómenos de rayos, pero no es una condicionante. Incluso pueden ser lluvias poco intensas, pero muy prolongadas. Además, las lluvias extraordinarias pueden aparecer en varios episodios repartidos en varios días, y no necesariamente en una sola emisión.

Las lluvias extraordinarias, para considerarse como tales deben superar los valores promedio mensuales de precipitación más una desviación estándar para cada una de las cuatro principales estaciones meteorológicas de la zona, mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 5.14 Registros históricos de precipitación en las estaciones meteorológicas 15040 y 15041 del Municipio de Ecatepec.

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
15040 GRAN CANAL KM 02+120 BOMBAS													
Normal	9.1	5.8	12.7	23.0	53.9	106.3	115.6	94.6	86.0	43.9	10.7	5.1	566.7
Máxima mensual	55.0	21.5	62.5	75.0	154.5	218.5	175.0	163.5	205.0	101.5	71.7	24.4	
Máxima diaria	42.0	15.0	29.0	30.0	38.5	53.5	40.0	35.1	63.0	51.5	21.4	13.4	
Año máxima	1967	1979	1978	1974	1976	1975	1981	1976	1979	1967	1980	1978	
15041 GRAN CANAL KM 27+250													
Normal	9.1	9.3	11.9	20.9	46.7	101.5	120.4	116.8	107.1	47.6	12.0	4.4	607.7
Máxima mensual	52.5	98.3	83.9	91.2	148.0	240.2	223.0	237.1	218.9	125.7	113.6	21.6	
Máxima diaria	41.0	37.7	48.4	52.4	52.6	55.1	61.6	72.1	76.5	68.5	46.7	12.0	
Año máxima	1967	2010	1971	1981	1975	1975	2003	2006	2003	2009	1992	1976	

Fuente: Normales Climatológicas, Servicio Meteorológico Nacional.

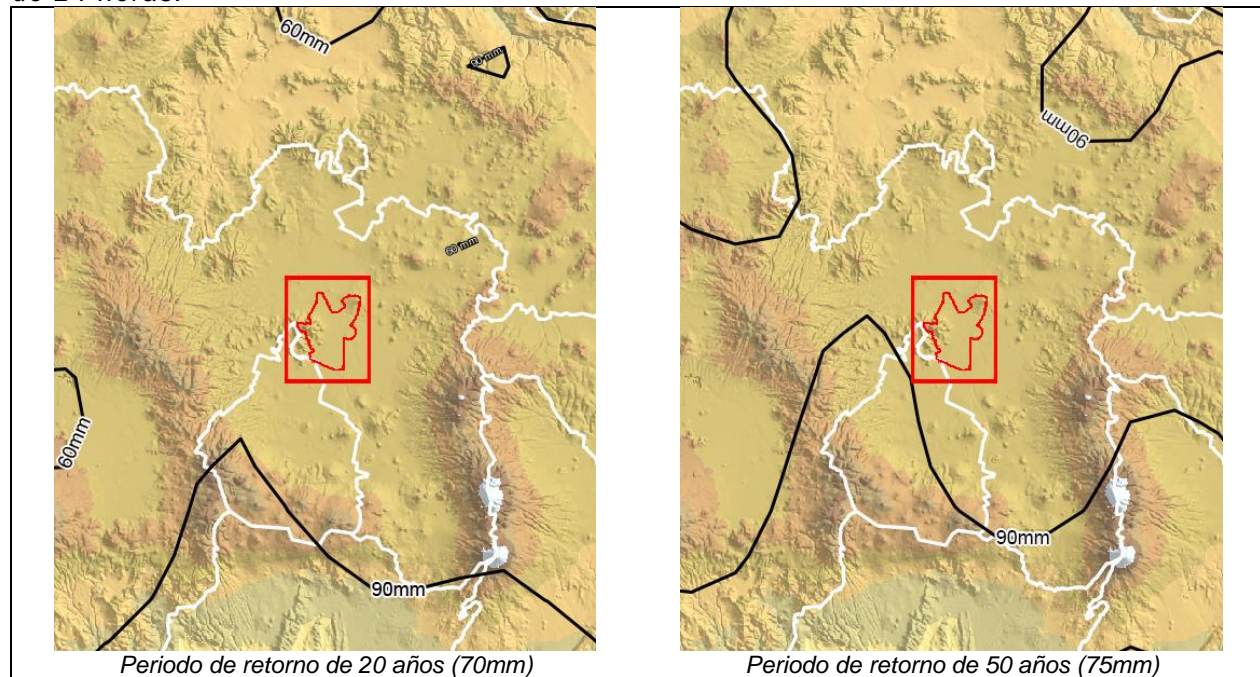
Ahora bien, las lluvias extraordinarias pueden afectar al Municipio de Ecatepec de varias maneras. Puede ser un cumulo de eventos a lo largo de varios días, incluso semanas, que como resultado sobrepasen el promedio de precipitación para el mes en el que ocurren. Pero también

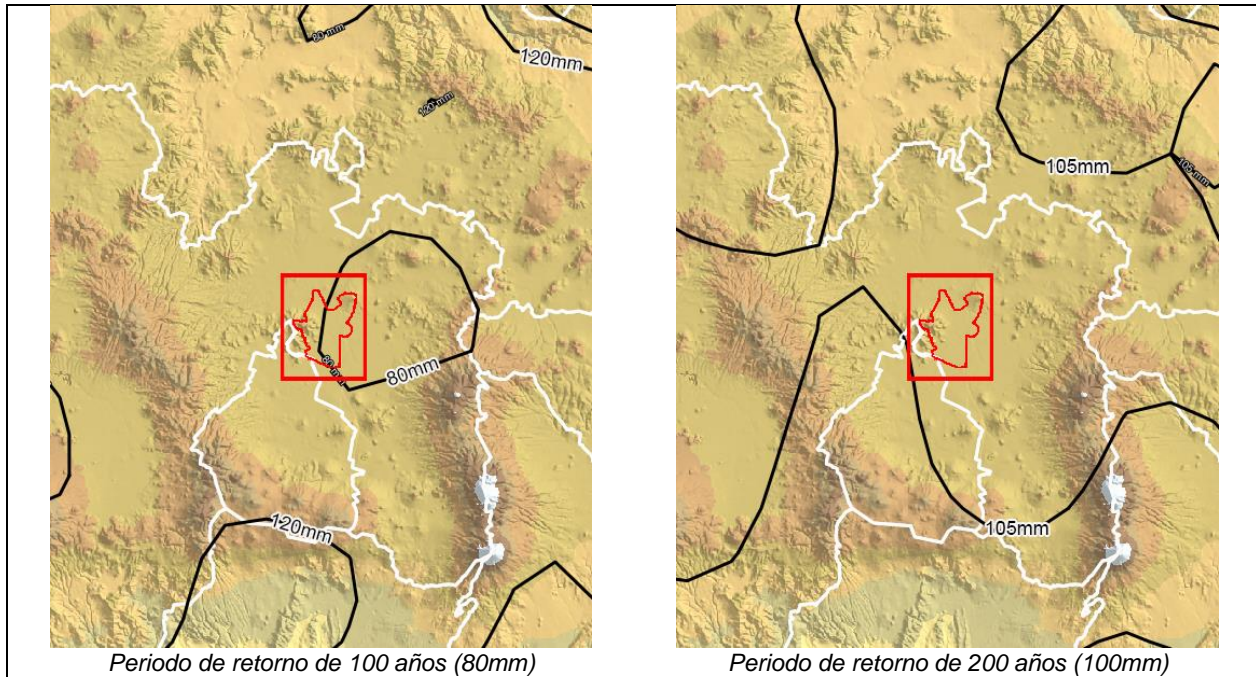
se pueden presentar como un solo evento o varios distribuidos en un máximo de 24 horas. El CENAPRED ha identificado las lluvias probables para distintos periodos de retorno para eventos de 24 horas, los cuales pueden interpretarse como los máximos esperados en un determinado espacio temporal.

De acuerdo al CENAPRED, la lluvia probabilística para un evento de 24 y periodo de retorno de 20 años es de 70mm en el municipio. En el escenario de lluvias probabilísticas para un periodo de 50 años, la cantidad de lluvia se incrementa a 75mm; para un periodo de retorno de 100 años será de 80mm; para 200 años, 100mm. Por ejemplo, la precipitación máxima esperada para un periodo de retorno de 200 años, en Ecatepec es de 100mm, es decir, 100 litros de agua por metro cuadrado en un periodo de 24 horas. En este escenario, en un solo día, caería la lluvia equivalente al 16% del total anual.

A continuación, se presentan los escenarios de las lluvias máximas probables para periodos de retorno de 20, 50, 100, 200, 500, 1000 y 2000 años para una duración de 24 horas.

Mapa 5.16 Escenarios por lluvias probabilísticas a 20, 50, 100 y 200 años con una duración de 24 horas.





Fuente: CENAPRED – SIATL INEGI.

5.7.2 Vulnerabilidad y Riesgo por Lluvias extraordinarias

Las tormentas eléctricas y en mayor grado las lluvias extraordinarias son fenómenos que a pesar de no representar peligros directos, están estrechamente asociados a otros peligros como procesos de remoción en masa e inundaciones. La vulnerabilidad a las lluvias extraordinarias, no se medirá en esta sección, sino que se tratará en los apartados de procesos de remoción en masa (en sus diversas modalidades) e inundaciones. Sin embargo, debido a que en general la vulnerabilidad para esos fenómenos fue de media a muy alta, por extensión, el riesgo por lluvias extraordinarias es **MUY ALTO** para el Municipio de Ecatepec.

5.8 Inundaciones

Las inundaciones son un fenómeno en el cual se anega de agua un área determinada que generalmente está libre de ésta. El agua proviene del desbordamiento de ríos, represas, o escurrimientos de partes altas y se asocia a lluvias intensas, en el área o incluso en otras lejanas. A pesar de considerarse un fenómeno natural, tiene una alta influencia de los procesos de ocupación del territorio y construcción de infraestructura, ya que a menudo el riesgo existe cuando

se establecen viviendas en zonas inundables y se crean embudos artificiales que impiden el libre tránsito de las avenidas de agua.

Las inundaciones son uno de los peligros más comunes en el Municipio de Ecatepec, a menudo las inundaciones se desarrollan lentamente, pero las más dañinas son repentinas e incluso finalizan en sólo unas horas, sin señales visibles de lluvia en la zona inundada. Las inundaciones repentinas consisten en una avenida de agua con gran fuerza de arrastre y con una carga de escombros que encuentra en su paso. Las inundaciones ocurren sobre los márgenes de un río, canal o arroyo definido, pero también pueden generarse por la confluencia de aguas en zonas bajas. En este sentido es necesario acotar que las inundaciones a nivel municipal ocurren cuando un drenaje es sobrepasado en su capacidad. Los efectos individuales de las inundaciones generalmente son muy locales, afectando a un grupo de casas o algunas calles, pero el efecto sumado de varios puntos de inundación en un mismo evento, afecta varias colonias del municipio.

Debido a la particular configuración del municipio, el peligro de inundación es muy alto debido a que las aguas de la Sierra bajan por arroyos cuyos márgenes están ocupados por viviendas, además de que parte importante del municipio formaba parte del sistema de embalses naturales que constituían el antiguo Lago de Texcoco. Aunque en la mayoría de los casos existen obras de infraestructura destinados a drenar las aguas, estas se llegan a ver sobrepasadas, provocando encharcamientos e inundaciones en zonas habitadas y con infraestructura vial. Además, son también susceptibles las áreas con microtopografía baja, que aunque no están cerca de los arroyos y canales, pueden inundarse debido a que se ubican en depresiones.

Para determinar el peligro por inundación en la zona, se realizó el análisis en función de la metodología del CENAPRED, el cual consiste en el cálculo del gasto líquido según varios periodos de retorno. Antes de calcular el gasto líquido (Q_p), se debe determinar la pendiente, el área, la longitud del cauce principal, la precipitación esperada a varios periodos de retorno, el tiempo de concentración de la lluvia, y la intensidad de la misma. A continuación, se presentan los cálculos para las zonas inundables del Municipio de Ecatepec.

5.8.1 San Cristóbal Ecatepec

En esta zona se han presentado inundaciones recurrentes desde el año de 2010, debido a la bajada de aguas brancas de laderas de la Sierra de Guadalupe, y a que es un lugar donde se han asentado de manera irregular viviendas que no cuentan con servicios de drenaje suficiente. En el 2012, se afectaron 266,000m², incluyendo 15 viviendas, 50 locales comerciales, y un edificio de gobierno. El agua llegó a tener 10cm de tirante, mientras que en las vialidades hubo hasta 40cm.

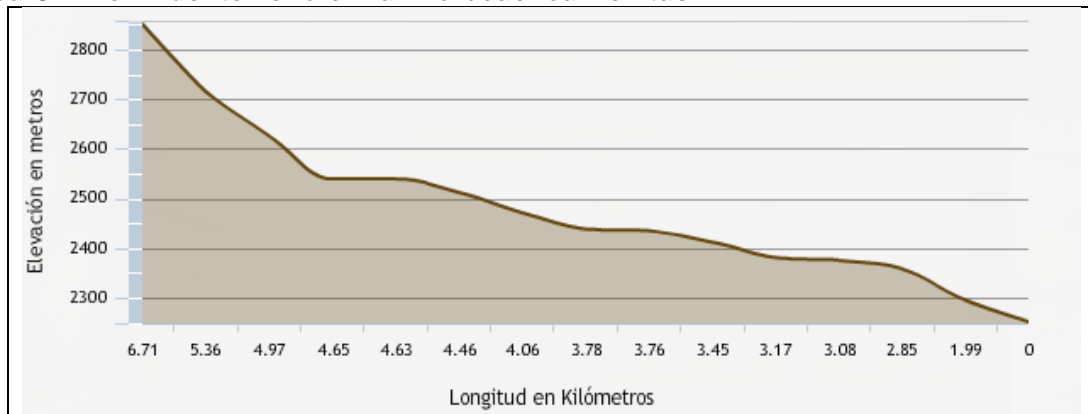
Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal es de 8.28%. Su longitud es de 6713m.

Mapa 5.17 Delimitación de la microcuenca Venitas donde se ubica la zona de inundación de San Cristóbal Ecatepec.



Fuente: SIATL INEGI.

Gráfica 5.4 Perfil del terreno en la microcuenca Venitas.



Fuente: SIATL INEGI.

Para obtener el tiempo de concentración (t_c), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

t_c tiempo de concentración, en horas
 S pendiente media del cauce principal
 L longitud del cauce principal, en m

Sustituyendo los valores de la pendiente y la longitud del cauce principal,

$$t_c = 0.000325 \frac{6713^{0.77}}{0.0828^{0.385}} = 0.75 \text{ horas} = 45.01 \text{ minutos}$$

Para que ocurran avenidas súbitas, el tiempo de concentración debe ser menor a 4 horas, por lo que en esta microcuenca, con un t_c de 45 minutos existe el peligro de que ocurra dicho fenómeno.

Por otro lado, se determinaron los valores de precipitación máxima para la microcuenca Las Venitas según diversos periodos de retorno en duraciones de 1 y 24 horas, los cuales se presenta a continuación.

Tabla 5.15 Periodos de retorno de lluvias en la microcuenca Venitas.

Duración de la Precipitación	hp PR 2 años	hp PR 10 años	hp PR 50 años	hp PR 100 años	hp PR 250 años
1 h (mm)	30	45	55	60	75
24 h (mm)	40	65	105	107	110

Fuente: CENAPRED.

Para calcular el gasto líquido fue necesario obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (t_c), por lo que se realizó una interpolación entre los valores de la lámina de lluvia para $d = 24$ horas y $d = 1$ hora, para cada uno de los periodos de retorno considerados.

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ($d = t_c = 0.75$ horas). A continuación se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años (PR = 2 años)

$$\begin{aligned}
 hp \text{ PR } 2 (1h) &= 30 \text{ mm} \\
 hp \text{ PR } 2 (1h) &= 40 \text{ mm} \\
 t_c &= 0.331 \text{ h} \\
 hp(t_c) &= \frac{hp(24) - hp(1)}{3.1781} * \ln t_c + hp(1)
 \end{aligned}$$

Sustituyendo:

$$hp(t_c) = \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 0.75 + hp(30) = 29.09522 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 29.09 mm. Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (t_c), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{hp(t_c)}{t_c}$$

Sustituyendo por los valores de PR = 2 años;

$$i = \frac{29.09522 \text{ mm}}{0.75} = 38.78846 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 38.78 mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 5.16 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Venitas.

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (t _c) mm	i mm/h
2 años	30	40	29.09522	38.78846
10 años	45	65	43.19043	57.57958
50 años	55	105	50.47609	67.29249
100 años	60	107	55.74752	74.32014
250 años	75	110	71.83326	95.76494

Fuente: Elaboración propia

El gasto de diseño se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q_p = 0.278 * C_e * i * A$$

Donde:

Q_p	gasto máximo o de pico, en m ³ /s
C_e	coeficiente de escurrimiento
i	intensidad media de la lluvia, mm/h
A	área de la microcuenca, en km ²

Para determinar el coeficiente de escurrimiento se sigue el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, en función del tipo y usos de suelos y del volumen de precipitación anual en la cuenca de estudio.

Con apoyo en los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos en la microcuenca de estudio, en tres diferentes tipos:

- A (suelos permeables)
- B (suelos medianamente permeables) y
- C (suelos casi impermeables)

Los tipos de suelo anteriores que se especifican en la tabla siguiente y, al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K .

Figura 5.1 Valores de K en función del tipo y uso de suelo (A) y fórmulas para el cálculo del Coeficiente de Escurrimiento (B).

TIPO DE SUELO	CARACTERISTICAS		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas		

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hileras	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% - Excesivo -	0,24	0,28	0,30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

A

K: PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (C_e)
Si $K \leq 0.15$	$C_e = K \frac{(P-250)}{2000}$
Si $K > 0.15$	$C_e = K \frac{(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5}$

B

Fuente: CONAGUA

De acuerdo con las características de la microcuenca tributaria, de la tabla anterior se obtuvo un valor para el parámetro K de 0.32 (Combinación Suelo C + Zona Urbana.)

Una vez obtenido el valor de K , el coeficiente de escurrimiento anual " C_e ", se calcula mediante las fórmulas de la tabla anterior.

Dado que $K > 0.15$, se utiliza la fórmula

$$C_e = K \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

Donde:

- C_e coeficiente de escurrimiento, adimensional
 K parámetro que depende del uso, tipo y cubierta del suelo, 0.32
 P precipitación anual, 591 mm.

Sustituyendo:

$$C_e = 0.32 \frac{(591 - 250)}{2000} + \frac{(0.32 - 0.15)}{1.5} = 0.09083$$

Con base en lo anterior, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio, resultó $C_e = 0.09$. Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (8.85 km²) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, mediante la fórmula previamente expuesta.

$$Q_p = 0.278 * C_e * i * A$$

Donde:

- Q_p gasto máximo o de pico, en m³/s
 C_e coeficiente de escurrimiento
 i intensidad media de la lluvia, mm/h
 A área de la microcuenca, en km²

Sustituyendo para el ejemplo de PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 38.78846 \text{ mm/h} * 8.85 \text{ km}^2 = 8.66770 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.17 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Venitas.

PR	i (mm/h)	Q_p (m ³ /s)
2 años	38.78846	8.66770
10 años	57.57958	12.86678
50 años	67.29249	15.03724
100 años	74.32014	16.60764
250 años	95.76494	21.39971

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, con estos datos se debe determinar del área hidráulica permisible. El área hidráulica permisible es el área necesaria para que el flujo de escurrimiento o el gasto pico pase por una sección de un arroyo sin presentar desbordamientos en sus márgenes. Para la cuenca del ejemplo, se tiene que su tiempo de concentración es igual a 0.331 h. Con el valor del tiempo de concentración la velocidad del flujo es:

$$V = \frac{L}{t_c \text{ en segundos}} = \frac{6713m}{0.75 * 3600} = 2.48597 \text{ m/s}$$

Lo que implica que el área hidráulica permisible sea, para el caso de PR = 2 años:

$$A_p = \frac{Q_p}{V} = \frac{8.66770 \text{ m}^3/\text{s}}{2.48597 \text{ m/s}} = 3.48665 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, es necesaria un área hidráulica permisible de 3.48 m² para un gasto total de 8.66 m³/s en esta microcuenca para un periodo de retorno de 2 años. En la siguiente tabla se muestran los valores de las áreas hidráulicas permisibles para los diferentes periodos de retorno considerados.

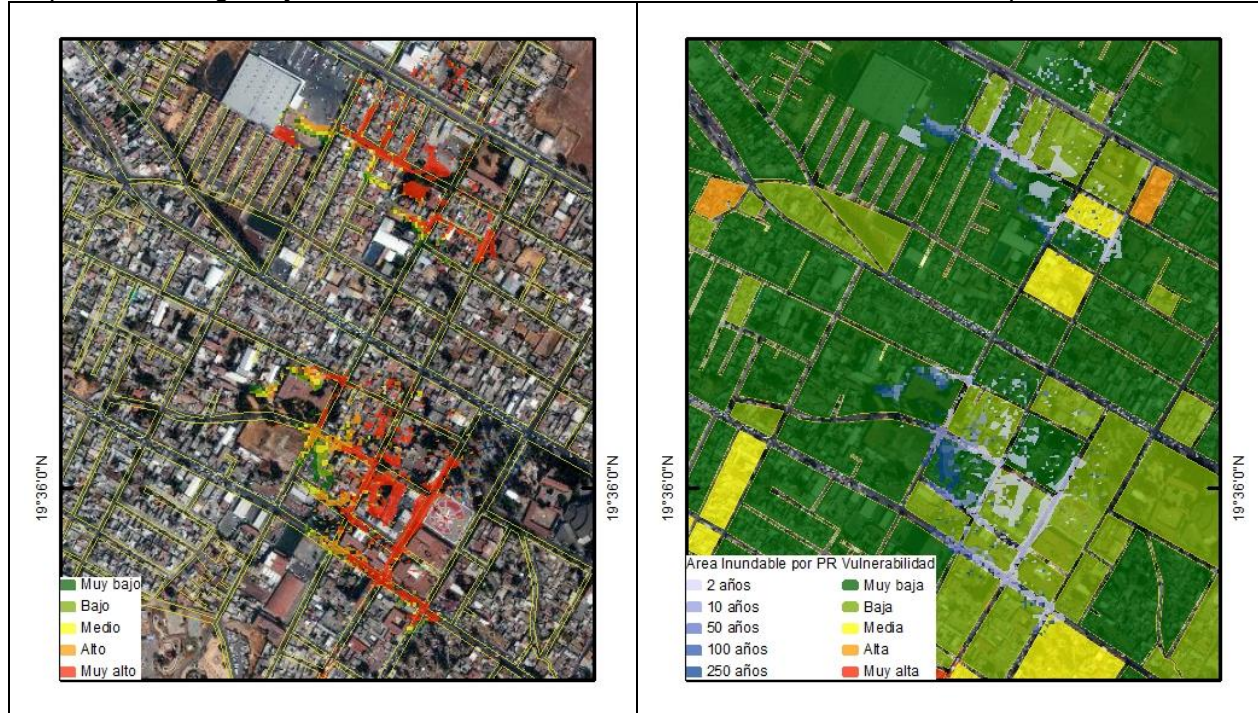
Tabla 5.18 Área hidráulica permisible en la microcuenca Venitas, para varios periodos de retorno.

PR	A _p (m ²)
2 años	3.48665
10 años	5.17577
50 años	6.04885
100 años	6.68056
200 años	8.60821

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el modelado de los valores obtenidos en la superficie geográfica, se atendió a la metodología del CENAPRED para inundaciones urbanas, la cual se procesa a través del software Arc Gis y Hec Ras, con las extensiones Hec-Geo-Ras e Hydrology Modeling el proceso consiste en generar un vector de la corriente de agua a analizar, crear perfiles a partir de un Modelo Digital de Terreno (en este caso se dispone de un modelo obtenido por medio de LIDAR con una resolución espacial de 5x5m y altitudinal de 1cm) desde un GIS y exportarlos a HEC-Ras para la generación de datos hidráulicos unidimensionales. Una vez procesados, se regresan al GIS para generar el modelo en 3D. En el caso de la microcuenca de análisis, se obtuvieron los siguientes resultados.

Mapa 5.18 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, San Cristóbal Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al riesgo, este es una función del peligro y vulnerabilidad, por lo que su cálculo se realizó en función del siguiente parámetro:

$$R = (P \cdot V) / 2$$

En este sentido se procura que tanto la probabilidad de peligro, así como los grados de vulnerabilidad vayan de 1 a 5, donde 1 es muy bajo y 5 muy alto.

En la colonia Zona Centro de Ecatepec, se identificó que el tipo de vivienda más vulnerable corresponde al rango 3, por lo que su vulnerabilidad se clasifica como media, en función de la metodología del CENAPRED. Se muestra a continuación una figura esquemática del menaje de casa típico de la zona.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado

Tabla 5.19 Zonificación del Riesgo por Inundación en la Zona Centro de Ecatepec.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010065	Fracc. San Bernabé, Res San Cristóbal, Hogares Marla	60	300	Baja	Muy Alto	Alto
1503300010135	Ecatepec Centro, Izcalli Ecatepec	70	350	Baja	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

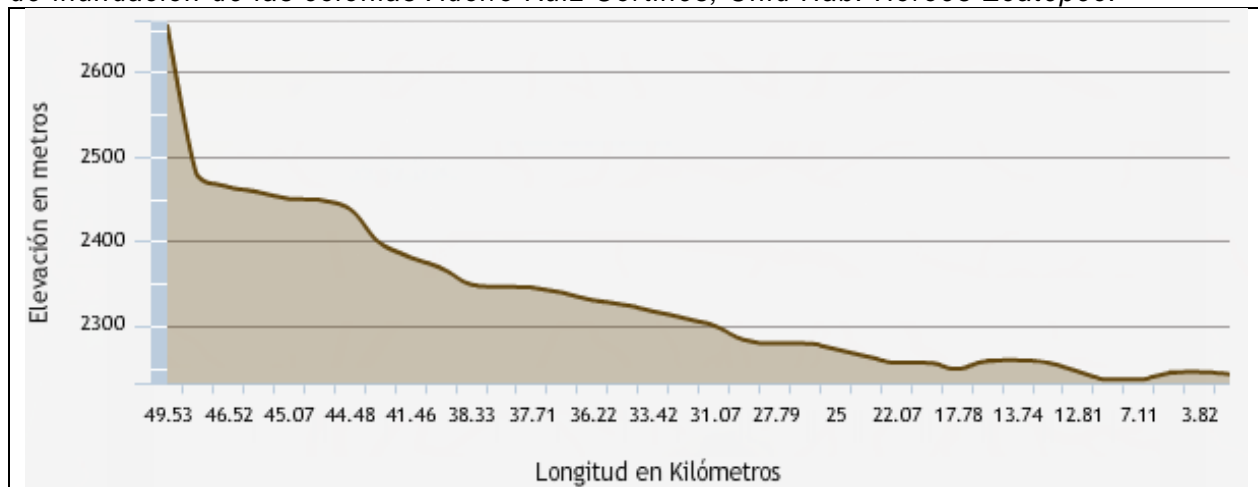
5.8.2 Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec

La microcuenca Chiconautla es aquella que con drena la zona de inundación de estas colonias. Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal de esta microcuenca es de 0.82%. Su longitud es de 49532m.

Para obtener el tiempo de concentración (t_c), se utilizó la fórmula de Kirpich:

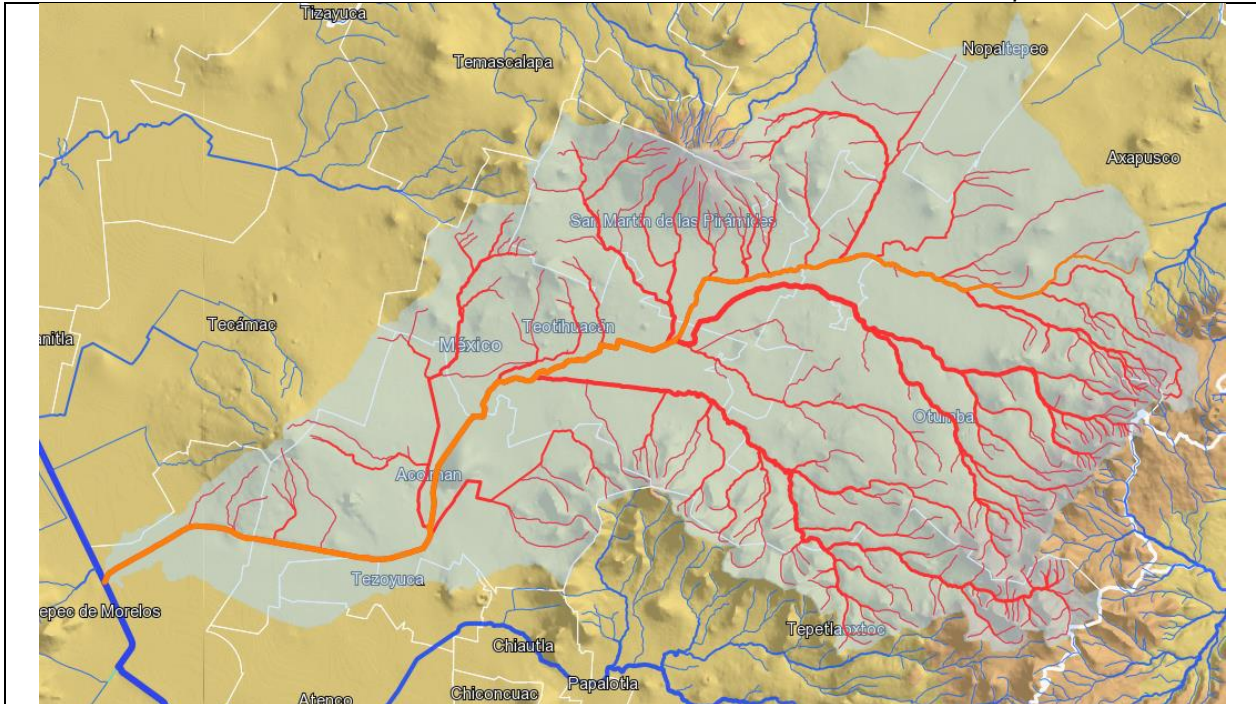
$$t_c = 0.000325 \frac{49532^{0.77}}{0.0082^{0.385}} = 8.51 \text{ horas} = 510.83 \text{ minutos}$$

Gráfica 5.5 Perfil del terreno en la de la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.



Fuente: SIATL INEGI.

Mapa 5.19 Delimitación de la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.



Fuente: SIATL INEGI.

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ($d = t_c = 8.51$ horas). A continuación se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años ($PR = 2$ años)

$$\begin{aligned}
 hp \text{ PR } 2 (1h) &= 30 \text{ mm} \\
 hp \text{ PR } 2 (1h) &= 40 \text{ mm} \\
 t_c &= 8.51 \text{ h} \\
 hp(t_c) &= \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 8.51 + hp(30) = 36.738 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (t_c), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{36.738 \text{ mm}}{8.51} = 4.315 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 4.315mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las

láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 5.20 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (t _c) mm	i mm/h
2 años	30	40	36.739	4.315
10 años	45	65	58.478	6.869
50 años	55	105	88.695	10.418
100 años	60	107	91.673	10.767
250 años	75	110	98.586	11.579

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio, resultó $C_e = 0.09$. Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (546.95 km^2) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, para el PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 4.315 \text{ mm/h} * 546.95 \text{ km}^2 = 59.594 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

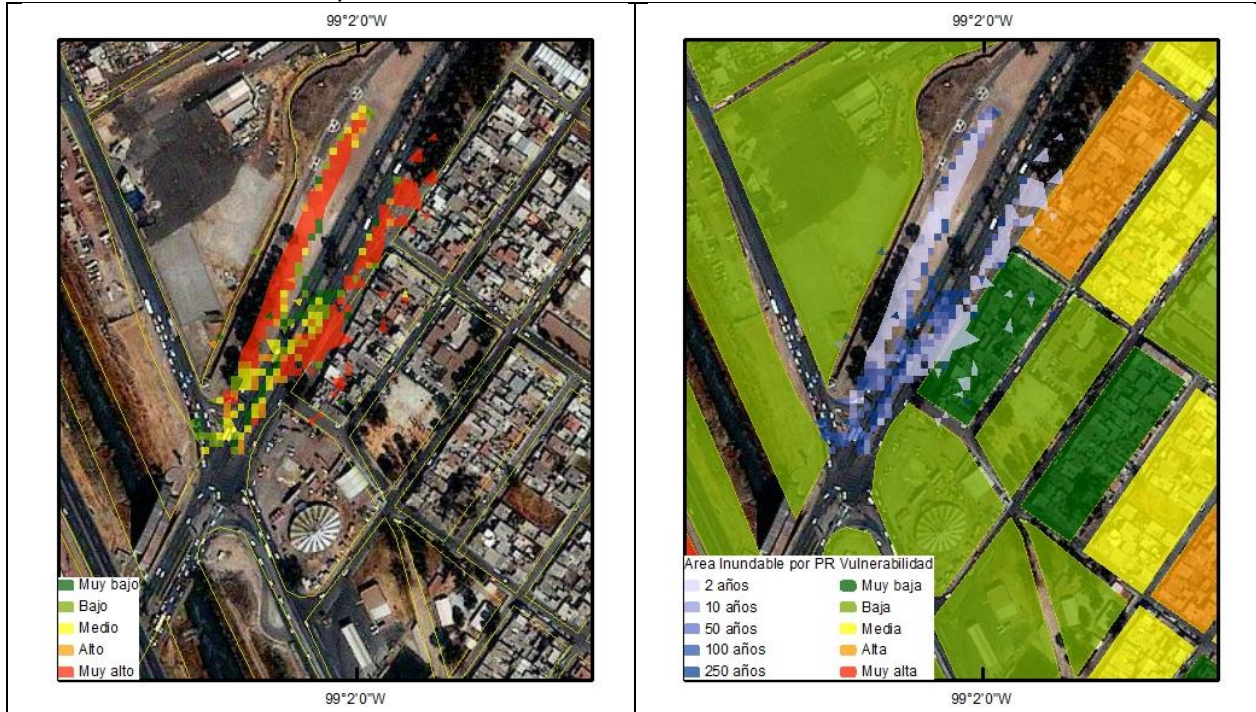
Tabla 5.21 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Chiconautla, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.

PR	i (mm/h)	Q _p (m ³ /s)
2 años	4.315	59.594
10 años	6.869	94.857
50 años	10.418	143.872
100 años	10.767	148.703
250 años	11.579	159.917

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el modelado de los valores obtenidos en la superficie geográfica, se atendió a la metodología del CENAPRED para inundaciones urbanas. En el caso de la microcuenca de análisis, se obtuvieron los siguientes resultados.

Mapa 5.20 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado

Tabla 5.22 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Adolfo Ruiz Cortines, Unid Hab. Héroes Ecatepec.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010101	Adolfo Ruiz Cortines	15	75	Alta	Muy Alto	Muy Alto
1503300014674	Unidad Hab. Héroes Ecatepec 1 2 3 4 T	-	-	Baja	Muy Alto	Alto

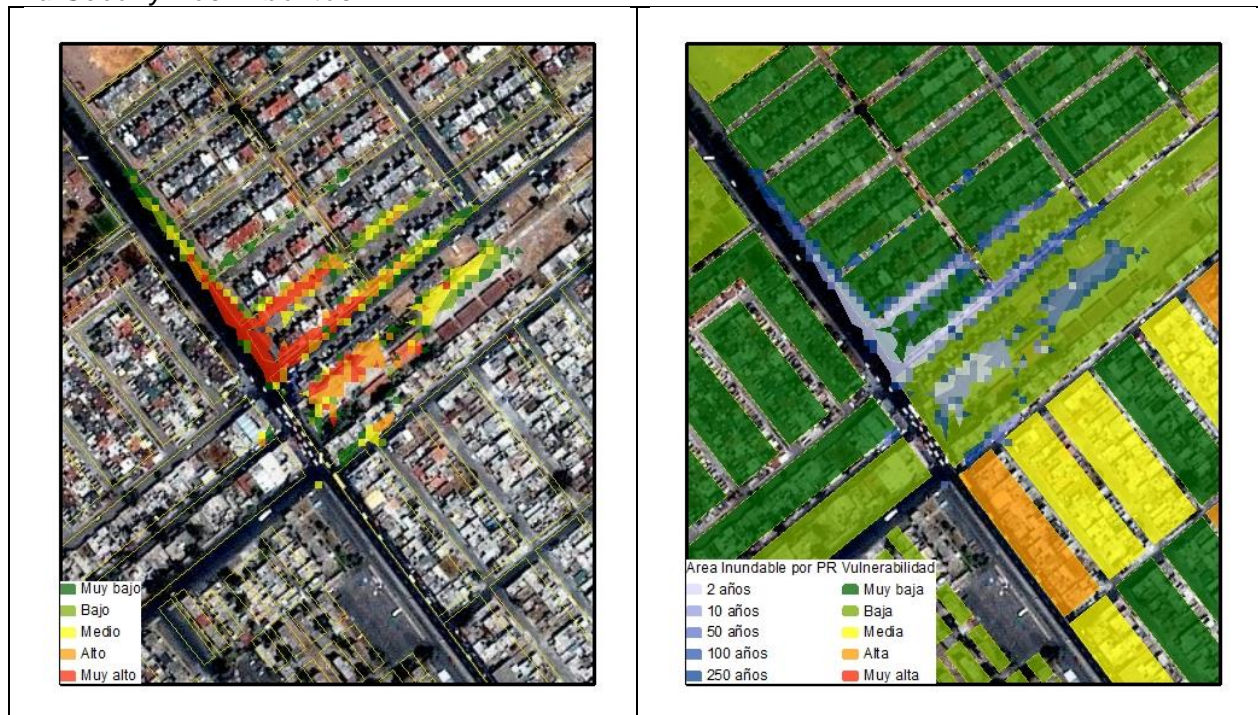
Fuente: Elaboración propia.

5.8.3 Jardines de los Báez

En Jardines de los Báez, desde el año 2006 hay inundaciones recurrentes en época de lluvias, por asentamientos diferenciales de terreno, lo que daña a la red de drenaje, impidiendo el flujo del líquido cuando ocurren las lluvias. En 2012 hubo 34,000m² de superficie dañada por este fenómeno, los cuales incluyeron 20 viviendas, y sus 100 habitantes.

Bajo el método anterior, y considerando esta zona como parte de la microcuenca Chiconautla, se obtuvieron los siguientes resultados.

Mapa 5.21 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos.



Fuente: Elaboración propia.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado.

Tabla 5.23 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos.

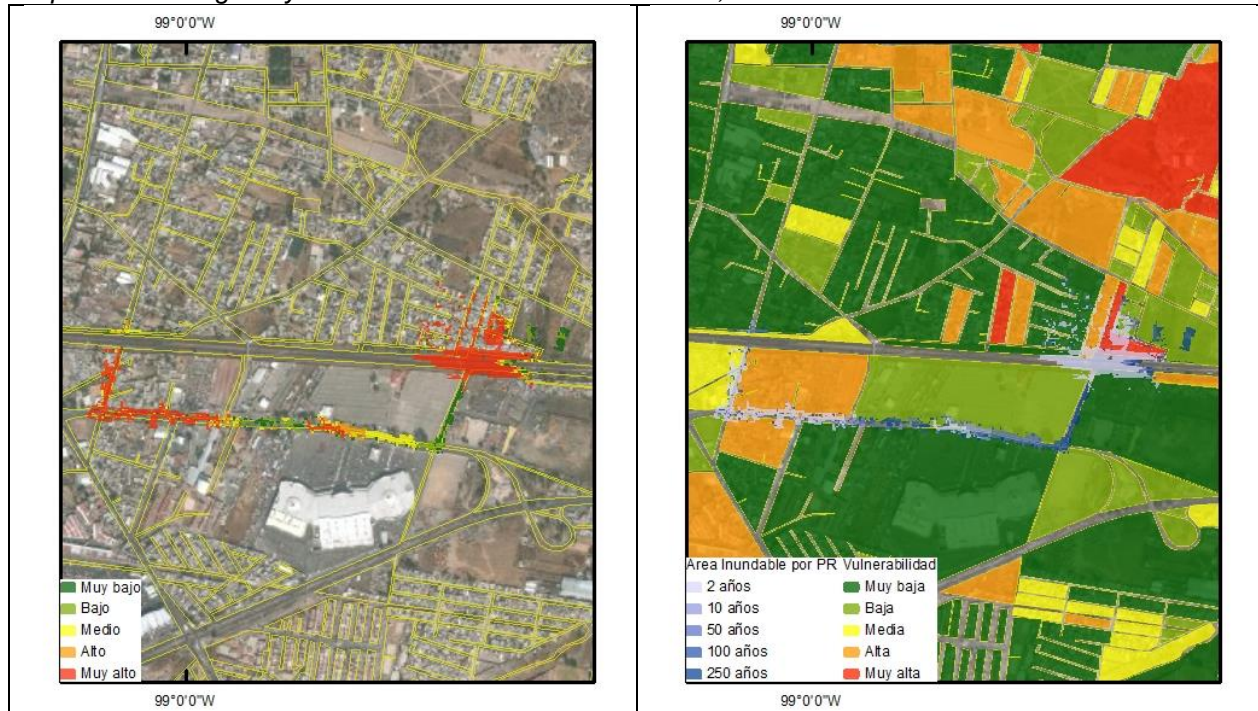
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013873	Jardines de los Báez 1ra Secc. y Los Arbolitos	50	250	Baja	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

5.8.4 Casas Reales

La colonias Casas Reales (al SW), Zopilocalco, y Ampliación 19 de Septiembre sufren continuas afectaciones debido a que el drenaje en ocasiones, se ve sobrepasado, principalmente por el aporte pluvial en época de lluvias. Esta zona de inundación corresponde a la microcuenca de Chiconautla, cuyos valores morfométricos ya fueron tratados anteriormente. Los resultados de la modelación de la superficie de inundación se presentan a continuación.

Mapa 5.22 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Casas Reales.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.24 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Casas Reales, Zopilocalco, y Ampliación 19 de Septiembre.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012447	Casas Reales, Zopilocalco, y Ampliación 19 de Septiembre	150	750	Alta	Muy Alto	Muy Alto

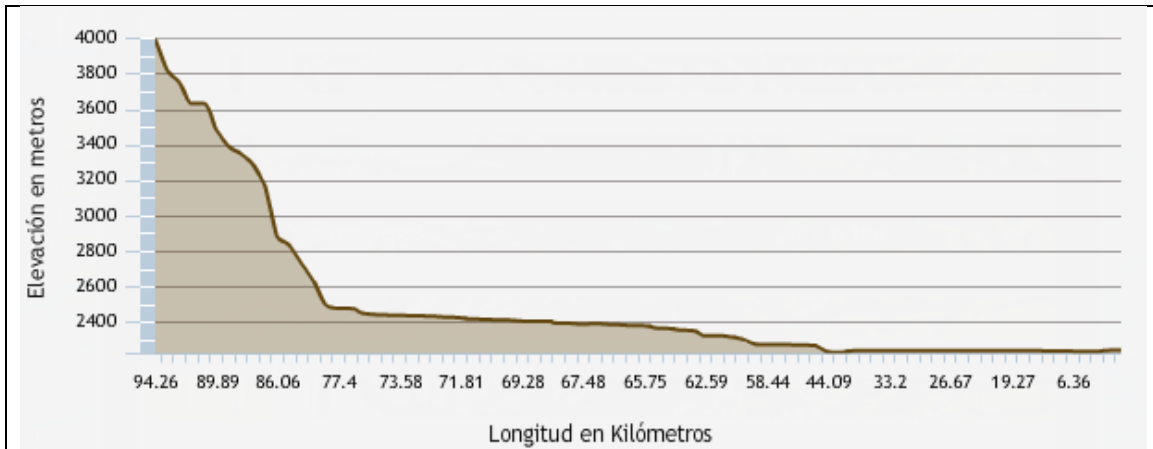
Fuente: Elaboración propia.

5.8.5 Jardines de Morelos

En Jardines de Morelos se han registrado inundaciones recurrentes desde el año de 2004, debido a asentamientos diferenciales que afectan la infraestructura hidráulica. En el año 2012 se inundó en varios episodios un área de 40,000m², afectando a 675 habitantes y 150 viviendas, con un tirante de 20cm, mientras que en las vialidades la inundación llegó hasta a 50cm.

La colonia Jardines de Morelos, se ubica en la zona de la antigua planicie de inundación del Lago de Texcoco, microcuenca que se denomina Ecatepec Lacustre. Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal de esta microcuenca es de 1.86%. Su longitud es de 94266m.

Gráfica 5.6 Perfil del terreno en la de la microcuenca Ecatepec lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.

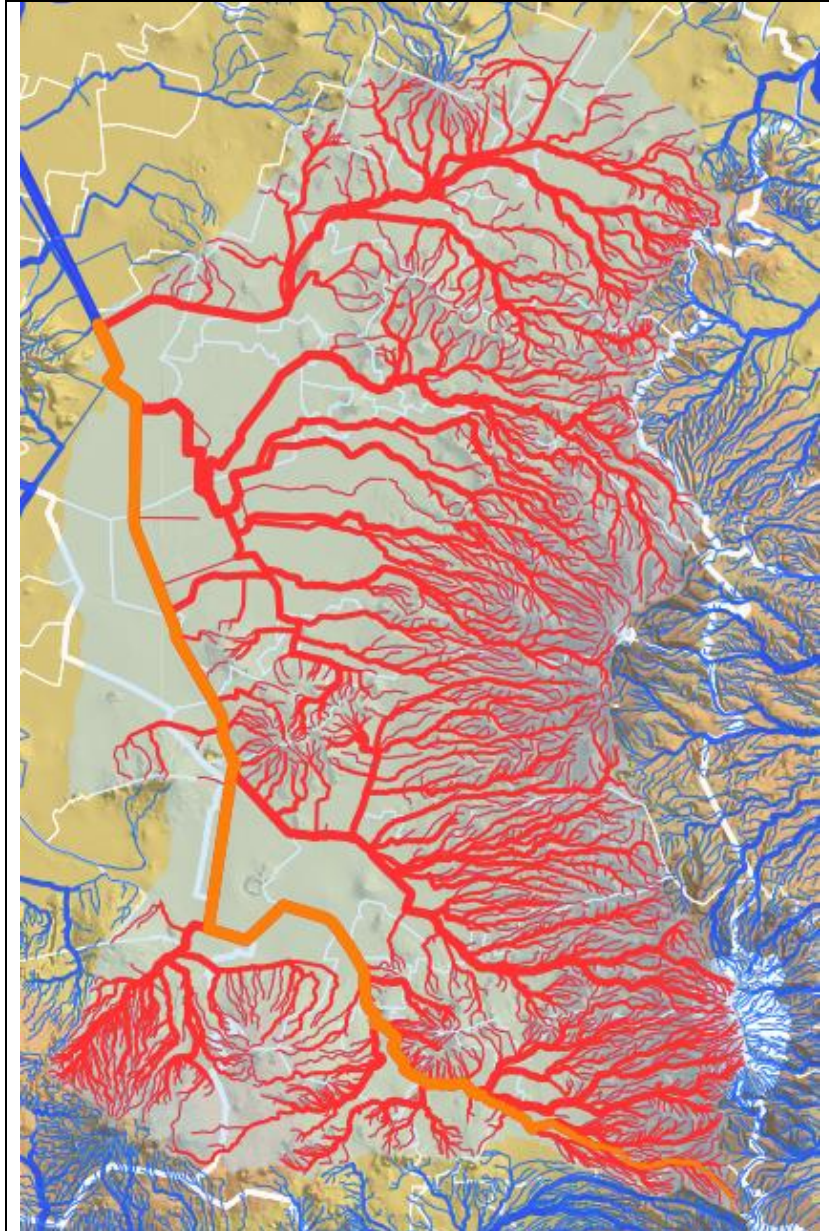


Fuente: SIATL INEGI.

Para obtener el tiempo de concentración (t_c), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{94266^{0.77}}{0.0186^{0.385}} = 10.19 \text{ horas} = 611.68 \text{ minutos}$$

Mapa 5.23 Delimitación de la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.



Fuente: SIATL INEGI.

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ($d = t_c = 10.19$ horas). A continuación se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años ($PR = 2$ años)

$$\begin{aligned}
 hp \text{ PR } 2 (1h) &= 30 \text{ mm} \\
 hp \text{ PR } 2 (1h) &= 40 \text{ mm} \\
 t_c &= 10.19 \text{ h} \\
 hp(t_c) &= \frac{hp(24) - hp(1)}{3.1781} * \ln t_c + hp(1)
 \end{aligned}$$

Sustituyendo:

$$hp(t_c) = \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 10.19 + hp(30) = 37.305 \text{ mm}$$

Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (t_c), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{37.30584 \text{ mm}}{10.19} = 3.659 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 3.65934mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 5.25 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (t_c) mm	i mm/h
2 años	30	40	37.306	3.659
10 años	45	65	59.612	5.847
50 años	55	105	91.529	8.978
100 años	60	107	94.337	9.254
250 años	75	110	100.570	9.865

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio, resultó $C_e = 0.09$. Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (2672.49 km²) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, para el $PR = 2$ años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 3.65934 \text{ mm/h} * 2672.49 \text{ km}^2 = 246.93164 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.26 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Ecatepec Lacustre, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Jardines de Morelos.

PR	<i>i</i> (mm/h)	<i>Q_p</i> (m ³ /s)
2 años	3.659	246.932
10 años	5.847	394.577
50 años	8.978	605.842
100 años	9.254	624.430
250 años	9.865	665.687

Fuente: Elaboración propia.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado.

Mapa 5.24 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Jardines de Morelos.



Fuente: Elaboración propia.

Bajo el método anterior, se obtuvieron los siguientes resultados para delimitación de riesgos.

Tabla 5.27 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Jardines de Morelos.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013055	Jardines de	50	250	Baja	Alto	Medio
1503300011608	Morelos					

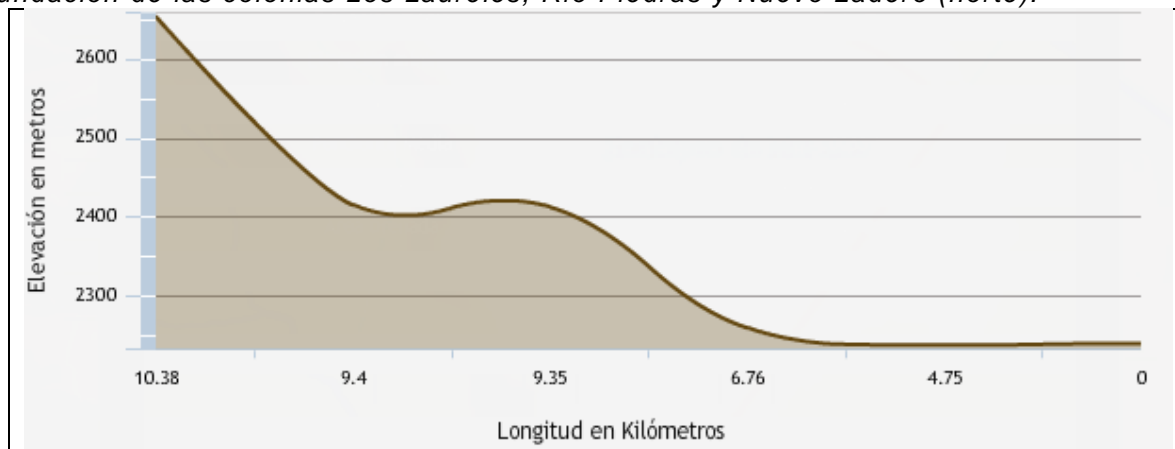
Fuente: Elaboración propia.

5.8.6 Los Laureles

En las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte) se han presentado inundaciones desde el 2007, debido a que es una zona baja donde hay acumulación de aguas broncas que bajan de las laderas adyacentes. En el 2012 se inundaron 107,000m², los cuales dañaron a 36 viviendas y 180 personas, el tirante en viviendas fue de hasta 10cm y en las vialidades fue de hasta 40cm.

La microcuenca Tulpetlac es aquella que con drena la zona de inundación de estas colonias. Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal de esta microcuenca es de 4%. Su longitud es de 10386m.

Gráfica 5.7 Perfil del terreno en la de la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).



Fuente: SIATL INEGI.

Para obtener el tiempo de concentración (t_c), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{10386^{0.77}}{0.040^{0.385}} = 1.39 \text{ horas} = 83.35 \text{ minutos}$$

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ($d = t_c = 1.39$ horas). A continuación se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años ($PR = 2$ años)

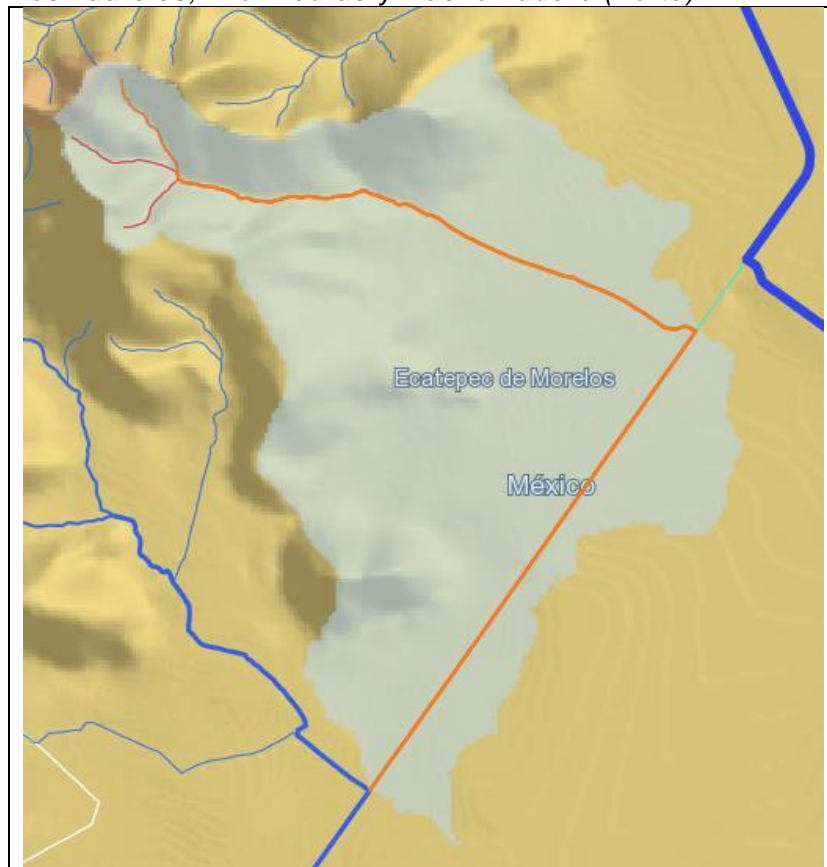
$$hp \text{ PR } 2 (1h) = 30 \text{ mm}$$

$$hp \text{ PR } 2 (1h) = 40 \text{ mm}$$

$$t_c = 1.39 \text{ h}$$

$$hp(t_c) = \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 1.39 + hp(30) = 31.034 \text{ mm}$$

Mapa 5.25 Delimitación de la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).



Fuente: SIATL INEGI.

Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (t_c), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{31.03429 \text{ mm}}{1.39} = 22.340 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 22.34 mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 5.28 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (t_c) mm	i mm/h
2 años	30	40	31.034	22.340
10 años	45	65	47.069	33.883
50 años	55	105	60.171	43.315
100 años	60	107	64.861	46.691
250 años	75	110	78.620	56.595

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio, resultó $C_e = 0.09$. Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (17.82 km^2) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, para el PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 22.340 \text{ mm/h} * 17.82 \text{ km}^2 = 10.051 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

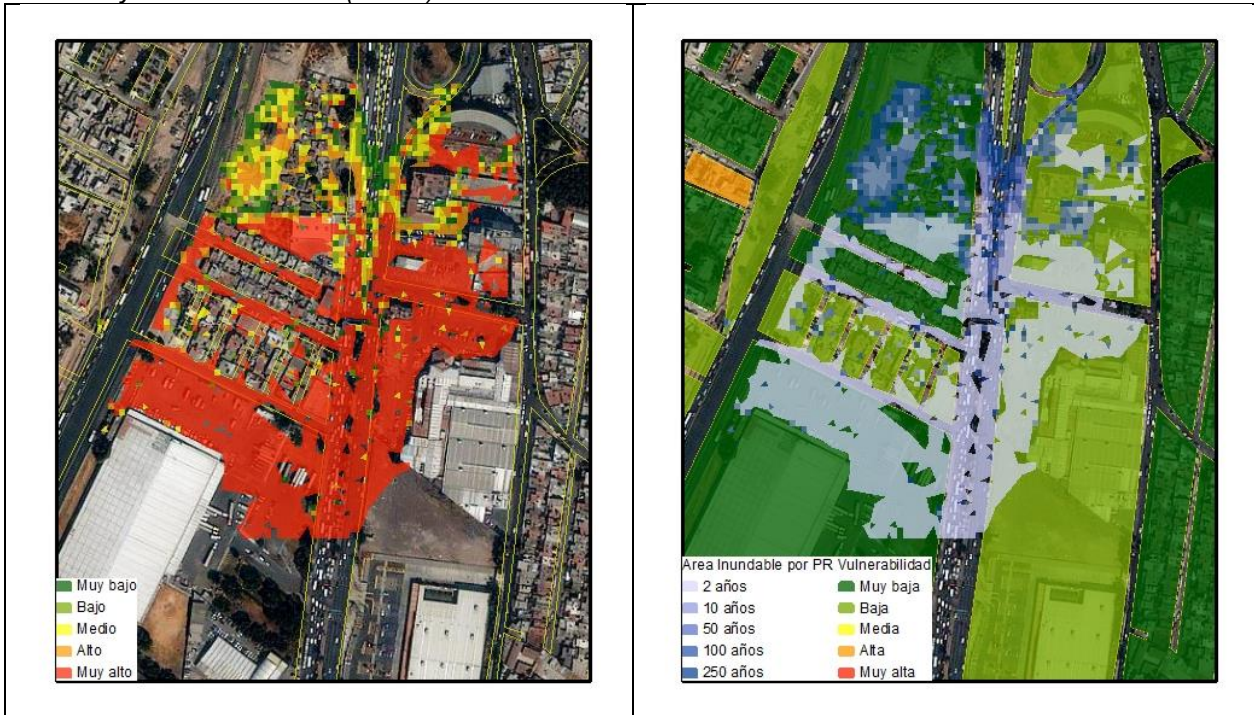
Tabla 5.29 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Tulpetlac, donde se ubica la zona de inundación de las colonias Los Laureles, Río Piedras y Nuevo Ladero (norte).

PR	I (mm/h)	Q_p (m ³ /s)
2 años	22.340	10.052
10 años	33.883	15.245
50 años	43.315	19.490
100 años	46.691	21.008
250 años	56.595	25.465

Fuente: Elaboración propia.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado.

Mapa 5.26 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Los Laureles, Rio Piedras y Nuevo Ladero (norte).



Fuente: Elaboración propia.

Bajo el método anterior, se obtuvieron los siguientes resultados para delimitación de riesgos.

Tabla 5.30 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Los Laureles, Rio Piedras y Nuevo Ladero (norte).

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010205 1503300010099	Los Laureles	30	150	Baja	Alto	Medio
1503300010099	Nuevo Laredo	5	25	Baja	Muy Alto	Medio
1503300014759	Rio Piedras	5	25	Baja	Muy Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

5.8.7 Fuentes de San Cristóbal

Esta zona abarca porciones de las colonias Fuentes de San Cristóbal, La Alfalfa, 12 de Diciembre, Álamos de San Cristóbal; se inunda principalmente en los meses de verano cuando la temporada de lluvias aporta más agua de la que el drenaje subterráneo puede desaguar. Pertenecer a la microcuenca del Centro de Ecatepec. Bajo el método descrito anteriormente se obtuvieron como resultados las siguientes modelaciones.

Mapa 5.27 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Fuentes de San Cristóbal, La Alfalfa, 12 de Diciembre, Álamos de San Cristóbal.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.31 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Los Laureles, Rio Piedras y Nuevo Ladero (norte).

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010099	Fuentes de San Cristóbal, La Alfalfa, Álamos de San Cristóbal	40	200	Baja	Muy Alto	Alto

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010154	Fuentes de San Cristóbal, 12 de Diciembre	60	300	Baja	Muy Alto	Alto

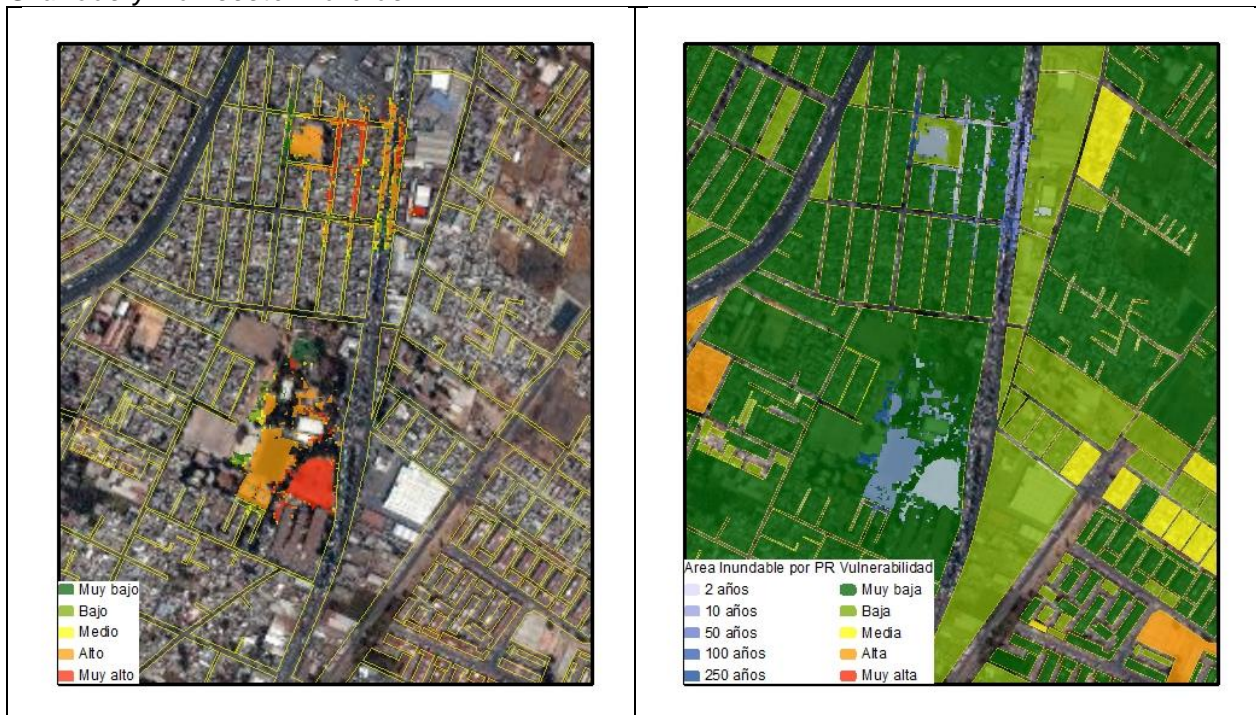
Fuente: *Elaboración propia.*

5.8.8 Nuevo Laredo, Fovissste Morelos

Estas colonias pertenecen a la microcuenca Tulpetlac. En la colonia Nuevo Laredo, cuando hay lluvias extraordinarias se inundan las vialidades hasta 30cm debido a que es una zona baja y con severos problemas de drenaje, ocurriendo de forma recurrente desde el año 2005. En el año 2012 se afectaron de mayo a octubre 50 viviendas y una población aproximada de 250 habitantes, para una superficie total de 58,000m².

Como resultado del análisis se obtuvieron los siguientes modelos de inundación.

Mapa 5.28 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Nuevo Laredo, Talleres Gráficos y Fovissste Morelos.



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 5.32 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Nuevo Laredo, Talleres Gráficos y Fovissste Morelos.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010258	Nuevo Laredo	50	250	Baja	Alto	Medio
1503300010277	Talleres Gráficos, Fovissste Morelos	10	50	Baja	Muy Alto	Alto

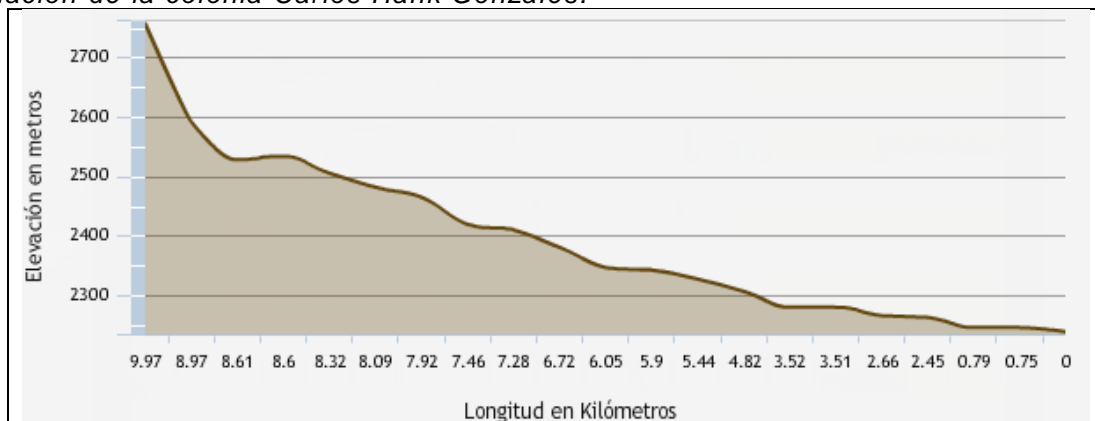
Fuente: Elaboración propia.

5.8.9 Carlos Hank Gonzáles y Buenavista

En la colonia Hank Gonzáles, desde el año 2006 se han registrado inundaciones recurrentes debido a que la infraestructura hidráulica se torna insuficiente cuando bajan aguas broncas de las laderas adyacentes. En 2012 se afectaron por este fenómeno 19,000m², incluyendo 100 viviendas con hasta un tirante de 40cm, y vialidades con un tirante de hasta 80cm. La población afectada fue de 500 habitantes.

La microcuenca Xalostoc es aquella que con drena la zona de inundación de esta colonia. Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal de esta microcuenca es de 5.12%. Su longitud es de 9973m.

Gráfica 5.8 Perfil del terreno en la de la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.



Fuente: SIATL INEGI.

Para obtener el tiempo de concentración (t_c), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{9973^{0.77}}{0.0512^{0.385}} = 1.22 \text{ horas} = 73.46 \text{ minutos}$$

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ($d = t_c = 1.22$ horas). A continuación se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años ($PR = 2$ años)

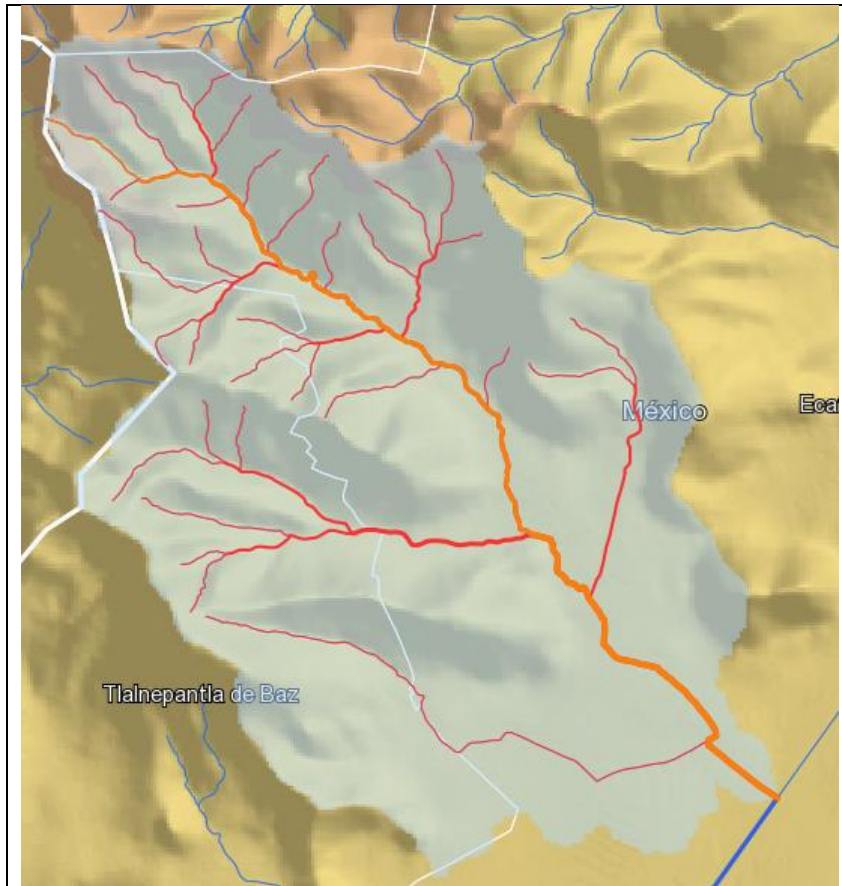
$$hp \text{ PR } 2 (1h) = 30 \text{ mm}$$

$$hp \text{ PR } 2 (1h) = 40 \text{ mm}$$

$$t_c = 1.22 \text{ h}$$

$$hp(t_c) = \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 1.22 + hp(30) = 30.636 \text{ mm}$$

Mapa 5.29 Delimitación de la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.



Fuente: SIATL INEGI.

Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (t_c), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{30.636 \text{ mm}}{1.22} = 25.022 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 25.022 mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 5.33 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (t_c) mm	I mm/h
2 años	30	40	30.637	25.023
10 años	45	65	46.274	37.794
50 años	55	105	58.185	47.522
100 años	60	107	62.994	51.450
250 años	75	110	77.229	63.077

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio, resultó $C_e = 0.09$. Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (17.82 km^2) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, para el PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 25.022 \text{ mm/h} * 37.11 \text{ km}^2 = 23.446 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.34 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca Xalostoc, donde se ubica la zona de inundación de la colonia Carlos Hank Gonzáles.

PR	I (mm/h)	Q_p (m ³ /s)
2 años	25.023	23.447
10 años	37.794	35.414
50 años	47.522	44.529
100 años	51.450	48.210
250 años	63.077	59.105

Fuente: Elaboración propia.

En función de lo anterior, se realizó cartografía de vulnerabilidad de la zona, y se calculó el riesgo derivado, tomando en cuenta el peligro por inundación previamente identificado.

Mapa 5.30 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Carlos Hank Gonzáles y Buenavista.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.35 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Carlos Hank Gonzáles y Buenavista.

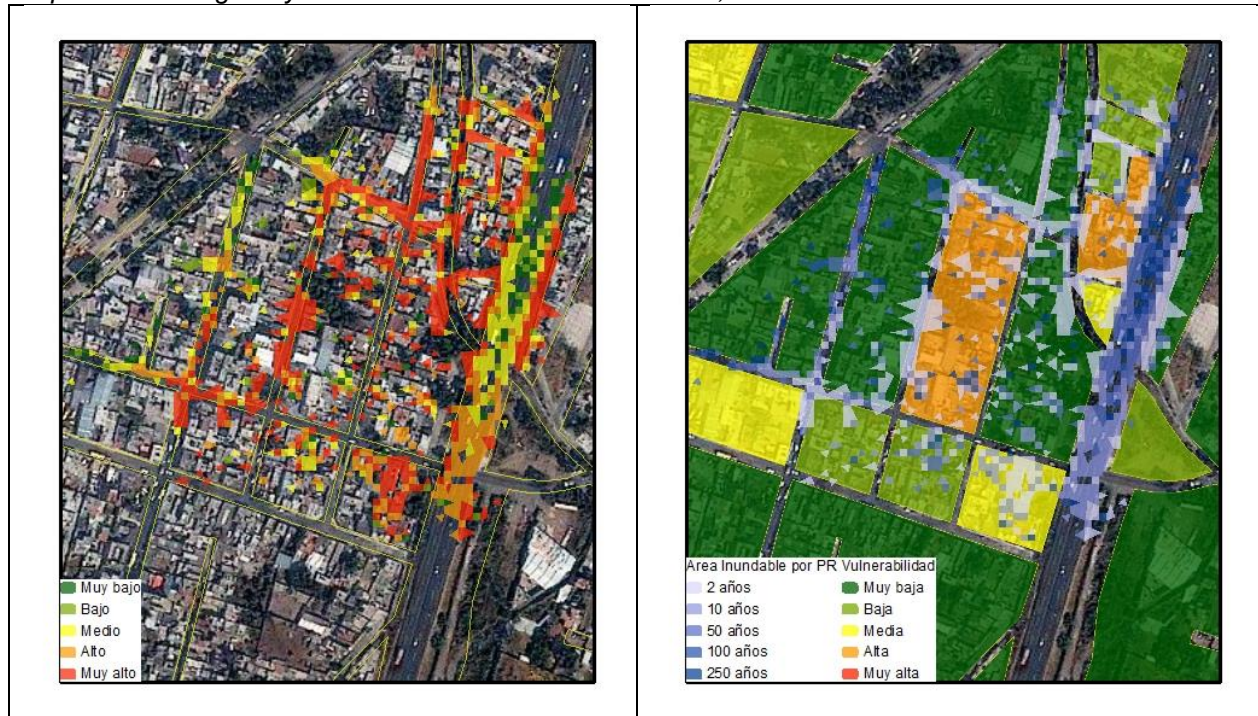
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013657	Carlos Hank Gonzáles	50	250	Alta	Muy Alto	Muy Alto
1503300013430	Buenavista	20	100	Alta	Muy Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

5.8.10 San Pedro Xalostoc

Las colonias San Pedro Xalostoc y Santa Clara, pertenecientes a la microcuenca Xalostoc, se inundan cuando las aguas de las laderas de la Sierra de Guadalupe bajan en época de lluvias y el drenaje no es suficiente para desaguarlas. El modelado del área de inundación dio como resultado lo siguiente.

Mapa 5.31 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia San Pedro Xalostoc.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.36 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia San Pedro Xalostoc.

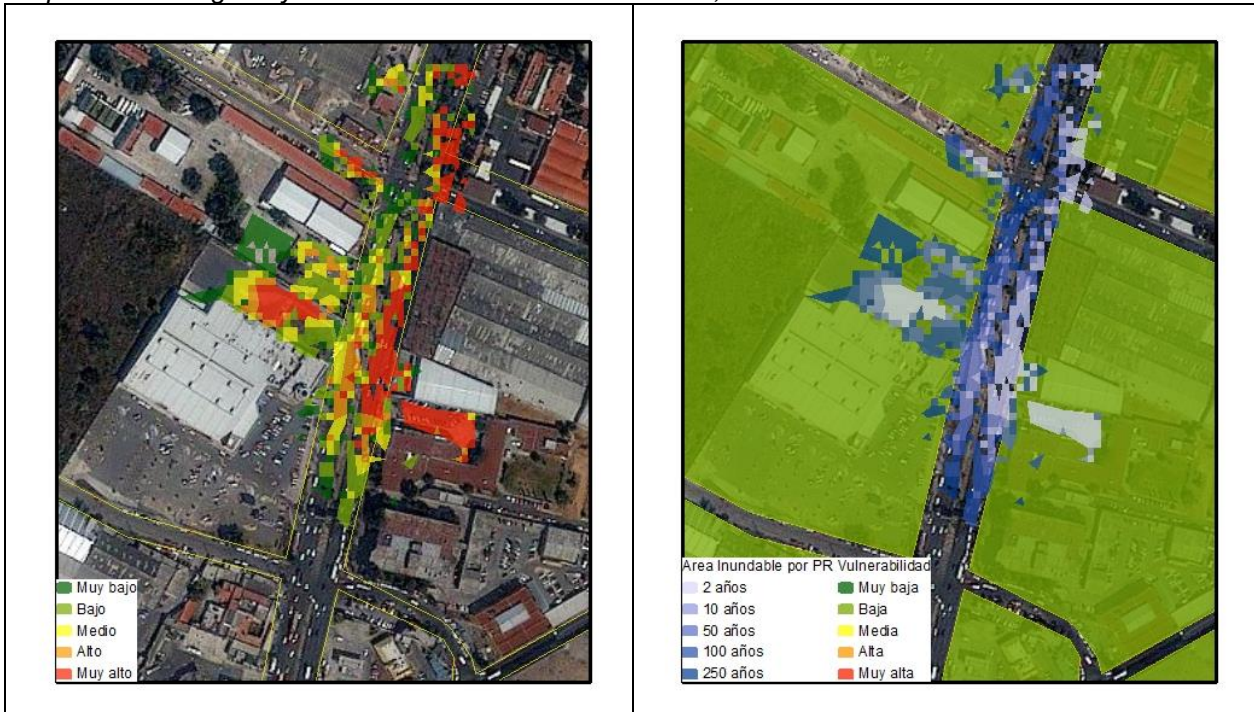
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010648	San Pedro Xalostoc, Santa Clara	70	350	Alta	Muy Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

5.8.11 Industrial Cerro Gordo

La Zona industrial de Cerro Gordo sufre afectaciones por las aguas del cerro homónimo, que en época de lluvias superan el desfogue del drenaje público. Esta zona pertenece a la microcuenca Xalostoc.

Mapa 5.32 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Industrial Cerro Gordo.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.37 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Industrial Cerro Gordo.

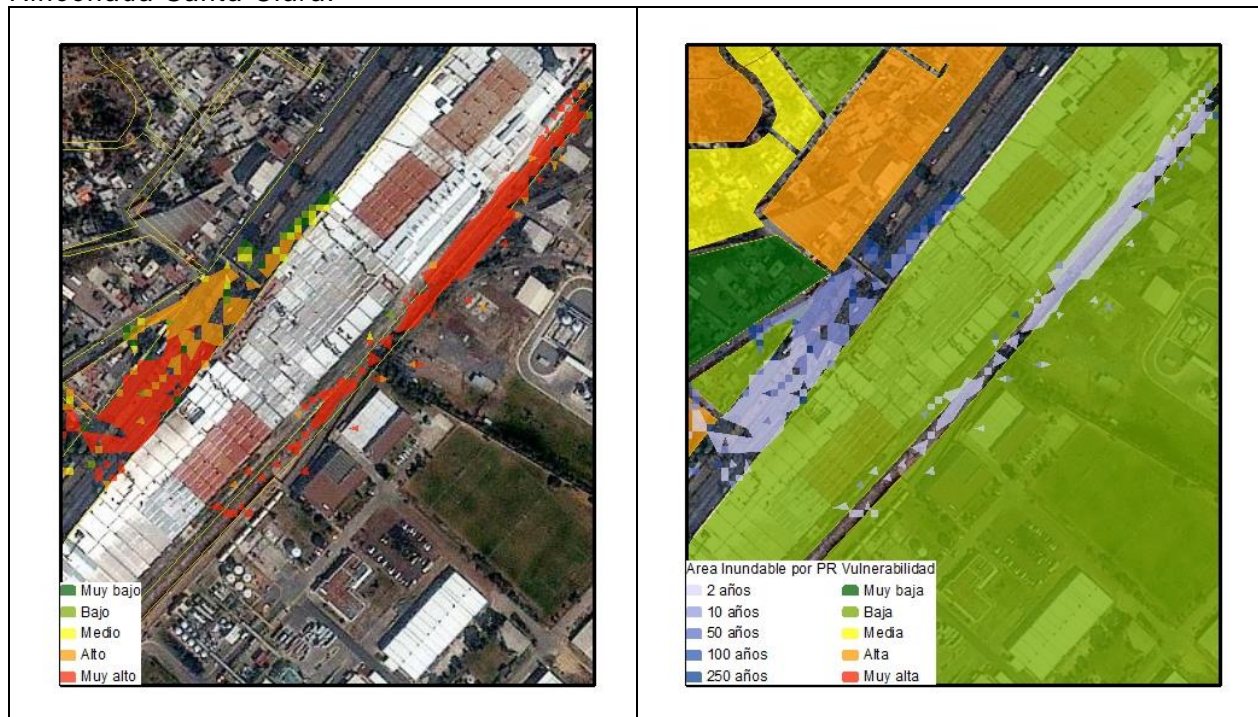
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
150330001046A	Industrial Cerro Gordo	10	50	Baja	Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

5.8.12 Santa Clara y Rinconada Santa Clara

Estas colonias pertenecen a la microcuenca Xalostoc. Desde el año 2005 se han registrado inundaciones constantes debido a la insuficiente red de drenaje que colapsa cuando bajan aguas broncas de las laderas adyacentes. En el 2012, la superficie afectada ascendió a 93,000m², afectando a las vialidades con un tirante de hasta 30cm que impedía la circulación. No hubo población afectada en sus propiedades.

Mapa 5.33 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Santa Clara y Rinconada Santa Clara.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.38 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Santa Clara y Rinconada Santa Clara.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013534	Santa Clara, Rinconada Santa Clara	20	100	Baja	Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

5.8.13 Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara

En estas colonias las inundaciones se producen debido a subsidencia del terreno y dislocamientos en la red del drenaje, lo cual facilita que el agua de lluvia se anegue. Pertenece a la microcuenca Ecatepec Lacustre.

Mapa 5.34 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.39 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara.

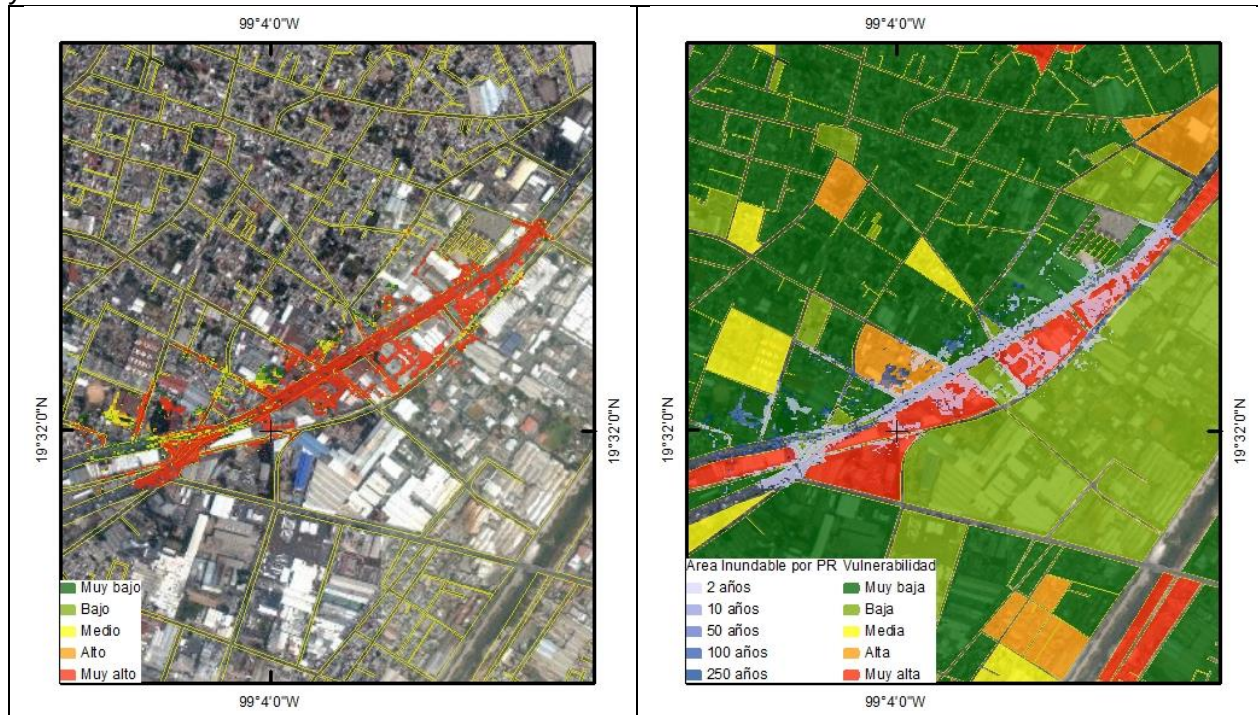
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
150330001053A	Prados de Santa Clara, Jardines de Santa Clara	80	400	Baja	Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

5.8.14 Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc

Estas colonias pertenecientes a la microcuenca Xalostoc, comparten un área de inundación, al sur de Rinconada Santa Clara y al este de Cuauhtémoc Xalostoc, la cual se debe a la deficiencia en el sistema de drenaje local, particularmente cuando hay agua extra de origen pluvial. En esta zona es común que los vecinos construyan diques para evitar la entrada de agua a sus viviendas.

Mapa 5.35 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.40 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc.

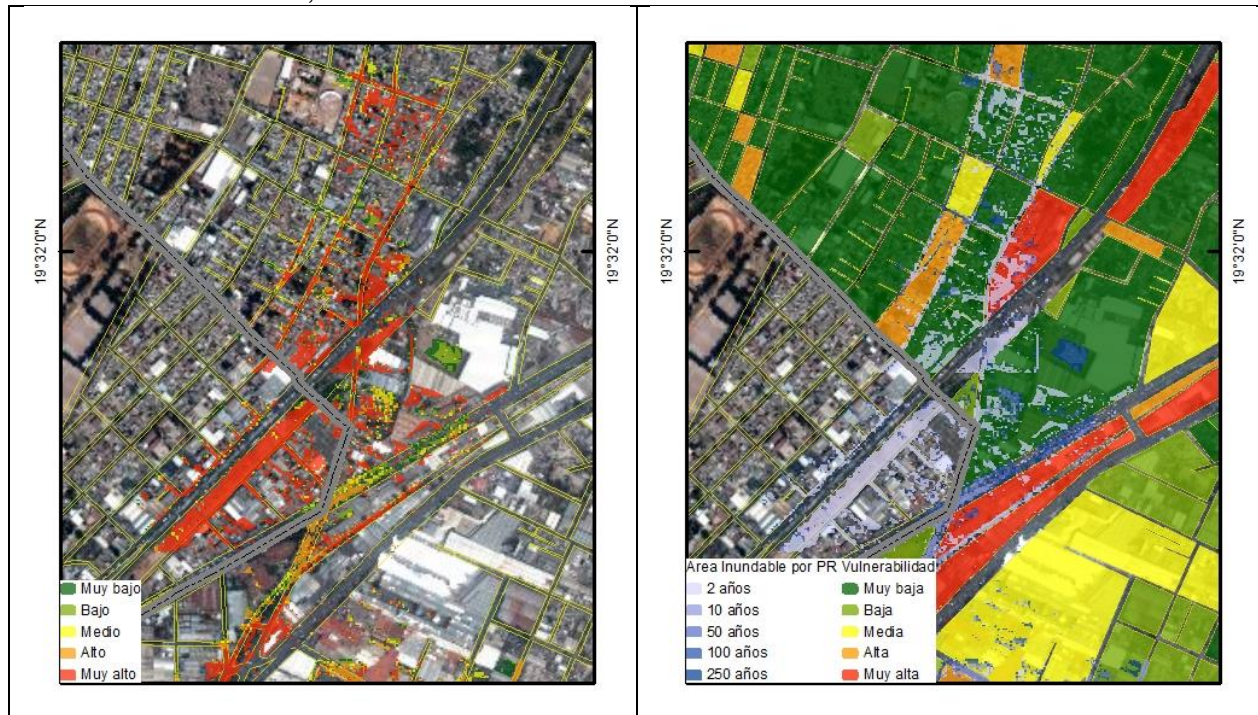
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
150330001078A 1503300013534	Rinconada Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc	80	400	Alta	Muy Alto	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

5.8.15 San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc y Rustica Xalostoc

Al sureste del Municipio de Ecatepec hay una gran zona de inundaciones, que en una parte está comprendida por porciones de las colonias San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc y Rustica Xalostoc. Esta área es drenada por la microcuenca Xalostoc, analizada anteriormente. Al igual que en los casos ya tratados, el origen común de estas inundaciones son las condiciones del sistema de drenaje, afectado por la presencia adicional de líquido en época de lluvias.

Mapa 5.36 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc, Rustica Xalostoc.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.41 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc Xalostoc, Rustica Xalostoc.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012841 150330001078A	San Pedro Xalostoc, Cuauhtémoc	120	600	Media	Muy Alto	Alto

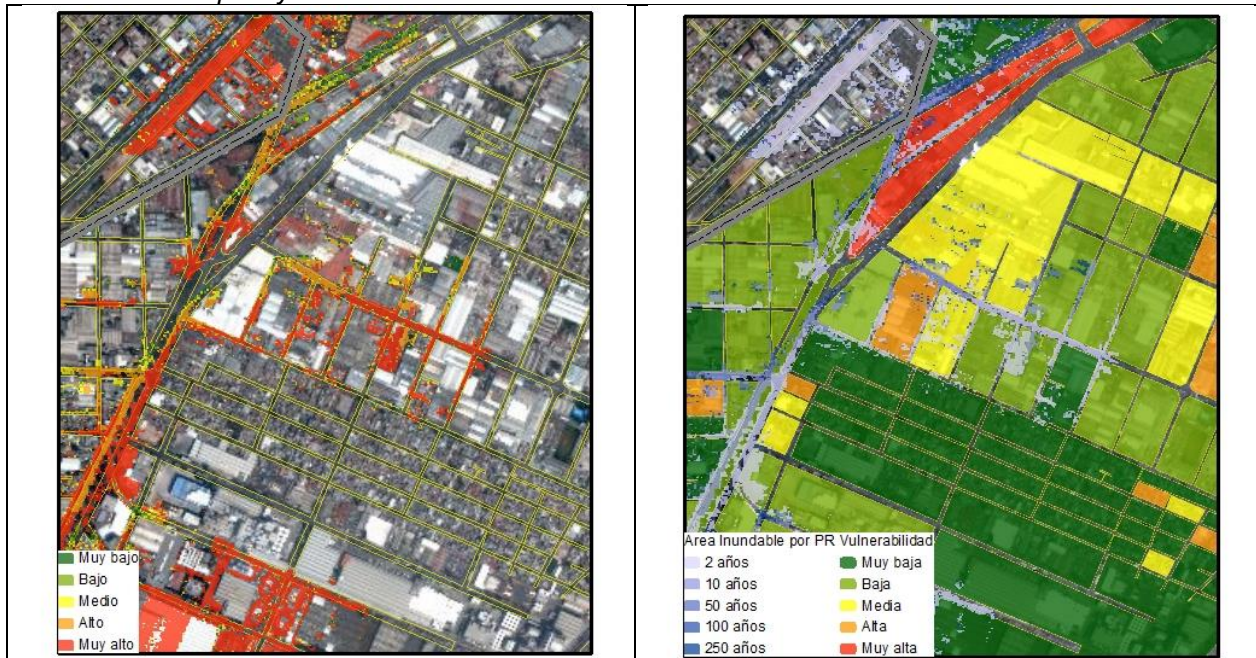
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
	Xalostoc, Rustica Xalostoc					

Fuente: Elaboración propia.

5.8.16 Rustica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc

Desde el año 2003 hay inundaciones recurrentes en las colonias Rústica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc en los meses de mayo a octubre, debido a asentamientos diferenciales del terreno y a bajadas de aguas broncas de laderas de la Sierra de Guadalupe. En el año 2012, se inundó un total de 432,000m² afectando a 60 viviendas, 3 industrias y 57 edificios de instalaciones diversas, afectando a una población de 300 personas, con tirantes de 40cm en las vialidades y 10cm al interior de las construcciones. Esta zona pertenece a la microcuenca Xalostoc

Mapa 5.37 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Rústica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.42 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Rústica Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec y Viveros Xalostoc.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010987	Rústica Xalostoc,					
150330001078A	La Urbana	80	400	Media	Muy Alto	Alto
150330001103A	Ixhuatepec y					
1503300011044	Viveros Xalostoc					

Fuente: Elaboración propia.

5.8.17 Viveros Xalostoc

En esta porción de la microcuenca Xalostoc, desde 2003 se tienen reportes de que las colonias Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec, y División del Norte, en época de lluvias sufren de inundaciones recurrentes, debido principalmente a la bajada de aguas brancas de las laderas de la Sierra de Guadalupe y a una deficiente operación de la red de drenaje. En 2012 se afectaron 246,000m² de superficie, incluyendo 300 habitantes, 50 viviendas, 5 locales comerciales y 3 industrias; en las viviendas hubo hasta 20cm de tirante mientras en las vialidades el máximo fue de 50cm.

En La Urbana Ixhuatepec desde hace 7 años se reportan inundaciones en esta colonia, principalmente debido al descenso de aguas brancas de la Sierra de Guadalupe. En el 2012, se afectaron 150 viviendas y una población aproximada de 750 personas, cuyas propiedades se anegaron hasta 30cm, mientras las vialidades tuvieron hasta 60cm de inundación. La superficie impactada fue de 70,000m².

En la colonia División del Norte, se registró una inundación en el año 2012, la cual abarcó una superficie de 37,000m², que afectó a 300 personas, 67 casa y 5 locales comerciales, con un tirante de 10cm, mientras que en las vialidades llegó a tener hasta 40cm.

Mapa 5.38 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.43 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Viveros Xalostoc, Ampl. San José Xalostoc, Industrial Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300011114	Viveros Xalostoc, Ampl. San José					
1503300011059	Xalostoc, Industrial	300	1500	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300011190	Xalostoc, La Urbana Ixhuatepec					

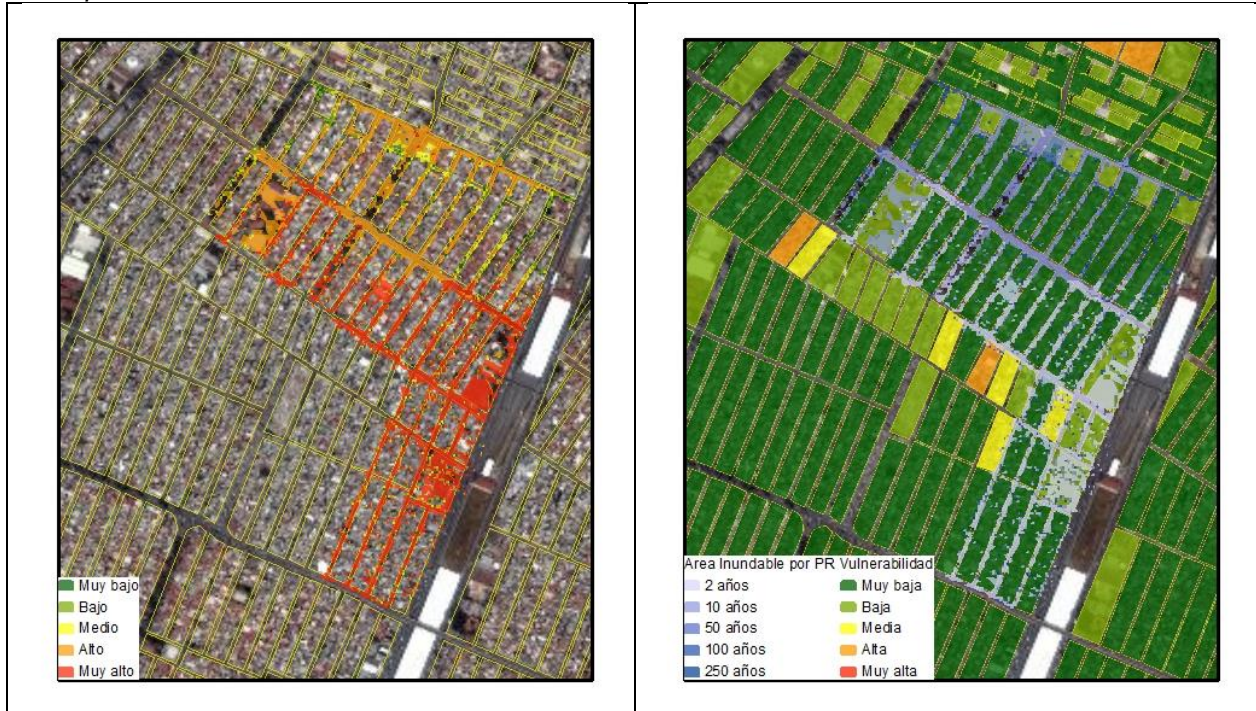
Fuente: Elaboración propia.

5.8.18 Río de Luz y Los Reyes Ecatepec

En esta porción de la microcuenca de Ecatepec Lacustre, se han presentado inundaciones recurrentes desde 2007, debido a que es una zona que gradualmente ha ido sufriendo asentamientos diferenciales del terreno, dañando a la infraestructura hidráulica de drenaje. Sin

embargo, en el año 2012, las inundaciones fueron causadas principalmente debido al taponamiento del drenaje por la existencia de basura. Los eventos de ese año afectaron a 50 personas, 10 casas y 13,000m² de área, con tirantes de hasta 80cm en las vialidades y 50cm en las viviendas.

Mapa 5.39 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Río de Luz y Los Reyes Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.44 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Río de Luz y Los Reyes Ecatepec.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300013676						
1503300013661	Río de Luz y Los					
1503300010402	Reyes Ecatepec	600	3000	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300010436						

Fuente: Elaboración propia.

5.8.19 Emiliano Zapata 1ra Secc.

En esta porción de la microcuenca Ecatepec Lacustre, desde el año 2004 se registran inundaciones en esta colonia debido a que existen asentamientos diferenciales del terreno que dislocan la infraestructura de drenaje existente, impidiendo que esta elimine el agua excedente de las lluvias. En el 2012 se afectaron 179,000m² de área, incluyendo 200 viviendas y 900 habitantes. Las viviendas fueron anegadas hasta por 20cm mientras que las vialidades lo fueron hasta por 50cm.

Mapa 5.40 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Emiliano Zapata 1ra Secc.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.45 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Emiliano Zapata 1ra Secc.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300010883	Emiliano Zapata	80	400	Medio	Medio	Medio
1503300010830	1ra Secc					

Fuente: Elaboración propia.

5.8.20 Valle de Santiago

En esta porción de la microcuenca de Ecatepec Lacustre, desde el año 2001, se han presentado inundaciones recurrentes de origen pluvial en las Colonias Valle de Santiago, Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara, con un área de afectación de 460,000m². Estas inundaciones se deben principalmente a asentamientos diferenciales del terreno, los cuales a su vez provocaron dislocamientos y contrapendientes en la red de drenaje, lo que impide drenar eficientemente el agua proveniente de la lluvia. Entre mayo y octubre del año 2012, se presentaron inundaciones debido a precipitaciones pluviales extraordinarias y granizadas, el tirante llegó a tener más de 40cm en las vialidades y hasta 10cm dentro de las casas. Se afectaron 500 viviendas y 50 locales comerciales, para un total aproximado de 2500 habitantes y una superficie de 106,000m².

Mapa 5.41 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Valle de Santiago Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.46 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Valle de Santiago Campiña de Aragón, Nuevo Paseo de San Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara.

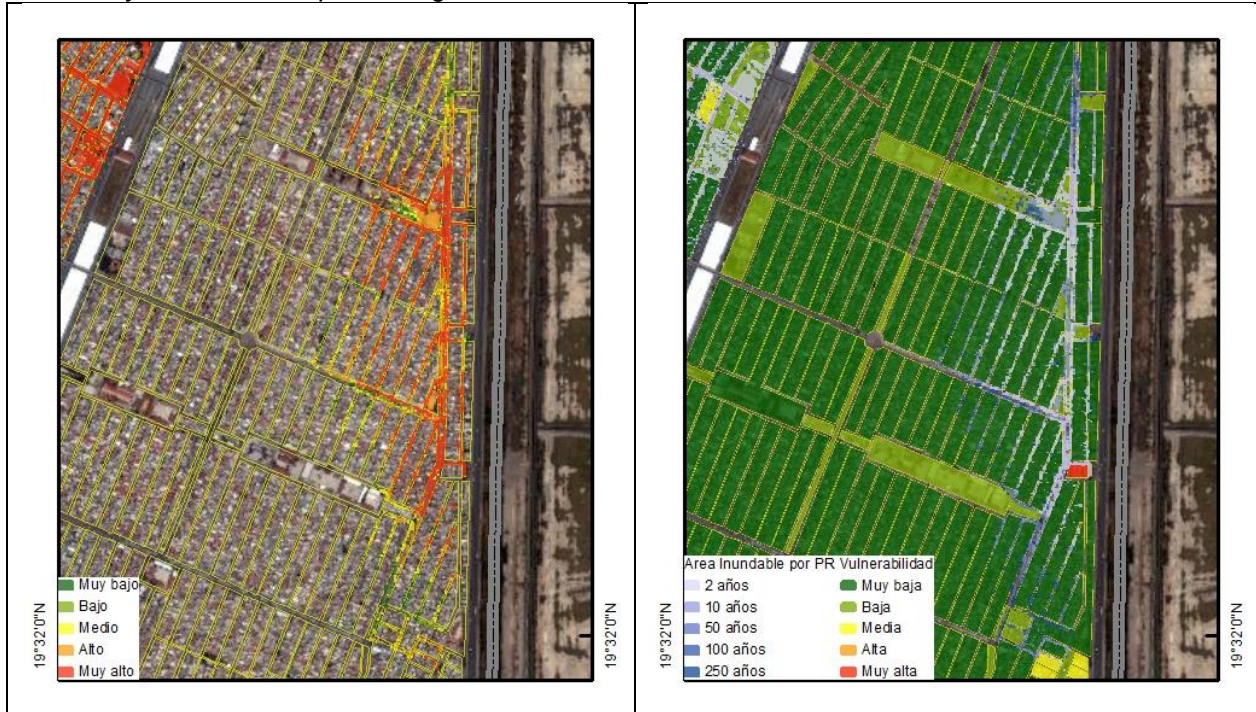
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012822	Valle de Santiago					
1503300010703	Campiña de					
1503300010760	Aragón, Nuevo	800	4000	Medio	Muy Alto	Alto
1503300010737	Paseo de San					
1503300010614	Agustín, Laderas del Peñón, Indeco Santa Clara					

Fuente: Elaboración propia.

5.8.21 Ciudad Azteca 2da Sección, Fracc. Profopec Polígono 1

En esta porción de la microcuenca de Ecatepec Lacustre, las colonias Ciudad Azteca, 2da Sección, Fracc. Profopec Polígono 1 han padecido desde el año 2003 de inundaciones recurrentes debido principalmente a la saturación del sistema de drenaje, misma que se presenta con lluvias fuertes. Además de lo anterior, su microtopografía baja, debido a asentamientos diferenciales, incrementa la susceptibilidad a inundarse. En el 2012, se afectaron en temporada de lluvias 90 viviendas las cuales llegaron a presentar tirantes de hasta 20cm, mientras que las vialidades se anegaron hasta por 50cm de agua. Los afectados se contabilizaron en 450 personas, 90 viviendas en una superficie de 263,000m².

Mapa 5.42 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Ciudad Azteca 2da Sección y Fracc. Profopec Polígono 1.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.47 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Ciudad Azteca 2da Sección y Fracc. Profopec Polígono 1.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012095	Ciudad Azteca 2da					
1503300010455	Sección y Fracc.	500	2500	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300010578	Profopec Polígono					
1503300010440	1					

Fuente: Elaboración propia.

5.8.22 Valle de Aragón 2ª y 3ª secc.

En esta zona de la microcuenca de Ecatepec Lacustre, se han reportado inundaciones recurrentes en Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc., desde el 2007, debido al desbordamiento de cauces, asentamientos diferenciales del terreno, y red de drenaje insuficiente. En 2012, se inundó una superficie de 163,000m², en diferentes

eventos. Se afectaron 241 casas, y una población de 1085 personas. Las vialidades se anegaron hasta 50cm, y las viviendas hasta 20cm.

Mapa 5.43 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.48 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc.

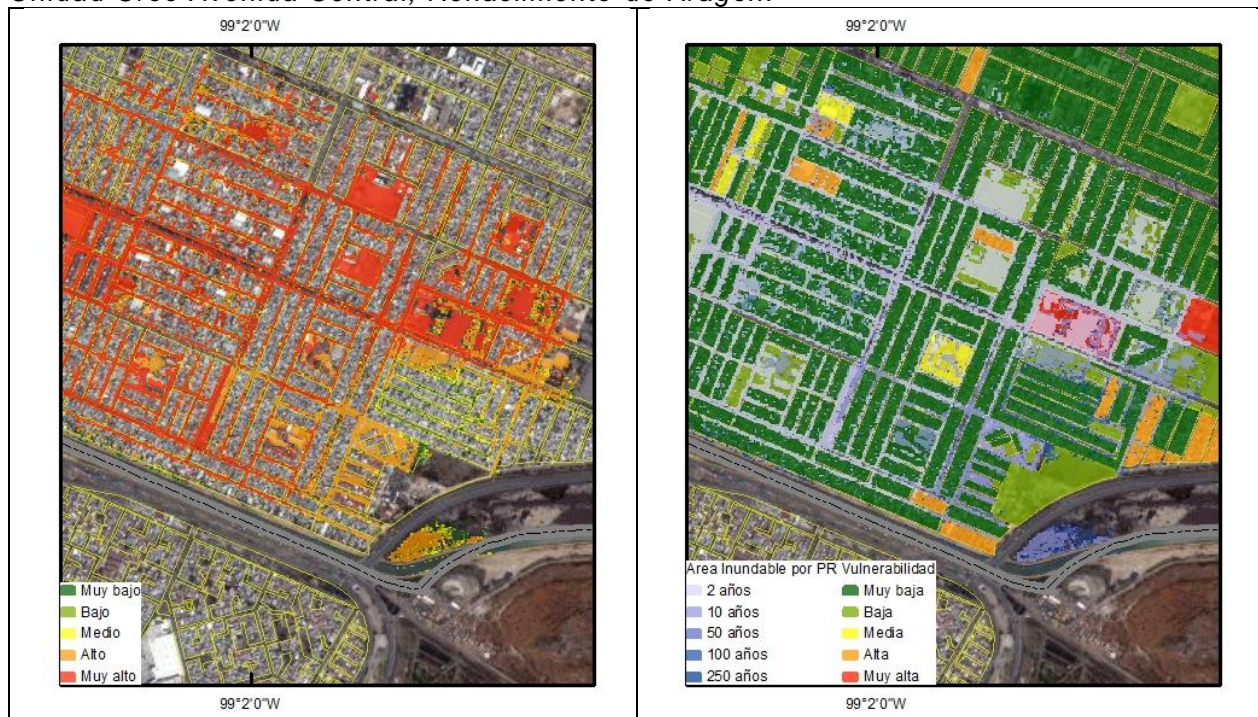
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012926	Nuevo Valle de Aragón, Valle de Aragón 3ra Secc, Valle de Aragón 2da Secc	800	4000	Bajo	Muy Alto	Alto
1503300012930						
1503300011311						
1503300011186						
1503300011966						
1503300011928						

Fuente: Elaboración propia.

5.8.23 Sagitario V

En esta zona de la microcuenca de Ecatepec Lacustre se han registrado inundaciones desde el año 2008, debido a asentamientos diferenciales del terreno, que a su vez provocan daños a la infraestructura de la red de drenaje. En el 2012, se inundó entre mayo y octubre, un área de 100,000m², que afectó a 500 habitantes y 85 viviendas, así como a 15 locales comerciales, que se anegaron hasta 10cm, mientras que las vialidades se anegaron hasta 40cm.

Mapa 5.44 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Sagitario V, Ejercito del Trabajo, Unidad Hab. Asa Sagitario, Héroes de Granaditas, Nicolás Bravo, Pedro Ojeda Paullada, Granjas Independencia, Ampl. Valle de Aragón II, Granjas Independencia 1, Unidad Croc Avenida Central, Renacimiento de Aragón.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.49 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Sagitario V, Ejercito del Trabajo, Unidad Hab. Asa Sagitario, Héroes de Granaditas, Nicolás Bravo, Pedro Ojeda Paullada, Granjas Independencia, Ampl. Valle de Aragón II, Granjas Independencia 1, Unidad Croc Avenida Central, Renacimiento de Aragón.

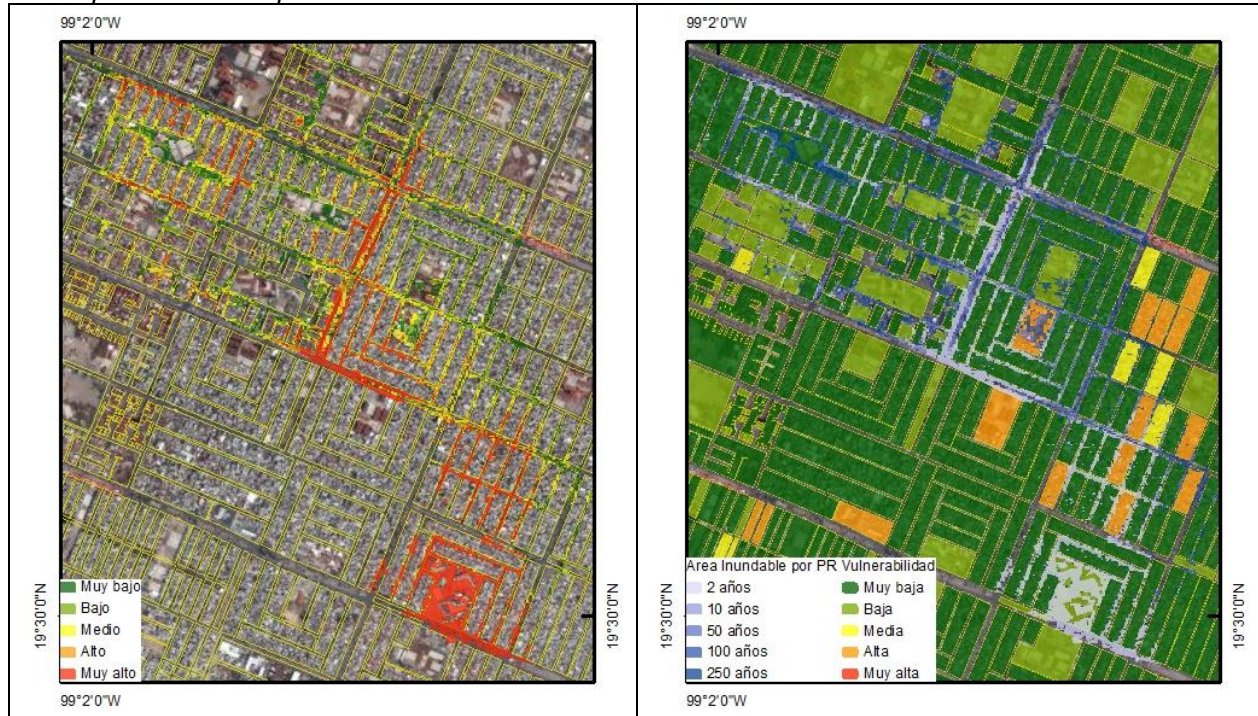
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300011932 1503300011970 1503300011966 1503300011928	Sagitario V, Ejercito del Trabajo, Unidad Hab. Asa Sagitario, Héroes de Granaditas, Nicolás Bravo, Pedro Ojeda Paullada, Granjas Independencia, Ampl. Valle de Aragón II, Granjas Independencia 1, Unidad Croc Avenida Central, Renacimiento de Aragón	1200	6000	Bajo	Muy Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

5.8.24 Quinto Sol

Las colonias Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, Ecatepec Federación, Petroquímica Ecatepec, es otra de las zonas que constantemente se inunda. Los reportes datan del 2005, cuando debido a asentamientos diferenciales del terreno, la red de drenaje ha sufrido contrapendientes y dislocamientos, que a su vez en época de lluvias, provoca que el agua se anegue. En el 2012, se inundó una superficie de 113,000m², afectando a 30 viviendas y 150 habitantes; el agua llegó hasta los 10cm en las casas y hasta 40cm en las vialidades.

Mapa 5.45 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, Ecatepec Federación, Petroquímica Ecatepec.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.50 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México Revolucionario, Croc Aragón, Ciudad Oriente, Ecatepec Federación, Petroquímica Ecatepec.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300011824	Quinto Sol, Ciudad Amanecer, México					
1503300013197	Revolucionario, Croc Aragón,					
1503300011792	Ciudad Oriente,	1000	5000	Bajo	Muy Alto	Alto
150330001320A	Ecatepec					
1503300010968	Federación,					
1503300011881	Petroquímica					
1503300010949	Ecatepec					

Fuente: Elaboración propia.

5.8.25 Barrio Nuevo Tultitlán

Las colonias Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje, también sufren de inundaciones habituales en época de lluvias, en especial la Unidad Habitacional Barrio Nuevo y la calle Francisco Villa.

Mapa 5.46 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en las colonias Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.51 Zonificación del Riesgo por Inundación en las colonias Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje.

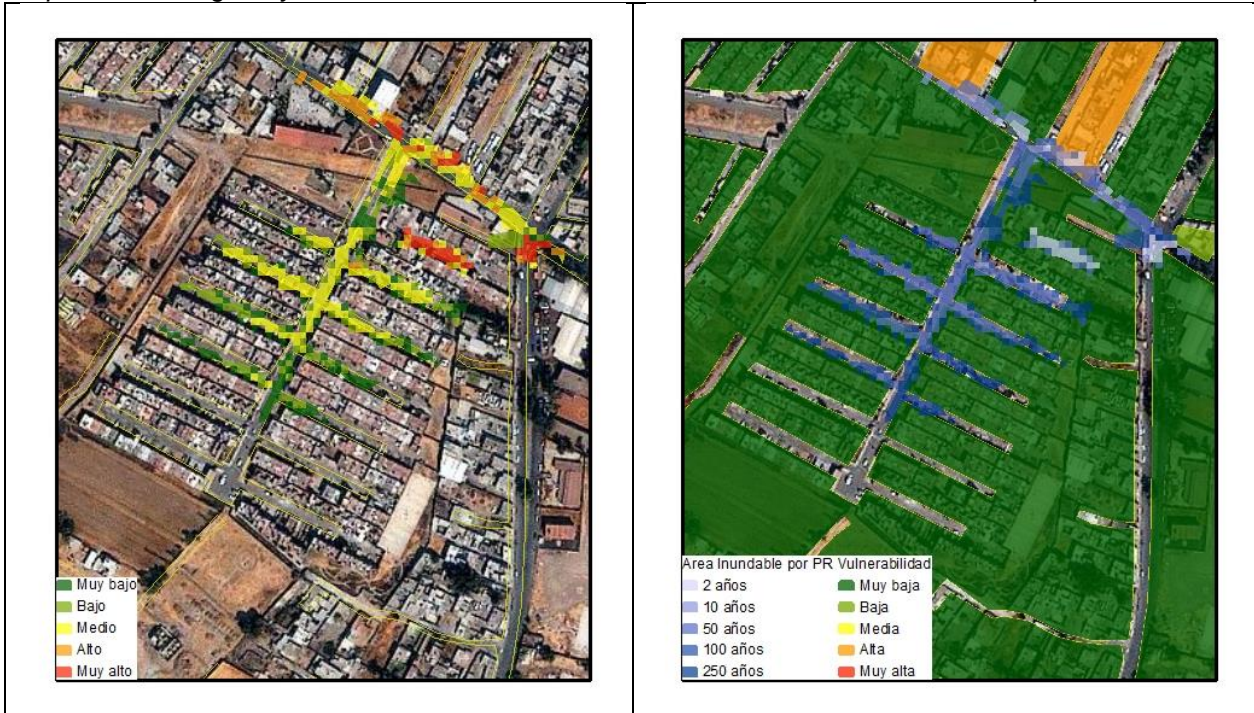
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300014496	Barrio Nuevo Tultitlán, Mathzi III, Obraje	200	1000	Bajo	Alto	Medio

Fuente: Elaboración propia.

5.8.26 Guadalupe Victoria

La colonia Guadalupe Victoria sufre inundaciones recurrentes en época de lluvias, en especial en las calles Cerezo, Agave, Bonanza y Seco, así como en la calle principal Francisco Villa.

Mapa 5.47 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Guadalupe Victoria.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.52 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Guadalupe Victoria.

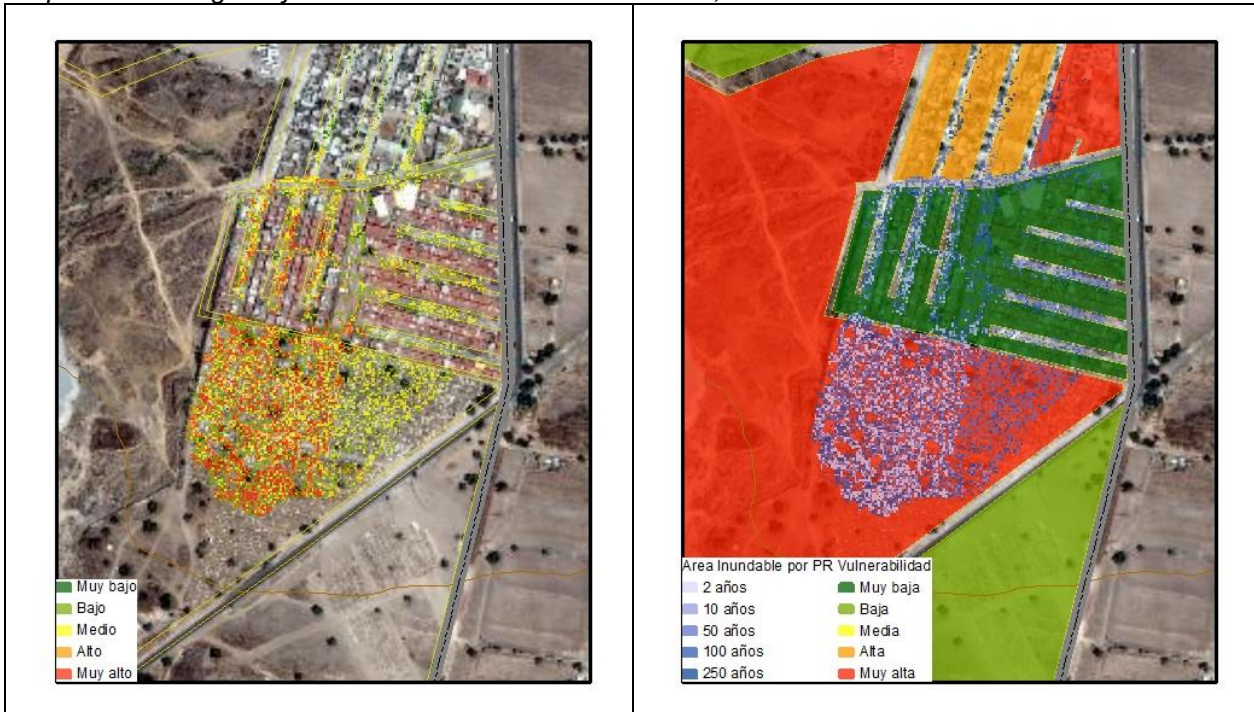
AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300014570	Guadalupe Victoria	150	750	Muy Bajo	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

5.8.27 Geo 2000

La colonia Geo 2000 –también conocida como vistas de Ecatepec– sufre inundaciones recurrentes en época de lluvias, mismas que afectan además de las viviendas de la zona, al panteón de San Isidro Atlautengo.

Mapa 5.48 Peligros y vulnerabilidad a inundaciones, en la colonia Geo 2000.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.53 Zonificación del Riesgo por Inundación en la colonia Geo 2000.

AGEB	Colonia	Viviendas	Población estimada (hab)	Vulnerabilidad	Peligro	Riesgo
1503300012697	Geo 2000	150	750	Muy Bajo	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

En general, se establece que el riesgo por inundaciones en el Municipio de Ecatepec, es **MUY ALTO**.

Capítulo 6 Fenómenos Socio-organizacionales

En el esquema del Sistema Nacional de Protección Civil se agrupan en esta categoría ciertos accidentes y actos que son resultado de actividades humanas. Se tienen por una parte los accidentes relacionados con el transporte aéreo, terrestre, marítimo o fluvial; la interrupción del suministro de servicios vitales; los accidentes industriales o tecnológicos no asociados a productos químicos (éstos se consideran aparte); los derivados del comportamiento desordenado en grandes concentraciones de población y los que son producto de comportamiento antisocial, como los actos de sabotaje o terrorismo.

Con mucho, los que producen mayor número de pérdidas humanas y materiales son los accidentes que se originan en el transporte terrestre, sea urbano o interurbano. Las medidas de prevención para estos riesgos están relacionadas con la adopción de prácticas adecuadas de transporte, organización, operación y vigilancia, que son propias de cada actividad específica.

Se consideran para los fenómenos socio-organizacionales como sistemas expuestos los sitios en los que se llevan a cabo festividades religiosas, deportivas o culturales, y especifica la capacidad máxima de personas e incidentes ocurridos en estos, clasificado por el número de incidentes que han ocurrido en ellos. Se elaboró un mapa por cada sistema expuesto analizado, incluyendo información sobre: la traza urbana e infraestructura básica (hospitales, clínicas y centros de salud, estaciones de bomberos, instalaciones de policía, emergencia y protección civil, escuelas, estancias infantiles, instalaciones de comunicación, carreteras, líneas eléctricas, subestaciones, redes de conducción de agua potable, red de drenaje, acueductos, gas natural, gasoductos), y todo aquel lugar donde pueda existir concentraciones de población tanto públicos como privados.

6.1 Accidentes de transporte

Los diferentes medios de transporte constituyen un elemento fundamental para el desarrollo social y económico de cualquier municipio, sin embargo, la función económica de cualquier medio de transporte y del sistema en su conjunto sólo puede realizarse de manera óptima en la medida en que el traslado de personas y bienes se efectúe de manera rápida, confiable y segura.

El término accidente de tránsito terrestre es definido por INEGI como “un percance vial que se presenta súbita e inesperadamente, determinado por condiciones y actos irresponsables potencialmente previsibles, atribuidos a factores humanos, vehículos preponderantemente automotores, condiciones climatológicas, señalización y caminos, los cuales ocasionan pérdidas

prematuras de vidas humanas y/o lesiones, así como secuelas físicas o psicológicas, perjuicios materiales y daños a terceros”.

Conforme a la clasificación internacional de enfermedades, un accidente de transporte es “cualquier accidente que involucra a un medio diseñado fundamentalmente para llevar personas o bienes de un lugar a otro, o usado primordialmente para ese fin en el momento del accidente” (OMS). Los accidentes de transporte en el Municipio de Ecatepec pueden ser de tránsito o ferroviarios.

6.1.1. Accidentes de tránsito

El Municipio de Ecatepec cuenta con una longitud de carreteras al 2010 de 55 kilómetros, de los cuales de Troncal federal son 16, y de Alimentadoras estatales 39. Las principales vías de comunicación son la Autopista México–Pachuca, la Autopista México-Pirámides, la Carretera Federal libre a Pachuca, la Carretera Federal México-Texcoco-Lechería, y el Circuito Exterior Mexiquense.

El mayor porcentaje de los accidentes relacionados con los distintos medios de transporte se deben a los vehículos automotores terrestres, de tal manera que este tipo de transporte está considerado como el más peligroso de todos, por ser eventos crónicos de gran frecuencia o alta probabilidad de ocurrencia. La importancia de los accidentes de transporte reside, fundamentalmente, en la alta morbilidad y mortalidad que producen, las secuelas físicas y psíquicas que generan, y el elevado costo económico que representan. Así, los accidentes de tránsito se han convertido en una importante fuente de riesgo en lo que respecta a la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales.

De acuerdo con la Secretaría de Salud, los accidentes de tránsito vehiculares deben analizarse partiendo del hecho de que representan la culminación de una serie de eventos con amplias posibilidades de prevención. Por ejemplo, en el caso de México, los accidentes vehiculares con víctimas mortales se asocian principalmente con el consumo de alcohol, el exceso de velocidad y las deficiencias en los caminos y señales. Además, dicha Secretaría reporta que, por cada muerte ocurrida en un accidente de tránsito, hay otros quince individuos que sufren de lesiones de diferente naturaleza y gravedad, muchas veces altamente discapacitantes.

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición reporta que en México, cinco de cada 100 adultos (con edad de 20 años o más), sufrió algún daño a su salud a causa de un accidente en los doce meses previos a la encuesta. De éstos, aproximadamente la cuarta parte se debió a colisión de vehículos, atropellamientos y otros accidentes de transporte.

En el caso particular del Estado de México, para el año 2015, se registraron 11,862 accidentes de tránsito (en zonas urbanas y no urbanas), lo cual significó una tasa de 78 accidentes por cada 100,000 habitantes ubicándose en un nivel bajo en el ámbito nacional; Ecatepec, por su parte,

para el mismo año registró 3,430 accidentes con una tasa de 207 siniestros por cada 100,000 habitantes. Con respecto al número total de muertes por accidentes de tránsito, el Estado de México, ocupó un nivel bajo en la escala nacional con un registro de 125 muertes y una tasa de 0.82 muertos por cada 100,000 habitantes, y Ecatepec, tuvo un total de 33 fallecidos con una tasa de 1.99 fatalidades por cada 100,000 habitantes.

En el año 2014, el Estado de México contaba con un parque vehicular de 5,185,808 unidades, de los cuales 4,007,600 eran Automóviles, 18,844 camiones para pasajeros, 916,161 Camiones y camionetas para carga, y 243,203 Motocicletas. Ecatepec, tuvo para ese año, un parque vehicular de 685,634 unidades, de los cuales 531,572 eran Automóviles, 2,221 camiones para pasajeros, 119,302 Camiones y camionetas para carga, y 32,539 Motocicletas. Según datos del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010), el Municipio de Ecatepec tuvo una tasa de 1268 automóviles por cada 1000 viviendas (particular habitada), la cual supera la tasa nacional de 442 automóviles, por lo que en este municipio existe un número importante de vehículos en circulación y por lo tanto, la probabilidad de accidentes de tránsito es alta.

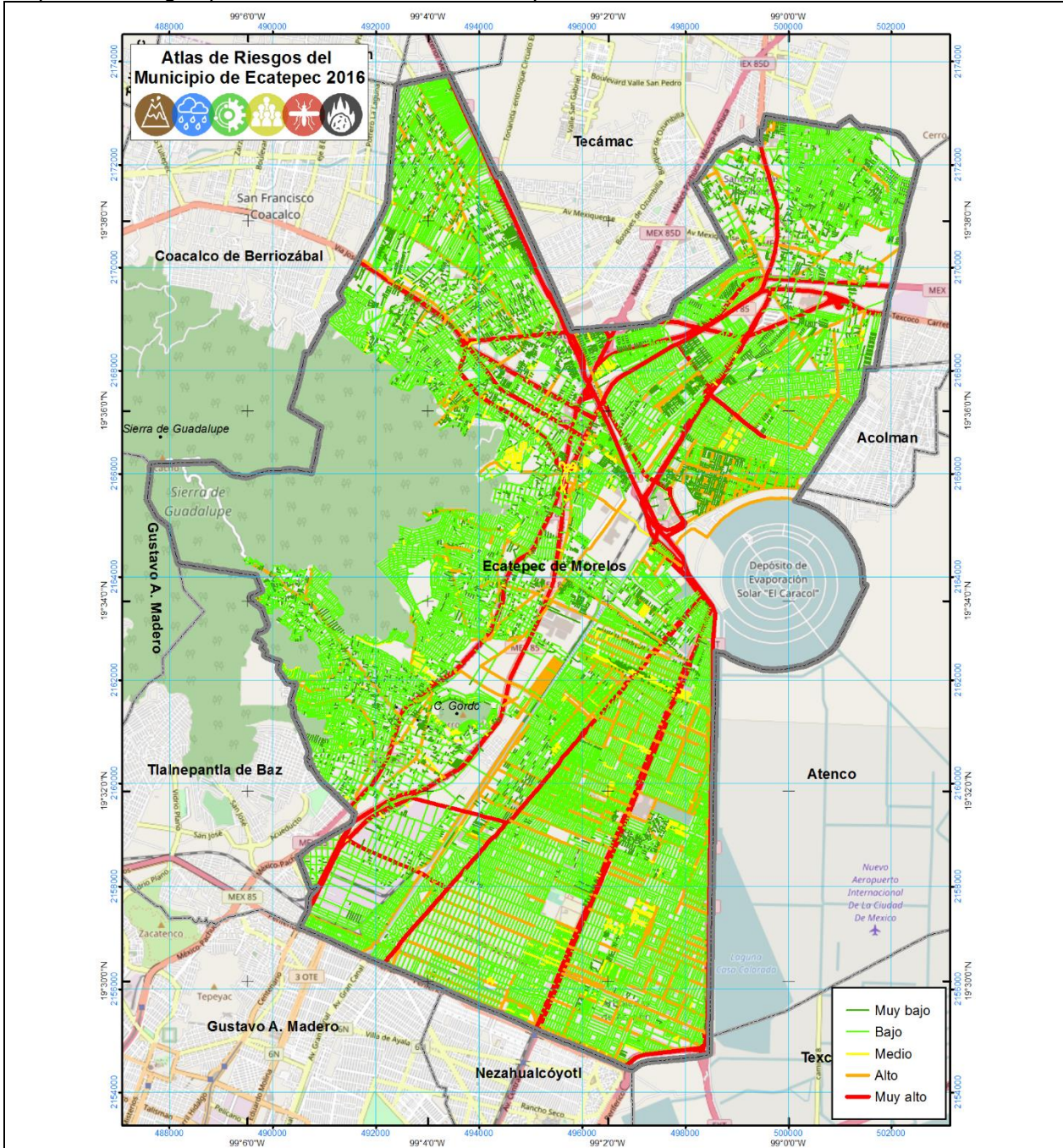
De acuerdo con los registros de INEGI, en el periodo de 2014 al 2015 ocurrieron en el municipio un promedio anual de 2638.5 accidentes de tránsito, aunque en el 2015 los accidentes ascendieron casi lo doble con respecto al año anterior. En este periodo, por cada mil accidentes resultaron 18 personas muertas. El promedio anual de muertes del periodo 2014-2015 fue de 24 personas y el mayor número de decesos se registró en 2015 con 33. Como puede observarse, el número de accidentes totales en Ecatepec presenta una tendencia al alta ya que el número de muertes por accidentes aumentó, por lo que se entiende que en el último año (2015) se trata de una frecuencia mayor de accidentes fatales.

En el periodo de 2014-2015, los meses de octubre y diciembre registraron el promedio más alto de accidentes de tránsito, con 275 siniestros, seguidos del mes noviembre con 263.5. En el mismo periodo, el día de la semana que registró el mayor número de accidentes fue el sábado con 210, seguido del domingo con 201.

A partir de la distribución espacial de los accidentes de tránsito (2014-2015) se observó que, en el Municipio de Ecatepec, el mayor número de accidentes de tránsito se presentó en intersecciones de la zona urbana.

Entre las causas principales de los accidentes fatales en Ecatepec destacan: la imprudencia del conductor o del peatón, el exceso de velocidad y la conducción del vehículo en estado de ebriedad o bajo el influjo de alguna droga. Las muertes por tipo de víctima, en el mismo periodo se distribuyó de la siguiente manera: el 31.3% de las personas fallecidas fueron los conductores de los vehículos, el 39.6% los peatones, los pasajeros significaron un 25%, y finalmente, los ciclistas un 4.2%.

Mapa 6.1 Peligro por accidentes de autotransporte



Fuente: elaboración propia.

Tabla 6.1 Accidentes de autotransporte en Ecatepec y en el Estado de México

Concepto	2014		2015	
	Estado de México	Ecatepec de Morelos	Estado de México	Ecatepec de Morelos
Zona donde ocurrió el accidente				
Zona urbana	9930	1841	11316	3423
Fue en intersección	7756	1840	9168	3403
No fue en intersección	2174	1	2148	20
Zona suburbana	646	6	546	7
Tipo de accidente				
Colisión con vehículo automotor	7395	1362	8476	2424
Colisión con peatón (atropellamiento)	604	67	575	95
Colisión con animal	5	1	5	1
Colisión con objeto fijo	1315	293	1418	585
Volcadura	238	24	249	56
Caída de pasajero	45	1	35	
Salida del camino	135		98	
Incendio	1		1	
Colisión con ferrocarril	6	2	6	4
Colisión con motocicleta	599	88	803	224
Colisión con ciclista	84	4	84	22
Otro	149	5	112	19
Clase de accidente				
Fatal	99	11	93	31
Fallecidos	125	15	124	33
No fatal	2065	221	1973	413
Solo daños	8412	1615	9796	2986
Día de la semana				
Lunes	1445	251	1611	469
Martes	1466	241	1687	489
Miércoles	1555	247	1676	484
Jueves	1414	247	1692	478
Viernes	1603	281	1727	468
Sábado	1690	302	1813	518
Domingo	1403	278	1656	524

Concepto	2014		2015	
	Estado de México	Ecatepec de Morelos	Estado de México	Ecatepec de Morelos
Mes de ocurrencia				
Enero	824	142	897	210
Febrero	844	137	883	216
Marzo	936	134	1003	247
Abril	729	132	910	245
Mayo	871	111	1100	280
Junio	860	133	1075	312
Julio	875	128	1095	296
Agosto	900	151	1069	302
Septiembre	868	159	954	315
Octubre	942	220	961	330
Noviembre	928	200	992	327
Diciembre	999	200	923	350
Total	10576	1847	11862	3430
Clase de víctima mortal				
Conductor(es)	47	5	55	10
Pasajero(s)	28	6	31	6
Peatón(es)	46	4	32	15
Ciclista(s)	4	0	2	2
Otra(s) víctima(s)	0	0	4	
Tipo de accidente				
Colisión con vehículo automotor	39	6	36	2
Colisión con peatón (atropellamiento)	32	4	31	14
Colisión con animal	0	0	0	0
Colisión con objeto fijo	20	2	23	3
Volcadura	10	0	12	5
Caída de pasajero	0	0	1	0
Salida del camino	0	0	1	0
Incendio	0	0	0	0
Colisión con ferrocarril	2	0	1	1
Colisión con motocicleta	15	3	13	6
Colisión con ciclista	4	0	2	2

Concepto	2014		2015	
	Estado de México	Ecatepec de Morelos	Estado de México	Ecatepec de Morelos
Otro	3	0	4	0
Total	125	15	124	33

Fuente: INEGI.

6.1.2 Accidentes ferroviarios

Actualmente, en Ecatepec el ferrocarril es una opción de transporte principalmente de carga. La infraestructura ferroviaria está constituida por el paso del ferrocarril México-Veracruz que atraviesa el municipio en el sentido sur-norte y se desvía al oriente al llegar a Jardines de Morelos

Los accidentes de transporte relacionados al ferrocarril en el municipio, son frecuentemente ocasionados por exceso de confianza de los automovilistas que quieren ganarle el paso al tren. A continuación, se presentan los datos generales de los eventos recientes en Ecatepec.

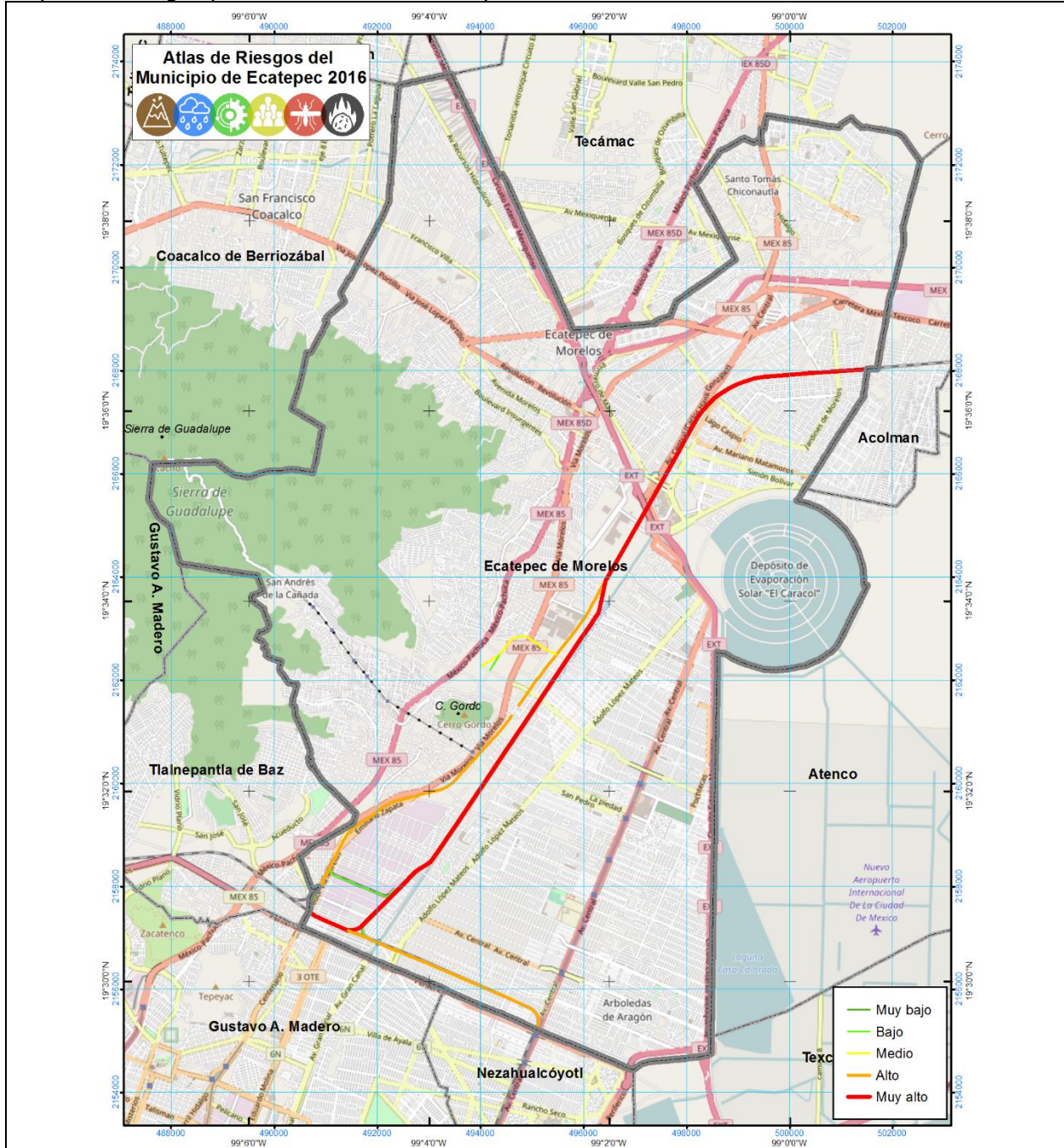
Tabla 6.2 Accidentes ferroviarios recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
25/5/1998	Impacto a 9 vehículos, 7 lesionados	Avenida Central, al cruce con Calle 20
3/10/2013	Impacto a tráiler, un lesionado	Avenida R1
28/1/2014	Impacto a tráiler, un lesionado	Avenida Central, al cruce con la Avenida Gran Canal
21/3/2014	Impacto a vehículo, un muerto	Avenida Circunvalación, Col. Jardines Casa Nueva
9/7/2014	Impacto a vehículo, un muerto, un lesionado	Avenida Jardines de Morelos, a la altura de la sección de Monte Machupichu.
22/3/2015	Impacto a vehículo, un muerto	Avenida Central, Centro Comercial Plaza Las Américas
2/6/2015	Impacto a 3 vehículos	Calle 20 y Avenida Central en la colonia Rústica Xalostoc

Fuente: elaboración propia con datos de la prensa local.

De los registros analizados en la sección anterior, se localizaron espacialmente los accidentes ferroviarios en Ecatepec, producto de este ejercicio es el mapa de peligro por accidentes ferroviarios, donde se observa que estos se presentan principalmente en los cruces de vías de la Avenida Central. En estos lugares los accidentes tienen un perfil de accidentes en los que se registra personas con lesiones, muerte y daños materiales; por otro lado, no se tiene registros de, descarrilamientos de furgones de ferrocarril.

Mapa 6.2 Peligro por accidentes de transporte ferroviario



Fuente: elaboración propia.

6.1.3 Accidentes relacionados al Mexibus

El Mexibús es un sistema de autobús de tránsito rápido que se encuentra en el Estado de México y el Distrito Federal. En la porción que se encuentra dentro del Municipio de Ecatepec, el Mexibus tiene una longitud de 14.6 km en la línea 1 y de 8 km en la línea 2, hay 16 estaciones de la línea Mexibus II y 22 estaciones de la línea Mexibus I.

Los accidentes relacionados con el Mexibus tienen que ver principalmente con la invasión del carril confinado por parte de vehículos particulares, motocicletas, peatones y transporte público de otras categorías. Generalmente, son los invasores del carril quienes producen el accidente, y quienes resultan mas afectados.

A continuación, se presentan los accidentes mas recientes relacionados al Mexibus dentro del Municipio.

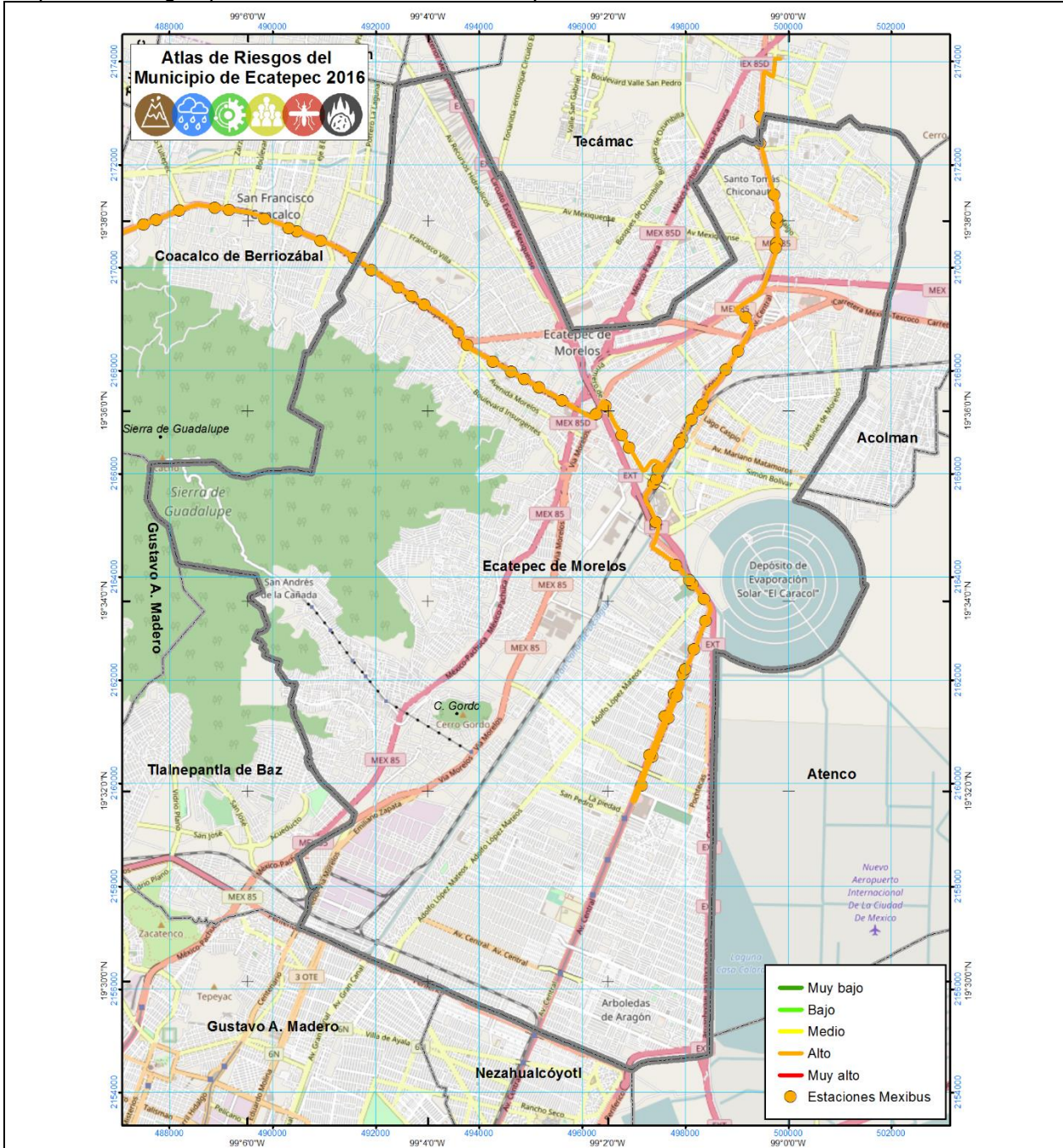
Tabla 6.3 Accidentes relacionados al Mexibus en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
21/11/2016	Impacto entre vehículos particulares que invadieron el carril confinado, un muerto	Cerca Estación Vocacional 3, dirección Ciudad Azteca
9/1/2016	Impacto con vehículo	Estación Palomas
8/10/2010	Atropellamiento, un muerto, un lesionado	Estación Alfredo Torres
7/4/2015	Impacto con vehículo, un muerto	Entre Estación Las Américas y Valle Ecatepec
2/9/2016	Impacto con motociclista, un muerto	Estación Alfredo Torres
24/7/2015	Impacto con muro de contención	Estación El Carmen
18/10/2012	Impacto con motociclista, dos muertos	Cerca Estación Las Américas

Fuente: elaboración propia con datos de la prensa local.

En función de lo anterior, se determina que en general, el riesgo por accidentes de transporte en el Municipio de Ecatepec, es **MEDIO**.

Mapa 6.3 Peligro por accidentes de autotransporte



Fuente: elaboración propia.

6.2 Interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica

En todo asentamiento humano existe un número de sistemas y servicios que resultan vitales o indispensables para la población, éstos por lo general se encuentran en proporción al tamaño y a las necesidades de la población a la que sirven, e incluyen los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, salud, entre otros.

Durante una emergencia, siniestro o desastre, estos sistemas se ven afectados y requieren ser restaurados de acuerdo con su importancia y significación para la vida de la población. Adicionalmente, existen sistemas, servicios o instalaciones que adquieren primordial importancia durante un desastre o una emergencia, por ejemplo, los hospitales, las instalaciones de agua y energía eléctrica, entre otros, cuyo funcionamiento es indispensable para evitar la amplificación del desastre.

En este sentido, el término “instalaciones críticas” se ha utilizado para englobar tanto aquellas instalaciones que ofrecen servicios vitales como aquellas que adquieren primordial importancia en casos de emergencia o desastre, y son definidas por la OEA como aquellas estructuras u otras mejoras hechas por el ser humano que por razón de su función, tamaño, áreas de servicio o singularidad, tienen el potencial de causar daño corporal, extensos daños a la propiedad, o perturbar las actividades socioeconómicas vitales si son destruidas, dañadas o si sus servicios son repetidamente interrumpidos.

Por lo anterior, se sugiere que las instalaciones críticas pueden sean identificadas por los siguientes atributos:

- Infraestructura cuya inhabilitación podría ser catastrófica.
- Instalaciones cuyo funcionamiento es crucial antes, durante y después de una emergencia o desastre.
- Instalaciones necesarias para la salud pública.

Los peligros causados por daños en las instalaciones críticas, la desorganización de ciertos servicios, y el quebrantamiento de la infraestructura pueden, todos ellos, producir un creciente impacto negativo en la comunidad, más allá de la importancia de la instalación crítica por sí misma.

Tabla 6.4 Instalaciones críticas que pueden ser afectadas por fenómenos naturales o antropogénicos

Sistema	Instalaciones
Infraestructura Hidráulica	Acueducto, sistema de abastecimiento principal
	Canal, sistema de drenaje principal

Infraestructura Eléctrica	Lumbreras
	Pozos de agua
	Plantas de bombeo
	Plantas de tratamiento
	Subestaciones eléctricas
	Tendido eléctrico primario
Infraestructura de Salud	Hospitales
	Clínicas

Fuente: elaboración propia.

Los daños o afectaciones a las instalaciones críticas y la interrupción de servicios vitales pueden presentarse por efectos de los fenómenos naturales, por una acción específica dirigida por el hombre, pueden ser resultado de una concentración masiva de población, de una conducta antisocial o efecto de un descuido o negligencia en la operación de un sistema específico, por lo que su resguardo requiere la consideración de múltiples factores, entre ellos el nivel de fragilidad ante los peligros del entorno y la proximidad o exposición a múltiples peligros.

Una instalación crítica se caracteriza porque al ser afectada por un fenómeno natural o un evento causado por el hombre, los impactos son dramáticamente incrementados si se comparan con los efectos que un evento similar podría tener sobre sistemas no críticos. Los efectos de los eventos peligrosos sobre las instalaciones críticas dependen de las características de sus estructuras (ubicación, diseño, materiales empleados y mantenimiento), de las características de sus ocupantes (densidad, libertad de movimiento y salud, durante el evento) y de otras que le sean propias.

En esta sección se muestran los resultados de una evaluación de riesgo de las principales instalaciones críticas del municipio de Ecatepec. El criterio de selección utilizado fue que el funcionamiento de la instalación fuera crucial antes, durante y después de una emergencia, y que presenten un área de influencia significativa.

La suspensión o disminución de este tipo de servicios puede ser consecuencia de fenómenos de origen natural o antrópico, tal es el caso de la falta de energía eléctrica a causa de los sismos, o la interrupción del servicio de agua por mantenimiento del sistema. Asimismo, la falla de agua potable, energía eléctrica o transporte, pueden ocasionar otros fenómenos socio-organizativos como concentraciones masivas de población producto de manifestaciones de inconformidad.

La representación de este tipo de eventos puede realizarse por elemento. La creación del mapa de instalaciones estratégica por acciones premeditadas se obtuvo mediante los siguientes pasos:

1. Identificación del fenómeno, recolección de la información y elaboración de una base de datos sobre los eventos ocurridos en un tiempo determinado, lugar donde se pueden presentar interrupciones de servicios o cualquier otro tipo de afectación en las instalaciones estratégicas,

así como sus posibles causas y consecuencias (decesos, población e inmuebles afectados, daños o pérdidas económicas, etc.). La base de datos elaborada se le denominó catálogo de eventos, misma que se incorporó en el Sistema de Información Geográfica del Atlas de Riesgos.

2. Una vez elaborado el catálogo de eventos se procedió a identificar las frecuencias de las variables obtenidas. Por ejemplo, número de eventos anuales en el municipio, lugares de mayor incidencia o daños y pérdidas.

3. Elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualizan las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante la escala de colores del semáforo, que permita la identificación de los elementos con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, aquel elemento que tenga el mayor grado de afectaciones, tendrá un color rojo, es decir, el peligro que se presenten sucesos de diversa índole por el fenómeno en cuestión será muy alto.

El mapa de instalaciones estratégicas por acciones premeditadas muestra los sitios en donde ocurren interrupciones de servicios o cualquier otro tipo de afectación en dichas instalaciones, así como su recurrencia.

6.2.1 Infraestructura hidráulica

La infraestructura hidráulica del Municipio de Ecatepec se integra por un sistema de abastecimiento de agua que es transportada por una red de acueductos, un sistema general de drenaje, 5 lumbreras mayores, 93 pozos activos, 2 plantas de bombeo mayores, y 2 plantas de tratamiento. El suministro de agua potable tiene una cobertura de 94.31 por ciento, atendiendo a 395,255 viviendas del municipio. El abastecimiento de agua, que se estima en 126,636,520 m³/año, proviene de 78 pozos ubicados en el municipio y operados por SAPASE, que corresponden a aproximadamente el 53 por ciento del suministro, mientras que el Sistema Cutzamala, que otorga el 35 por ciento del suministro.

La importancia de esta infraestructura radica en que su funcionamiento es medular para la sustentabilidad del Municipio, ya que el vital líquido mantiene al sector productivo funcional, así como al sector social. En un escenario de falla de la infraestructura hidráulica mayor, las consecuencias sociales, económicas y políticas serían de graves a devastadoras, dependiendo de la temporalidad y dimensión geográfica de la falla.

Para la determinación del peligro, se eligieron las estructuras mayores que integral al sistema hidráulico que abastece y drena de agua al Municipio de Ecatepec. Es importante destacar que tanto por su conformación geomorfológica, como su historial de ocupación humana, el territorio municipal es altamente susceptible a las inundaciones, por su ubicación en una antigua planicie aluvial, y por el desarrollo urbano así como las características de la propia infraestructura hidráulica, que favorecen indirectamente fenómenos como las inundaciones tanto de origen

pluvial como fluvial (en el caso de desborde de canales). De ahí que la importancia de la infraestructura hidráulica sea doblemente relevante en Ecatepec, primero por la consabida necesidad del agua como líquido vital para la sociedad y la economía, pero en segundo lugar, como elemento que en cantidades masivas es dañino para otras variedades de infraestructura, como la vivienda y las vialidades. En estos sentidos, es igualmente significativo el sistema de abastecimiento, así como el sistema de drenaje.

Dado que en el presente estudio se analizan los elementos mayores de la infraestructura hidráulica, el nivel de peligro que se determinó para todos los elementos, sin excepción, fue muy alto; esto es así debido a que los elementos forman parte de un conjunto mayor, en el que su papel individual es estratégico y decisivo -en primera instancia es por eso que son los elementos mayores-. Esto no quiere decir que todas las instalaciones hidráulicas son igualmente trascendentes, sino que aquí solo se analizan las más importantes.

Como resultado de la zonificación de peligro, y su correlación con la vulnerabilidad general para el municipio, que es muy alta, se determina que el riesgo en general, por interrupción y/o afectación de los servicios de agua y drenaje, es **MUY ALTO** para el Municipio de Ecatepec de Morelos.

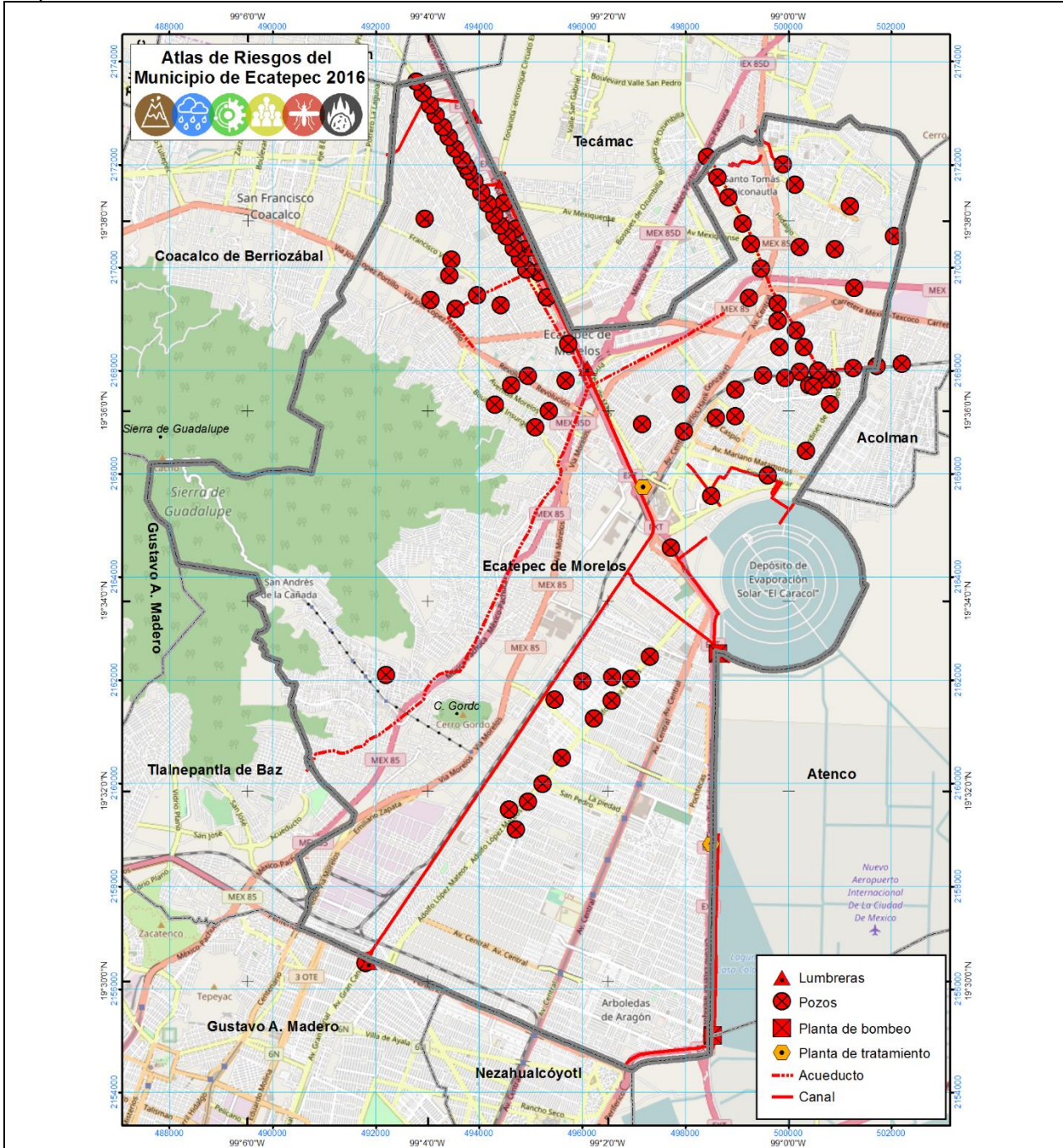
6.2.2 Infraestructura eléctrica

La infraestructura eléctrica, al igual que la hidráulica, es crítica para el mantenimiento del municipio, en un amplio sentido económico, social y político. La afectación o interrupción de este servicio afectaría todas las áreas de desarrollo del municipio, incluyendo la capacidad de toda la demás infraestructura de mantenerse funcional.

La infraestructura eléctrica del municipio se basa en gran medida en la capacidad de la Central Termoeléctrica del Valle de México, que si bien se ubica fuera de Ecatepec, genera la electricidad que alimenta las necesidades de la industria y la población asentada en el territorio municipal. La energía producida en la Central Termoeléctrica se distribuye a través de torres de alta tensión que atraviesan al Municipio de norte a sur, y de este a oeste, mientras que hay cuatro subestaciones eléctricas que redistribuyen la energía.

Estas instalaciones se identificaron como de alta importancia, por lo que en todos los casos, se les asignó un peligro por interrupción “muy alto”, dada su funcionalidad estratégica. En el mismo sentido, la vulnerabilidad se identificó como muy alta, por lo que se le asignó un riesgo **MUY ALTO** para este tipo de infraestructura.

Mapa 6.4 Infraestructura hidráulica crítica



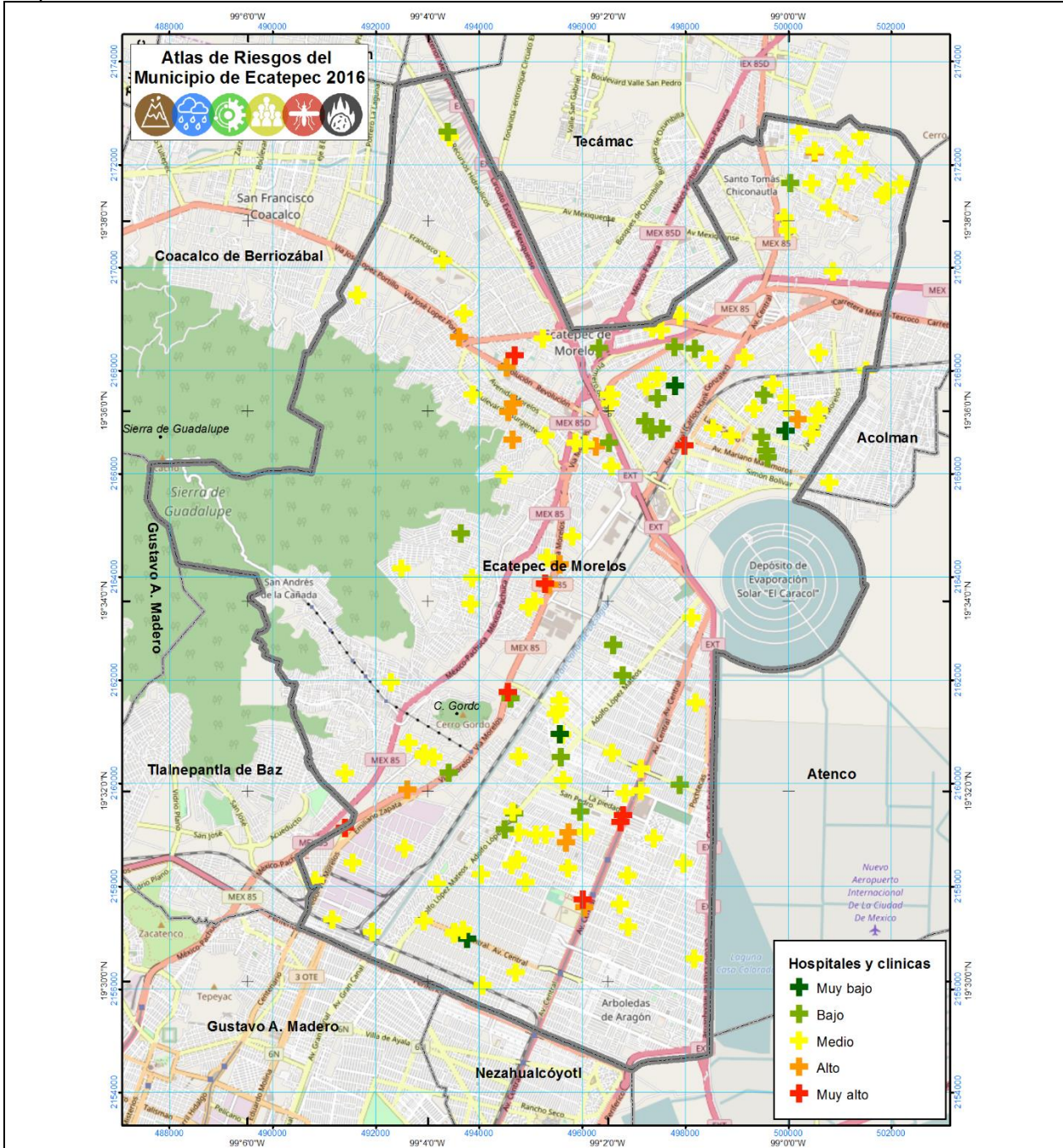
Fuente: elaboración propia.

Mapa 6.5 Infraestructura eléctrica crítica



Fuente: elaboración propia.

Mapa 6.6 Infraestructura de Salud



Fuente: elaboración propia.

6.2.3 Infraestructura de Salud

La infraestructura de salud igualmente se le asignó una valoración de alta importancia debido a que en un caso de desastre, son el elemento que debe seguir operando bajo cualesquier escenario. Por ello el impacto de su potencial interrupción sería incalculable en términos de vidas humanas.

En el Municipio de Ecatepec hay 71 unidades médicas que engloban un total de 823 camas y 2141 médicos, y 2810 enfermeras. A continuación, se presentan los datos de equipamiento de salud por institución.

Tabla 6.5 Equipamiento de Salud en el Municipio de Ecatepec.

Infraestructura	Número
Unidades médicas	150
ISEM	52
DIF	3
IMSS	9
ISSSTE	3
ISSEMyM	4
Privadas	79
Camas censables	823
ISEM	248
DIF	9
IMSS	476
ISSEMyM	90
Personal médico	2141
ISEM	685
DIF	51
IMSS	1032
ISSSTE	76
ISSEMyM	297
Enfermeras	2810
ISEM	887
DIF	51
IMSS	1523
ISSSTE	75
ISSEMyM	274

Fuente: IGECM, Boletín de Estadísticas Vitales, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Finanzas, 2011.

Para el caso del municipio de Ecatepec, se identificaron 150 unidades médicas, de las cuales 71 son públicas y 79 privadas. De entre ellas se realizó la tipificación de unidad por su capacidad de atención, siendo de esta forma que hay una diferencia importante entre clínicas particulares y hospitales de alta especialidad. Por ello, a cada tipo de unidad se le asignó un valor cualitativo

de peligro en función de la magnitud de la clase de atención que pueden brindar. En este caso, se determinó que el municipio tiene una vulnerabilidad media, y por lo tanto, el riesgo se calculó como **MEDIO**, principalmente debido a la amplia distribución de las unidades de salud, lo cual dificulta la interrupción generalizada de dicho servicio.

6.3 Demostraciones de inconformidad social

La representación de este tipo de eventos se realizó por identificación de los eventos que han ocurrido en el pasado reciente en el municipio. La creación del mapa de inconformidades sociales se obtuvo mediante los siguientes pasos:

1. Identificación del fenómeno, recolección de la información y elaboración de una base de datos sobre los eventos ocurridos incluyendo fecha, lugar o tramo carretero donde se ha presentado las manifestaciones de inconformidad social, así como sus causas y consecuencias (decesos, población e inmuebles afectados, daños o pérdidas económicas, etc.). La base de datos se le denominó catálogo de eventos, misma que se encuentra en el Sistema de Información Geográfica del Atlas de Riesgos.

2. Una vez elaborado el catálogo de eventos se procedió a identificar las frecuencias de las variables obtenidas. Por ejemplo, número de eventos anuales en el municipio y/o localidad, lugares de mayor incidencia o daños y pérdidas, la cual dependió de la disponibilidad de información.

3. Elaboración de mapa temático en un SIG, donde se visualizan las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permite la identificación de los elementos con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, aquella zona que tenga el mayor número de concentraciones de población que derivaron en manifestaciones de inconformidad social, tendrá un color rojo, es decir, el peligro que se presenten sucesos de diversa índole por el fenómeno en cuestión será alto.

El mapa de inconformidades sociales permitir visualizar los tramos carreteros, edificios administrativos u algún otro punto de reunión en donde ocurren manifestaciones derivadas por inconformidades sociales, así como su recurrencia y tipo de afectación.

En general, se puede observar que las demostraciones de inconformidad social se expresan mediante el cierre parcial y temporal de las mayores vialidades del Municipio, sin que exista un patrón de localización identificable; también son frecuentes las protestas frente al Palacio Municipal. Aunque estas últimas son más constantes, en general no causan mayores perjuicios a la población en general debido a que se concentran en las áreas públicas de manera pacífica.

Las demostraciones de inconformidad social en el municipio de Ecatepec tienen dos componentes básicas: por un lado, la inseguridad, en cualquiera de sus variantes, como homicidios, robos, desapariciones y violencia, generalmente hacia la mujer; y por otro lado, hay una creciente inconformidad social por el déficit hídrico en algunas de las colonias de Ecatepec, misma que puede expresarse de manera más violenta cada vez, debido al estrés colectivo que genera la escasez del líquido. Este tipo de manifestaciones de inconformidad pueden convertirse en un problema mayor de gobernabilidad en el futuro próximo, si el agua no es apropiadamente suministrada a las colonias con escasez. En este último caso el patrón de localización no se puede definir, pero como se verá en el apartado de riesgos sanitarios, se puede estimar la ubicación del fenómeno en función de la ubicación de las colonias con mayor déficit de agua.

En función de lo anterior, el riesgo por demostraciones de inconformidad social en el Municipio de Ecatepec, se considera como **ALTO**.

Figura 6.1 Protesta sobre la Autopista México-Pachuca en 2016



Fuente: <https://reporterosenmovimiento.wordpress.com/2016/07/10>

Tabla 6.6 Demostraciones de inconformidad social recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
21/10/2014	Seis vehículos incendiados (cuatro patrullas de la policía municipal, una de seguridad privada y un taxi), además de una caseta de vigilancia y una tienda Coopel saqueada en protesta por intento de plagio	Avenida Recursos y el Circuito Exterior Mexiquense, en la Colonia Luis Donaldo Colosio
8/02/2016	Protesta contra los feminicidios	Unidad de Estudios Superiores de Ecatepec, Avenida Insurgentes, Fraccionamiento Las Américas
24/04/2016	Marcha contra los feminicidios	Palacio Municipal y calles aledañas
10/07/2016	Protesta por inseguridad en transporte público	Carretera México-Pachuca, Colonia Renovación
15/08/2016	Protesta contra feminicidios e inseguridad	Circuito Cuauhtemec esquina Tonatl, Sección Tonatiuh
25/08/2016	Protesta contra feminicidios	Vía Morelos, esquina con avenida Primero de Mayo
23/09/2016	Marcha contra los feminicidios	Palacio Municipal y calles aledañas
12/10/2016	Protesta por inseguridad en escuelas	Av. Nacional esquina Av. Hidalgo (frente Mexibus Hidalgo)
10/11/2016	Protesta por falta de agua	Avenida Circunvalación, Col. Jardines de Santa Clara

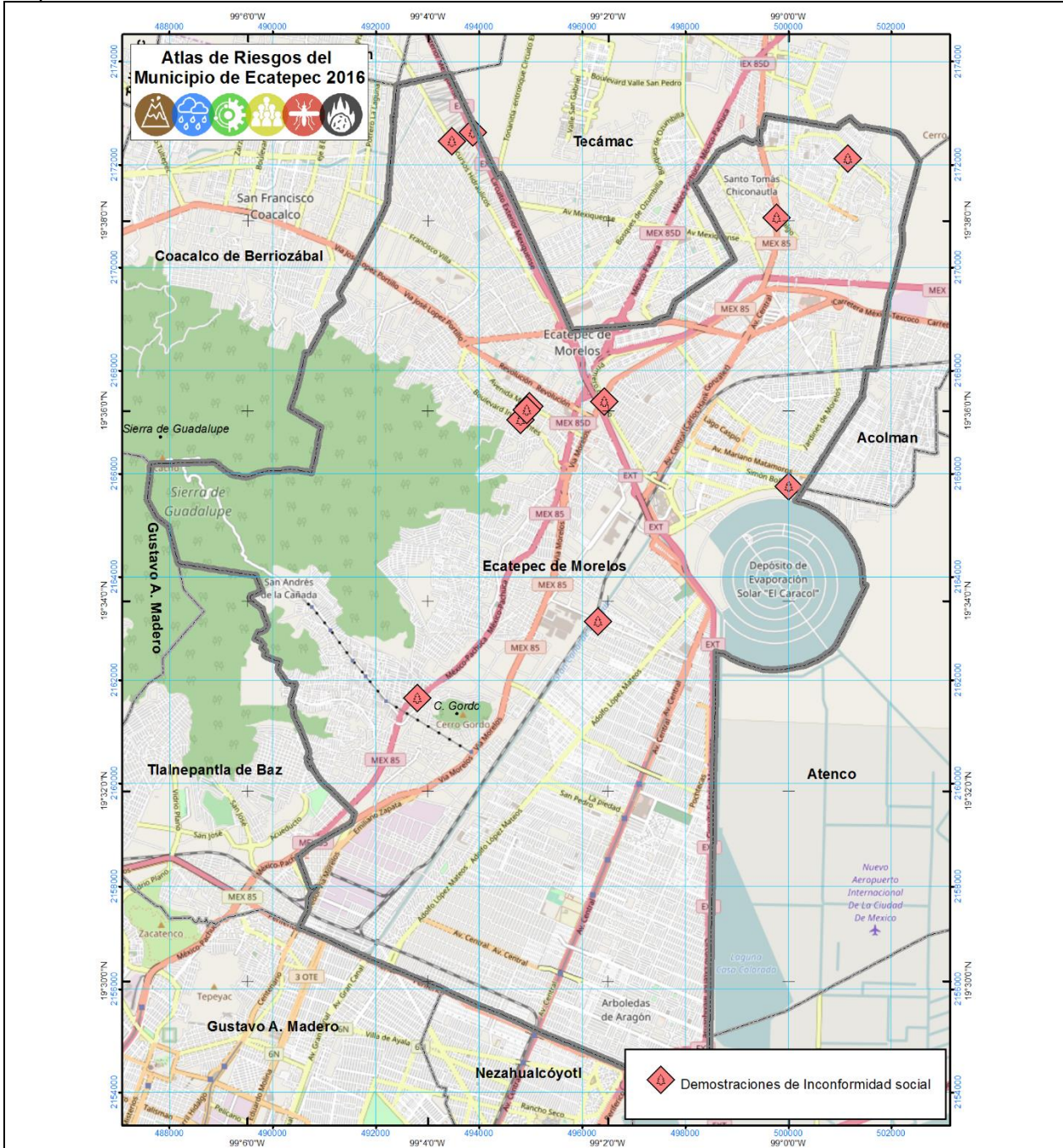
Fuente: elaboración propia con datos de la prensa local.

Figura 6.2 Quema de patrullas en la Colonia Luis Donaldo Colosio en 2014



Fuente: Periódico La Jornada, Foto de Javier Salinas Cesáreo

Mapa 6.7 Demostraciones de inconformidad social



Fuente: elaboración propia.

6.4 Accidentes derivados del comportamiento

Los accidentes derivados del comportamiento, para términos de Protección Civil, pueden determinarse como las concentraciones masivas de población en las que se pueden desencadenar o no una emergencia, derivado de falta de adecuación y acondicionamiento por tipo de evento, sobrecupo en lugares cerrados o ausencia del programa interno de protección civil, entre otras situaciones.

La representación de este tipo de eventos se realizó por elemento. La creación del mapa de concentraciones masivas se obtuvo de la siguiente manera:

1. Identificación y recolección de información para la construcción de las estadísticas e indicadores con el fin de elaborar un catálogo de eventos: en el que se incluyan las fechas y los lugares en los que se realizan grandes concentraciones de población, que pueden ser: mercados, tianguis y fiestas patronales.
2. Registro de las cifras y estadísticas en hoja de cálculo y/o base de datos, e incorporación en un sistema de información geográfico.
3. Calculo de frecuencias y tasas de ocurrencia y elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualizan las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los elementos con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. El mapa de concentraciones masivas de población, debe permitir visualizar los sitios en los que se agrupa la población, así como su recurrencia y tipo de afectación.

6.4.1 Estaciones de transporte público

En el municipio hay tres sistemas de transporte colectivo masivo de alta importancia: el Metro, el Mexibus, y el Mexicable. Cada uno de estos sistemas de transportan a diario a miles de personas, las cuales se reúnen en las diferentes estaciones para esperar el vehículo que los habrá de trasladar, generando así concentraciones de población que son susceptibles de presentar algún riesgo derivado del comportamiento. Debido a que cada uno de los sistemas de transporte es diferente, se analizará cada uno por separado.

6.4.1.1 Metro

El Sistema de Transporte Colectivo Metro, da servicio por medio de la línea B al Municipio de Ecatepec, donde existen cinco estaciones de paso y una terminal. El Metro da servicio a aproximadamente 160 mil personas diariamente en las siete estaciones ubicadas dentro del

territorio municipal, de las cuales un tercio aborda desde la estación terminal Ciudad Azteca. Estas concentraciones de población, deben ser monitoreadas por el peligro intrínseco que implica la aglomeración de personas en espacio relativamente reducidos.

Tabla 6.7 Afluencia promedio diaria por estación del Metro en Ecatepec

Estación	Día festivo	Día laboral	Fin de semana	Promedio
Río de los Remedios	11,494	21,738	15,375	19,672
Múzquiz	19,757	32,311	24,274	29,712
Ecatepec	15,969	28,047	18,680	25,080
Olimpica	11,139	18,772	13,598	17,109
Plaza Aragón	13,637	18,920	15,606	17,845
Ciudad Azteca	36,218	62,490	45,019	56,864

Fuente: Sistema de Transporte Colectivo Metro

6.4.1.2 Mexibus

El Mexibus es un sistema de transporte masivo que circula por un carril confinado, dentro del municipio tiene dos líneas activas que cruzan en sentido norte-sur (línea I) y este-oeste (línea II), entre las cuales agrupan un total de 38 estaciones. La línea Mexibus II tiene una afluencia diaria de 185 mil pasajeros por día, mientras que la línea Mexibus I tiene una afluencia de 128,000 pasajeros por día.

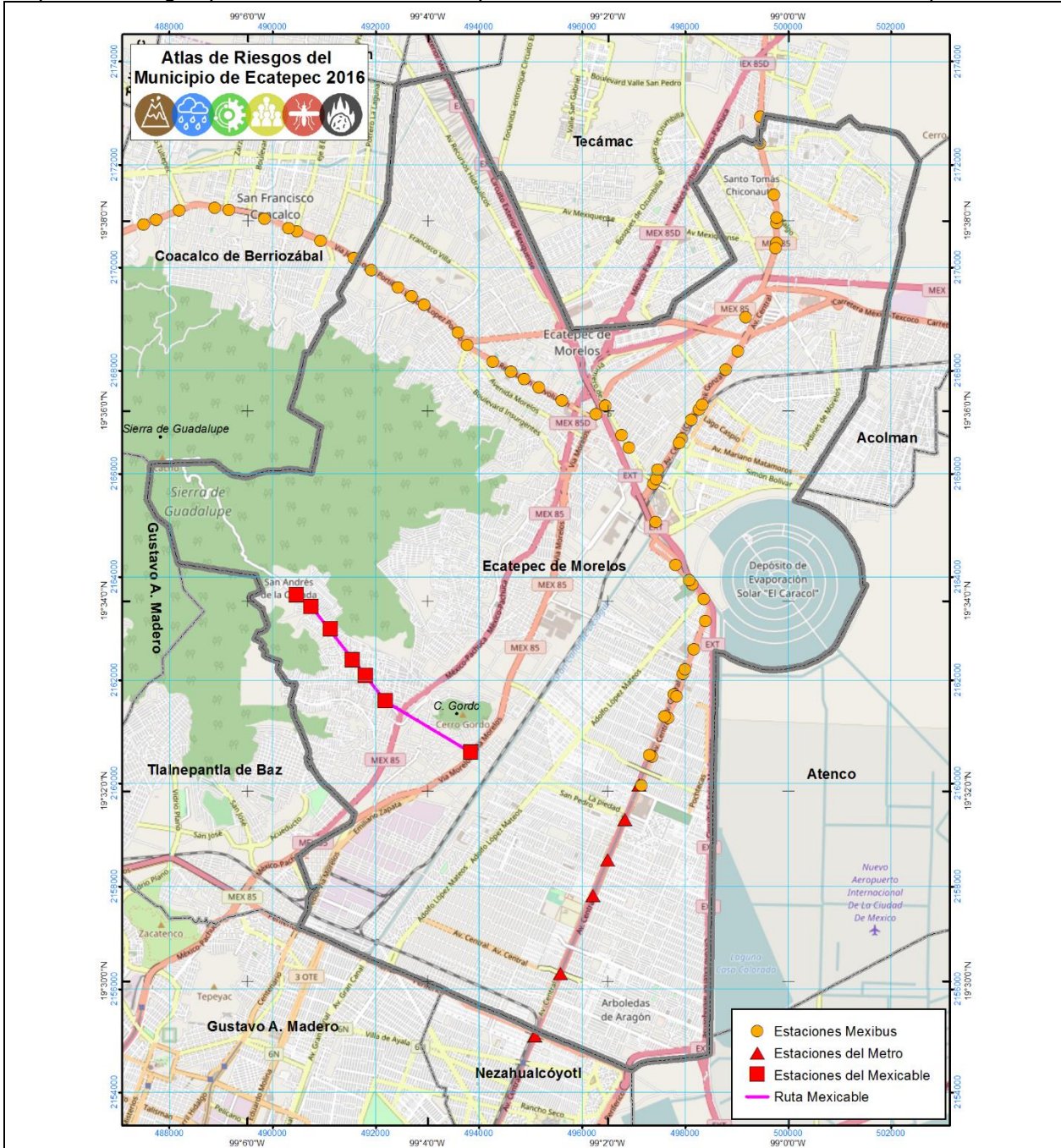
Tabla 6.8 Afluencia promedio diaria por estación del Mexibus en Ecatepec

Línea	Estación	Promedio
Mexibus I	Ciudad Azteca	5,333
Mexibus I	Quinto Sol	5,333
Mexibus I	Josefa Ortiz	5,333
Mexibus I	Industrial	5,333
Mexibus I	Unitec	5,333
Mexibus I	Alfredo Torres	5,333
Mexibus I	Zodiaco	5,333
Mexibus I	Adolfo López Mateos	5,333

Línea	Estación	Promedio
Mexibus I	Vocacional 3	5,333
Mexibus I	Valle Ecatepec	5,333
Mexibus I	Las Américas	5,333
Mexibus I	1ro de Mayo	5,333
Mexibus I	Hospital	5,333
Mexibus I	Aquiles Serdán	5,333
Mexibus I	Jardines de Morelos	5,333
Mexibus I	Palomas	5,333
Mexibus I	16 de Septiembre	5,333
Mexibus I	Central de Abasto	5,333
Mexibus I	Las Torres	5,333
Mexibus I	Hidalgo	5,333
Mexibus I	Cuauhtémoc Sur	5,333
Mexibus I	Cuauhtémoc Norte	5,333
Mexibus I	Las Américas	5,333
Mexibus II	1ro de Mayo	4,512
Mexibus II	San Martín	4,512
Mexibus II	Puente de Hierro	4,512
Mexibus II	Casa de Morelos	4,512
Mexibus II	UPE	4,512
Mexibus II	San Cristóbal	4,512
Mexibus II	Agricultura	4,512
Mexibus II	ISSEMYM	4,512
Mexibus II	El Carmen	4,512
Mexibus II	Ecatepec	4,512
Mexibus II	DIF	4,512
Mexibus II	Guadalupe Victoria	4,512
Mexibus II	Venustiano Carranza	4,512
Mexibus II	Fovisste	4,512
Mexibus II	San Carlos	4,512

Fuente: elaboración propia con datos de Subsecretaría de Comunicaciones, Gobierno del Estado de México

Mapa 6.8 Peligro por accidentes del comportamiento en las estaciones de transporte



Fuente: elaboración propia.

6.4.1.3 Mexicable

El Mexicable es un teleférico de transporte colectivo que funciona en la parte poniente del municipio, entre la Sierra de Guadalupe y Cerro Gordo. Se estima que da servicio a aproximadamente 26 mil pasajeros por día en promedio

Tabla 6.9 Afluencia promedio diaria por estación del Mexicable

Estación	Promedio
La Cañada	3,700
Los Bordos	3,700
Fátima	3,700
Deportivo	3,700
Tablas del Pozo	3,700
Hank González	3,700
Santa Clara	3,700

Fuente: elaboración propia con datos de Subsecretaría de Comunicaciones, Gobierno del Estado de México

Determinación del riesgo en sistema de transporte colectivo

Para determinar los niveles de peligro y riesgo a los que se encuentran expuestos el Metro, Mexibus, y Mexicable que se ubican dentro del territorio municipal, se aplicará un método rápido, razonable y consistente que permitirá una pronta respuesta a requerimientos propios de todo mapeo de susceptibilidad, peligro y riesgo. La técnica es la evaluación multicriterio (EMC), basada en el método de las jerarquías analíticas.

Básicamente la EMC, es un proceso donde datos geográficos son combinados y transformados en una decisión; es más compleja que otro tipo de evaluaciones convencionales, pues se necesitan identificar y considerar varios factores (en este caso relacionados con peligro y vulnerabilidad) con una correlación entre ellos.

Esta evaluación se desarrolla en Sistemas de Información Geográfica ya que en ellos se combinan y transforman datos geográficos (mapas de entrada) que, con las experiencias y observaciones realizadas en campo se obtiene un mapa de salida de acuerdo con las reglas específicas de la misma.

Para este caso, los factores condicionantes del peligro utilizados para determinar el nivel de cada estación del Metro, Mexibus, y Mexicable del Municipio de Ecatepec, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6.10 Factores y criterios utilizados para conocer los niveles de riesgo en Metro, Mexibus, y Mexicable.

Factores	Procesos	Criterios
Geológicos	Debilitamiento y pérdida de la estabilidad de la estructura, agrietamiento en muros columnas, trabes y acabados, desprendimiento de techumbre y/o colapso de loza.	Sismicidad
		Hundimientos
Hidrometeorológicos	Debilitamiento de la estructura, agrietamiento y salinidad en acabados.	Distancia a fallas, fracturas o grietas
		Deslizamientos
Antrópicos	Vulnerabilidad de la población circundante al inmueble. Capacidad de respuesta de cuerpos de emergencia.	Derrumbes
		Flujos
		Inundaciones
		Vulnerabilidad
		Distancia a cuerpos de emergencia y rescate

Fuente: Elaboración Propia.

Durante el análisis o, evaluación espacial multicriterio, se emplearan los métodos del Proceso Analítico Jerárquico para la determinación de los pesos ponderados de los atributos y, la Suma Lineal Ponderada para la determinación de la función de valor para obtener las alternativas.

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una técnica de estimación para la ayuda a la toma de decisiones basada en múltiples criterios de decisión, o sea en juicios subjetivos realizados por expertos y sustentados con información recabada en campo; básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas. Se basa en la descomposición, juicio comparativo y síntesis de las prioridades del problema de decisión que se descompone en una jerarquía con los elementos esenciales del problema.

Una vez identificados los criterios estos son cualificados y cuantificados mediante ciertos parámetros. En este análisis cada parámetro asigna un puntaje entre 1 y 5 de acuerdo al nivel de importancia de la relación de criterios analizados.

Una vez procesados y normalizados los mapas originales a coberturas de criterios estos son combinados tomando en cuenta los pesos calculados en el paso anterior. Para la determinación de los niveles de peligro de tianguis y mercados se combinaron las coberturas (mapas), las cuales representan los factores intrínsecos a la generación de peligro y riesgo, arrojando de esta manera el nivel de peligro y/o riesgo que ostenta cada uno así como el fenómeno que susceptible de causar daño.

El mapa producto de la EMC clasifica aquellos que por sus condiciones geográficas y vulnerabilidad de la población circundante presentan ciertos niveles de riesgo, es importante

mencionar que no existen lugares ni instalaciones que se encuentren totalmente libres de éste, motivo por el cual, el proceso no descartó a ninguno de los inmuebles localizados dentro del territorio.

De acuerdo con la EMC los inmuebles que presentaron mayores niveles de riesgo son aquellos donde se conjugaron distintos criterios con diferentes niveles de ponderación, es decir, se combinaron lógicamente para determinar el o los criterios que mayor peso tenían en cada edificio.

Se puede reconocer que aquellos que presentaron mayores niveles se ubican en zonas con alto riesgo por inundaciones, sismos y donde la población circundante presenta significativas tasas de vulnerabilidad.

Esto concuerda bastante con la realidad ya que los sismos someten a las edificaciones a distintas fuerzas para las cuales pueden estar o no preparados. De esta forma pueden generar daños estructurales y no estructurales, que pueden ser peligrosos para los ocupantes. El primero compromete el esqueleto del inmueble y puede provocar derrumbes parciales o totales, y el segundo, por caída de materiales.

Generalmente después de un sismo se suceden varias réplicas. Aun siendo de menor magnitud, éstas actúan sobre estructuras o materiales que han sido deteriorados o se encuentran inestables. Asimismo con las inundaciones los inmuebles, sufren afectaciones, en mayor o menor medida, debido a los altos niveles alcanzados por el agua, su salinidad, la saturación del suelo, las malas prácticas constructivas en los sistemas y los materiales utilizados.

La siguiente tabla muestra los inmuebles que fueron catalogados como de mayor riesgo para las estaciones.

Tabla 6.11 Estaciones con mayor riesgo en el Municipio de Ecatepec.

Sistema	Estación	Exposición a	Riesgo
Metro	Río de los Remedios	Concentraciones masivas de población, Agrietamientos	Alto
Metro	Múzquiz	Concentraciones masivas de población, Agrietamientos	Alto
Metro	Ecatepec	Concentraciones masivas de población, Agrietamientos	Alto
Metro	Olimpica	Concentraciones masivas de población, Agrietamientos	Alto
Metro	Plaza Aragón	Concentraciones masivas de población, Agrietamientos	Alto
Metro	Ciudad Azteca	Concentraciones masivas de población, Agrietamientos, inundaciones	Alto
Mexibus I	Ciudad Azteca	Concentraciones masivas de población, Agrietamientos, inundaciones	Alto

Sistema	Estación	Exposición a	Riesgo
Mexibus I	Quinto Sol	Concentraciones masivas de población, Agrietamientos, inundaciones	Alto
Mexibus I	Josefa Ortiz	Concentraciones masivas de población, Agrietamientos, inundaciones	Alto
Mexibus I	Industrial	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Unitec	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Alfredo Torres	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Zodiaco	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Adolfo López Mateos	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Vocacional 3	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Valle Ecatepec	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Las Américas	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	1ro de Mayo	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Hospital	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Aquiles Serdán	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Jardines de Morelos	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Palomas	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	16 de Septiembre	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Central de Abasto	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Las Torres	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Hidalgo	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Cuauhtémoc Sur	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Cuauhtémoc Norte	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus I	Las Américas	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	1ro de Mayo	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	San Martín	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	Puente de Hierro	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	Casa de Morelos	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	UPE	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	San Cristóbal	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	Agricultura	Concentraciones masivas de población	Medio

Sistema	Estación	Exposición a	Riesgo
Mexibus II	ISSEMYM	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	El Carmen	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	Ecatepec	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	DIF	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	Guadalupe Victoria	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	Venustiano Carranza	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	Foviste	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexibus II	San Carlos	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexicable	La Cañada	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexicable	Los Bordos	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexicable	Fátima	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexicable	Deportivo	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexicable	Tablas del Pozo	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexicable	Hank González	Concentraciones masivas de población	Medio
Mexicable	Santa Clara	Concentraciones masivas de población	Medio

Fuente: Elaboración propia.

6.4.2 Mercados públicos

Como se comentó con anterioridad, a partir de los años cincuenta la política económica del país se orientó primordialmente hacia un proceso de industrialización, sin embargo, se ha notado que a través del tiempo no todos los subsectores se han desarrollado a un mismo nivel de crecimiento, lo que ha generado una economía de rezago; por una parte se encuentran ramas de la industria que han alcanzado economías de gran escala, mientras otras como la de los servicios, permanecen estancadas.

Tal es el caso de los mercados públicos de la mayor parte del país, en especial los del municipio, los cuales se caracterizan por ser poco modernos en sus procesos de operación, ofertar productos en cantidades menores, tener infraestructura añeja y casi ningún servicio adicional para los usuarios, además compiten con las grandes bodegas, tiendas de autoservicio, supermercados, plazas comerciales y megatiendas, las cuales se distinguen por sus mejores y más eficientes capacidades operativas y financieras a gran escala.

Por si esto fuera poco la actividad comercial en mercados, vía pública y áreas de uso común se ha venido presentando una serie de irregularidades entre lo que establece el marco normativo con lo que realmente sucede en la práctica, principalmente en la denominada economía informal

donde el proceso que autoridades, líderes y comerciantes han permitido para el impulso, expansión y desarrollo de esta actividad, han generado graves problemas para la ciudadanía y el comercio establecido.

Como consecuencia de esto se observa que los mercados públicos están perdiendo vigencia e interés entre la población como principal canal de abastecimiento de alimentos básicos, en el contexto de un sistema de comercio minorista amplio y complejo. Dicho de otra forma, los mercados públicos no son modernos y presentan descuido en sus estructuras físicas, lo cual podría generar riesgo a la población que acude a satisfacer sus necesidades.

Actualmente el municipio cuenta con 141 mercados públicos, considerados de zona los cuales se encargan de dar abasto a la mayoría de los habitantes del municipio.

La mayoría de estos mercados están compuestos por una estructura funcional determinada por dos grandes áreas bien definidas: la comercial y la complementaria.

En este sentido las áreas comerciales están referidas por el espacio donde se desarrolla el proceso de oferta y demanda de los productos y servicios, así como pasillos internos de circulación, lo que permite una eficiente relación entre el exterior y las actividades que se generan.

Figura 6.3 Los pasillos y puestos están clasificados dentro del área comercial. Mercado Benito Juárez.



Fuente: Elaboración propia.



El área complementaria es aquella que coadyuva al mejor funcionamiento del área comercial y tiene por objeto brindar tanto al usuario como al comerciante una serie de servicios de apoyo que

son necesarios para la mejor operación del mercado, específicamente en cuanto a servicios, administración, circulaciones y accesos.

Figura 6.4 Los estacionamientos se encuentran clasificados como áreas complementarias. Mercado Benito Juárez, Col. Estrella.



Fuente: Elaboración propia.

Los mercados del municipio se localizan en colonias populares y de gran densidad de población, la mayoría dispone de servicios públicos completos y vías de comunicación accesibles; su construcción es de tabique y concreto, algunos de ellos como el Benito Juárez cuentan con áreas de carga y descarga de mercancías y tienen una capacidad instalada que va de los 4 hasta los 342 locales y/o puestos donde se expenden una gran variedad de productos de tipo perecederos, abarrotes y hortofrutícolas, sobre todo aquellos de primera necesidad, así como algunos servicios básicos.

Tabla 6.12 Mercados con mayor número de locales.

Mercado	Ubicación	No. de Locales
6 de Enero	Calle Zapotecas y Toltecas Cd. Azteca Poniente	342
Prof. Carlos Hank González	Av. Hank González y Benito Juárez Col. Granjas Valle de Guadalupe	289

Mercado	Ubicación	No. de Locales
Cuauhtémoc	Av. de Las Torres Entre Embajada de Polonia y Embajada de España, Cd. Cuauhtémoc, Secc. Embajadas	296
Los Arbolitos	Calle 4 Entre Av. Central y Martín García Col. 19 de Septiembre	245
México Independiente	Av. Manuel Ávila Camacho Entre Alhóndiga de Granaditas y Plan de Iguala Col. México Independiente	219

Fuente: Elaboración propia.

Los locatarios son pequeños comerciantes que en su mayoría desarrollan esta actividad como su única ocupación y fuente de ingresos, contando con un solo local e integrando a familiares directos como trabajadores no asalariados. Solo unos cuantos locatarios poseen comercios que ocupan áreas de 2 o más puestos o locales, disponen de personal asalariado y obtienen mayores niveles de ventas.

Los horarios de funcionamiento, de manera general son de 7:00 a las 19:00 horas, durante los 365 días del año.

Los principales giros comerciales que existen, de acuerdo con información recolectada en campo son los referentes a la venta de frutas y verduras, en seguida las carnicerías, tocinerías y vísceras, así como pollerías; en menor medida se encuentran boneterías, venta de ropa, abarrotes, cremerías, fondas y “comida rápida”.

Gran parte de estos inmuebles presenta daños en su estructura, ocasionado principalmente por los distintos niveles de hundimiento que se registran en la mayor parte del territorio municipal, aunado al insuficiente mantenimiento que se les ha proporcionado en los últimos años.

Estas situaciones de inseguridad estructural se conjugan con una serie de condiciones externas que aumentan la vulnerabilidad de las instalaciones como el nivel de peligro sísmico existente en el sitio donde se ubica el inmueble, zonas afectadas por inundaciones, hundimientos del suelo, derrumbes, grietas o fracturas.

Determinación del riesgo en mercados

Para determinar los niveles de peligro y riesgo a los que se encuentran expuestos los mercados y tianguis que se ubican dentro del territorio municipal, se aplicará un método rápido, razonable y consistente que permitirá una pronta respuesta a requerimientos propios de todo mapeo de susceptibilidad, peligro y riesgo. La técnica es la evaluación multicriterio (EMC), basada en el método de las jerarquías analíticas.

Básicamente la EMC, es un proceso donde datos geográficos son combinados y transformados en una decisión; es más compleja que otro tipo de evaluaciones convencionales, pues se necesitan identificar y considerar varios factores (en este caso relacionados con peligro y vulnerabilidad) con una correlación entre ellos.

Esta evaluación se desarrolla en Sistemas de Información Geográfica ya que en ellos se combinan y transforman datos geográficos (mapas de entrada) que, con las experiencias y observaciones realizadas en campo se obtiene un mapa de salida de acuerdo con las reglas específicas de la misma.

Para este caso, los factores condicionantes del peligro utilizados para determinar el nivel de cada mercado y tianguis del Municipio de Ecatepec, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6.13 Factores y criterios utilizados para conocer los niveles de riesgo en Mercados y Tianguis.

Factores	Procesos	Criterios
Geológicos	Debilitamiento y pérdida de la estabilidad de la estructura, agrietamiento en muros columnas, trabes y acabados, desprendimiento de techumbre y/o colapso de loza.	Sismicidad
		Hundimientos
		Distancia a fallas, fracturas o grietas
		Deslizamientos
		Derrumbes
Hidrometeorológicos	Debilitamiento de la estructura, agrietamiento y salinidad en acabados.	Flujos
		Inundaciones
Antrópicos	Vulnerabilidad de la población circundante al inmueble. Capacidad de respuesta de cuerpos de emergencia.	Vulnerabilidad
		Distancia a cuerpos de emergencia y rescate

Fuente: Elaboración Propia.

Durante el análisis o, evaluación espacial multicriterio, se emplearan los métodos del Proceso Analítico Jerárquico para la determinación de los pesos ponderados de los atributos y, la Suma Lineal Ponderada para la determinación de la función de valor para obtener las alternativas.

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una técnica de estimación para la ayuda a la toma de decisiones basada en múltiples criterios de decisión, o sea en juicios subjetivos realizados por expertos y sustentados con información recabada en campo; básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas. Se basa en la descomposición, juicio comparativo y síntesis de las prioridades del problema de decisión que se descompone en una jerarquía con los elementos esenciales del problema.

Una vez identificados los criterios estos son cualificados y cuantificados mediante ciertos parámetros. En este análisis cada parámetro asigna un puntaje entre 1 y 4 de acuerdo al nivel de importancia de la relación de criterios analizados.

Una vez procesados y normalizados los mapas originales a coberturas de criterios estos son combinados tomando en cuenta los pesos calculados en el paso anterior. Para la determinación de los niveles de peligro de tianguis y mercados se combinaron las coberturas (mapas) mencionadas en la tabla 5.93, las cuales representan los factores intrínsecos a la generación de peligro y riesgo, arrojando de esta manera el nivel de peligro y/o riesgo que ostenta cada uno así como el fenómeno que susceptible de causar daño.

El mapa producto de la EMC clasifica aquellos que por sus condiciones geográficas y vulnerabilidad de la población circundante presentan ciertos niveles de riesgo, es importante mencionar que no existen lugares ni instalaciones que se encuentren totalmente libres de éste, motivo por el cual, el proceso no descartó a ninguno de los inmuebles localizados dentro del territorio.

De acuerdo con la EMC los inmuebles que presentaron mayores niveles de riesgo son aquellos donde se conjugaron distintos criterios con diferentes niveles de ponderación, es decir, se combinaron lógicamente para determinar el o los criterios que mayor peso tenían en cada edificio.

Se puede reconocer que aquellos que presentaron mayores niveles se ubican en zonas con alto riesgo por inundaciones, sismos y donde la población circundante presenta significativas tasas de vulnerabilidad.

Esto concuerda bastante con la realidad ya que los sismos someten a las edificaciones a distintas fuerzas para las cuales pueden estar o no preparados. De esta forma pueden generar daños estructurales y no estructurales, que pueden ser peligrosos para los ocupantes. El primero compromete el esqueleto del inmueble y puede provocar derrumbes parciales o totales, y el segundo, por caída de materiales.

Generalmente después de un sismo se suceden varias réplicas. Aun siendo de menor magnitud, éstas actúan sobre estructuras o materiales que han sido deteriorados o se encuentran inestables. Asimismo con las inundaciones los inmuebles, sufren afectaciones, en mayor o menor medida, debido a los altos niveles alcanzados por el agua, su salinidad, la saturación del suelo, las malas prácticas constructivas en los sistemas y los materiales utilizados.

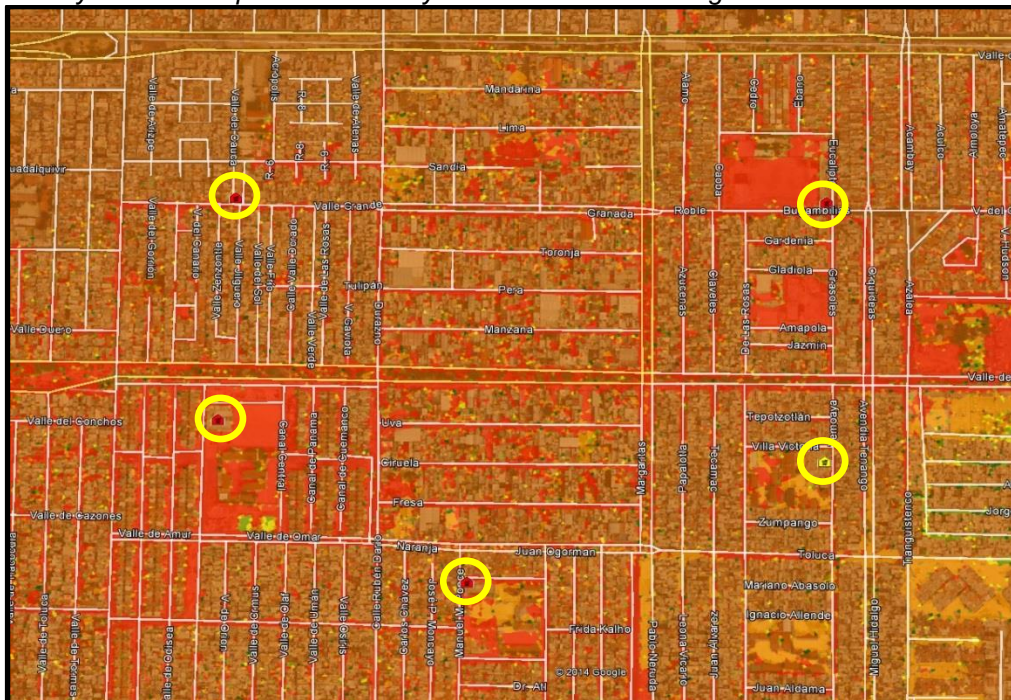
Por ejemplo, los socavones son producidos por efecto de remoción y evacuación de material, con pérdida creciente de la estabilidad del suelo. Al afectar la capacidad portante del suelo, la estructura de la vivienda pierde soportes laterales y horizontales y con ellos su capacidad de carga y de estabilidad. La siguiente tabla muestra los inmuebles que fueron catalogados como de mayor riesgo para la población.

Tabla 6.14 Mercados con mayor riesgo en el Municipio de Ecatepec.

Mercado	Ubicación	Riesgo
10 de Mayo	Av. Valle Grande S/N Entre Valle Jilguero y Cauca Col. Ampliación Valle de Aragón	Muy Alto
Alberto Juárez Blancas	Calle Canal de Suez S/N Entre Valle del Don y Valle de Amur Col. U. H. Croc Central	Muy Alto
Arboledas de Aragón	Calle Eucalipto S/N Entre Roble, Fresno y Caoba (Paralela) Col. Arboledas de Aragón	Muy Alto
Nuevo México	Av. Sonora S/N Entre Calles Morelia y Toluca Col. Granjas Valle de Guadalupe 3a Sección	Muy Alto
Pedro Monroy López	Calle Manuel M. Ponce S/N Entre Pedro Coronel y José María Velasco Col. U. H. Pedro Ojeda Paullada	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 6.10 Los mercados clasificados con mayor riesgo se localizan en zonas afectadas por inundaciones y donde se presentan mayores niveles de riesgo sísmico.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.15 Determinación del Riesgo en los Mercados del Municipio de Ecatepec.

Mercado	Ubicación	Riesgo
1 de Mayo	Calle Francisco Villa S/N Entre Calles San Lucas y Juan Aldama Col. Jardines de Xalostoc	Medio
1° de Mayo	Calle Gansos S/N Entre Calles Armadillos y Ardillas Col. Polígonos III	Medio
10 de Octubre	Av. Ecatepec Entre Calle Metepec y Naucalpan Col. El Segor	Medio
12 de Diciembre (La Palma)	Av. Olivos S/N Entre Calle Carlos Salinas de Gortari y Palo de Rosa Col. La Palma Tulpetlac	Medio
12 de Diciembre (Alfredo Torres)	Calle Rio Las Américas Entre Coatzacoalcos y Av. Pino	Medio
12 de Diciembre (Sagitario X)	Calle Narciso Mendoza S/N Entre José María Morelos y Pavón y Adolfo López Mateos (R-1) y Cerrada de Quintana Roo Col. Sagitario X	Alto
12 de Julio	Calle Lucio Cabañas S/N Entre Juan Loredo y 1a Cerrada Col. El Salado Xalostoc	Medio
14 de Mayo	Av. de Las Torres Entre Camino Al Reclusorio y Calle Fresno Cd. Cuauhtémoc Nopalera	Medio
15 de Julio	Av. Central S/N Entre Calles Ignacio Zaragoza Benito Juárez y Venustiano Carranza Col. El Salado (Unidos Venceremos)	Medio
15 de Septiembre	Calle Lázaro Cárdenas Entre Calle Álvaro Obregón y Canal de La Draga Col. Coronel José Antonio Tórees	Medio
16 de Julio	Calle Oriente 3 Entre Norte Ocho y Nueve Col. Ruiz Cortines	Medio
16 de Octubre	Av. Plutarco Elías Calles S/N Entre Av. Águila y Encinos Col. Polígonos V	Alto
18 de Marzo	Calle Hierro S/N Entre Calle Estaño Y/O Emiliano Zapata y Av. Oro Col. Lázaro Cárdenas	Medio
2 de Octubre	Av. Almendros S/N Entre Melocotones y Manzanos Col. Polígonos I	Alto
20 de Julio	Av. Miguel Hidalgo Norte S/N Col. Héroes 2a Secc.	Medio
24 de Junio	Av. Copal S/N Entre Las Calles de Lirios y Ciruelo Col. Tablas del Pozo	Medio
25 de Julio	Calle Alelihes Con Geranios Col. Jardines de Morelos Secc. Flores	Medio
3 de Septiembre	Valle Fuerte S/N Entre Valle del Menderes y Valle Naktong Col. Valle de Aragón 3a Sección Poniente	Alto
30 de Mayo	Calle Brisa Entre Calle Lava y Tempestad Col. Jardines de Morelos Secc. Elementos	Medio
31 de Enero	Boulevard Pochtecas S/N Entre Av. Plaza del 5o. Sol y Boulevard Teocallis Col. Cd. Azteca Secc. Oriente	Medio
31 de Marzo	Av. Encino Entre Av. Trueno y 4a Cerrada Fresno Col. Valle de Ecatepec Ctm XIII	Medio
5 de Mayo	Av. Lázaro Cárdenas S/N Entre Av. Venustiano Carranza y Calle Guacharo Col. Central Michoacana	Medio
6 de Enero	Calle Zapotecas S/N Entre Boulevard Heraldos, Andador Fuego Nuevo y Toltecas Cd. Azteca Poniente	Alto

Mercado	Ubicación	Riesgo
6 de Junio	Calle Guadalupe Victoria Entre Las Avenidas de Guerrero y Emiliano Zapata Junto A Calle 15 de Septiembre Col. Miguel Hidalgo	Alto
Alborada	Calle Rosa de Siria Entre Calles Rosa de Castilla y Rosa Silvestre Col. U. H. Alborada	Medio
Alfredo del Mazo (Ejercito del Trabajo)	Av. Lázaro Cárdenas S/N Entre Herreros y Maestros Col. Ejercito del Trabajo I	Medio
Alfredo del Mazo (Florida)	Calle Paricutin S/N Entre Xochicalco y Teponaxtlis Col. La Florida de Cd. Azteca	Medio
Alta Villa	Av. Vía Morelos S/N Entre Temazcaltepec y Altavilla Col. Alta Villa	Medio
Ampliación San Miguel Xalostoc	Calle José María Morelos y Pavón S/N Entre Calles Montes de Oca y Francisco Márquez Col. Ampliación Miguel Hidalgo	Medio
Ampliación Santa María Chiconautla	Av. de Las Torres Entre Tláloc y Malinalli Cd. Cuauhtémoc Ampliación Chiconautla	Medio
Azteca 1ra Sección	Boulevard de Los Aztecas S/N Entre Calles Tonatiuh y Cuautitlán Col. Cd. Azteca Poniente	Medio
Belisario Domínguez	Calle Belisario Domínguez S/N Entre Gustavo Garmendia y Av. Ejido Col. San Pedro Xalostoc	Medio
Benito Juárez Estrella	Calle Sagitario S/N Entre Neptuno y Urano Col. Estrella	Alto
Benito Juárez San Agustín	Av. San Felipe S/N Entre Calles de Sur 16 y Sur 20 Col. Nuevo Paseo de San Agustín 3a Sección	Medio
Bosques	Calle Bosque de Yuriria Entre Bosque del Tesoro y Bosque del Antequera Col. Jardines de Morelos Secc. Ríos	Medio
C.T.M. Guadalupeana	Calle Esmeralda Entre Rubí y Zafiro Cd. Cuauhtémoc Secc. Tepetzingo	Medio
C.T.M. Xiv	Av. Valle de Éufrates S/N Entre Valle de Orinoco y Valle de Plata Col. C.T.M. Xiv	Medio
Cadetes del 47	Unidad Habitacional Los Héroes 4a Secc.	Medio
Central de Abastos de Ecatepec	Av. Central S/N Entre Carretera Texcoco - Lechería y Av. México - Pirámides Col. Santas Cruz Venta de Carpio	Medio
Croc Aragón	Calle Guanajuato S/N Entre Calles Baja California Sur y Veracruz Col. U.H. Croc Aragón	Medio
Cuauhtémoc	Av. de Las Torres Entre Embajada de Polonia y Embajada de España Cd. Cuauhtémoc Secc. Embajadas	Medio
Ecatepec Las Fuentes	Av. Prolongación México Entre Av. de Las Torres y Ferrocarril A Veracruz U. H Ecatepec Las Fuentes	Medio
Ecatepec San Carlos	Unidad San Carlos Oriente y Poniente Col. Guadalupe Victoria	Medio
El Chamizal	Calle Veracruz S/N Entre Calles Lázaro Cárdenas y Miguel Alemán Valdez Col. El Chamizal	Medio
El Parque	Av. de Las Torres Entre Parque de Chapultepec y Parque de Los Venados Col. El Parque Tulpetlac	Medio
Emiliano Zapata	Calle 6 S/N Entre Calle 10 y Calle 11 Col. Emiliano Zapata 2ª Sección - A	Medio

Mercado	Ubicación	Riesgo
Fovissste	Av. Aristóteles S/N Circuito Tolstoi, Unidad Habitacional Fovissste José María Morelos y Pavón	Medio
Francisco I. Madero	Calle Adolfo López Mateos S/N Entre Av. Grecia, Plutarco Elías Calles y E. Zapata Col. Emiliano Zapata 1a Secc.	Medio
Francisco Villa (Sagitario I)	Calle Ejercito del Trabajo S/N Entre Cerro de La Silla y Cerro del Picacho Col. Sagitario I	Alto
Francisco Villa (Xalostoc)	Calle Nogal S/N Entre Calles Ciprés y Fresno Col. Viveros Xalostoc	Medio
Fuentes	Calle Fuente de Trevi Entre Fuente de Baco y Fuente Hércules Jardines de Morelos Secc. Fuentes	Alto
Hacienda Santa María	Manzana 2 Calle Palomas Entre Calle Ray O Vac y Miguel Hidalgo Fracc. Santa María	Medio
Héroes de Granaditas	Calle Temoaya S/N Entre Calles Villa Victoria y Zumpango Col. Héroes de Granaditas	Medio
Héroes de La Independencia	Av. Juan Aldama S/N Entre Mariano Escobedo, Pípila y Alhóndiga de Granaditas Col. Héroes de La Independencia	Medio
Héroes V	Fraccionamiento Héroes V	Medio
Ignacio Pichardo Pagaza	Circuito Cuauhtémoc Entre Calle Quiahuitl y Coatepec Secc. Tonatiuh	Medio
Ignacio Zaragoza	Calle Emiliano Zapata S/N Entre Ignacio López Rayón y Adolfo López Mateos Col. Santa María Xalostoc	Medio
Imperio Azteca	Av. de Los Escritores S/N Col. Cd. Cuauhtémoc Chiconautlan 3000 Barrio Iii	Medio
Industrias Tulpetlac	Av. Europa Entre Av. Central y Rusia Col. Industrias Tulpetlac	Medio
Izcalli Santa Clara	Av. Lázaro Cárdenas S/N Entre Calles Géminis y Cáncer Col. Izcalli Santa Clara	Alto
Jardines de Aragón	Av. Pétalo Entre Las Calles Girasoles y Gladiolas Col. Jardines de Aragón	Alto
Jardines de Santa Clara	Av. Circunvalación Poniente S/N Entre Paseos de Santa Clara Norte y Paseo de Santa Clara Sur Col. Jardines de Santa Clara	Alto
Jardines del Tepeyac	Av. Maravillas S/N Entre Calles Violeta y Tulipán Col. Jardines del Tepeyac	Medio
Jorge Jiménez Cantú	Calle Geranio S/N Entre Avenidas Laureles y Olivos Col. Jardines del Tepeyac	Medio
José de Los Reyes Martínez (El Pípila)	Av. San Felipe S/N Entre Las Calle Sur 82 y Sur 86 Col. Nuevo Paseo de San Agustín 3a Secc.	Medio
José María Morelos Héroes 1	José María Morelos Poniente S/N Héroes Ecatepec 1	Medio
José María Morelos y Pavón (Polígonos Iii)	Av. Acero S/N Entre 2a Cerrada de Lobos, Venados y Alpacas Col. Polígonos Iii	Alto
José María Morelos y Pavón (San Carlos)	Av. Central Entre Calle Norte 12 y Francisco Villa Fracc. San Carlos	Alto
Josefa Ortiz de Domínguez	Circuito Josefa Ortiz de Domínguez S/N Col. Los Héroes Ecatepec 3a Secc.	Medio

Mercado	Ubicación	Riesgo
Juan Fernández Albarrán	Av. Sánchez Colín S/N Entre Francisco Murguía y Pascual Morales Col. Granjas Valle de Guadalupe	Alto
La Candelaria	Av. Toluca S/N Entre Calle Ixtapan de La Sal y Tianguistenco Col. El Ostor Tulpetlac	Medio
La Guadalupana	Av. Ntra Sra. de Gpe. Con Virgen de Talpa Mz. 72 Fracc. La Guadalupana	Medio
La Loma	Calle 1 S/N Entre Las Calles de Monte Chimborazo y Calle Tolstoi Fraccionamiento Parque Residencial Coacalco	Medio
La Popular Martínez	Av. Morelos S/N Entre Álvaro Obregón y Josefa Ortiz de Domínguez Col. La Popular	Medio
Las Vegas Xalostoc	Calle California S/N Entre Disneylandia y Houston y Harlinton Col. Las Vegas Xalostoc	Medio
Llano de Los Báez	Calle Mz. F Entre Mz. E Multifamiliar Unidad Llano de Los Báez	Medio
Los Arbolitos	Calle Martín García Entre Av. Central y Av. Fipain Col. 19 de Septiembre	Medio
Los Llanetes	Calle Hule Entre Abedules y Arroyo Unidad Habitacional Los Llanetes	Medio
Mario Ramón Beteta	Av. México Entre Calle Alemania y Calle Francia Col. Jardines de Cerro Gordo	Medio
Mártires del 68	Av. Lourdes S/N Entre Calle Italia y Sur 76 Col. Olímpica 68	Medio
Melchor Múzquiz	Calle José María Morelos S/N Entre Calles Venustiano Carranza y Francisco Villa Col. Melchor Múzquiz	Alto
México Colonia I	Prolongación Venustiano Carranza S/N Entre Convento de Chalma y Convento de Coyoacán Col. México Colonial I	Medio
México Independiente	Av. Sitio de Cuautla S/N Entre Alhóndiga de Granaditas y Plan de Iguala Col. México Independiente	Medio
México Prehispánico II	Calle Xóchitl (Saturno) S/N Entre Calles Aztlán y Tenochtitlan Col. México Prehispánico II	Alto
Misael Núñez Acosta	Av. Plan de Ayala Entre Misael Núñez y Puerto Escondido Col. Texalpa Tulpetlac	Alto
Narciso Mendoza	Av. Santa Prisca S/N Entre Calles Sur 64 y Sur 66 Col. Nuevo Paseo de San Agustín 2a Sección	Alto
Nuestra Señora de Guadalupe	Calle Tlachco S/N Entre Boulevard Plaza de Los Sacerdotes y Boulevard de Los Aztecas Col. Cd. Azteca Secc. Oriente	Medio
Nueva Aragón	Av. Luis Echeverría Álvarez S/N Entre Calles Juan Aldama y José Alfredo Torres Col. Nueva Aragón	Medio
Nueva Creación	Av. México Entre Calle Puebla y Calle La Paz	Medio
Nuevo Laredo	Av. Tulpetlac Entre Av. Río Bravo y Calle Oriente 1 Col. Nuevo Laredo	Medio
Olímpica Jajalpa	Av. Libertad Entre Av. Pemex y Calle Toluca Col. Olímpica Jajalpa	Medio
Pirámide Florida	Calle Paricutin S/N Entre Av. Penachos y Calzada Penachos Col. La Florida de Cd. Azteca	Medio
Playas de Guadalupe	Calle Playa Palma de Mallorca Entre Av. Nicolás Bravo y Calle Playa Tijuana Col. Jardines de Morelos Secc. Playas	Medio

Mercado	Ubicación	Riesgo
Prizo I	Calle Adiando S/N Entre Avenidas Pino (Pino Suarez) y Tilo Col. Prizo I	Alto
Prof. Carlos Hank Gonzalez	Av. Carlos Hank González S/N Entre Benito Juárez y Riva Palacio Col. Granjas Valle de Guadalupe	Medio
Rancho Victoria	Av. Francisco Villa S/N A Un Costado de Rancho Agaves y Cerezos U. H. Rancho Victoria	Medio
Raúl Vélez García	Calle Salvador Novo S/N Entre Juan José Arreola y Saturno Col. Poesía Mexicana	Medio
Ricardo Flores Magón	Calle Golfo de México Entre Las Calles de Mar de Coral y Océano Pacífico Col. Prados de Santa Clara	Medio
Rio de Luz	Av. Adolfo López Mateos (R-1) S/N Entre Av. Suterterm E Industrias Col. Rio de Luz	Medio
Ríos	Calle Rio Nazas y Rio Tigris Col. Jardines de Morelos	Medio
Rustica Xalostoc	Calle 10 S/N Entre Las Calles 5 y 7 Col. Rustica Xalostoc	Alto
San Agustín 1ra Secc.	Calle Sur 26 S/N Entre Avenidas Lourdes y San Agustín Col. Nuevo Paseo de San Agustín	Alto
San Cristóbal	Calle Emilio Carranza S/N Entre Calle Abasolo y Melchor Ocampo Col. San Cristóbal Centro	Medio
San José Jajalpa	Av. Kennedy Entre Av. México y Av. Pemex Col. San José Jajalpa	Medio
San José Lázaro Cárdenas	Av. Chiapas Entre Av. Acueducto y Calle Anamaria Col. Ampliación Tulpetlac	Medio
San Juan	Boulevard Quetzalcóatl S/N Entre Quinto Sol y Boulevard Teocallis Col. Cd. Azteca Oriente	Medio
San Juan Ixhuastepec	Calle Porfirio Díaz S/N Entre Calles Vicente Guerrero y Miguel Hidalgo Col. Urbana Ixhuatepec	Medio
San Martin Caballero	Calle Josefa Ortiz de Domínguez Entre Calle Benito Juárez y Francisco y Madero Col. San Martin de Porres	Medio
San Miguel (Sagitario Iii)	Av. Valle de Guadiana S/N Entre Cerro de La Cabra y Cerro de Cantarranas Col. Sagitario Iii	Alto
Santa Clara Coatitla	Calle Francisco I. Madero Entre Calle Moctezuma y Av. Libertad Col. Santa Clara Coatitla	Medio
Santa Cruz	Av. Chiapas Entre Av. de Las Torres y Villa Nicolás Romero Col. Almarcigo Tulpetlac	Medio
Santa Elena	Av. 5 de Mayo Entre Ejidos de Tulpetlac y Av. Adolfo López Mateos (R-1) Col. El Chamizalito	Medio
Santa María Tulpetlac	Vía Morelos Entre Calles Sinaloa y Sonora Col. Santa María Tulpetlac	Medio
Sauces Ii	Av. Benito Juárez (Acero) S/N Entre Calles Urano y Saturno Col. Sauces Ii	Alto
Solidaridad San Pedro Xalostoc	Calle Juárez S/N Entre Reforma y José Ma. Morelos Col. San Pedro Xalostoc	Medio
Tierra Blanca	Av. Encino S/N Entre Calle Puerto de Palo y Puerto Pajaritos Col. Tierra Blanca	Medio

Mercado	Ubicación	Riesgo
Tizoc	Av. Tizoc Entre Malaquita y Agata Ciudad Cuauhtémoc Secc. Tizoc	Medio
Valle de Anáhuac	Leona Vicario S/N Entre Av. Central y Calle Marte Col. Valle de Anáhuac	Alto
Valle de Ecatepec	Valle del Tarim S/N Entre Valle de Hudson y Valle de Irtich Col. Valle de Aragón 3a Secc. Oriente	Alto
Valle de Ecatepec Sagitario X	Av. Morelos Esq. Circuito Cascada Conjunto Residencial Valle de Ecatepec	Alto
Venta de Carpio	Av. Venta de Carpio y Santa Lucia Fracc. Venta de Carpio	Alto
Vicente Coss Ramírez	Av. Guadiana S/N Entre Calles Neptuno y Cerro del Tepeyac Col. Sagitario li	Alto
Villas de Guadalupe Xalostoc	Av. Alfredo del Mazo S/N Entre Dr. Jorge Jiménez Cantú y Calle 37 Col. Villas de Guadalupe Xalostoc	Medio
Villas Ecatepec	Calle Norte 10 S/N Entre Faisanes y Calle Oriente 4 Col. Villas Ecatepec	Medio
Vista Hermosa	Calle Nardos No. 8 Entre Calle Arboledas y Calle Naranjos Col. Vista Hermosa	Medio
Vistas Ecatepec	Av. Camino A Reclusorio San Isidro Atlautenco, Fracc. Vistas de Ecatepec	Alto
Viveros Xalostoc	Calle Ébano S/N Entre Caoba y Pino Col. Viveros Xalostoc	Medio

Fuente: Elaboración Propia.

6.6.3 Tianguis sobre ruedas

El origen de los tianguis responde a una política nacional que buscaba establecer un lazo de cercanía entre los productores y los consumidores, con lo cual se esperaba una reducción de los precios en beneficio de las familias, este modelo fracasó y estos espacios se convirtieron en espacios anárquicos en los que el apoyo a las familias y a los productores se perdió de vista.

El establecimiento de tianguis y mercados sobre ruedas es un fenómeno que responde a la necesidad de abasto popular de bienes y servicios, dicho fenómeno en algunas ocasiones pudo aparecer como parte de programas institucionales para apoyar a la economía y el consumo de las familias y en otras como un simple asalto de la vía pública en donde sin más los comerciantes, con una excelente organización interna pero deficiente orden, fueron adquiriendo derechos que al paso del tiempo son imposibles de coartar.

Pero en el fondo el funcionamiento de este sistema de comercio, que a los ojos del orden pudiera ser considerado como perjudicial, está dado por la oferta y la demanda, pues aun cuando pudieran presentarse otros factores que impulsaran su aparición sin la existencia de una demanda mínima de los productos ofertados la instalación de estos centros de abasto carecería de lógica elemental en sus operaciones.

Actualmente el municipio cuenta con 229 tianguis bien ubicados los cuales se instalan de forma organizada cubriendo los 7 días de la semana, el número de comerciantes que conforman estas unidades es muy variable, así tenemos que algunos cuentan con pocos espacios mientras otros llegan a instalarse con más de 400 puestos, la mayoría con armados con material tubular y lonas, ocupando un espacio promedio de 2 m² cada uno, careciendo de servicios públicos como tomas de agua potable, sanitarios, vigilancia, depósitos de basura, así como de las medidas de control sanitario.

Mapa 6.11 Tianguis de 500 m de longitud ubicado sobre la calle Llano de los Báez.



Fuente: Elaboración propia.

Varios de ellos obstaculizan la circulación y generan caos vial en las calles donde se instalan o en aquellas que se encuentran circundantes.

Figura 6.6 La basura originada en los tianguis del municipio podría generar daños a la salud de la población circundante.



Fuente: Elaboración propia.

Por lo general sus actividades inician alrededor de las 7:00 horas, siendo considerados pequeños comerciantes que tienen esta actividad como única ocupación y fuente de ingresos apoyándose en familiares no asalariados, efectuándose las transacciones comerciales totalmente al menudeo.

Estos comerciantes se han integrado sobre la base de uniones de tianguistas, similares y conexos, encontrando en la práctica que se den casos de control político y manipulación para fines personales de sus dirigentes, así como para negociar con las autoridades municipales, en la asignación de cuotas y para la determinación de nuevos espacios urbanos, donde puedan ampliar su radio de acción en su comercio.

Quizás sin que sea su intención, la forma en que llevan a cabo su actividad conlleva una grave afectación a la ciudadanía, en muchos casos poniendo en riesgo tanto a las personas que acuden a ellos para comprar como a los que laboran en estos.

Entre las afectaciones que producen este tipo de instalaciones comerciales se pueden encontrar las siguientes:

- Obstrucción de vía pública y áreas de uso común con el consecuente riesgo de las personas que tienen que caminar por las calles, así como dificultad para el libre tránsito de vehículos, la prestación de servicios públicos municipales, e incluso, ante un siniestro, el acceso a los cuerpos de seguridad, bomberos, paramédicos o de otra índole.
- Proliferación de basura, fauna nociva y constante azolve en la red de drenaje.

- Deterio ambiental por el alto volumen de los aparatos de sonido, contaminación por olores, afectación de áreas verdes, etc.
- Venta de mercancía alimentaria sin controles de higiene.
- Problemas para el libre tránsito de personas y vehículos

Determinación del riesgo en tianguis sobre ruedas

Estos se calcularon de la misma manera que con los mercados, sólo que para este mapa, el proceso de la EMC le otorgó mayor peso dentro de la ponderación de criterios a la vulnerabilidad de la población circundante y a la distancia a la que se encuentran los servicios de emergencia como bomberos y ambulancias.

Al estar conformados la mayoría de los puestos de tubería metálica, no son susceptibles a padecer daños durante un evento sísmico, por lo que la población no se encuentra en riesgo de ser dañada por la caída de algún material. De igual forma, las inundaciones no afectan en mayor medida a estos, debido a su carácter itinerante.

A pesar de lo anterior, el proceso si otorgó cierto peso al mapa de riesgo sísmico, debido a que podrían darse importantes aglomeraciones de gente al momento de presentarse un sismo, lo cual generaría la movilización de todas las personas que se encuentren en ese lugar; esta evacuación si se da mal organizada podría generar otro tipo de afectaciones como personas aplastadas, accidentes de tránsito, entre otros. Los tianguis que fueron clasificados con mayor riesgo se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 6.16 Tianguis clasificados con mayor riesgo.

Representa	Ubicación	Instalación	Riesgo
Claudia González Cerón, Unión de Colonias Populares	Av Valle de Almazora Col Nicolás Bravo	Lunes	Alto
Ma. Eugenia Sánchez de Islas, Repres. de La Agrupación de Comerc. Tianguis. Cetemistas Rodolfo Islas Morales	Av. Valle del Don Entre Orquídea y Glorieta de Amazonas Unidad Habitacional C. T. M. Xiv	Jueves	Alto
Luis Felipe Montellano Hernández, Secretaria General Asociación Movimiento Autentico de Integración Zapatista, A.C.	Av, Valle de Almazora Entre Av. Valle Tulancingo y Rubén Darío Col. Renacimiento de Aragón	Martes	Alto
Hilda Gutiérrez Espinoza, Repres. de La Asoc. Civil Benito Juárez, Comerc. Tianguistas, Ambulantes y Anexos	Av. Juan O'gorman Entre Rubén Darío y Av. Toluca Col. Pedro Ojeda Paullada	Sábado	Alto
Everardo Díaz Espino, Presidente de La Asoc. de Comerc. En Gral. del Valle de Ecatepec, A. C.	Valle de Guadalquivir Entre Calle 6, Valle de Orinoco y Calle 3 Col. Códice Mendocino	Martes	Alto

Representa	Ubicación	Instalación	Riesgo
Everardo Díaz Espino, Presidente de La Asoc. de Comerc. En Gral. del Valle de Ecatepec, A. C.	Av. Bugambilias Entre Av. Abedul y Azalea Col. Ejercito del Trabajo Ii y Arboledas de Aragón	Viernes	Alto
Luis Gerardo Arroyo Reyes, Repres. de La Asoc. de Comerciantes Pedro Arroyo, A.C.	Sagitario Entre Neptuno y Av. Urano Col. La Estrella	Domingo	Alto
Roberto Ríos Velázquez, Srio. Gral. de La Org. de Comerc., Locatarios y Tianguistas Coatitla Manlio Ríos, A. C.	Av. Guadiana Entre Noche y Cerro de Los Cimientos Col. Estrella de Oriente y Sagitario Iii	Miércoles	Alto
Roberto Ríos Velázquez, Srio. Gral. de La Org. de Comerc., Locatarios y Tianguistas Coatitla Manlio Ríos, A. C.	Av. Guadiana Entre Tierra y Cerro del Encinal Col. Estrella de Oriente y Sagitario Iii	Domingo	Alto
Everardo Díaz Espino, Presidente de La Asoc. de Comerc. En Gral. del Valle de Ecatepec, A. C.	Av. Valle del Don Entre Av. Tigris y Canal Nacional Col. Valle De Aragón 3ª Sección	Lunes	Alto
Everardo Díaz Espino, Presidente de La Asoc. de Comerc. En Gral. del Valle de Ecatepec, A. C.	Av. Cedro Entre Fresno y Av. Pino Col. Valle de Ecatepec C. T. M. Xiii	Sábado	Alto
Hilda Gutiérrez Espinoza, Repres. de La Asoc. Civil Benito Juárez, Comerc. Tianguistas, Ambulantes y Anexos	Av. Encino Entre Brezo y Álamo Col. Prizo I	Viernes	Alto
Francisco Ortiz Romero, Repres. de La Unión de Tianguistas Abasto Popular, A. C.	Av. Lázaro Cárdenas Entre Virgo y Brezo Col. Prizo I y Prizo Ii	Lunes	Alto
Arcadio Cortes Suarez, Pte. de La Org. de Comerc. Tianguistas, Locatario y Artesanos de La V Zona de Ecatepec, A. C. "Arcadio Cortes Hernández"	Av. Valle de Júcar Entre Valle de Tulancingo y Valle de Zánacara Col. Bugambilias y Nezahualpilli	Jueves	Alto
Arcadio Cortes Suarez, Pte. de La Org. de Comerc. Tianguistas, Locatario y Artesanos de La V Zona de Ecatepec, A. C. "Arcadio Cortes Hernández"	Av. Valle de Júcar Entre Valle de Tulancingo y Valle de Zánacara Col. Bugambilias y Nezahualpilli	Domingo	Alto
Valentín Ortiz Aguilar Secretario General de La Unión de Comerciantes Tianguistas Melchor Múzquiz	Zánacara Entre Calle Wilson y Av. Guadiana Col. Solidaridad 90	Jueves	Alto
Arcadio Cortes Suarez, Pte. de La Org. de Comerc. Tianguistas, Locatario y Artesanos de La V Zona de Ecatepec, A. C. "Arcadio Cortes Hernández"	Av. Ensueño Entre Av. Miguel Hidalgo y Av. Guadalupe Victoria Col. Quinto Sol	Martes	Alto

Representa	Ubicación	Instalación	Riesgo
Hilda M. Mandujano Gutiérrez, Repres de La Asoc. Civil Benito Juárez, Comerc., Tianguistas, Ambulantes y Anexos	Av. Moctezuma Entre Benito Juárez y Nicolás Bravo Col. Nueva Aragón	Domingo	Alto
Arturo Rivera Gómez, Representante de La Asoc. Comerciantes Tianguistas Jardines de San Gabriel A.C.	Ferrocarril del Risco Entre Cristóbal Solano y Agustín Millán y Abarca La Av. Adolfo López Mateos Entre Guadalajara y Veracruz Col. Granjas Valle de Guadalupe y Abraca Parte de Chamizal	Lunes	Alto
Hilda M. Mandujano Gutiérrez, Repres de La Asoc. Civil Benito Juárez, Comerc., Tianguistas, Ambulantes y Anexos	Av. José Antonio y Adolfo Ruiz Cortines Entre Francisco Villa, Echeverría y Abedul Col. Nueva Aragón y Parte de Prizo I	Miércoles	Alto
Ma. Eugenia Sánchez González, Pte. de La Unión de Comerciantes y Tianguistas El Chamizal, A.C.	Av. Houston Entre Harlinton y California y Sobre Disneylandia Entre Cabo Kennedy y Washington Col Las Vegas Xalostoc	Sábado	Alto
Yolanda López Ortiz, Repres. de La Asoc, Frente Revolucionario de Comerciantes Tianguistas, A.C.	Av. Altavilla Entre Av. Tlalnepantla y Tenancingo Col Altavilla	Lunes	Alto
Rafael Ixta Ibarra, Presidente de La Asociación Rafael Ixta Barra, A.C.	Veracruz Col. Casas Reales del Pueblo de Santa María Chiconautla	Viernes	Alto
Roberto Ríos Velázquez, Srio. Gral. de La Org. de Comerc., Locatarios y Tianguistas Coatitla Manlio Ríos, A. C.	Prof. Carlos Hank Gonzalez y Av. Dr. Jorge Jimenez Cantu Col. Villas de Guadalupe Xalostoc	Viernes	Alto
Hilda Gutiérrez Espinoza, Repres. de La Asoc. Civil Benito Juárez, Comerc. Tianguistas, Ambulantes y Anexos	Pascual Morales y Sánchez Colín Entre Av. Hank González Col. Granjas Valle de Guadalupe	Martes	Alto
Virginia Solís Dimas, Pte. de La Unión de Comerciantes Papaqui, A.C.	Benito Juárez Entre John F Kennedy y Gob. Alfredo del Mazo Col. Granjas Valle de Guadalupe Sección A	Miércoles	Alto
Hilda Gutiérrez Espinoza, Repres. de La Asoc. Civil Benito Juárez, Comerc. Tianguistas, Ambulantes y Anexos	Av. Pichardo Pagaza y Av. Benito Juárez Entre Urano y Francisco I. Madero Col. Saucos I	Jueves	Alto
Antonia Argote Gutiérrez, Pte. de La Asoc. de Comerc. En Gral, Colonias y Transportistas "Héroes de La Independencia", A.C.	Adolfo López Mateos Entre Juan de La Barrera y Juan Escutia Col Amp José Xalostoc	Sábado	Alto

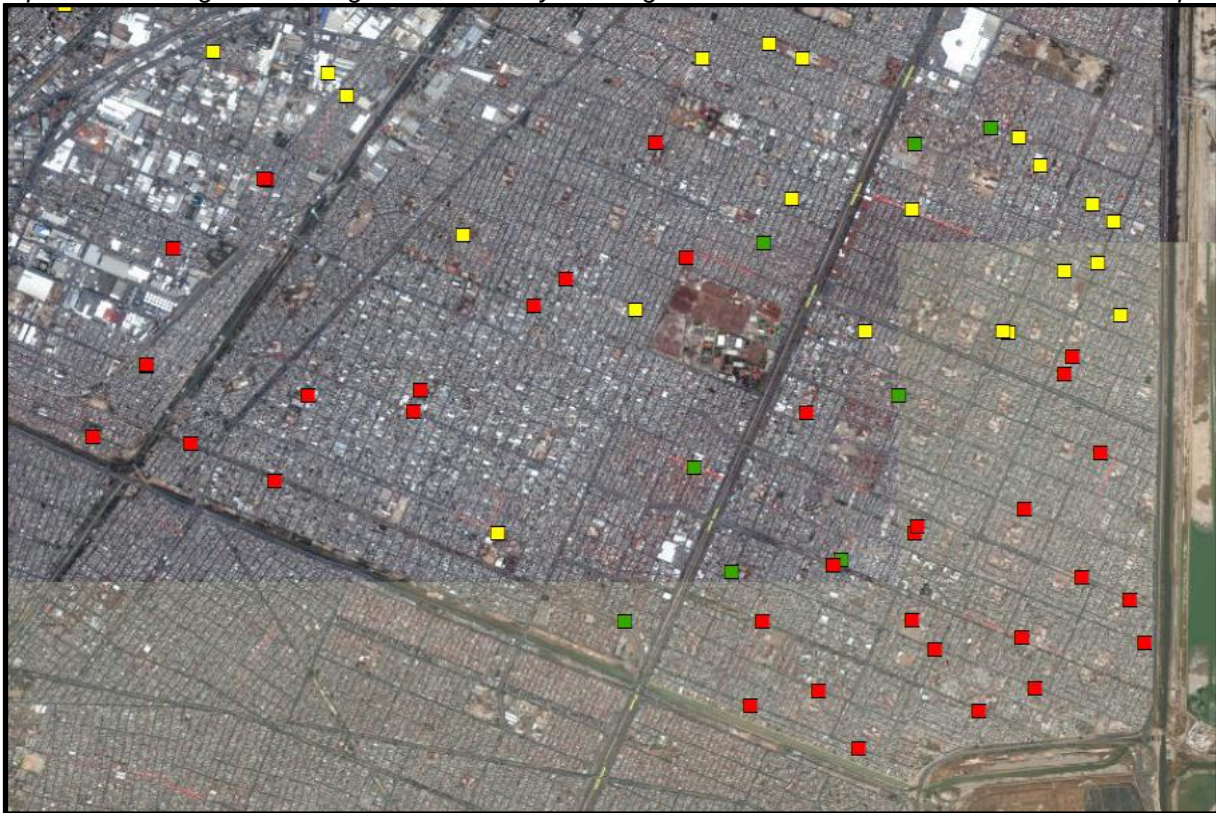
Representa	Ubicación	Instalación	Riesgo
Antonia Argote Gutiérrez, Pte. de La Asoc. de Comerc. En Gral, Colonias y Transportistas "Héroes de La Independencia", A.C.		Martes	Alto
Ayolo Azpeitia Ramos, Presidente de La Asociación de Ecologistas de Ecatepec, A.C.	Av. Saturno Entre Porfirio Díaz y Josefa Ortiz de Domínguez de La Col Sauces Col. Sauces V	Domingo	Alto
David Magaña García, Repres. de La Asoc. de Comerc. En Gral., Colonos y Transportistas "Héroes de La Independencia", A.C.	Av. Maravillas Entre Tulipán y Rosales Col. Jardines del Tepeyac	Miércoles	Alto
Ma. del Refugio M. Jaramillo, Pte. de La Asociación de Comerciantes y Tianguistas San Cristóbal, A. C.	Av. Diez Entre Calle Diez Hasta Pensamiento Sobre La Calle Azahares de La Col. Emiliano Zapata 1ª Sección Abarcando Jardines del Tepeyac	Lunes	Alto
Roberto Ríos Velázquez, Srio. Gral. de La Org. de Comerc., Locatarios y Tianguistas Coatitla Manlio Ríos, A. C.	Av. Sor Juana Inés de La Cruz, Marte, León A. Vicario Hasta El Mercado Col. Valle de Anáhuac	Jueves	Alto
Antonia Argote Gutiérrez, Pte. de La Asoc. de Comerc. En Gral, Colonias y Transportistas "Héroes de La Independencia", A.C.	Olivos Entre Fresnos 15 Mts Al Oriente y 15 Al Pte. Entre Ébano y Cda del Chopo Col Ampl Viveros Xalostoc	Lunes	Alto
Plácido Ramírez Sánchez, Repres. de La Unión de Comer. Tianguistas En Pequeño del Estado de México, A.C.	Calle 5 Entre Calle 20 y Calle 16 Col. Benito Juárez Xalostoc	Miércoles	Alto
Plácido Ramírez Sánchez, Repres. de La Unión de Comer. Tianguistas En Pequeño del Estado de México, A.C.	Calle 5 Entre Calle 20 y Calle 16 Col. Benito Juárez Xalostoc	Domingo	Alto
Plácido Ramírez Sánchez, Repres. de La Unión de Comer. Tianguistas En Pequeño del Estado de México, A.C.	Calle 5 Entre Canal del Risco y Calle 16 Col. Benito Juárez Xalostoc	Viernes	Alto
Antonio Pérez Aguilar, Repres. del Tianguis de La Cl. Gustavo Díaz Ordaz	Av. Sonora Entre Amapola y Malvón Col. Gustavo Díaz Ordaz	Sábado	Alto
Ma. del Refugio M. Jaramillo, Pte. de La Asociación de Comerciantes y Tianguistas San Cristóbal, A. C.	Chicoloapan y Ecatepec Entre Av. Segor y Otumba Col. El Segor	Lunes	Alto
Martha Yolanda Flores, Repres de La Asoc. de Comerc. Tianguistas, Puestos Fijos y Semifijos de Ecatepec y Zona Conurbada del Estado de México	Atlacomulco, Sultepec, Temoaya y Jilotepec Entre Av. Hank González y Adolfo López Mateos	Domingo	Alto
Raquel Jurado Álvarez, Srio. Gral. de La Unión de Comerc. Tianguistas Aztecas, A. C.	Atlacomulco, Temoaya, Sultepec, y Jilotepec Entre Av.	Martes	Alto

Representa	Ubicación	Instalación	Riesgo
	R-1 y Av. Central Col. Alfredo del Mazo		
Alfonso García Rosales, Secretario General de La Unión de Auténticos Tianguistas Revolucionarios Comerciantes En Pequeño y Similares de La República Mexicana, A. C.	Av. de Los Pinos Iniciando En La Esq. Con Av. Toluca A 90 Metros Col. La Cantera	Lunes	Alto
Martha Cristina Ramírez Corona, Pte. de La Unión de Comer, Tianguistas y Colonos San Pedro Xalostoc, A.C.	Oyamel Entre Av. de Los Chopos y Av. Recursos Col. Ejidos de San Cristóbal	Jueves	Alto
Ma. del Refugio M. Jaramillo, Pte. de La Asociación de Comerciantes y Tianguistas San Cristóbal, A. C.	Av. Chapultepec Entre Calle Uno y Calle Cuatro Col. San Andrés Ejidos	Domingo	Alto
Martha Cristina Ramírez Corona, Pte. de La Unión de Comer, Tianguistas y Colonos San Pedro Xalostoc, A.C.	Av. Prolongación Chapultepec Entre Calle 5 y Calle 7 Col. Ejidos de San Cristóbal	Sábado	Alto
Luis Felipe Montellano Hernández, Secretaria General Asociación Movimiento Autentico de Integración Zapatista, A.C.	Av. Prolongación Chapultepec Entre Niños Héroe y Av Recursos Hidráulicos	Lunes	Alto
Ma. del Refugio M. Jaramillo, Pte. de La Asociación de Comerciantes y Tianguistas San Cristóbal, A. C.	Av. Águilas Entre Av. Recursos y Cardenales Col. San Francisco de Asís	Jueves	Alto
Ma. del Refugio M. Jaramillo, Pte. de La Asociación de Comerciantes y Tianguistas San Cristóbal, A. C.	Av. Águilas Entre Av. Recursos y Golondrinas Col. San Francisco de Asís	Domingo	Alto
Ma. del Refugio M. Jaramillo, Pte. de La Asociación de Comerciantes y Tianguistas San Cristóbal, A. C.	Miguel Domínguez y Niños Héroe Col. La Laguna	Jueves	Alto
Elvira M. Villanueva Fragoso. Pte. Grupo de Tianguistas Pueblo de Guadalupe Victoria, A.C.	Felipe Carrillo Puerto Esq. Niños Héroe Col. Luis Donaldo Colosio	Martes	Alto
Elvira M. Villanueva Fragoso. Pte. Grupo de Tianguistas Pueblo de Guadalupe Victoria, A.C.	Av. de Las Torres Entre Av. Recursos y Benito Juárez, Col. Luis Dolado Colosio	Viernes	Alto
Ma. del Refugio M. Jaramillo, Pte. de La Asociación De Comerciantes y Tianguistas San Cristóbal, A. C.	Av. de Las Torres Entre Niños Héroe y Juan Domínguez Col. Luis Donaldo Colosio	Miércoles	Alto
Martha Cristina Ramírez Corona, Pte. de La Unión de Comer, Tianguistas y Colonos San Pedro Xalostoc, A.C.	Av. Francisco Villa Entre Canal y La 3º Cda de Chabacano Col. Luis Donaldo Colosio	Domingo	Alto
Martha Cristina Ramírez Corona, Pte. de La Unión de Comer, Tianguistas y Colonos San Pedro Xalostoc, A.C.	Av. Francisco Villa Entre Emiliano Zapata y Cda de	Lunes	Alto

Representa	Ubicación	Instalación	Riesgo
	Francisco Villa Col. Luis Donaldo Colosio		
Martha Cristina Ramírez Corona, Pte. de La Unión de Comer, Tianguistas y Colonos San Pedro Xalostoc, A.C.	Jesús Arreaga Entre Calle Chiapas y José Manuel Arista Col Luis Donaldo Colosio	Martes	Alto
Pedro Llanos Zarazas, Nuevas Generaciones de Comerciantes, A.C.	Av Emiliano Zapata S/N Col Luis Donaldo Colosio	Domingo	Alto
Elvira M. Villanueva Fragoso. Pte. Grupo de Tianguistas Pueblo de Guadalupe Victoria, A.C.	Av. de Las Torres Entre Av. Recursos y Av. Diana Laura Col. Luis Dolado Colosio	Domingo	Alto
Elvira M. Villanueva Fragoso. Pte. Grupo de Tianguistas Pueblo de Guadalupe Victoria, A.C.	Tecámac Entre Diana Laura y Benito Juárez Col. Luis Donaldo Colosio	Miércoles	Alto

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 6.12 Tianguis catalogados con mayor riesgo localizados en el sureste del municipio.



Fuente: Elaboración propia.

6.6.4 Fiestas patronales

El Programa de Protección Civil para Festividades del gobierno del Estado de México define a las mismas como el conjunto de actos extraordinarios que se celebran y organizan en sitios públicos con motivo de algún acontecimiento, mediante fechas del calendario para realizarse durante el año.

Estas pueden ser de tipo religioso, cívico, deportivo y cultural, en las cuales se realizan actividades como ferias, carreras de caballos, fiesta brava, danzas folklóricas, rituales, peregrinaciones, desfiles cívicos y deportivos, manifestaciones, torneos de gallos, quema de juegos pirotécnicos, entre otras.

De acuerdo con el bando municipal se consideran como fechas importantes la celebración de sus pueblos fundadores, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 6.17 Principales fiestas patronales el municipio.

Pueblo	Fecha
San Isidro Atlautenco	15 de mayo
San Pedro Xalostoc	29 de Junio
San Cristóbal	25 de Julio
Santa Clara Coatitla	12 de Agosto
Santa María Chiconautla	18 de Septiembre
Santa María Tulpetlac	25 de Noviembre
Andrés de la Cañada	30 de Noviembre
Guadalupe Victoria	12 de Diciembre
Santo Tomás Chiconautla	21 de Diciembre

Fuente: Elaboración propia.

Estas fiestas patronales que se realizan dentro del municipio cumplen con la importante función de sentar las bases para una adecuada cohesión social, lo que permite a los habitantes identificarse como parte de un grupo y construirse como actores diferenciados entre sí, además, para muchos de ellos significan una entrada de recursos económicos, pues en estas fechas muchos se dedican a vender diversos artículos y alimentos.

Cuando se presentan este tipo de concentraciones de población en una de estas festividades y no se toman las medidas adecuadas en materia de protección civil, se pueden provocar una serie de fenómenos de origen socio-organizativo, los cuales, si salen de control pueden generar una cadena de afectaciones como la interrupción o problemas de operación de los servicios vitales, accidentes carreteros, vandalismo, acciones de saqueo, daños a propiedad privada y equipamiento urbano, pérdidas económicas y lo más importante, pérdidas humanas.

Figura 6.7 Fiestas patronales de San Isidro Atlautenco.



Fuente: Elaboración propia.

Para tratar de disminuir los efectos negativos que pudieran generar los fenómenos socio-organizacionales se han desarrollado diversas herramientas tecnológicas, metodologías así como leyes, reglamentos y programas.

Existen desde el programa especial de protección civil cuyo contenido se concreta a la prevención de problemas específicos de riesgo derivados de un evento o actividad especial en un área determinada, hasta la cartografía de riesgos elaborada para realizar labores de prevención.

Determinación de los niveles de peligro

Realizar estudios y mapas de riesgo de fiestas patronales deriva en un gran esfuerzo debido a la complejidad que guardan todas y cada una de las diversas festividades que se realizan dentro del territorio municipal; por una parte, los pueblos no presentan iguales condiciones geográficas, a pesar de que se localizan en el mismo territorio; la cantidad de personas que asisten no son las mismas; existen variaciones en el número y tipo de establecimientos comerciales que se instalan, además no se distribuyen de la misma manera sobre el espacio designado; existen distintas cantidades de juegos pirotécnicos en cada celebración y no todas tienen la misma temporalidad.

En este sentido se han desarrollado distintas formas para delimitar las zonas de peligro y riesgo dentro de un espacio geográfico, una de ellas es realizar un análisis de riesgo a partir de la delimitación de la zona de influencia del evento, que en este caso, corresponde a la zona donde se celebran las festividades de cada uno de los pueblos fundadores del municipio.

Dichos análisis se llevan a cabo cruzando el área de influencia del evento con los mapas de peligros y riesgos de la zona, lo que da como resultado la zonificación por tipo de peligro dentro

de cada área, la cual corresponderá a aquellas zonas que pueden verse afectadas por los impactos generados como resultado de algún fenómeno.

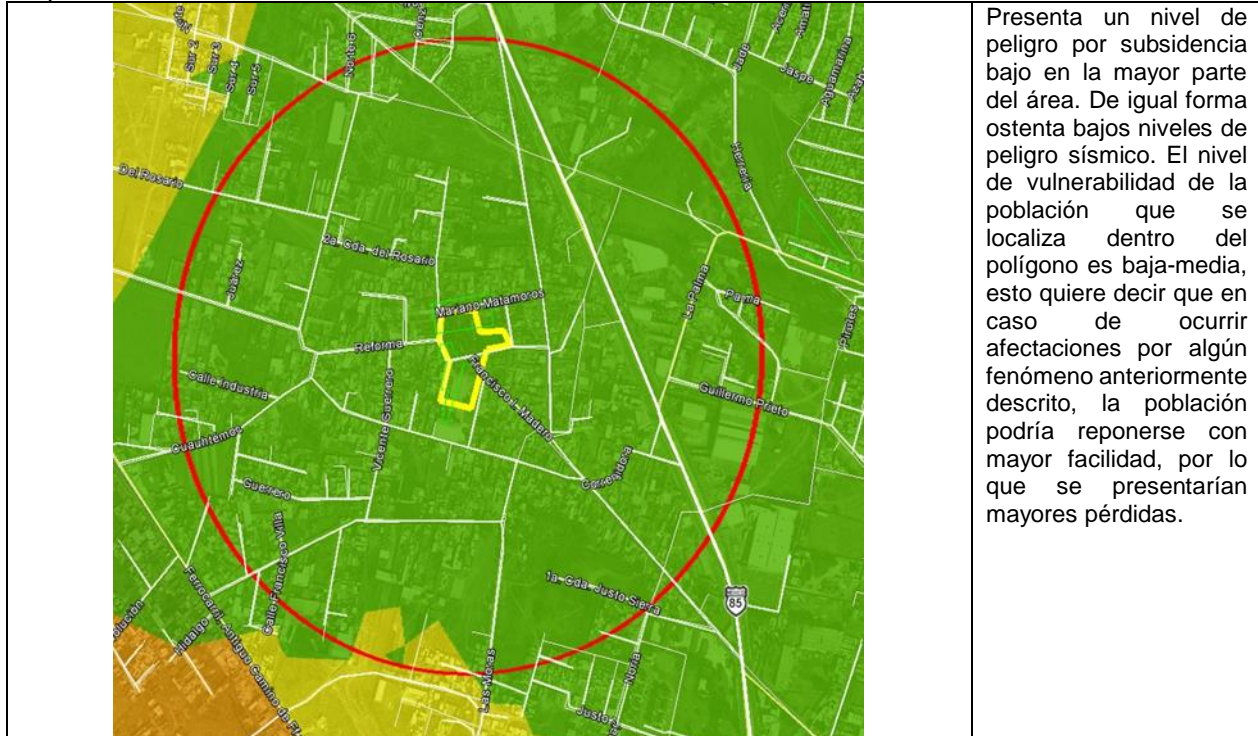
El trazo de cada una de estas áreas se realizó, a partir del centroide del polígono que delimita las zonas donde regularmente se instalan los puestos de comida, y otros artículos relacionados con la celebración. El radio con el que se trabajó para delimitar dichos polígonos es de 500 metros ya que es el sugerido por distintos organismos tanto nacionales como internacionales.

Tabla 6.18 Eventos y posibles consecuencias en fiestas patronales.

Evento	Consecuencias posibles
Interrupción de servicios vitales	Pueden generarse debido a una acción específica o dirigida por el hombre, como producto de una concentración masiva de población, a causa de una conducta antisocial, por descuido o negligencia en la operación de los sistemas vitales. Graves lesiones y la muerte. Pérdida de bienes.
Accidentes vehiculares	Retraso en el tránsito de personas y transporte de bienes y servicios. Destrucción o daños a las vías de comunicación y otros servicios vitales. Encadenamiento con otras emergencias a consecuencia de incendios, explosiones, derrames y fugas de sustancias peligrosas.
Fuegos artificiales	Lesiones físicas y muerte Explosiones e incendios. Pérdida de extremidades, vida y lesiones físicas graves. Insolación y golpe de calor en temporada de estiaje. Atropellamientos por vehículos y por multitudes sin control.
Concentraciones masivas de población	Problemas de tipo psicológico y afectaciones sociales. Incendios y explosiones. Hipotermia. Robo de pertenencias, riñas callejeras, uso de armas punzo cortantes y de fuego.
Ferias y palenques	Lesiones y pérdida de la vida. Pérdida parcial y/o total de los bienes. Colapso de graderías. Uso de armas de fuego y punzo cortantes. Incendios. Riñas.
Peregrinaciones	Lesiones físicas y muerte. Insolación y golpes de calor. Riñas. Explosiones e incendios.

Fuente: DENUE INEGI.

Mapa 6.13 Perímetro de afectación de la fiesta de Santo Tomás Chiconautla.



Presenta un nivel de peligro por subsidencia bajo en la mayor parte del área. De igual forma ostenta bajos niveles de peligro sísmico. El nivel de vulnerabilidad de la población que se localiza dentro del polígono es baja-media, esto quiere decir que en caso de ocurrir afectaciones por algún fenómeno anteriormente descrito, la población podría reponerse con mayor facilidad, por lo que se presentarían mayores pérdidas.

Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.15 Perímetro de afectación de la fiesta de San Andrés de la Cañada



Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.16 Perímetro de afectación de la fiesta de Santa María Tulpetlac



Esta zona presenta niveles medios de peligro sísmico por lo que es necesario que durante la fiesta se traten de dejar espacios entre los puestos esto para que sirvan de punto reunión asimismo deberá mantenerse lo más despejado posible por lo menos dos rutas de evacuación. Las zonas que presentan peligro por inundación se localizan fuera del área de influencia por lo que no afectarían el transcurso de la celebración. La vulnerabilidad de la población circundante es media.

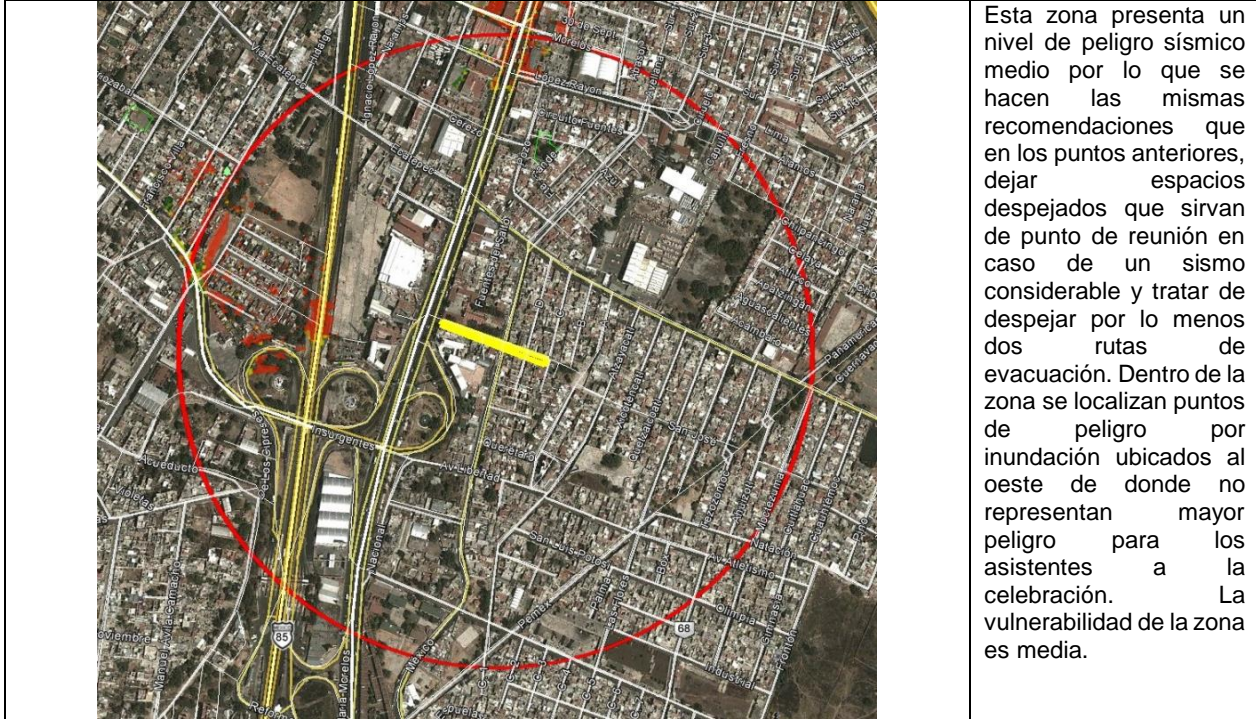
Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.17 Perímetro de afectación de la fiesta de Santuario de la virgen de Guadalupe



Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.18 Perímetro de afectación de la fiesta de San José Jajalpa



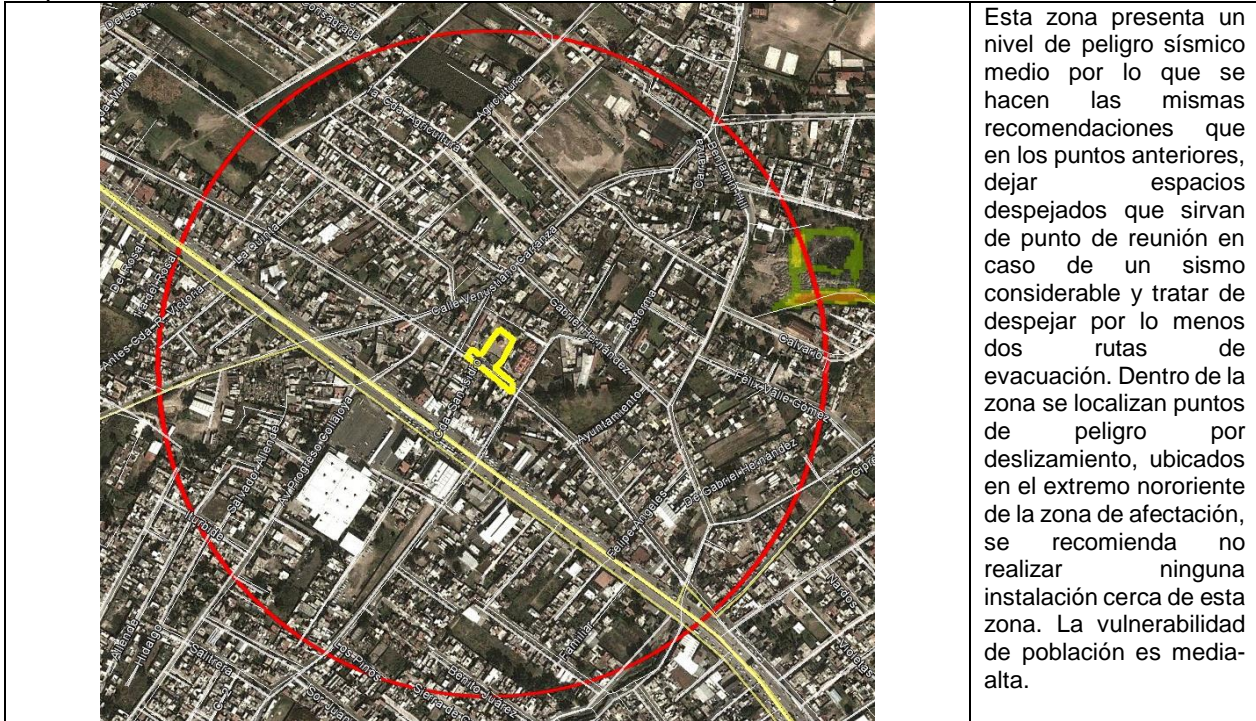
Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.19 Perímetro de afectación de la fiesta de Río de Luz



Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.20 Perímetro de afectación de la fiesta de Guadalupe Victoria



Fuente: Elaboración propia

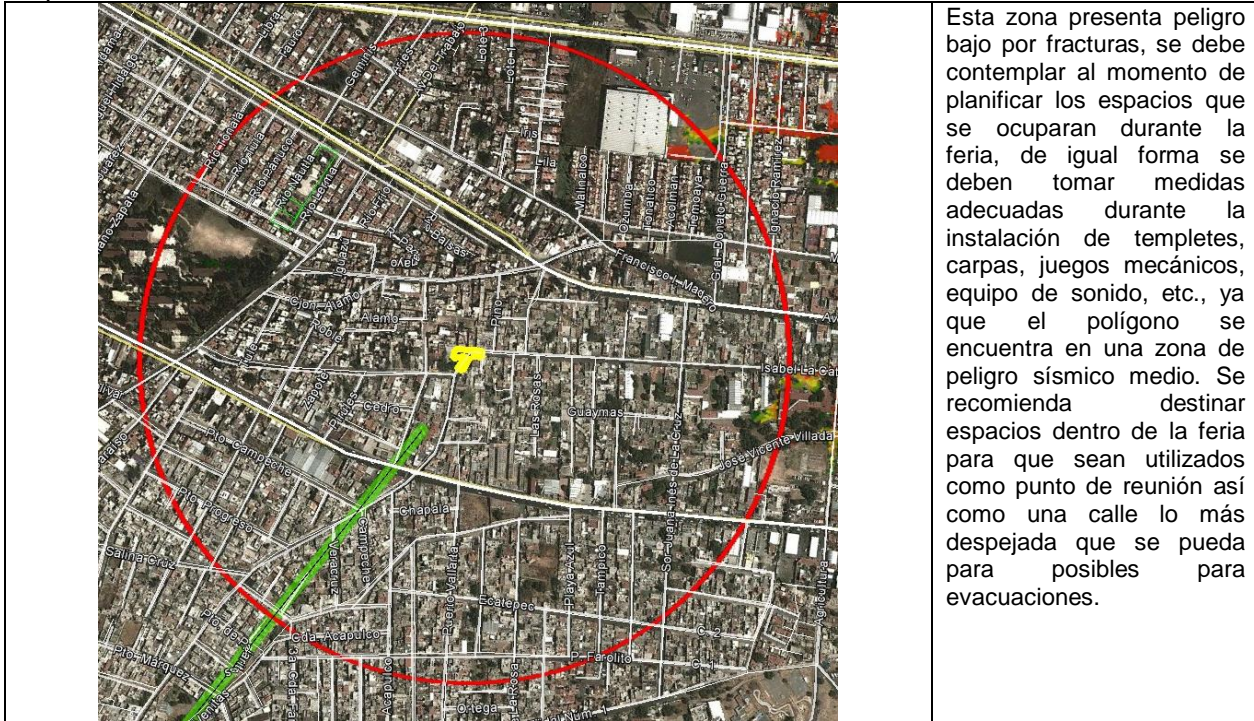
Mapa 6.22 Perímetro de afectación de la fiesta de Santa Clara



El grado de peligro sísmico que se localiza dentro del polígono de afectación es medio, por lo que se deben tomar las medidas adecuadas para evitar siniestros durante las festividades, se debe verificar que tempestes, juegos mecánicos y otras estructuras grandes sean lo suficientemente estables, asimismo se deben dejar espacios libres de puestos que sirvan como puntos de reunión o zonas de menor riesgo. Al norte del área de influencia se localiza una zona con riesgo medio por fracturas, por lo que se debe considerar al momento de planificar los espacios que ocuparan los puestos, juegos mecánicos u otras actividades.

Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.23 Perímetro de afectación de la fiesta de Barrio del Calvario



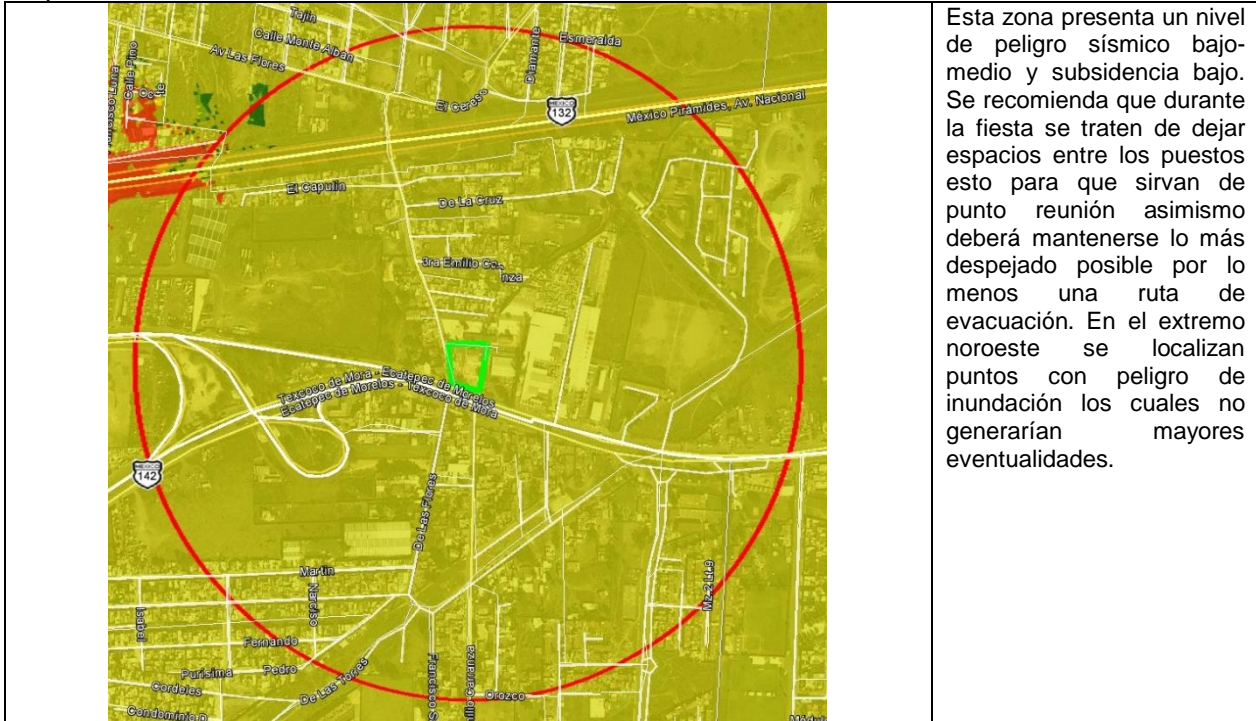
Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.24 Perímetro de afectación de la fiesta de San Pedro Xalostoc



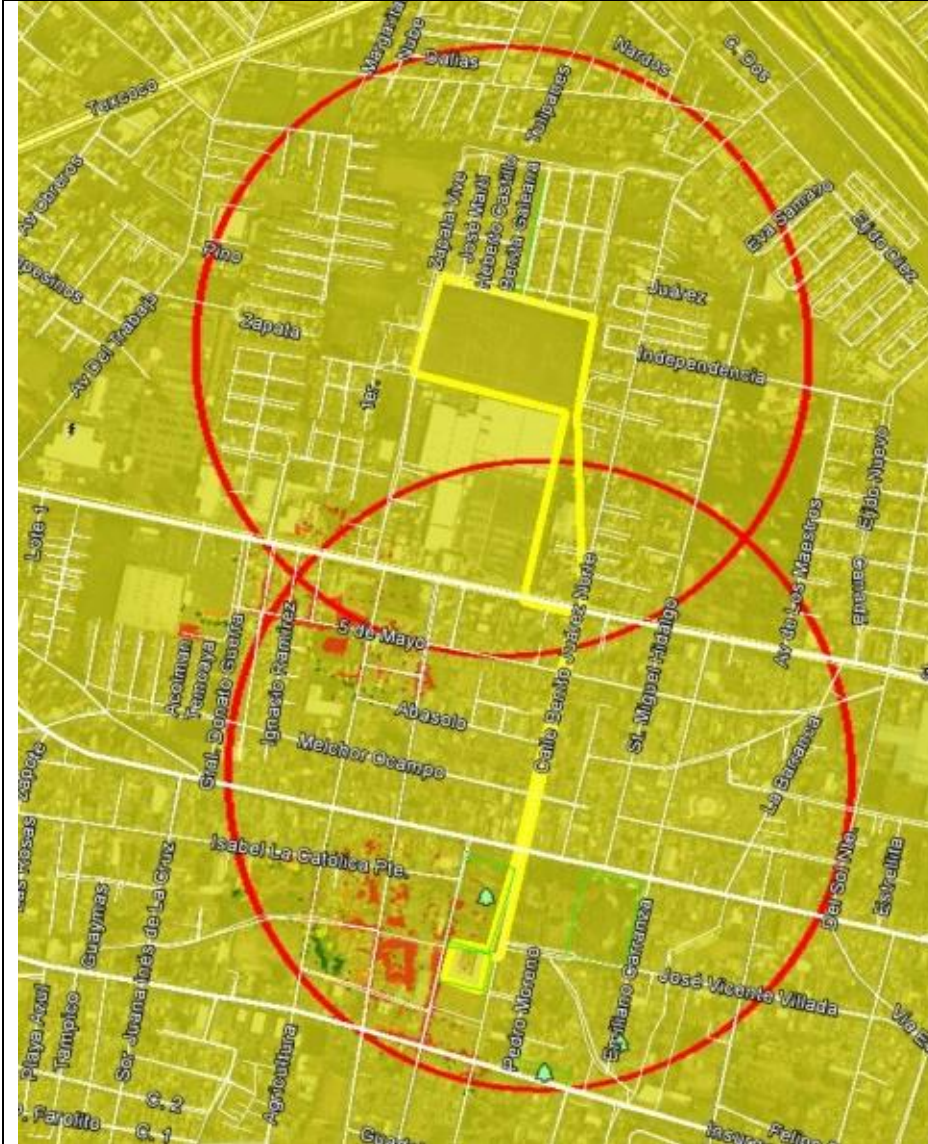
Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.25 Perímetro de afectación de la fiesta de San Isidro Atlautenco



Fuente: Elaboración propia

Mapa 6.26 Perímetro de afectación de la fiesta de San Cristóbal



Es la feria más grande que se presenta en el municipio, el polígono de afectación se encuentra en una zona de peligro sísmico medio por lo será necesario tomar medidas adecuadas durante la instalación de templetos, carpas, juegos mecánicos, equipo de sonido, etc., asimismo se debe dejar libre de comercio varias zonas dentro de la feria que sirvan como puntos de reunión o zonas con menor riesgo, además se deben mantener despejadas al menos 4 vialidades para posibles evacuaciones y libre paso de cuerpos de emergencia como bomberos y/o ambulancias. Existen algunas zonas con distintos niveles de peligro por inundación, deben ser contempladas para evitar instalar en ellas comercios o juegos mecánicos, asimismo se deben tomar en cuenta al momento del trazo de rutas de evacuación.

Fuente: Elaboración propia

En función de lo anterior, se determina que en general, el riesgo por accidentes derivados del comportamiento en concentraciones masivas de población, es **MEDIO**.

6.5 Acciones premeditadas

Dentro de las expresiones de conducta antisocial se incluyen los actos de sabotaje y el terrorismo. El sabotaje es definido por SINAPROC como una acción deliberada sancionada por la ley, consistente en dañar, destruir o entorpecer temporal o definitivamente, el funcionamiento de instalaciones o de servicios fundamentales para la subsistencia de la comunidad o para su defensa, con el fin de trastornar la vida económica de un país o afectar su capacidad de defensa.

En el artículo 140 del Código Penal Federal mexicano, se señala que las instalaciones susceptibles de actos de sabotaje incluyen las vías de comunicación, servicios públicos, funciones de las dependencias del Estado, organismos públicos descentralizados, empresas de participación estatal o sus instalaciones; plantas siderúrgicas, eléctricas o de las industrias básicas; centros de producción o distribución de artículos de consumo necesarios de armas, municiones o implementos bélicos

6.5.1 Terrorismo

El terrorismo se define como acción deliberada sancionada por la ley que se realiza a través del empleo de medios violentos cuyos efectos pueden vulnerar la seguridad y la integridad de las personas, de las cosas o de los servicios públicos, produciendo alarma o temor entre la población en general o en un sector de ella, para perturbar la paz pública, buscar el menoscabo de la autoridad del Estado o presionar a la autoridad para que tome una determinación.

A nivel internacional se incluyen como actos de terrorismo: las amenazas de terrorismo, los secuestros, los asesinatos, el robo de información; las amenazas de bomba y los bombardeos; el ciberataque, y el uso de armas químicas, biológicas, nucleares o radiológicas.

Los blancos o instalaciones de alto riesgo para los actos de terrorismo en el mundo son los centros corporativos o de negocios, las instalaciones militares y de gobierno, los aeropuertos internacionales, las instalaciones de suministro de agua y alimentos, las instalaciones donde se concentra la población. Entre 1997 y 2002 las instalaciones dedicadas a negocios representaron el primer lugar como objetivo de ataques terroristas.

Con base en la experiencia internacional en actos de terrorismo se han elaborado perfiles de amenazas o peligros de terrorismo, los cuales se presenta a continuación.

Tabla 6.19 Perfil general de eventos asociados con diferentes peligros o amenazas de terrorismo

No.	Amenaza / Peligro	Modo de aplicación	Duración	Grado de efectos; Estático / Dinámico	Condiciones de mitigación y exacerbación
1	Aparatos explosivos improvisados (Bombas), Vehículo estacionario, Vehículo en movimiento, Correo, Suministro Arrojado o Colocado, Personal	Detonación de aparato explosivo en o cerca del objetivo; vía persona, vehículo o proyectil.	Instantánea; pueden utilizarse aparatos adicionales, lo que aumenta la duración de la amenaza/peligro hasta que el sitio atacado es declarado despejado.	Se determina por tipo y cantidad de explosivo. Los efectos son generalmente estáticos más que de consecuencia en cadena, aumento en fallas estructurales, etc.	La onda expansiva en un determinado punto delimitado es inversamente proporcional al cubo de la distancia del artefacto. Así, cada incremento en la distancia hacia el artefacto provee mayor protección progresivamente. La exacerbación de las condiciones incluye la facilidad de acceso al objetivo de ataque, falta de barreras o protección, construcciones deficientes y el fácil ocultamiento del aparato.
2	Agentes químicos, Sangre, Ahogamiento / Pulmones, Incapacitantes, Control de disturbios / gas lacrimógeno, Vomitivos	Contaminantes líquidos o en aerosol se dispersan usando rociadores y otros instrumentos; líquidos evaporados de charcos / contenedores; municiones	Horas o semanas, dependiendo del agente y las condiciones en las que exista.	Latas contaminadas pueden ser llevadas al área-objetivo por personas, vehículos, agua y viento. Los químicos pueden ser corrosivos o dañinos con el paso del tiempo si no son atendidos.	La temperatura puede afectar la evaporación de los aerosoles. La temperatura del suelo afecta la evaporación de los líquidos. La humedad puede incrementar el tamaño de las partículas de aerosol, reduciendo el riesgo de inhalación. La lluvia puede diluir y dispersar los agentes químicos, pero puede diseminar la contaminación. El viento puede dispersar los vapores, pero puede hacer que el objetivo sea dinámico. Los efectos micrometeorológicos en edificios y terrenos pueden alterar el recorrido

No.	Amenaza / Peligro	Modo de aplicación	Duración	Grado de efectos; Estático / Dinámico	Condiciones de mitigación y exacerbación
3	Quemas / Incendios	Iniciación de fuego o explosión cerca de o en el área objetivo vía contacto directo o proyectil.	Generalmente de minutos a horas.	El grado de afectación se determina por el tipo y cantidad de aparatos y materiales presentes en o cerca del objetivo. Efectos generalmente estáticos más que de consecuencia en cadena, aumento en fallas estructurales, etc.	y la duración de los agentes. Sistemas de protección, detección de incendios y técnicas de construcción resistentes al fuego. La seguridad inadecuada facilita el acceso al objetivo, el almacenamiento de objetos incendiarios y la no detectable iniciación del fuego. El no cumplimiento de las normas de construcción y las fallas en el mantenimiento del sistema antiincendios puede aumentar sustancialmente la efectividad de un arma incendiaria.
4	Ataques armados, Balas (armas pequeñas), Armas fijas (lanzagranadas, morteros)	Agresiones tácticas o de francotirador es desde un punto remoto.	Generalmente de minutos hasta días	Varía en base a la intención y capacidades del perpetrador.	Una seguridad inadecuada puede facilitar el acceso al objetivo, el almacenamiento de armas y la no detección del inicio de un ataque armado.
5	Agentes biológicos, Anthrax, Botulismo, Brucelosis, Plaga, Viruela, Fiebres hemorrágicas virales, Toxinas (Botulínica, Ricina, Enterotoxina estafilocócica B, micotoxinas T-2)	Contaminantes líquidos o sólidos pueden dispersarse utilizando rociadores y aerosoles o por municiones, depósitos encubiertos y rociadores móviles.	Horas o años, dependiendo del agente utilizado y de las condiciones en que se presente.	Depende del agente utilizado y de la efectividad con la que es dispersado.	La altura de lanzamiento por encima del suelo puede afectar la dispersión; la luz del sol es destructiva para muchas bacterias y virus; los vientos ligeros a moderados dispersarán los agentes, pero vientos fuertes pueden deshacer las nubes de aerosol; los efectos micrometeorológicos de edificios y terrenos

No.	Amenaza / Peligro	Modo de aplicación	Duración	Grado de efectos; Estático / Dinámico	Condiciones de mitigación y exacerbación
		Pueden ser dirigidos a alimentos o suministradores de agua.			pueden influenciar la diseminación y recorrido de los agentes.
6	Ciberterrorismo	Ataques electrónicos utilizando un sistema de cómputo contra otro.	Minutos o días.	Generalmente no hay efectos directos en edificios.	Una seguridad inadecuada puede facilitar el acceso a equipos de cómputo críticos que serán usados para perpetrar los ataques.
7	Agroterrorismo	Directo, generalmente encubierta de suministros de alimentos o colocación de agentes de plagas y enfermedades en cultivos y ganado.	Días o meses.	Varía en base al tipo de incidente. Los eventos de contaminación de alimentos pueden limitarse a sitios de baja distribución, mientras que las plagas y enfermedades pueden esparcirse en rangos más amplios. Generalmente no hay efectos directos en edificios.	Una seguridad inadecuada puede facilitar la adulteración de alimentos y la introducción de agentes de plagas y enfermedades en cultivos y ganado.
8	Agentes radioactivos Alfa, Beta, Gamma	Contaminantes radioactivos pueden dispersarse utilizando rociadores y aerosoles o por municiones, depósitos	Los contaminantes pueden ser peligrosos por segundos o años, dependiendo del material utilizado.	Los efectos iniciales se localizarán en el lugar de ataque; dependiendo de las condiciones meteorológicas, el comportamiento subsecuente de los	El tiempo de exposición, distancia desde la fuente radioactiva y la cantidad de escudos entre la fuente y el objetivo de ataque determinan la exposición a la radiación.

No.	Amenaza / Peligro	Modo de aplicación	Duración	Grado de efectos; Estático / Dinámico	Condiciones de mitigación y exacerbación
		encubiertos y rociadores móviles.		contaminantes radioactivos puede ser dinámico.	
9	Artefactos nucleares	Detonación de artefactos nucleares bajo la superficie, en la superficie, en el aire o en las alturas.	El rayo de luz/calor y el impacto de la onda expansiva pueden durar segundos; la radiación nuclear y la lluvia radioactiva pueden persistir por años. El pulso electromagnético o detonado desde las alturas dura segundos y afecta a los sistemas electrónicos desprotegidos.	Los efectos de la luz inicial, calor y onda expansiva de una explosión en el subsuelo, en la superficie o en el aire son estáticos y determinados por las características y uso del artefacto; la lluvia de contaminantes radioactivos puede ser dinámica, dependiendo de las condiciones meteorológicas.	Los efectos nocivos de la radiación pueden ser reducidos minimizando el tiempo de exposición. Los rayos, el calor y las ráfagas de energía se reducen logarítmicamente en función de la distancia del sitio de detonación. Terrenos forestales, estructuras, etc., pueden servir de protección al absorber y/o reflejar la onda radioactiva.
10	Liberación de material peligroso (En sitios fijos o móviles), Materiales y químicos industriales tóxicos (Vapores orgánicos: ciclohexano; Gases ácidos: cianógenos, cloro, sulfuro de hidrógeno;	Contaminantes sólidos, líquidos o gaseosos pueden ser liberados desde puntos fijos o contenedores móviles.	De horas a días.	Los químicos pueden ser corrosivos o dañinos con el paso del tiempo. Pueden presentarse explosión o incendios subsecuentemente. La contaminación puede realizarse a través de personas,	Al igual que con las armas químicas, las condiciones climáticas afectarán directamente el desarrollo de la amenaza. Los efectos micrometeorológicos de edificios y terrenos pueden alterar la trayectoria y duración de los agentes. El no cumplimiento de los códigos de seguridad y contra incendios, así como las fallas en el mantenimiento del sistema

No.	Amenaza / Peligro	Modo de aplicación	Duración	Grado de efectos; Estático / Dinámico	Condiciones de mitigación y exacerbación
	Gases base: amoníaco; Casos especiales: fosgeno, formaldehído).			vehículos, agua o viento	antiincendios pueden aumentar sustancialmente el daño por la liberación de materiales peligrosos.
11	Entrada no autorizada Forzada, Encubierta	Uso de manos o herramientas, armas o explosivos para crear entradas del tamaño de una persona o la operación de un mecanismo (una puerta asegurada), o el uso de credenciales falsas para acceder a un edificio.	Minutos u horas, dependiendo de la intención.	Si el objetivo es robar o destruir valores o información, los efectos iniciales se presentan rápidamente, pero el daño puede ser duradero. Si la intención es interrumpir operaciones o tomar rehenes, los efectos pueden ser de larga duración, especialmente si ocurren decesos o hay personas heridas.	Los estándares de diseño de seguridad de la construcción deben cumplir con las medidas mínimas de mitigación. Para valores más críticos, medidas adicionales, como circuitos cerrados de televisión o flujos de tráfico que conduzcan a los visitantes a puntos de control de acceso son de utilidad para la detección de estos peligros.
12	Espionaje Acústico, Electrónico, Visual	Recolección a distancia de información visual utilizando cámaras o instrumentos ópticos de alto poder, información acústica utilizando micrófonos	Generalmente meses.	Habitualmente esto precede la pérdida de un valor. Un equipo de vigilancia terrorista invierte grandes cantidades de tiempo buscando vulnerabilidades y tácticas que pueden ser exitosas. Este	El diseño del edificio, especialmente la obstrucción de líneas de observación y el aseguramiento de los muros y ventanas exteriores que bloqueen la transmisión de sonido pueden reducir estos peligros.

No.	Amenaza / Peligro	Modo de aplicación	Duración	Grado de efectos; Estático / Dinámico	Condiciones de mitigación y exacerbación
		direccionales y láser, e información electrónica de computadoras, teléfonos celulares y radios de mano.		periodo de tiempo provee la mejor evaluación de la amenaza ya que indica la importancia del edificio para el perpetrador.	

Fuente: FEMA

En el Municipio de Ecatepec, en años recientes se han presentado actos terroristas tales como amenazas de bomba y explosiones de baja intensidad, generalmente reivindicadas por grupos subversivos. A continuación se enlistan los actos de terrorismo mas recientes y relevantes en Ecatepec.

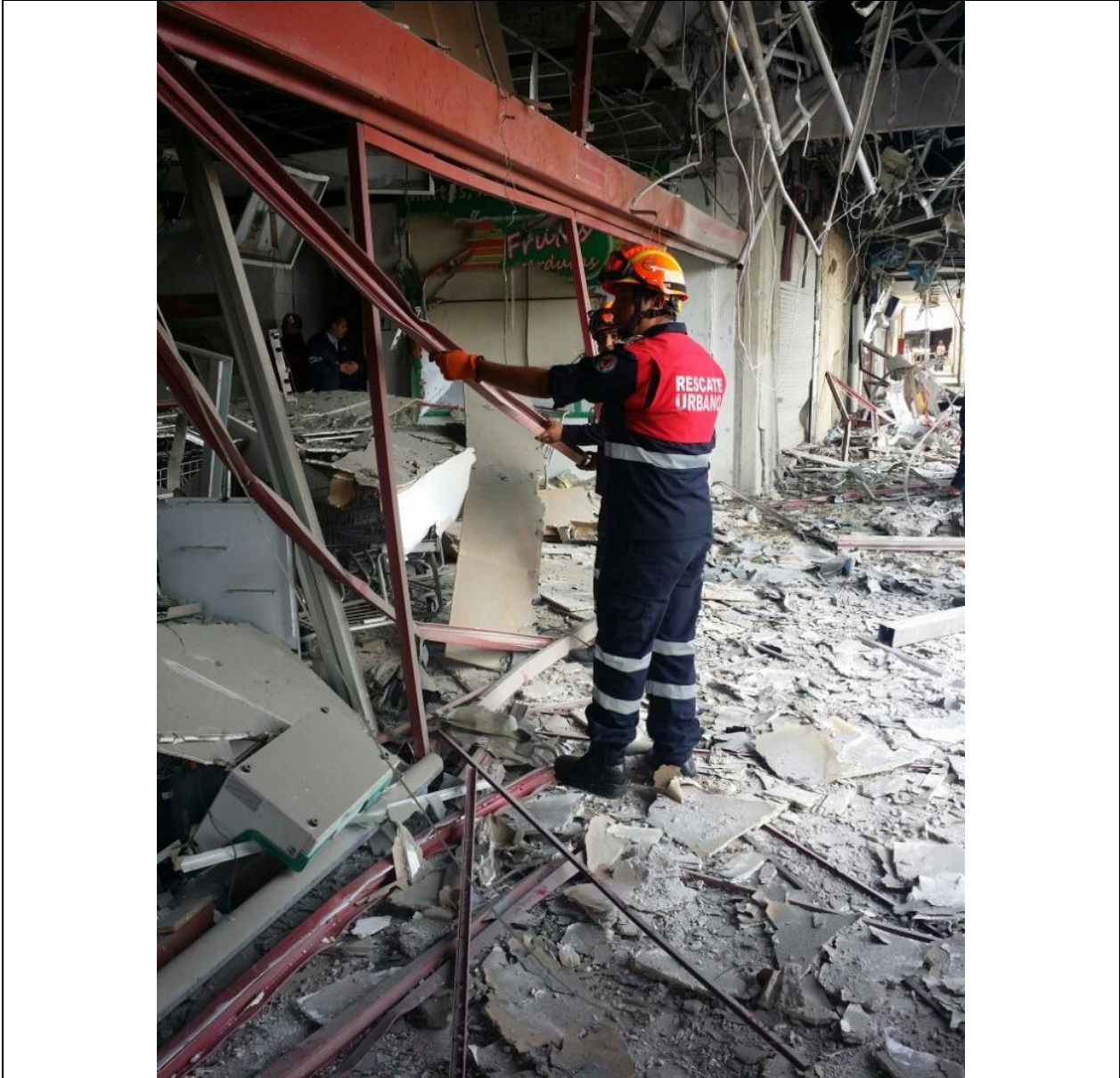
Tabla 6.20 Actos de terrorismo recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
9/02/2011	Amenaza de Bomba, desalojo del edificio por aproximadamente mil personas	Palacio Municipal de Ecatepec
11/11/2014	Explosión ocurrida en un centro comercial, reivindicada por el Ejército Popular Revolucionario, aunque según peritos, se debió a un accidente fortuito. Hubo daños en el supermercado, dos bancos y otros comercios	Soriana Valle de Aragón
29/04/2015	Amenaza de Bomba, desalojo del edificio por aproximadamente 800 personas	Centro de Servicios Administrativos Ecatepec, Vía Morelos S/N, Jardines de Casa Nueva

Fuente: elaboración propia con datos de la prensa local.

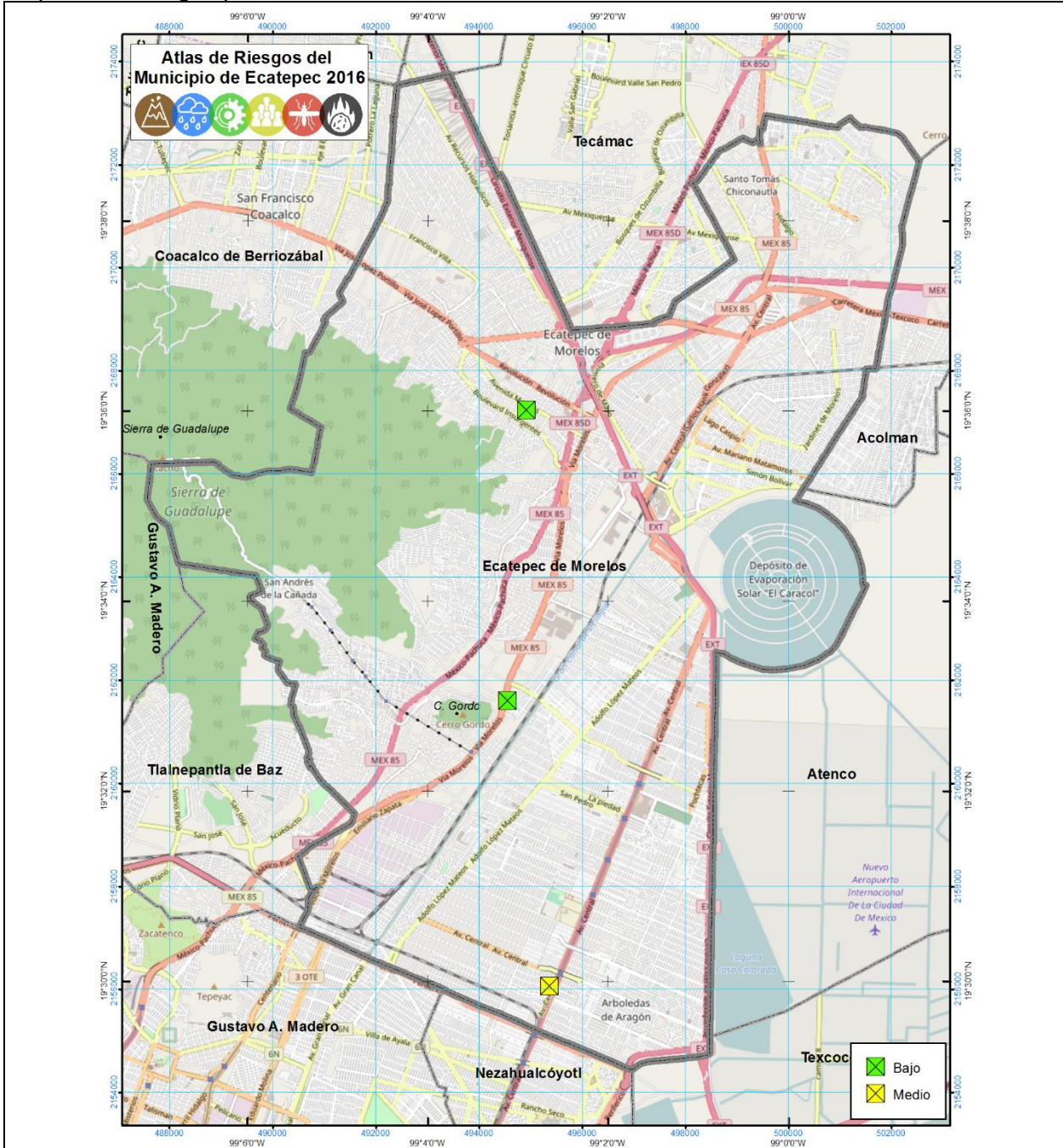
En función de lo anterior, se estima que el riesgo general para el municipio de Ecatepec por terrorismo es **BAJO**.

Figura 6.8 Explosión en Soriana Valle de Aragón en 2014



Fuente: Periódico La Jornada, Foto de Javier Salinas Cesáreo

Mapa 6.27 Peligro por terrorismo en eventos históricos recientes



Fuente: elaboración propia.

6.5.2 Sabotaje

El sabotaje es el daño o destrucción que se hace intencionadamente en un servicio, una instalación o un sector productivo, como forma de lucha o protesta contra el organismo que los dirige o bien como método para beneficiar a una persona o grupo que es contrario a dicho organismo.

En el municipio se han presentado algunos actos en el pasado reciente que se pueden calificar como sabotaje, aunque es necesario precisar que la distinción entre sabotaje y simple vandalismo, a menudo es poco clara. Entre los acontecimientos más destacables, se encuentra el incendio a una patrulla de la Dirección de Seguridad Ciudadana, misma que no causó lesionados; también, el incendio a una sucursal bancaria, igualmente sin lesionados, y un incendio, rápidamente sofocado, en la Subestación Eléctrica de Cerro Gordo, de la CFE. Este último caso no fue identificado como sabotaje, sino como posible sabotaje, ya que las causas no fueron determinadas y no se pudo discernir si fue un accidente, o un acto intencional.

Tabla 6.21 Actos de sabotaje recientes en Ecatepec

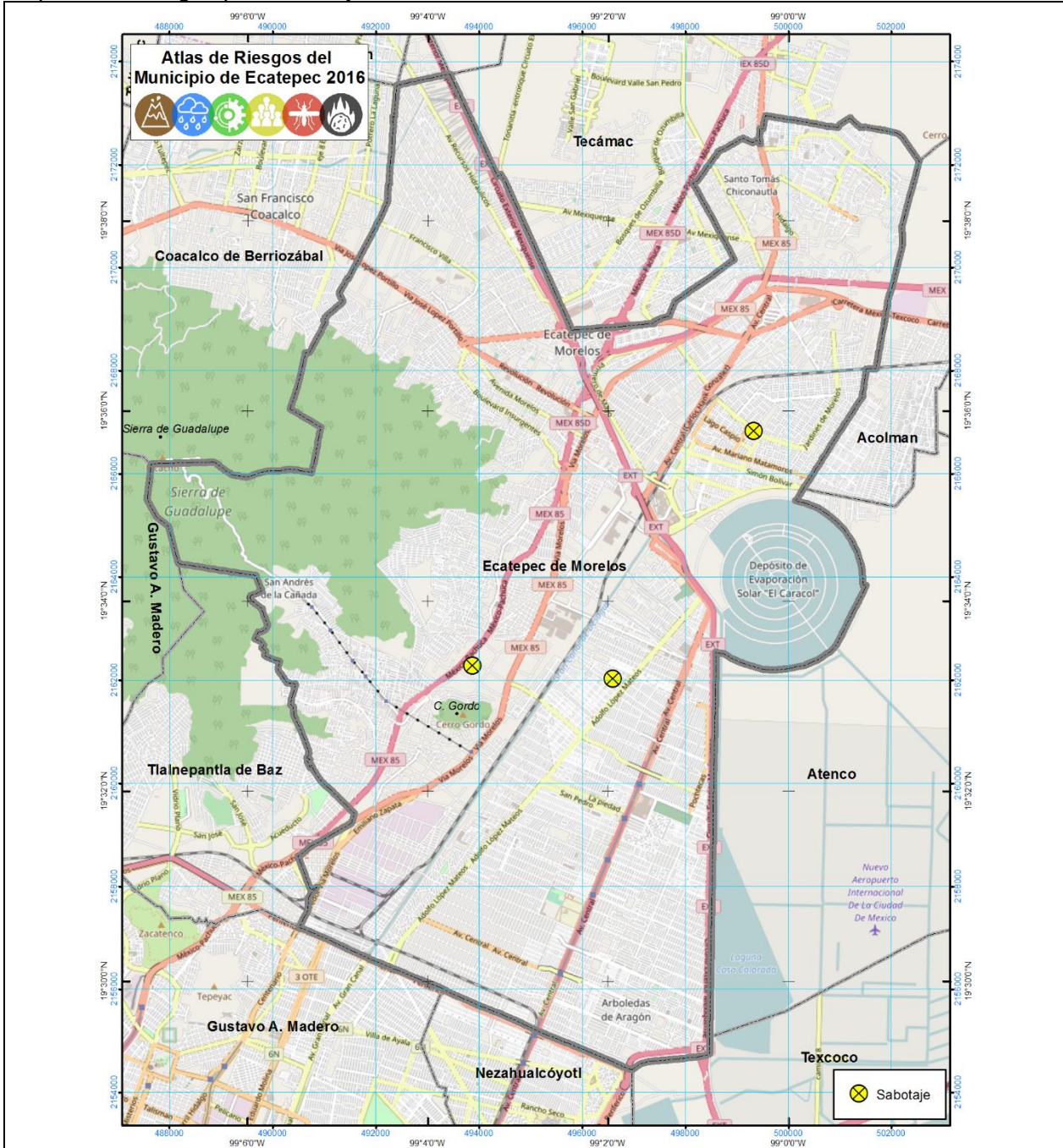
Fecha	Incidente	Lugar
13/09/2016	Sabotaje a Seguridad Pública: quema de patrulla	Av. Suterma, esquina Sección 16, Colonia Río de la Luz
1/06/2013	Posible Sabotaje a la Comisión Federal de Electricidad	Subestación eléctrica de Cerro Gordo.
15/09/2016	Sabotaje a Banco privado, quema de cajeros automáticos	Sucursal de Bancomer, Colonia Jardines de Morelos

Fuente: elaboración propia con datos de la prensa local.

También es importante decir que ciertos actos, como el cierre de vialidades u oficinas del sector gubernamental, pueden entrar dentro de la categoría de sabotaje, aunque se han identificado como parte de las manifestaciones de inconformidad social, ya que en esos casos, los perpetradores no se expresan de manera anónima.

En función de lo anterior, se determinó que el riesgo por sabotaje en el Municipio de Ecatepec es **MEDIO**.

Mapa 6.28 Peligro por sabotaje en eventos históricos recientes



Fuente: elaboración propia.

Figura 6.9 Quema de patrulla en 2016



Fuente: <http://www.red-accion.mx/>

6.5.3 Vandalismo

El vandalismo es la actitud o inclinación a cometer acciones destructivas contra la propiedad pública sin consideración alguna hacia los demás. Cuando se habla de comportamiento antisocial, se hace referencia al conjunto de conductas que infringen las normas o leyes establecidas que después derivan en delincuencia. La violencia afecta a la población, incrementa los costos de salud y asistencia social, reduce la productividad, disminuye el valor de la propiedad, desorganiza una serie de servicios esenciales y en general deteriora las estructuras de una sociedad.

La representación de este tipo de eventos puede realizarse por localidad, AGEB o municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de índices delictivos se obtendrá mediante los siguientes pasos:

1. Identificación del fenómeno, recolección de la información y elaboración de una base de datos sobre los eventos ocurridos en un año dado incluyendo fecha, lugar donde se ha presentado robos, asaltos, entre otras acciones delictivas, así como sus consecuencias (decesos, población e inmuebles afectados, daños o pérdidas económicas, etc.). La base de datos elaborada se le

denominó catálogo de eventos, misma que se encuentra incluido en el Sistema de Información Geográfica del Atlas de Riesgo.

2. Una vez elaborado el catálogo de eventos se procedió a identificar las frecuencias de las variables obtenidas. Por ejemplo, número de eventos anuales en cada municipio y/o localidad, lugares de mayor incidencia o daños y pérdidas, la cual dependerá de la disponibilidad de información.

3. Elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualizan las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permite la identificación de las colonias con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, aquella colonia que tenga el mayor número de robos, asaltos, entre otras acciones delictivas que provocaron muertes o heridos, tendrá un color rojo, es decir, el peligro que se presenten sucesos de diversa índole por el fenómeno en cuestión será alto.

El mapa de índices delictivos ubica los sitios (colonia o área delictiva) en donde se han presentado robos, asaltos, entre otras acciones delictivas, así como su recurrencia e impacto.

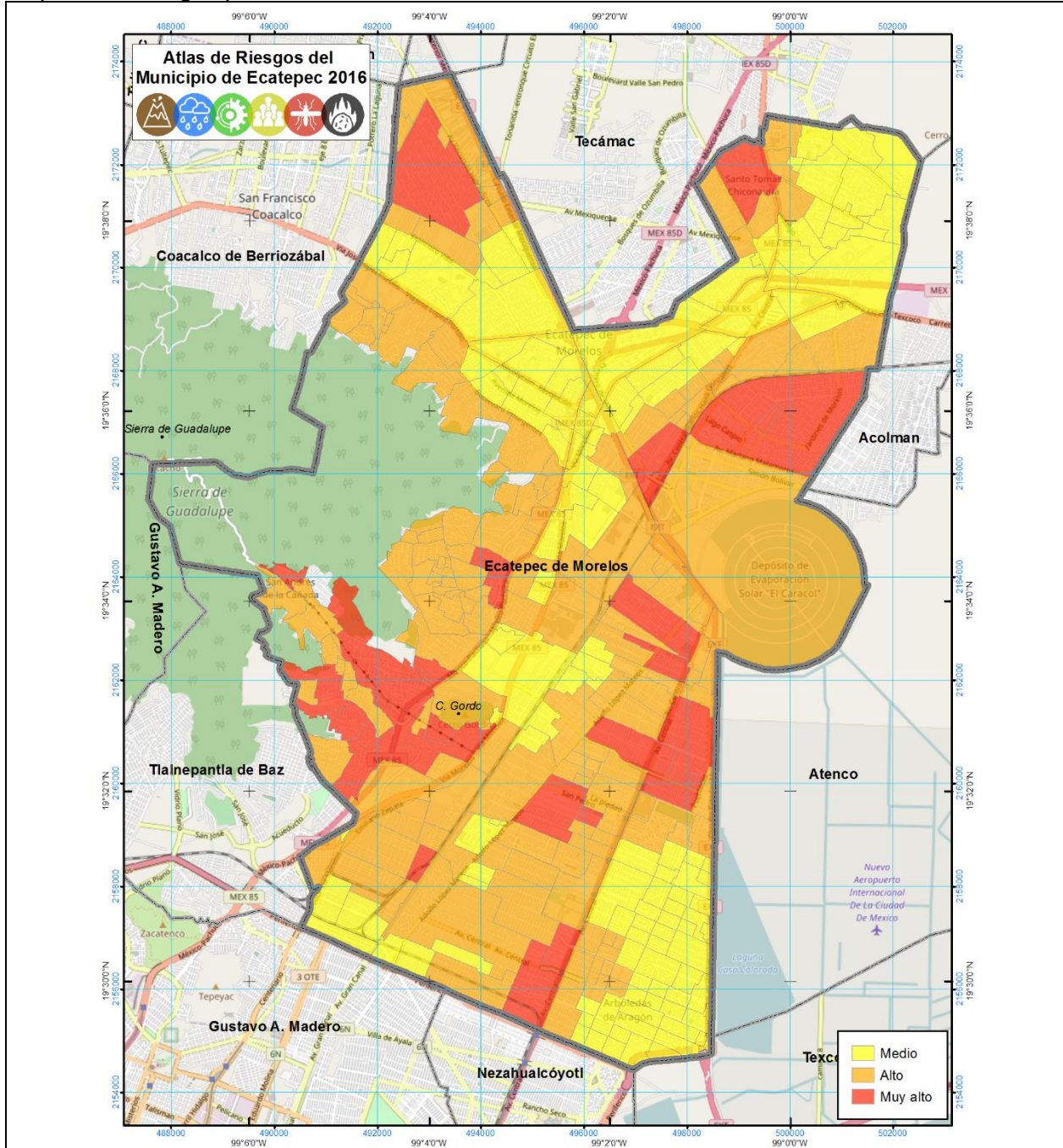
Tabla 6.22 Actos de vandalismo recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
01/11/2015	Explosiones en 4 unidades fuera de servicio del Mexibus, un lesionado y daños en vidrios y carrocería de dichas unidades.	Estación del Metrobus Las Américas
26/06/2016	Pleito entre asistentes a un evento y vecinos de las casas aledañas	Colonia Cardonal Xalostoc

Fuente: elaboración propia con datos de la prensa local.

Al igual que en el resto del país, los índices delictivos se han incrementado en los últimos años, de modo que en Ecatepec se han presentado delitos de alto, mediano y bajo impacto. Las conductas antisociales generalmente se asocian a las carencias en vivienda, infraestructura educativa, movilidad, limpieza del aire, seguridad pública y empleo. En febrero de este 2016, las colonias con mayores actos vandálicos de Ecatepec, eran: Tablas del Pozo, San Andrés de la Cañada, Santa Clara, Ampliación San Pedro Xalostoc, Buena Vista, Benito Juárez, Hank González, Jardines de Morelos, Ciudad Azteca, Nuevo Paseo de San Agustín, Valle Aragón Tercera Sección, La Esperanza, Ampliación Tulpetlac, Luis Donald Colosio, Santo Tomás Chiconautla y El Gallito. La colonia Hank González es donde más feminicidios ocurren y El Gallito es la colonia donde su población masculina tiene mayor frecuencia de ingresos a reclusorios.

Mapa 6.29 Peligro por Vandalismo



Fuente: elaboración propia.

Figura 6.10 Vandalismo en Mexibus en 2015



Fuente: redes sociales.

En función de lo anterior, se determinó que el riesgo por vandalismo en el Municipio de Ecatepec es **MUY ALTO**.

Capítulo 7 Fenómenos Químico-Tecnológicos

Los accidentes mayores relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas, se presentan con poca frecuencia; sin embargo, el costo social, ambiental y económico es elevado. La principal herramienta para combatir estos accidentes es la prevención y el primer paso es la adecuada identificación de los peligros asociados al almacenamiento, transporte y distribución de las sustancias y materiales peligrosos. En este capítulo se presentan los procedimientos para la elaboración de mapas de peligro debido al almacenamiento y transporte terrestre de sustancias y materiales peligrosas, así como el transporte por ductos de sustancias peligrosas.

En las últimas décadas, en Ecatepec ha habido un proceso de aumento de la población así como un proceso de industrialización. La actividad productiva en las diferentes instalaciones industriales generalmente implica el manejo y almacenamiento de sustancias químicas, así como su transporte por las vías de comunicación o mediante tuberías. Muchas de estas sustancias son peligrosas debido a sus propiedades de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, reactividad y corrosividad. Dichas sustancias son clasificadas como peligrosas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social para los centros de trabajo de acuerdo con la NOM-018-STPS-2000 Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de acuerdo al Reglamento para el Transporte Terrestre de Sustancias y Materiales Peligrosos y la NOM-002-SCT-2003 Listado de sustancias y materiales más usualmente transportados; y por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de acuerdo al Primero y segundo listados de actividades altamente riesgosas, y en el caso de los residuos peligrosos la NOM-052-ECOL-1993 Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Durante el ciclo de uso de sustancias químicas peligrosas pueden presentarse como consecuencia de un accidente, los siguientes eventos:

- Fuga o derrame de sustancias tóxicas en estado gaseoso, líquido y sólido
- Almacenamiento riesgoso
- Incendios y Explosiones
- Transporte riesgoso

Los accidentes con sustancias químicas pueden tener efectos negativos sobre:

- La población: provocando muerte lesión, invalidez, intoxicación o enfermedad, ya sea a corto, mediano o largo plazo.
- El ambiente: produciendo contaminación del suelo, aire, agua superficial y agua subterránea.

- Las construcciones: ocasionando daño a equipos, instrumentos, instalaciones industriales, casas y comercios
- La economía: debido a la suspensión de actividades productivas, pérdida de empleos, gastos de reconstrucción de viviendas y servicios públicos, así como gastos para el auxilio de la población afectada.

Los sistemas expuestos a los peligros derivados del almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas, así como de los incendios, explosiones, fugas y derrames están integrados por la zona urbana, las vías de comunicación, vivienda e infraestructura básica como son: hospitales, clínicas, centros de salud, estaciones de bomberos, centros de recreación de emergencia, instalaciones de protección civil, e, escuelas, estancias infantiles, centros de reunión pública, edificios de gobierno, cruz roja, otros sistemas afectables de interés. Para ello, se deberá usar la información sobre uso de suelo, actividad económica y población de instituciones locales y estatales, así como la generada por INEGI, PEMEX, SCT, entre otras. Las características del sistema expuesto que se analizaron son la población y los efectos a la salud que ocasione el evento, que pueden ser intoxicaciones, quemaduras y en casos extremos la muerte.

El Municipio de Ecatepec de Morelos ha sufrido un acelerado crecimiento demográfico y económico, como gran parte de los municipios conurbados a la ciudad de México, en el presente capítulo abordaremos el tema de los riesgos químicos, no sin antes tener una breve introducción, la población del municipio proviene en gran medida de la reubicación de los afectados del sismo del 85, que actualmente son las colonias de Prados Sur, Prados Norte, Prados Ecatepec y la Unidad Habitacional la Pradera. Debido a su rápido crecimiento el municipio enfrenta graves problemas de insuficiencia en los servicios, además de que la mayoría de sus habitantes se trasladan al Distrito Federal a realizar sus actividades ya sean académicas o laborales.

La actividad económica de Ecatepec hasta antes de los años 40, tenía una preeminencia en las actividades del sector primario (agricultura, ganadería etc.), las dos primeras empresas en llegar a este municipio fueron: Asbestos de México en 1932 y Kelvinator y Almexa, instaladas en 1938. Actualmente la economía se basa en la industria, el comercio y los servicios. Existe una gran cantidad de fábricas, por mencionar algunas, encontramos las instalaciones de Grupo Jumex, ubicado en Vía Morelos 272, Colonia Santa María Tulpetlac, y no muy distante La Costeña, ubicada en Vía Morelos 268, col. Santa María Tulpetlac, ambas productoras mexicanas. A pesar de que muchos de sus habitantes laboran en la Ciudad de México, muchos otros ecatepenses trabajan en el municipio, así como en otros de los municipios aledaños.

Por el número de industrias (más de 1.500), principalmente medianas y pequeñas, el municipio ocupa el 4° lugar de los municipios más industrializados del país; cuenta con un parque que es el Parque Industrial Xalostoc y ocho zonas industriales que son: Urbana Ixhuatepec-Cuauhtémoc Xalostoc, Rústica-Benito Juárez Xalostoc, Esfuerzo Nacional, Industrial Santa Clara, Industrial Tulpetlac, Industrial Cerro Gordo, Industrial Jajalpa y Guadalupe Victoria, así como una infinidad de pequeños centros industriales en zonas de uso mixto entre las que destacan: Conjunto

Industrial Filadelfia, Industrial Morelos, Francisco Villa, Granjas Valle, Av. Nacional y San Isidro Atlautenco.

En los años cuarenta y cincuenta, se instalaron una gran cantidad de empresas principalmente de los ramos químico, fundición, textil y metal mecánico entre las que sobresalían Sosa Texcoco, Aceros Tepeyac, Aceros Ecatepec, Alfombras Mohawk, Volkswagen, Kelvinator, Laminadora Kreimerman, OMSA, Onimex, Papelera San Cristóbal, General Electric, Química Hoechst, Babcock Wilcox y Corporación Textil Mexicana, La Libertad, Texanta, Acabados Textiles, Valvoline, Esso y Shell, que tuvieron que cerrar sus puertas por razones de viabilidad financiera o cambio de domicilio.

Actualmente, en Ecatepec están asentadas importantes empresas de capital nacional así como de procedencia alemana, suiza, sueca, francesa, irlandesa, española y norteamericana. Algunas de las industrias más representativas son: Fábrica de Jabón la Corona, La Costeña, Jumex, Bayer, Cydsa, Basf, Kimberly Clark, Clariant, American Standard, SCA, Granos El Patrón, Almexa, Primo, Rassini, Grupo Sigma, Plymouth, Kraft, Envases Cuevas, American Textil, Smurfit Cartón y Papel de México, Mexalit, Con Alimentos, Sonoco, Reyma, Colchones América, Forenza, Colchones Carreiro, Victor, Filte, Fenoresinas, Nylco, Escalumex, Miromex, All Tub, Flowserve, Cubasa, Arell, NeolSym, Electroquímica, IEQ, Vitro Crinamex, Radiadores Continental, Blindajes Alemanes, Camendo, Derichebourg y APSA.

Por su tipo de proceso, las panaderías y tortilleras, también están consideradas del giro industrial, existen más de 10,949 empresas, según datos del Directorio Nacional de Unidades Económicas de INEGI en 2013. De ese tipo en el territorio municipal sin considerar las establecidas dentro de las tiendas de autoservicio.

Por su tamaño, las industrias en Ecatepec, están agrupadas según su tamaño; las de más de 50 trabajadores en la Unión Industrial del Estado de México (UNIDEM) y las de menores dimensiones en Canacindra, Coparmex o Cámara de Comercio de Ecatepec.

Debido al desarrollo industrial de la zona, el flujo, utilización y manejo de sustancias peligrosas se ha hecho cotidiano en esta demarcación, razón por la cual el presente instrumento servirá para determinar las zonas de mayor probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de carácter destructivo por sustancias de origen químico.

Los accidentes mayores relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas, se presentan con poca frecuencia; sin embargo, el costo social, ambiental y económico es elevado. La principal herramienta para combatir estos accidentes es la prevención y el primer paso es la adecuada identificación de los peligros asociados al almacenamiento, transporte y distribución de las sustancias y materiales peligrosos.

En la "Metodología establecida por el Centro Nacional de Prevención de Desastres para identificación de peligros y riesgos químicos" se incluye una introducción a la aplicación de los conceptos de peligro y riesgo por sustancias químicas; asimismo se presentan los procedimientos

para la elaboración de mapas de peligro debido al almacenamiento de sustancias peligrosas, transporte terrestre de sustancias y materiales peligrosos, y al transporte por ductos de sustancias peligrosas.

7.1 Fugas y derrames

Las fugas y derrames se refieren a la emanación de alguna sustancia inflamable y/o tóxica, fuera de los espacios a los que está confinada, generalmente por algún accidente fortuito, o bien por un acto premeditado que deriva en la filtración.

El derrame es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas, de cualquier recipiente que lo contenga, como tuberías, equipos, tanques, camiones cisterna, carros tanque, furgones, etc. La fuga se presenta cuando hay un cambio de presión debido a rupturas en el recipiente que contenga el material o en la tubería que lo conduzca.

Las fugas y derrames son relativamente frecuentes en el municipio, debido a que la industria requiere del almacenamiento y transporte de sustancias de alto valor económico, y que son constantemente vandalizadas con el objetivo de sustraer ilegalmente dichas sustancias, actos que generalmente son los que producen las fugas y derrames; también es frecuente que durante alguna construcción, se hagan perforaciones que dañan la infraestructura subterránea de transporte de las sustancias.

A continuación se presentan las fugas y derrames ocurridos en el pasado reciente en el municipio de Ecatepec.

Tabla 7.1 Fugas y derrames recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
8/09/2011	Fuga de gas en ducto de 14" de Maxigas. No hubo lesionados, se desalojaron 1000 personas del Hotel Fiesta Inn y del centro comercial Las Américas, se cerró la circulación de la Av. Central y Primero de Mayo, así como al Mexibus.	Av. Central frente al Centro Las Américas
4/02/2014	Derrame de gasolina por toma clandestina en el poliducto Tuxpan-Azcapotzalco de Pemex. Se evacuó a tres colonias. No hubo lesionados	Calle Temazcaltepec y Gran Canal, Colonia Alta Villa
4/11/2015	Fuga de gas en escuela por ruptura de tubo de Maxigas. No hubo lesionados, se evacuó a 1500 personas de los alrededores.	Escuela de Gastronomía Careme, calle Melchor Ocampo, San Cristóbal Centro.
26/07/2016	Fuga de gas en tubería de Maxigas. No hubo lesionados	Av. México esquina calle Colombia, Colonia Jardines de Cerro Gordo.

Fecha	Incidente	Lugar
7/09/2016	Fuga de gas en el ducto Venta de Carpio-Santana de Pemex, por toma clandestina. No hubo lesionados	Santo Tomás Chiconautla

Fuente: elaboración propia con datos de la prensa local.

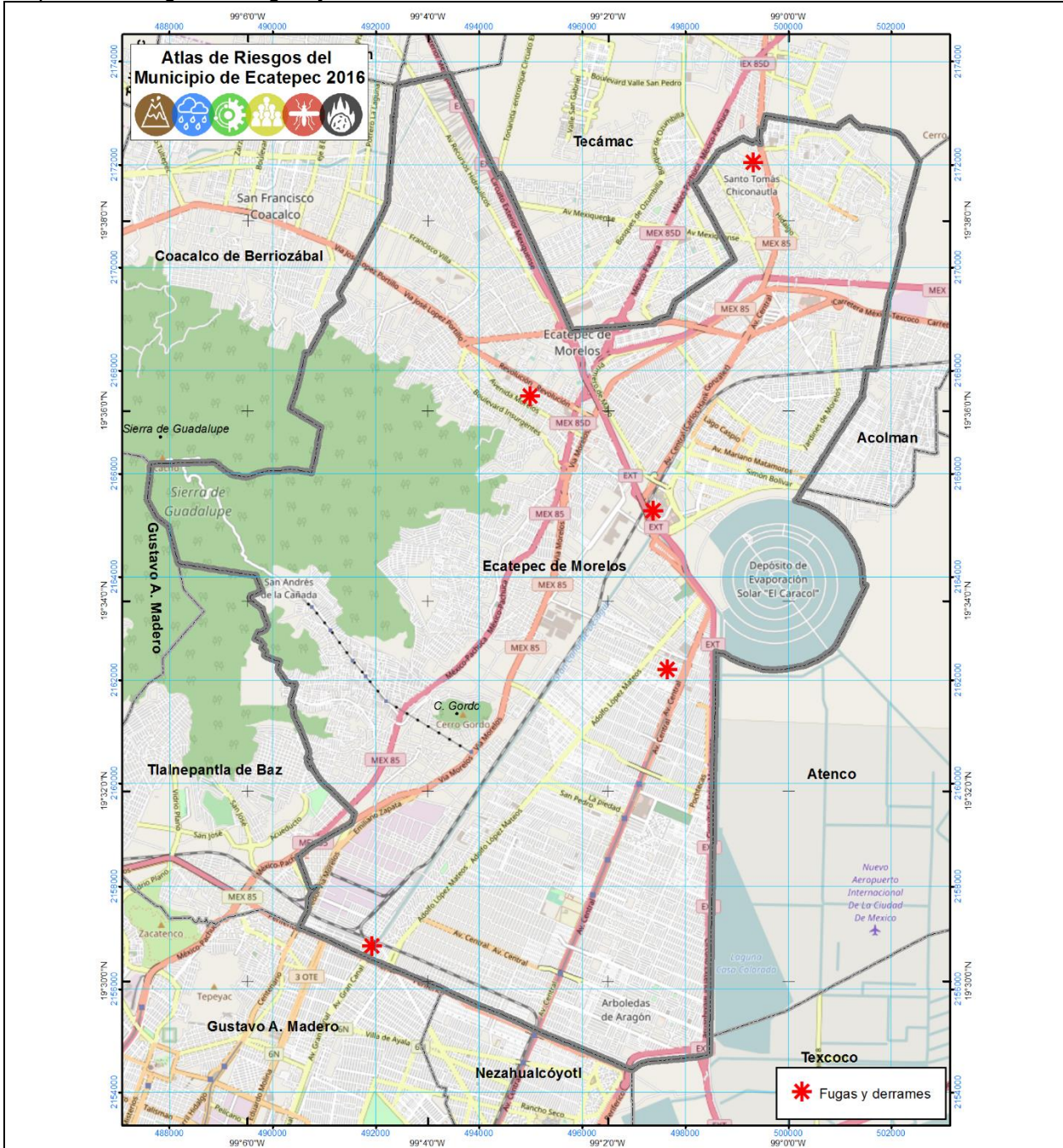
Figura 7.1 Fuga de gas en un poliducto de Pemex en Colonia Alta Villa, 2014



Fuente: <http://www.impactonoticias.com.mx/>

En función de lo anterior, se determinó que el riesgo por fugas y derrames en el Municipio de Ecatepec es **ALTO**.

Mapa 7.1 Peligro en fugas y derrames históricos recientes



Fuente: elaboración propia.

7.2 Almacenamiento de Sustancias Peligrosas

Los accidentes en el almacenamiento de sustancias químicas pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas en los equipos, errores humanos, pérdida de servicios, fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, etc.), desviaciones en los parámetros del proceso y causas premeditadas.

Para la determinación del peligro por el almacenamiento de sustancias peligrosas se identificaron y ubicaron las instalaciones industriales, comerciales y de servicios que manejan sustancias y materiales peligrosos, las cuales representan un peligro a la población, al ambiente y a las instalaciones debido a las características de peligrosidad de las sustancias químicas que almacenan.

El propósito de la identificación de peligros es obtener la siguiente información:

- Tipo y cantidad de sustancias peligrosas que se manejan
- Localizar las instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas
- Localizar las instalaciones de servicios que usan o almacenan materiales peligrosos
- Identificar las propiedades físicas y químicas de las sustancias peligrosas y determinar sus características de peligrosidad.
- Determinar el tipo de evento que puede ocurrir como consecuencia de una liberación de material peligroso, tal como incendio, explosión o nube tóxica.

Para realizar esta identificación se tomaron en cuenta las actividades e instalaciones considerando las disposiciones federales y estatales enlistadas a continuación:

- i. Actividades altamente riesgosas de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, considerando:
 - a. El primer listado de actividades altamente riesgosas DOF 28 de marzo 1990
 - b. El segundo listado de actividades altamente riesgosas DOF 4 de mayo de 1992
- ii. Adicionalmente, a los listados anteriores se deberán considerar las instalaciones y actividades contempladas en el campo de aplicación de las siguientes normas oficiales mexicanas y disposiciones legales, con la finalidad de complementar la anterior información:
 - a. NOM-003-SECRE-2011 Sistemas de distribución de gas natural y de gas LP por ductos
 - b. NOM-007-SECRE-2010 Sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos
 - c. NOM-013-SECRE-2012 Terminales de almacenamiento de gas natural licuado
 - d. NOM-028-STPS-20122. Sistema para la administración del trabajo-seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas

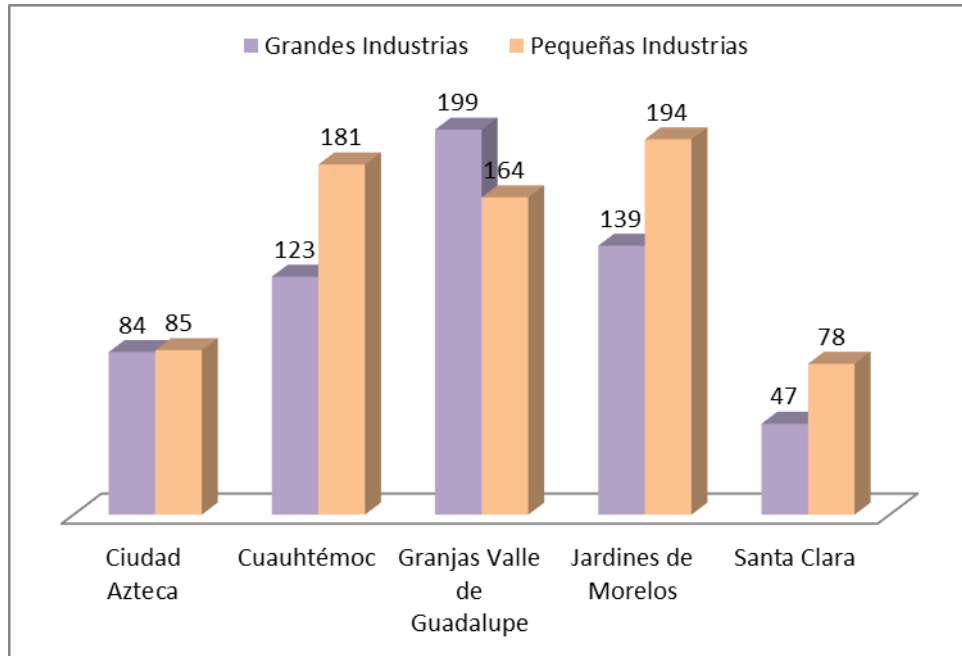
- iii. Fábricas, plantas industriales, talleres, comercios y demás establecimientos que se dediquen a las actividades y operaciones industriales y comerciales que se realicen con armas, municiones, explosivos, artificios y sustancias químicas, de acuerdo a la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y su Reglamento.
- iv. Instalaciones nucleares y radiactivas, de acuerdo a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear y el Reglamento General de Seguridad Radiológica.
- v. Instalaciones que almacenen sustancias en cantidad igual o superior a la establecida para riesgo de incendio ordinario de acuerdo al Apéndice A de la NOM-002—STPS-2010, Condiciones de seguridad - prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- vi. Instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y normatividad correspondiente.
- vii. Generadores de residuos peligrosos de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento; se exceptúa a los microgeneradores que se encuentren sujetos a los planes de manejo de los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes.

7.2.1 Industria

Actualmente la industria del Municipio presenta diferencias muy marcadas, por una parte están las grandes industrias con alta productividad, calidad y capacidad tecnológica que han trascendido los mercados regionales nacionales e internacionales. Como contraparte está la mediana, pequeña y micro industria que presentan dificultades de liquidez financiamiento y obsolescencia tecnológica.

Debido al crecimiento descontrolado de las actividades industriales en Ecatepec, se pueden encontrar en casi todas las colonias instalaciones que utilizan sustancias químicas peligrosas. Por lo tanto existen colonias en las que se pueden encontrar un mayor número de ese tipo de establecimientos, dentro de los que se destacan fábricas, fábricas de sustancia químicas, industria, industria alimenticia, comercio con productos químicos, purificación, embotellado de agua, tortillerías y vulcanizadoras. Las colonias que cuentan con mayor número de este tipo de establecimientos son: Ciudad Azteca, Cuauhtémoc, Granjas Valle de Guadalupe, Jardines de Morelos y Santa Clara. En el siguiente gráfico muestra el número de industrias de cada una de las colonias antes mencionadas.

Gráfica 7.1 Número y tipo de industrias en las colonias industriales del Municipio de Ecatepec

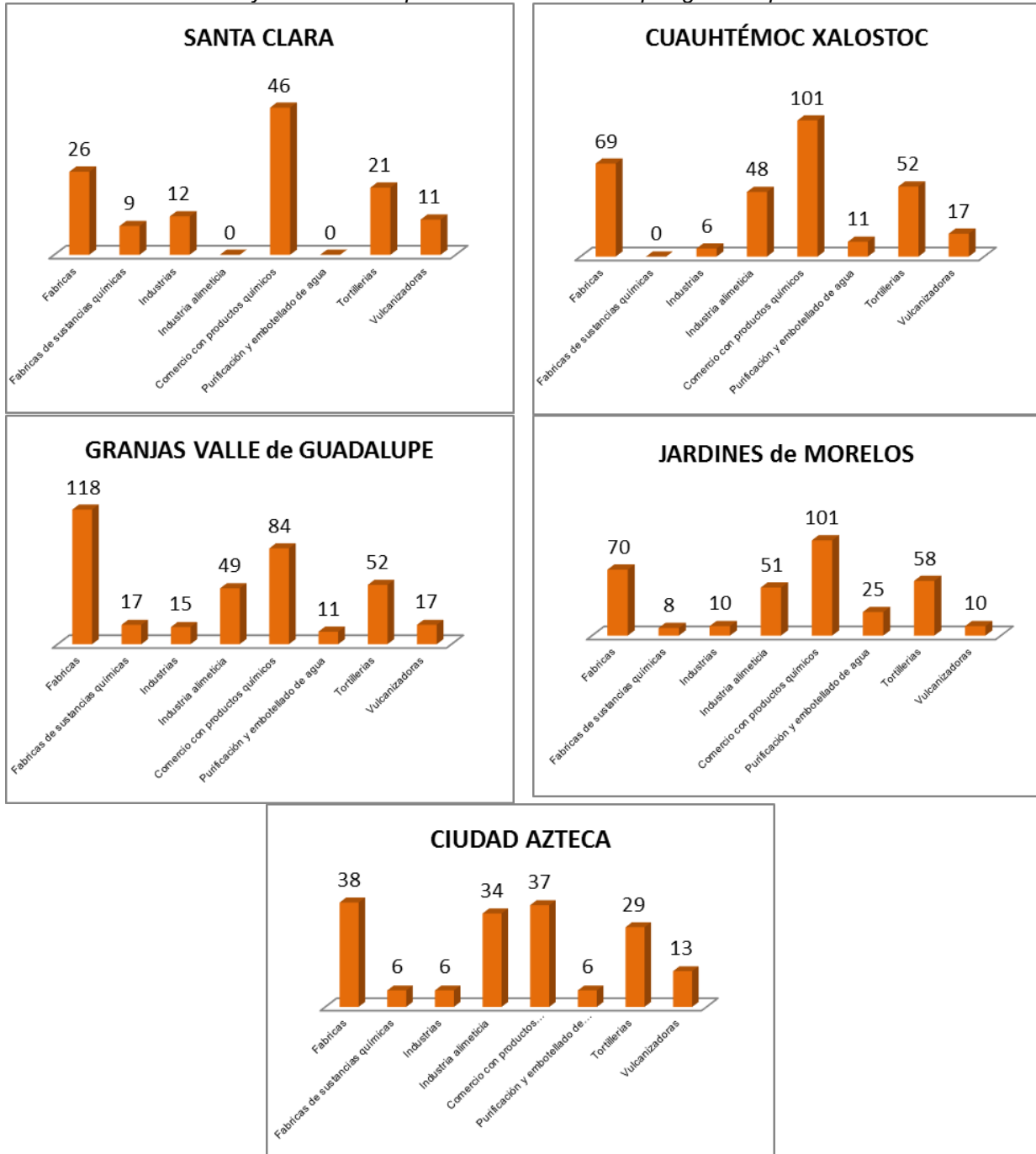


Fuente: INEGI.

Algunas de estas colonias se encuentran dentro del corredor industrial de Ecatepec, el cual compuesto por 21 colonias dentro de las que destacan las colonias Santa Clara y Cuauhtémoc Xalostoc. Ambas ubicadas en el centro del corredor industrial y comunicadas por dos grandes vías: la Autopista México Pachuca y la Vía José María Morelos. En estas colonias el mayor número de instalaciones que se presentan son comercios con productos químicos, seguido de instalaciones catalogadas en el rubro de fábrica. Fuera del corredor industrial encontramos tres principales colonias: Granjas Valle de Guadalupe con 363 pequeñas y grandes industrias con manejo de sustancias químicas peligrosas; Jardines de Morelos con 333; y Ciudad Azteca con 169 industrias de este tipo. En la colonia Granjas Valle de Guadalupe se presenta el mayor número de industrias. Se encuentra ubicada al Sur del Municipio entre la Av. Río de los Remedios, Ruta 1 Ejercito del Trabajo y Av. Central. Presenta la mayor cantidad de instalaciones de tipo Fábrica, seguido de comercios con productos químicos. Jardines de Morelos, ubicado al noreste del municipio y se encuentra comunicado por la Avenida Central al poniente de la colonia, el mayor número de instalaciones con manejo de sustancias químicas peligrosas se encuentra en las de tipo comercio con productos químicos, seguido de instalaciones de tipo fábrica.

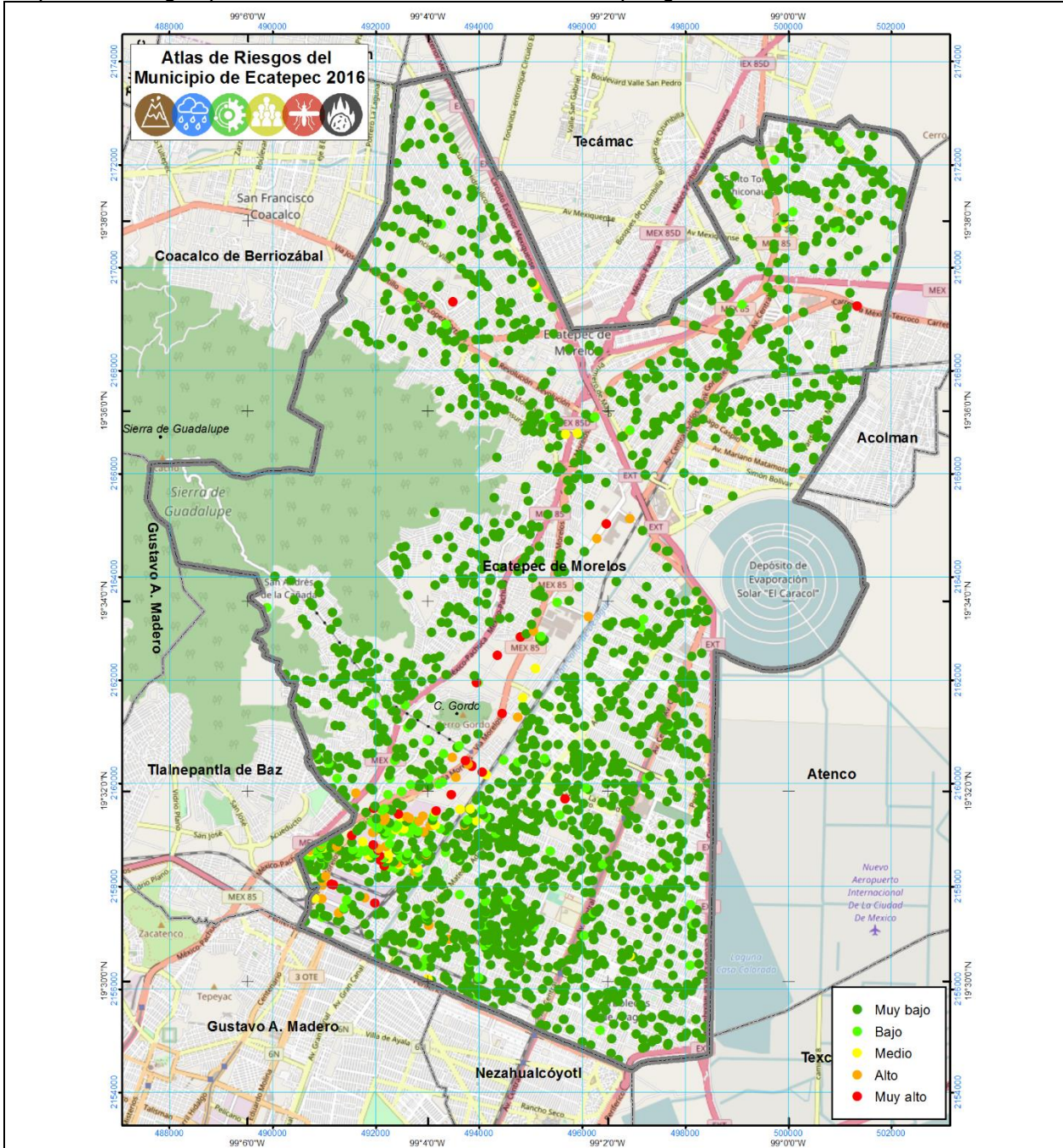
Ciudad Azteca se encuentra al oriente del municipio, la atraviesa la Avenida Central. Presenta un menor número de instalaciones con respecto a las antes mencionadas, pues es una colonia habitacional. Sin embargo, todas las actividades relacionadas con el manejo de sustancias químicas peligrosas se hacen presentes en esta colonia.

Gráfica 7.2 Industrias y comercios que usan sustancias peligrosas por colonia



Fuente: INEGI.

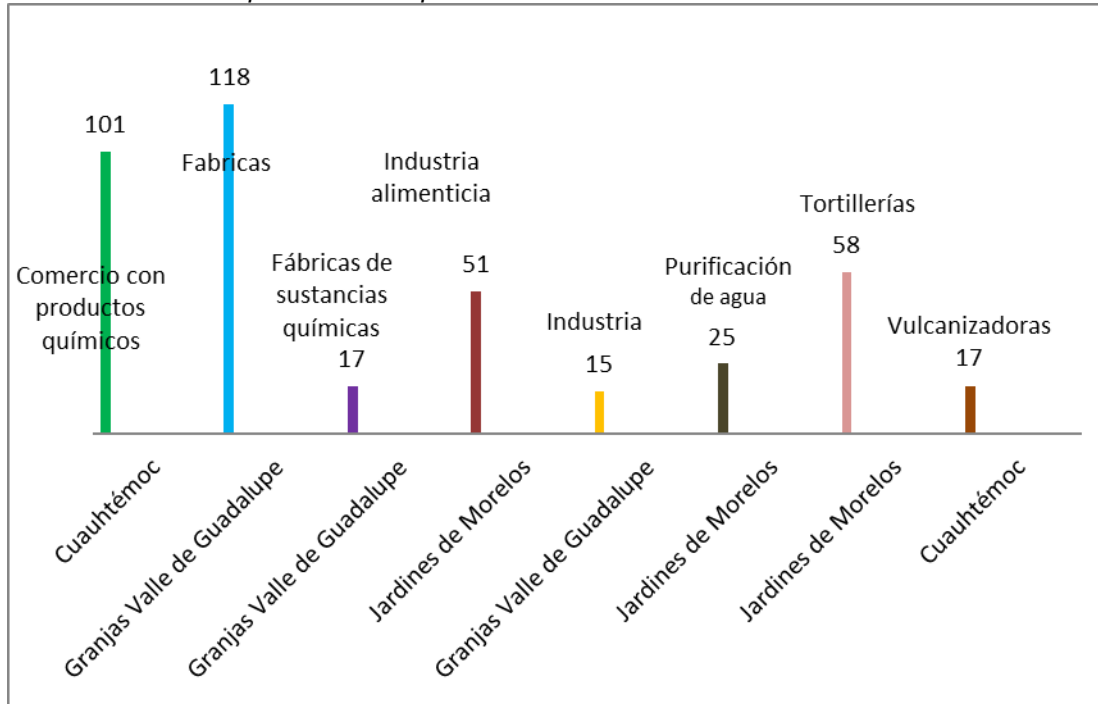
Mapa 7.2 Peligro por almacenamiento de sustancias peligrosas en industrias



Fuente: elaboración propia.

El mayor número de instalaciones con sustancias químicas se presentan en las colonias: Granjas Valle de Guadalupe, Jardines de Morelos y Cuauhtémoc Xalostoc; como muestra la siguiente gráfica.

Gráfica 7.3 Colonias con mayor presencia de industrias y comercio que usan sustancias peligrosas en el Municipio de Ecatepec.



Fuente: INEGI.

El parque Industrial de Ecatepec se encuentra en 21 colonias del municipio, algunas de estas con uso de suelo habitacional, en total 162,592 personas habitan la superficie territorial del parque. La colonia con más habitantes es San Francisco Xalostoc, con un total de 21,521 personas, seguido de Tulpetlac con 18,486 habitantes y en tercer lugar Santa Clara con 15,403 habitantes, solo por mencionar las 3 colonias de mayor población, como se puede ver es una zona densamente poblada en donde interactúa la actividad industrial y el día a día cotidiano de cualquier asentamiento humano, razón por la cual las autoridades de Protección Civil deberán de vigilar el estricto cumplimiento de las normas de seguridad por parte de las empresas aquí establecidas ya que ante cualquier incidente catastrófico, las repercusiones a la población de la zona pudieran ser de pérdidas humanas y materiales incuantificables, a continuación se presenta una tabla que señala puntualmente la cantidad de habitantes por cada colonia del parque industrial:

Tabla 7.2 Población por colonia con zonas industriales del Municipio de Ecatepec.

Colonia	Población
Ampl San José Xalostoc	4025
Benito Juárez Norte Xalostoc	9581
Benito Juárez Xalostoc	3205
Cuauhtémoc Xalostoc	7550
El Cardenal Xalostoc	2973
Esfuerzo Nacional	966
Industrial Cerro Gordo	7960
Industrial Xalostoc	970
Jardines de Xalostoc	6520
La Urbana Ixhuatepec	4103
Rinconada Santa Clara	5189
Rustica Xalostoc	4604
Salado Xalostoc	5234
San Francisco Xalostoc	21521
San Miguel Xalostoc	5282
San Pedro Xalostoc	15348
Santa Clara	15403
Santa María Xalostoc	3849
Tulpetlac	18486
Villa de Guadalupe Xalostoc	13008
Viveros Xalostoc	6815
Total	162592

Fuente: INEGI.

7.2.2 Gaseras y Gasolineras

A escala mundial, México es uno de los principales consumidores de gas LP como combustible de uso doméstico e industrial. Su producción, transporte, distribución y uso final, implican diferentes riesgos a la población. Generalmente, se presentan fugas e incendios que involucran este producto, en el hogar, comercios y también, en instalaciones industriales.

El gas licuado de petróleo es un combustible usado ampliamente en el Estado de México, siendo uno de los países con mayor consumo en el ámbito mundial tanto a nivel doméstico como industrial. Su producción está registrada desde principios de siglo, aunque es hasta 1946 cuando se inicia su comercialización como una estrategia para sustituir el uso de combustibles vegetales

como leña y carbón en las casas habitación. En los años sesenta adquiere una importancia relevante gracias al desarrollo tecnológico del proceso productivo que reduce su costo de elaboración, además de una mayor disponibilidad al mejorar su transporte y manejo, lo cual se reflejó al intensificar su uso, hasta lograr que en la actualidad tres de cada cuatro hogares mexicanos lo usen para satisfacer sus distintas necesidades. Este combustible está compuesto por una mezcla de propano y butano (61% y 39%, respectivamente); en condiciones normales se encuentra en estado gaseoso, aunque para fines prácticos de almacenamiento, distribución y transporte se licúa y maneja bajo presión para mantenerlo en estado líquido.

La demanda anual de gas LP es de aproximadamente 8.6 millones de toneladas. El 63% de la distribución de gas LP se realiza mediante cilindros portátiles con capacidades de 20, 30 y 45 kilogramos, principalmente. El 36.4% corresponde al servicio estacionario, con aproximadamente dos millones de tanques fijos. El uso más importante de los tanques portátiles es el de satisfacer la demanda de tipo doméstica y en algunos casos, de tipo comercial para sitios donde se preparan y venden alimentos, sobre todo en puestos semifijos y móviles. Para el caso de tanques estacionarios, estos se usan comúnmente en comercios, restaurantes, industrias, hoteles y moteles, y baños públicos, entre los más importantes.

En el caso de las pipas, éstas alimentan tanques estacionarios de distinta capacidad, desde 200 hasta 5000 litros; los de menor capacidad, comúnmente de 200 litros, se ubican en domicilios particulares (unifamiliares); los de 500 a 1000 litros en edificios de departamentos (multifamiliares), donde abastecen a varios usuarios; cilindros de capacidades desde 500 hasta 5000 litros se usan, principalmente, en instalaciones de tipo comercial, industrial y de servicios.

Entre el Estado de México y el Distrito Federal consumen el 28% del total nacional. El Municipio de Ecatepec no es la excepción con su alta concentración industrial y poblacional el gas Lp, representa el principal combustible tanto para la actividad comercial como habitacional.

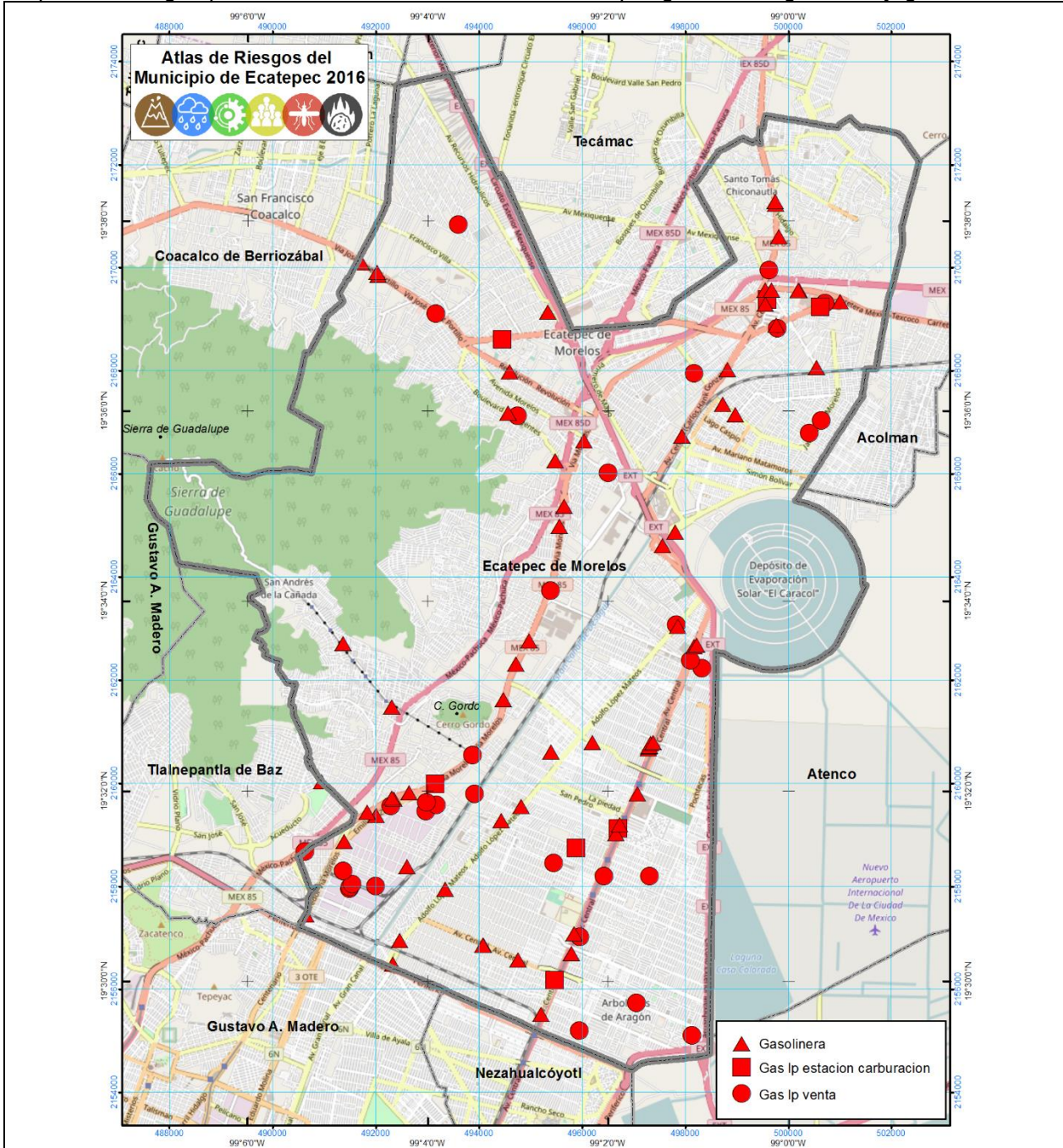
De acuerdo al mismo Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1991-1994, el criterio U (apartado 3), indica las distancias mínimas para establecer cualquier uso habitacional; para el caso de cualquier ducto de petróleo o sus derivados, tal como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 7.3 Distancias mínimas entre construcciones habitacionales e instalaciones que manejen derivados del petróleo.

Sitio	Distancia de separación mínima(m)
Ducto de petróleo o sus derivados / construcción habitacional	50
Zonas industriales o de almacenamiento de alto riesgo / construcción habitacional	50
Zonas industriales pesadas, semipesadas o zonas de almacenaje a gran escala de bajo riesgo/ construcción habitacional	25
Zonas industriales ligera y/o medianas / construcción habitacional	10

Fuente: Muñoz 1992.

Mapa 7.3 Peligro por almacenamiento de sustancias peligrosas en gaseras y gasolineras



Fuente: elaboración propia.

Como resultado de varios años de sistematizar información sobre accidentes, se ha encontrado que después del aceite crudo de petróleo, el gas LP es la sustancia que más frecuentemente se encuentra relacionada en accidentes en fuentes fijas.

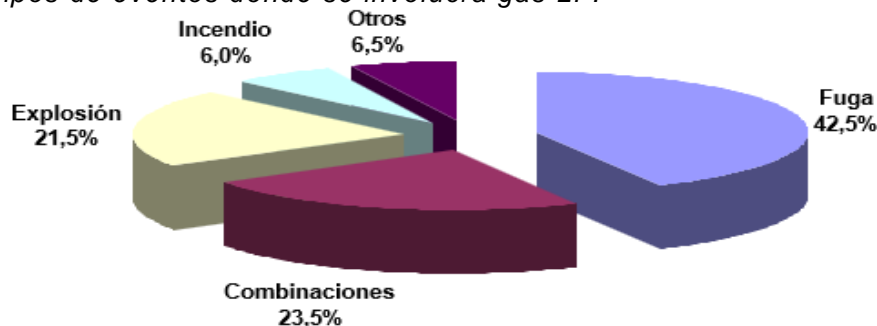
Una explosión puede ocasionar ondas expansivas y la generación de proyectiles que pueden causar la muerte o lesiones a los individuos que se encuentre ubicados dentro del radio de afectación, ocasionar daño estructural a las construcciones por el colapsamiento de muros, ventanas y estructuras de soporte. Efectos similares, aunque en algunos casos con mayores áreas de afectación, son el resultado de la explosión de nubes de gases o vapores combustibles, liberadas por la ruptura de contenedores o de ductos.

En el caso de los incendios, estos pueden provocar quemaduras de diverso grado de severidad dependiendo de la exposición a radiaciones térmicas, cuya magnitud depende de la intensidad del calor radiado y del tiempo de duración de la exposición. La muerte de los individuos expuestos a un incendio puede producirse no solo por la exposición a la radiación térmica, sino por la disminución de oxígeno en la atmósfera (ocasionado por el consumo de éste durante el proceso de oxidación del combustible) o por la exposición a gases tóxicos generados.

En forma particular, los accidentes ocasionados en México por gas LP, van desde fugas e incendios de pequeña magnitud, hasta explosiones que pueden dañar la estructura de casas habitación, comercios e industrias. Un registro de dichos accidentes se encuentra en las bases de datos ACQUIM (Accidentes Químicos), que recopila los accidentes ocurridos en fuentes fijas y tuberías, y ACARMEX (Accidentes Carreteros en México); que contiene información sobre accidentes ocurridos en el transporte.

Los accidentes que involucran gas LP en México afectan tanto zonas industriales como habitacionales. El accidente puede consistir en fuga, incendio, explosión o la combinación de ellos. De acuerdo a los resultados de la base de datos ACQUIM (2000), los accidentes se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Gráfica 7.4 Tipos de eventos donde se involucra gas LP.



Fuente: ACQUIM.

Respecto a la incidencia de accidentes carreteros de LP en los estados, es el Estado de México el que presenta el mayor número de accidentes (14%), seguido de Michoacán, Puebla y Veracruz con 7%.

Para el caso particular del Municipio de Ecatepec se tienen identificadas 13 gaseras con una capacidad promedio de 10,000 litros de gas LP cada una, para el trazado de las áreas de peligro de cada estación, se siguió a la metodología de la Guía para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales, en su versión de Fenómenos Químicos, publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Consideraciones que se tomaron para la realización del presente método:

- Se considera que el incidente que se presenta es el máximo posible, ya sea que ocurra en la industria o en el transporte terrestre.
- Los criterios para calcular el área donde se tiene el 100% de muerte debido a nubes tóxicas son: Concentración de la sustancia a un LC50 durante 30 minutos, para los seres humanos. Con estas condiciones se sobreestima, para el área de dicha concentración y se subestima, para la zona que está afuera de la concentración antes señalada, ya que algunas personas pueden ser sensibles a la sustancia en cuestión.
- Se calcula la dispersión para gases tóxicos a una estabilidad atmosférica de clase D, con la velocidad de viento de 5 m/s, estos factores se tomaron como condiciones ambientales promedio.
- Para incendio se considera la distancia a la cual se alcanza una radiación de 5-10 Kw/m² durante 30 minutos que causaría la muerte del 100% de las personas en dicha área.
- Para nubes explosivas, se consideró una presión de 0.3 bares para la zona de alto riesgo y de un bar para las inmediaciones.

Siguiendo la metodología anterior se aplicó el método para todas y cada una de las gaseras registradas en el municipio, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7.4 Peligro por Gaseras en el Municipio de Ecatepec.

Razón Social	AGEB's	Colonia	Población En Zona de Peligro	Capacidad	Radio de Afectación	Dirección
Carbumatico S.A. Estaciones de Carburación (Gaseras) Hoja de C.V.	1503300011928006, 1503300011877050, 1503300011932016, 1503300011877017,	Solidaridad 90, Granjas Independencia, Granjas Independencia 2, Sagitario V	987	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av. Valle de Guadiana Mz 347 Col Granjas Independencia li
Unigas S.A. de C.V.	1503300010031011, 1503300011398008, 1503300011398002,	Guadalupe Victoria, La Joya	1555	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av. José López Portillo N 400 Col La Joya



Trendi Carburación S.A. de C.V.	503300013229048,	Ejidos Tulpetlac	119	3 Tanques de 2800 Lts	50 M	Av Adolfo López Mateos (R-1) N 54 Col Ejidos de Tulpetlac
Trendi Carburación S.A. de C.V.	1503300010794001, 1503300010667015, 1503300010845004, 1503300010845002,	El Cardenal Xalostoc, Esfuerzo Nacional, Santa María Xalostoc	595	1 Tanque de 25000 Lts	100 M	Av. Ferrocarril Sn Mz 22 Lt 18 Col Esfuerzo Nacional
Servicio de Carburación Tesoyuca S.A. de C.V.	1503300012061050, 153300012273004,	Ejido Tulpetlac, Congreso de La Unión	1261	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av Central Sn Santa María Atlahuacan Parcela 155 Col Ejidos Tulpetlac
Gasomático S.A. de C.V.	1503300011970035, 1503300011932014, 1503300011970014,	Ejercito del Trabajo, Unidad Habitacional Asa Sagitario	795	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av Valle del Don Mz 35 Lt 24 Col Granjas Independencia
Gas Constelación S.A. de C.V.	1503300013464005, 1503300013464006, 1503300013464007,	Venta de Carpio, Ampl 19 de Septiembre	110	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Av Central N 3 Col Santa Cruz Venta de Carpio
Gas Carburante Arvizu S.A. de C.V.	1503300013464014, 1503300013464009, 1503300013464015,	Zopilocalco, Casas Reales, Ampl 19 de Septiembre	1182	1 Tanque de 5000 Lts	25 M	Carretera Texcoco-Lechería N 32-A Col San Isidro Atlautenco
Gas Carburante 2002 S.A. de C.V.	50330001142a019, 150330001142a002,	San Cristóbal Centro	182	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Carretera Texcoco-Lechería K 45.5 Col del Carmen
Gas América S.A. de C.V.	1503300013587030, 1503300014797037, 1503300014797035,	San Ignacio, El Gallito	729	1 Tanque de 5000 Lts	25 M	Vía Morelos 332 Col Santa Clara Coatitla
Consorcio T.F.L. S.A. de C.V.	1503300010099021, 1503300010099022,	Renovación Jalapa	0	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Vía Morelos Km 21.5 Col San José Jalapa
Combugas S.A. de C.V.	1503300010760024, 1503300010760023, 1503300010760028, 1503300010760027,	Laderas del Peñón	190	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Ladera Citlaltepec N 37 Col Laderas del Peñón
Combugas del Valle de México S.A. de C.V.	1503300010277021, 1503300014763030,	Santa María Tulpetlac, Tulpetlac	292	2 Tanques de 5000 Lts	50 M	Vía Morelos N 244 Col Santa María Tulpetlac

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de estas la de mayor capacidad de almacenamiento y distribución es Trendi Carburación S.A. de C.V. cuya capacidad es de un tanque de 25,000 litros, ubicada en la colonia Esfuerzo Nacional y con una población en zona de peligro de 595 habitantes, Unigas S.A. de C.V. con capacidad de dos tanques de 5,000 litros cada uno ubicado en la Colonia Guadalupe Victoria es la gasera que de forma directa afectaría con daños mortales a la mayor población dentro del municipio, que hace un total de 1,555 habitantes de población fija del mismo modo una de las gaseras que pudiera provocar mayores daños de forma directa es Servicio de Carburación Tesoyuca S.A. de C.V. en el Ejido Tulpetlac con una población fija en zona de peligro de 1261 habitantes, los anteriores solo por mencionar algunos casos, sin embargo en la tabla anterior se



hace mención de cada una de las gaseras identificadas por la unidad de protección civil municipal, en la cual se señala tanto la capacidad de almacenamiento como la población en zona de peligro.

7.2.3 Tortillerías.

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 1465 tortillerías por todo el municipio de acuerdo al DENUÉ 2013 (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas), de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración:

Tabla 7.5 Tortillerías en el Municipio de Ecatepec.

Colonia	No. de Tortillerías
Jardines de Morelos	77
Granjas del Valle de Guadalupe	37
Carlos Hank González	35
Jardines de Tepeyac	28
Miguel Hidalgo	26
San Agustín	26
Luis Donaldo Colosio	21
Ciudad Azteca 2da Secc.	19
Jardines de Santa Clara	19
San Pedro Xalostoc	18
Los Bordos	18
Ciudad Azteca	17
Ejido de San Cristóbal	16
Valle de Santiago	16

Fuente: DENUÉ INEGI.

Con respecto a la colonia San Pedro Xalostoc, es una de las colonias con más de 15 tortillerías y que se encuentra localizada dentro de la zona industrial de Ecatepec, se encuentran 8 escuelas y 2 iglesias, que en caso de algún siniestro pudieran estar dentro del área de influencia o bien reaccionar ante un evento explosivo aledaño.

7.2.4 Vulcanizadoras.

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 446 vulcanizadoras para todo el municipio, de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración.

Tabla 7.6 Vulcanizadoras en el Municipio de Ecatepec.

Colonia	Vulcanizadoras
Jardines de Morelos	19
Granjas del Valle de Guadalupe	14
Ejido de San Cristóbal	12
Carlos Hank González	8
Ciudad Azteca	8
San Agustín	8
Cuauhtémoc Xalostoc	7
Tulpetlac	7
Ecatepec de Morelos Centro	7
Miguel Hidalgo	7
Ciudad Azteca 2da Secc	6
Jardines de Santa Clara	6
Valle de Anáhuac	6

Fuente: DENUE INEGI.

Con respecto a las colonias Cuauhtémoc Xalostoc y Tulpetlac, que son colonias con más de 5 Vulcanizadoras y se encuentran en el Corredor Industrial de Ecatepec, se encuentran 7 y 9 escuelas, 1 y 4 iglesias, respectivamente, así como algunos centros comerciales importantes como bodega Alianza en Cuauhtémoc Xalostoc mientras que en Tulpetlac, existe una Bodega Aurrera y una Comercial Mexicana que en caso de algún siniestro pueden llegar a ser afectadas.

7.2.5 Fundidoras

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 11 fundidoras para todo el municipio, que se localizan en estas colonias:

Tabla 7.7 Fundidoras por tipo de actividad en el Municipio de Ecatepec.

Colonia	Nombre	Actividad
Barrio Nuevo Tultitlán	Corazones Shell	Moldeo de Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas
Carlos Hank González	Moldeo Por Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas	Moldeo de Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas
El Chamizal	Taller de Fundición	Moldeo de Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas
El Gallito	Tornos Taller	Moldeo de Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas

Esfuerzo Nacional	Alusuiza S.A. de C.V.	Moldeo Por Fundición de Piezas de Hierro y Acero
Fracc El Calvario	Taller de Fundición	Fundición y Refinación de Otros Metales No Ferrosos
Industrial Cerro Gordo	Met Mex Peñoles Bodega México	Fundición y Refinación de Metales Preciosos
Jardines de Tepeyac	Corporativo Compactmetales S.A. de C.V.	Moldeo Por Fundición de Piezas de Hierro y Acero
Miguel Hidalgo	Fundidora	Moldeo Por Fundición de Piezas de Hierro y Acero
Rinconada Santa Clara	Perss Alum	Moldeo de Fundición de Piezas Metálicas No Ferrosas
Santo Tomas Chiconautla	Fundidora Santo Tomas S.A. de C.V.	Fundición y Refinación de Otros Metales No Ferrosos

Fuente: DENUE INEGI.

Con respecto a las 3 fundidoras que se encuentran en colonias del corredor Industrial, se encuentran para Esfuerzo Nacional 1 escuela y 1 iglesia, en Industrial Cerro Gordo, se localizan 6 escuelas, 6 hospitales, 3 iglesias, 3 Sorianas, 2 Bodegas Aurrera, 1 Chedraui y una Mega y para Rinconada Santa Clara se localiza 1 iglesia, que en caso de algún siniestro estas pueden ser afectadas.

7.2.6 Comercio de Productos Químicos.

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 2464 comercios de comercialización de productos químicos para todo el municipio, de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración:

Tabla 7.8 Comercios de productos químicos en el Municipio de Ecatepec.

Colonia	No de Comercios
Jardines de Morelos	151
Granjas del Valle de Guadalupe	74
Jardines de Tepeyac	52
San Agustín	49
Miguel Hidalgo	48
Jardines de Santa Clara	40
Nuevo Valle de Aragón	37
Ecatepec de Morelos Centro	35

Colonia	No de Comercios
Ciudad Azteca 2da Secc	34
Luis Donaldo Colosio	29
Ciudad Azteca	27
Cauhtémoc Xalostoc	27
Valle de Aragón 3ra Secc	27
Carlos Hank González	26
Ejido de San Cristóbal	26
Secc Tlálloc	25

Fuente: DENUE INEGI.

Los comercios con productos químicos se han dividido en secciones, de estos por la cantidad de comercios que existen sobresalen los comercios al por menor de artículos para la limpieza y comercios al por menor en ferreterías y tlapalerías, como se muestra en la siguiente tabla con respecto a las colonias con más de 25 establecimientos que comercian con productos químicos.

Tabla 7.9 Comercios de y con productos químicos en el Municipio de Ecatepec.

Colonias	Comercio al por mayor de pinturas	Comercio al por mayor de productos farmacéuticos	Productos químicos para la industria farmacéutica y para otro uso industrial	Comercio al por menor de artículos para la limpieza	Comercio al por menor de pinturas	Comercio al por menor en ferreterías y tlapalerías	Comercio al por mayor de otras materias primas para otras industrias
Jardines de Morelos	0	0	1	68	15	65	2
Granjas del Valle de Guadalupe	0	0	0	25	13	34	2
Jardines de Tepeyac	0	0	0	29	4	18	1
San Agustín	0	1	0	13	7	26	2
Miguel Hidalgo	0	0	0	21	3	23	1
Jardines de Santa Clara	1	3	0	14	5	17	0
Nuevo Valle de Aragón	0	1	1	7	9	19	0
Ecatepec de Morelos Centro	2	1	0	7	8	15	2
Ciudad Azteca 2da Sección	0	0	0	12	3	18	1

Colonias	Comercio al por mayor de pinturas	Comercio al por mayor de productos farmacéuticos	Productos químicos para la industria farmacéutica y para otro uso industrial	Comercio al por menor de artículos para la limpieza	Comercio al por menor de pinturas	Comercio al por menor en ferreterías y tlapalerías	Comercio al por mayor de otras materias primas para otras industrias
Luis Donaldo Colosio	0	0	0	14	3	12	0
Ciudad Azteca	0	1	3	6	5	11	1
Cuahtémoc Xalostoc	0	0	3	3	3	17	1
Valle de Aragón 3ra Sección	0	0	2	7	6	12	0
Carlos Hank González	0	0	0	13	2	11	0
Ejido de San Cristóbal	0	0	0	12	1	12	1
Secc Tláloc	0	0	0	12	1	12	0

Fuente: DENUE INEGI.

Con respecto a la colonia Cuahtémoc Xalostoc que se encuentra en el Corredor Industrial de Ecatepec, se encuentran 7 escuelas y 1 iglesia, así como una Bodega Aurrera que en caso de algún siniestro pueden llegar a ser afectadas.

7.2.7 Purificadoras y embotelladoras

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 400 purificadoras y embotelladoras de agua para todo el municipio, de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración:

Tabla 7.10 Purificadoras y Embotelladoras en el Municipio de Ecatepec.

Colonia	No.
Jardines de Morelos	34
Granjas del Valle de Guadalupe	10
Miguel Hidalgo	9
Jardines de Tepeyac	8
Ciudad Azteca 2da Secc	7
16 de Septiembre	6
Ejido de San Cristóbal	6

Colonia	No.
Jardines de Santa Clara	6
Unid Hab Heroes Ecatepec 1 2 3 4 T	6
Valle de Aragón 3ra Secc	6
Carlos Hank González	5
Ciudad Azteca	5
El Chamizal	5
Nueva Aragón	5
San Agustín	5
Tulpetlac	5
Villa de Guadalupe Xalostoc	5

Fuente: DENUE INEGI.

Con respecto a las colonias Tulpetlac y Villa de Guadalupe Xalostoc, que son de las colonias que tienen de 5 o más purificadoras y embotelladoras de agua y se localizan en el corredor industrial se encuentran en la Colonia Tulpetlac, 9 escuelas, 4 iglesias, 1 Bodega Aurrera y 1 Comercial Mexicana y en la colonia Villa de Guadalupe Xalostoc se localizan 8 escuelas, 2 hospitales, 3 iglesias y una tienda 3B, que en caso de algún siniestro pueden resultar afectadas.

7.2.8 Textil

En Ecatepec, se tienen contabilizadas 343 industrias de confección textil y de prendas de vestir para todo el municipio, de las cuales estas colonias son las que tienen mayor concentración de ellas:

Tabla 7.11 Industrias textiles por actividad textil en el Municipio de Ecatepec.

Colonias	Acabado de Productos Textiles	Confección de Cortinas, Blancos y Similares	Confección de Costales	Confección de Otros Accesorios y Prendas de Vestir No Clasificados En Otra Parte	Confección de Prendas de Vestir de Cuero, Piel y Materiales Sucedáneos	Confección de Prendas de Vestir Sobre Medida	Confección de Productos de Textiles Recubiertos y Materiales Sucedáneos
Jardines de Morelos	0	1	0	0	0	13	1
Granjas del Valle de Guadalupe	1	0	1	0	2	6	0

Colonias	Acabado de Productos Textiles	Confección de Cortinas, Blancos y Similares	Confección de Costales	Confección de Otros Accesorios y Prendas de Vestir No Clasificados En Otra Parte	Confección de Prendas de Vestir de Cuero, Piel y Materiales Sucédáneos	Confección de Prendas de Vestir Sobre Medida	Confección de Productos de Textiles Recubiertos y Materiales Sucédáneos
Secc Tláloc	0	0	0	0	1	8	0
Villa de Guadalupe	0	0	0	1	0	2	0
Xalostoc	0	0	0	0	0	4	0
Ciudad Azteca	0	0	0	0	0	3	0
Ecatepec de Morelos Centro	0	0	0	0	0	1	0
Miguel Hidalgo	1	1	0	1	0	1	0
San Agustín	0	0	0	0	0	4	0
Jardines de Santa Clara	1	0	0	1	0	3	0
Secc Tonatiuh	0	0	0	0	0	1	0
Valle de Anáhuac	0	0	0	0	0	2	0
Ampl San José	0	1	0	0	0	1	0
Xalostoc	0	0	0	0	0	0	0
Jardines de Tepeyac	0	0	0	0	0	0	0
Rinconada de Aragón	0	0	0	1	0	2	0
San Pedro Xalostoc	0	0	0	0	0	4	0

Fuente: DENUE INEGI.

Tabla 7.12 Industrias textiles por actividad textil en el Municipio de Ecatepec (continuación)

Colonias	Confección de Sombreros y Gorras	Confección En Serie de Disfraces y Trajes Típicos	Confección En Serie de Otra Ropa Exterior de Materiales Textiles	Confección En Serie de Ropa Interior y de Dormir	Confección En Serie de Uniformes	Confección, Bordados y Deshilachado de Productos de Productos Textiles	Curtido y Acabado de Cuero y Piel
Jardines de Morelos	0	1	7	0	0	1	0
Granjas del Valle	0	0	3	1	0	0	2

Colonias	Confección de Sombreros y Gorras	Confección En Serie de Disfraces y Trajes Típicos	Confección En Serie de Otra Ropa Exterior de Materiales Textiles	Confección En Serie de Ropa Interior y de Dormir	Confección En Serie de Uniformes	Confección, Bordados y Deshilachado de Productos Textiles	Curtido y Acabado de Cuero y Piel
de Guadalupe							
Secc Tláloc	0	0	3	0	1	1	0
Villa de Guadalupe Xalostoc	1	0	7	0	0	2	0
Ciudad Azteca	0	0	3	0	0	1	1
Ecatepec de Morelos Centro	0	0	4	0	1	0	0
Miguel Hidalgo	0	0	2	0	1	0	0
San Agustín	0	0	3	0	0	0	0
Jardines de Santa Clara	0	1	0	0	0	0	0
Secc Tonatiuh	0	0	3	1	1	0	0
Valle de Anáhuac	0	0	3	0	1	0	0
Ampl San José Xalostoc	2	0	1	0	0	0	0
Jardines de Tepeyac	0	0	4	0	0	1	0
Rinconada de Aragón	0	0	1	0	0	1	0
San Pedro Xalostoc	0	0	1	0	0	0	0

Fuente: DENUE INEGI.

Con respecto a las colonias Villa de Guadalupe Xalostoc, Ampl San José Xalostoc y San Pedro Xalostoc, que se encuentra localizada dentro de la zona industrial de Ecatepec, se encuentran para Villa de Guadalupe Xalostoc 8 escuelas y 2 hospitales, 3 iglesias y 1 tienda 3B, para Ampl San José Xalostoc se localizan 1 escuela y para San Pedro Xalostoc se localizan 8 escuelas y 2 iglesias, que en caso de algún siniestro pueden llegar a ser afectadas.

7.3 Incendios y explosiones

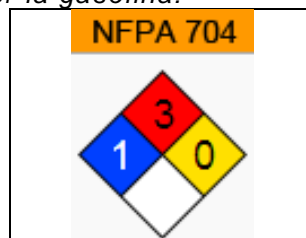
7.3.1 Gasolina y Diesel

Las gasolineras son uno de los sitios de almacenamiento inflamables más constantes en las áreas urbanas, debido a su importancia para el abastecimiento de combustible de los automóviles. Generalmente, se encuentran en zonas densamente pobladas, y contiguas a zonas residenciales. Aunque son comercios con un estricto control del almacenamiento del combustible, mismo que se verifica constantemente, por la naturaleza del químico que manejan, son susceptibles a presentar un accidente. La afectación debido a un accidente químico depende de diversos factores como son la cantidad de sustancia liberada, la distancia y distribución de los asentamientos humanos alrededor de la gasolinera, la dirección y velocidad del viento, las condiciones climatológicas, la existencia y efectividad de equipo de control y combate de la emergencia, y la existencia de personal capacitado para atender el evento.

Peligro por explosiones en gasolineras

El peligro inherente a las gasolineras o estaciones de servicio franquicia PEMEX se puede definir como: cualquier situación que tenga el potencial de causar lesiones a la vida o daños a la propiedad y al ambiente. En la identificación de peligros a nivel municipal se deben determinar las actividades peligrosas que existen, tal como las gasolineras que manejan y/o almacenan sustancias peligrosas (gasolina y diésel) en grandes volúmenes, dónde se ubican, qué tipo de accidente pueden ocasionar y las posibles consecuencias a la población. El análisis de peligros es una tarea laboriosa, debido a que un análisis completo de los peligros existentes puede requerir de una gran cantidad de información, datos y recursos, y aun así, no reducir de manera significativa el grado de incertidumbre propio de un evento multifactorial con un componente azaroso amplio, tal como un incendio o una fuga de material.

Figura 7.2 Diamante de peligro por la gasolina:



Explicación: Azul/Salud: 1 causan irritación, pero solo daños residuales menores aún en ausencia de tratamiento médico; Rojo/Inflamabilidad: 3 puede encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental; Amarillo/Inestabilidad/reactividad, 0 Normalmente estable y no es reactivo con agua. Fuente: NFPA.

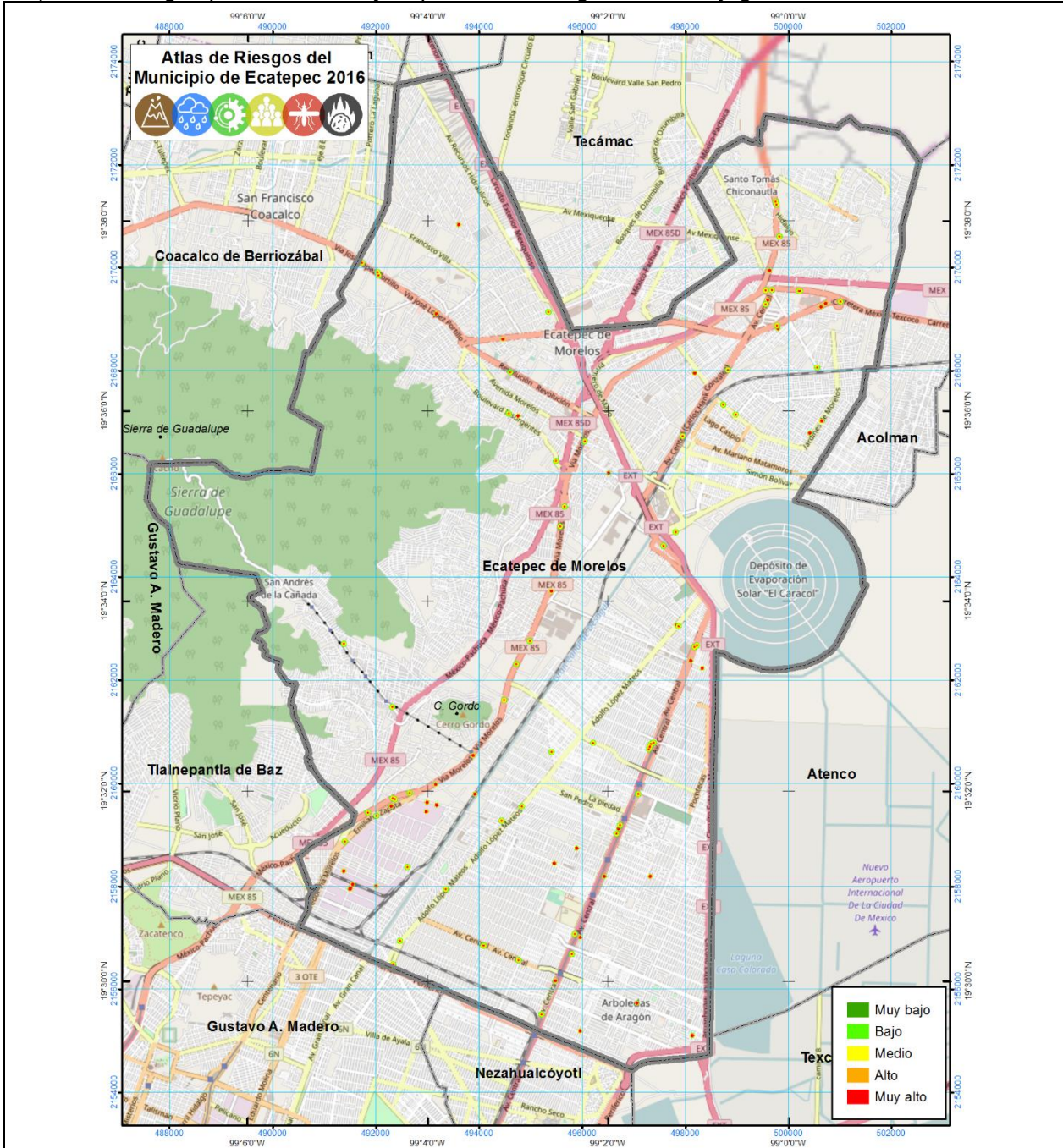
Para este caso, se estableció un proceso de selección inicial con objeto de limitar la profundidad del análisis, y destinar los recursos al análisis de los peligros más importantes, en este caso, de explosión. Se elaboró un modelo para un evento de explosión en un tanque de 40,000 litros en proceso de relleno, con una velocidad del viento muy baja, condiciones atmosféricas muy estables y terreno plano; además, el modelo no incorporó los efectos de reacciones químicas, mezclas químicas, ni otras interacciones con materiales diferentes al de la eventual explosión.

Mapa 7.4 Peligro por explosión de Estaciones de Servicio PEMEX (detalle).



Fuente: Elaboración propia

Mapa 7.5 Peligro por incendios y explosiones en gasolineras y gaseras



Fuente: elaboración propia.

Las tres divisiones propias del modelo, son los diferentes grados de impacto de la onda expansiva de la explosión. En los primeros 15 metros se esperan daños fuertes, como mortandad de seres humanos, daños graves a la salud, daños a infraestructura sólida; en los siguientes 15 metros, habría vidrios rotos, caída de falsos cielos, y otras estructuras similares. De los 30 a los 45 metros habría fuertes vibraciones en las viviendas, pero sin que cayeran objetos al suelo.

Vulnerabilidad y riesgo por explosiones en gasolineras

La vulnerabilidad asociada a estos fenómenos depende directamente del grado de exposición a las estaciones de servicio, es decir, a la cercanía. No se consideran zonas expuestas a las explosiones aquellas que se encuentren a más de 45m de distancia; sin embargo, cabe destacar que una explosión casi siempre inicia un incendio, y que estos, pueden abarcar grandes zonas.

Para el caso específico de las explosiones, la zonificación de vulnerabilidad y riesgo resultó como se expresa en la siguiente tabla:

Tabla 7.13 Zonificación del riesgo por explosión de las Estaciones de Servicio de PEMEX.

Manzanas	Población	Colonia	Radio Afectación	Dirección	Escuelas En Zona de Peligro	Comercio En Zona de Peligro
1503300012926034, 1503300012926027,	4	Valle de Aragón 3ra Secc	45 Metros	Avenida Central	0	0
1503300012926026, 1503300012926027,	70	Valle de Aragón 3ra Secc	45 Metros	Avenida Central	0	La Divina
1503300011256021, 1503300011148017, 1503300011256028, 1503300011148025,	600	Valle de Guadalupe y Las Vegas Xalostoc	45 Metros	Av Río de Los Remedios Mz 48 Lt 44 Col Granjas Valle de Guadalupe	0	0
1503300011082022, 1503300011092017, 1503300012907024, 1503300012907025,	1020	Granjas Valle de Ecatepec y Valle de Aragón 3ra Secc	45 Metros	Alfredo Zarate Albarrán N 221 Mz 52 Lt 1 Col Granjas Valle de Guadalupe	0	0
1503300011025018,	23	Valle de Aragón Norte y Nuevo Valle de Aragón	45 Metros	Av Central (Carlos Hank González) N 20 Col Valle de Aragón 3a Sección	New England Community	Extra, Sanimex
1503300011078016, 1503300011152019, 1503300011078024,	994	Granjas Valle de Ecatepec	45 Metros	Av Carlos Hank González N 141 Col Granjas Valle de Guadalupe	0	0
1503300012339005, 1503300012339010,	126	Las Vegas Xalostoc	45 Metros	Av Ejército del Trabajo O Adolfo López Mateos (R-1) Mz 49 Lotes 1, 2 y 3 Col Villa de Guadalupe Xalostoc	0	0
1503300012856031,	83	Valle de Aragón Norte	45 Metros	Avenida Central	0	Oxxo



H. AYUNTAMIENTO DE
ECATEPEC DE MORELOS



Dirección de Protección Civil y
Bomberos

Manzanas	Población	Colonia	Radio Afectación	Dirección	Escuelas En Zona de Peligro	Comercio En Zona de Peligro
1503300011203021, 1503300011203015,	83	Altavilla	45 Metros	Vía Morelos (Carretera México - Pachuca) N 140 Col Alta Villa	0	0
150330001231a011, 150330001231a012, 150330001231a016, 150330001231a017,	788	Villa de Guadalupe Xalostoc	45 Metros	Av Alfredo del Mazo Mz 20 N 71 Col Villas de Guadalupe Xalostoc	0	Eqqus
1503300012305019, 1503300012305023,	483	Jardines de Xalostoc	45 Metros	Calle Poniente Hidalgo	0	Farmacia de Jesús
150330001078a018, 150330001078a041, 1503300010987021,	100	Rustica Xalostoc y La Urbana Ixhuatepec	45 Metros	Avenida Emiliano Zapata	0	Eqqus
150330001103a041, 150330001103a034,	16	La Urbana Ixhuatepec	45 Metros	Vía José María Morelos	0	Eqqus
1503300012305021, 1503300012305018, 1503300010807029, 1503300010807039, 1503300010807035,	977	San Francisco Xalostoc y División del Norte	45 Metros	Av Adolfo López Mateos (R-1) Col San Francisco Xalostoc	0	0
1503300010760024, 1503300010760028,	6	Laderas del Peñón	45 Metros	Avenida Central	0	0
1503300010760028, 1503300010760029,	196	Laderas del Peñón	45 Metros	Av Carlos Hank González (Av Central) N 48 Col Laderas del Peñón	0	7-Eleven
1503300012803022, 1503300012803027, 1503300012305028, 1503300012305029,	1110	5 de Septiembre, Miguel Hidalgo y Melchor Ocampo	45 Metros	Av La Laguna N 140 Col Miguel Hidalgo	0	0
150330001078a024, 1503300010845024,	362	Esfuerzo Nacional, Rustica Xalostoc y Cuahtémoc Xalostoc	45 Metros	Avenida Emiliano Zapata	0	Tienda de Abarrotos
150330001078a013, 150330001078a019,	584	Cuahtémoc Xalostoc y Rustica Xalostoc	45 Metros	Vía José María Morelos	0	La Divina
150330001078a012, 150330001078a025,	168	Cuahtémoc Xalostoc	45 Metros	Vía José María Morelos	0	0
1503300010667017, 1503300010794001,	573	Cuahtémoc Xalostoc y Esfuerzo Nacional	45 Metros	Av Vicente Lombardo Toledano N 1 Col Santa Clara Xalostoc	0	0
150330001078a005, 150330001078a011,	464	Cuahtémoc Xalostoc	45 Metros	Vía José María Morelos	0	0
150330001078a001, 150330001078a004, 150330001078a011,	487	Cuahtémoc Xalostoc	45 Metros	Carretera Ciudad de México-Pachuca	0	El Globo
1503300010629017, 1503300011716004,	92	Plaza Aragón, Rinconada de Aragón, Valle	45 Metros	Av Carlos Hank González (Central) N 120 Col Rinconada de Aragón	0	Mexpuerto, Movistar, Telcel



Manzanas	Población	Colonia	Radio Afectación	Dirección	Escuelas En Zona de Peligro	Comercio En Zona de Peligro
1503300010559031, 1503300012362025, 1503300012362024,	479	de Santiago y Ciudad Azteca Jardines de Santa Clara, Profopec El Cegor y Cegor Ciudad Azteca	45 Metros	Avenida Vía Adolfo López Mateos	0	0
1503300010614026, 1503300010510009, 1503300010510005, 1503300010510001, 1503300012343006, 1503300012343003,	85	Ciudad Azteca	45 Metros	Avenida Central	0	0
1503300010440018,	36	Profopec El Cegor y Ciudad Azteca	45 Metros	Boulevard de Los Aztecas	Jardín de Niños Tlálóc, Coreografías Javier Ortiz	Bodegas Alianza
1503300012591048, 1503300013534020,	60	Ciudad Azteca 2da Secc Cerro Gordo, Industrial Cerro Gordo y Bellavista	45 Metros	Avenida Central	0	Go Mart 24
1503300013572016, 1503300013591038,	12	Industrial Cerro Gordo y Bellavista	45 Metros	Vía Morelos N 300 Col Cerro Gordo Col Cerro	0	0
1503300013572016, 1503300013591038,	12	Industrial Cerro Gordo y Bellavista	45 Metros	Vía Morelos N 359-A Col Santa Clara	0	0
1503300012273004, 1503300012061044,	1107	Industrial Cerro Gordo y Bellavista	45 Metros	Vía Morelos N 322-A Con Jardines de Casa Nueva	0	7-Eleven
1503300012273004, 1503300012061044, 150330012273051	1155	Ejido Tulpetlac y Congreso de La Unión	45 Metros	Av Central Sn Col Ejidos de Santa María Tulpetlac	0	Comercial Mexicana
150330001046a001, 150330001046a003,	0	Ejido Tulpetlac y Congreso de La Unión	45 Metros	Av Central Sn Mz 19 Lt 1 Col Progreso de La Unión	0	0
1503300012273050, 1503300013229048,	59	Industrial Cerro Gordo	45 Metros	Vía Morelos N 30 Col Santa María Tulpetlac Av Adolfo López Mateos Lt 127 R-1 Col Ejidos de Santa María Tulpetlac	0	0
1503300010328027, 1503300014886006, 1503300014886005,	162	Ejido Tulpetlac	45 Metros	Av Vía Morelos Sn Col Santa María Tulpetlac	0	Farmacias del Ahorro
1503300010277003, 1503300010277021, 1503300014763030,	848	Tulpetlac y Santa María Tulpetlac y Fovissste Morelos	45 Metros	Vía Morelos N 265 Col Santa María Tulpetlac	Instituto Tecnológico Lumen Gentium, Academia de Belleza Grupo Abe	Break N' Go, Movistar
1503300012019010, 150330001434a040, 150330001434a027,	733	José María Morelos y Pavón y Juan de La Barrera	45 Metros	Av Central Sn N 3 Col Juan de La Barrera	0	0
1503300014941003, 1503300010099045, 1503300014759033,	400	Sosa Texcoco	45 Metros	Avenida Insurgentes	0	Go Mart
1503300010099045,	400	Rio Piedras y Nuevo Laredo	45 Metros	Vía Morelos N 115 Col Santa María Tulpetlac	0	0
1503300010099045,	400	Nuevo Laredo	45 Metros	Autopista México Pachuca Km 29 Col Nuevo Laredo	0	Go Mafirt



H. AYUNTAMIENTO DE
ECATEPEC DE MORELOS



Dirección de Protección Civil y
Bomberos

Manzanas	Población	Colonia	Radio Afectación	Dirección	Escuelas En Zona de Peligro	Comercio En Zona de Peligro
1503300010099035, 1503300010205007, 1503300014759033,	339	Los Laureles, Nuevo Laredo y Río Piedras	45 Metros	Boulevard Morelos N 170 Fraccionamiento Los Laureles	Nueva Escuela Tecnológica Sc Plantel Ecatepec	0
1503300010224002,	0	Fracc El Potrero	45 Metros	Av Central N 225 Col Ex rancho Jajalpa	0	Go Mart
1503300010192041, 1503300010154057, 1503300010154056,	67	Ecatepec de Morelos Centro y Mirasol	45 Metros	Boulevard Insurgentes N 2 Col Panorámica	0	Go Mart 24
1503300010099003, 1503300013680010, 1503300013680008,	242	Fuentes de San Cristóbal, Álamos de San Cristóbal y La Alfalfa	45 Metros	Avenida Vía Morelos	0	0
1503300011487042, 1503300011542044, 1503300011491052,	199	Jardines de Morelos	45 Metros	Ave Jardines de Morelos Col Jardines de Morelos Sección Flores	0	0
1503300010099034, 1503300010099031,	141	San Juan Alcahuacan y La Alfalfa	45 Metros	Vía Morelos N 56	0	0
1503300010135040, 1503300010135007, 1503300010135005, 1503300010135006,	383	Ecatepec de Morelos Centro, Tierra Blanca E Izcalli Ecatepec	45 Metros	Boulevard Insurgentes Sn Col San Cristóbal Centro	0	Súper Stop, Oxxo
1503300010101046, 1503300010101048,	0	La Propiedad y Adolfo Ruíz Cortinez	45 Metros	Calle Norte 4 Col Ruiz Cortines	0	Oxxo
1503300011487045, 1503300013021025, 1503300011487019, 1503300013021026, 1503300011472011, 150330001007a034, 1503300010084002, 1503300011472002, 150330001007a028, 1503300011472006,	341	Jardines de Morelos	45 Metros	Av Jardines de Morelos Mz 648-D Lt 7 Sn Col Jardines de Morelos Sección Flores	0	Farmacia Genéricos
1503300011504005, 1503300013040041, 1503300013040040,	333	Jardines de Morelos	45 Metros	Jardines de Morelos N 466 Col Jardines de Morelos Sección Islas	Plaza Comunitaria Siervo Ce La Nación	Carvic, Go Mart
1503300012593001, 1503300010065036,	4174	Fracc San Bernabé y Res San Cristóbal	45 Metros	Av Revolución Sn Col Hogares Marla	0	Zapatería Tropic
1503300013888036, 1503300014725040,	110	Salinas de Gortari	45 Metros	Av Central O (Carlos Hank González) Sn Lt 4 Con Villas del Sol	0	0
1503300013905023, 1503300013905022, 1503300013905021, 1503300013905026,	423	Secc Playas y San Isidro Atlautenco	45 Metros	Avenida de Las Bombas	0	0
1503300013873025, 150330001466a007,	649	Jardines de Los Báez 1ra	45 Metros	Av Palomas Sn Fraccionamiento La Veleta	0	Bodega Aurrera,





H. AYUNTAMIENTO DE
ECATEPEC DE MORELOS



Dirección de Protección Civil y
Bomberos

Manzanas	Población	Colonia	Radio Afectación	Dirección	Escuelas En Zona de Peligro	Comercio En Zona de Peligro
		Secc y Villas de Ecatepec				Farmacia Similares
1503300010050067, 1503300013854016, 1503300013854007,	355	Jardines de Los Báez 1ra Secc E Izcalli Jardines	45 Metros	Av Palomas Sn Col Izcalli Jardines	0	0
1503300014547028, 150330001142a006	321	Ejido de San Cristóbal y San Cristóbal Centro	45 Metros	Carretera Ecatepec-Tepexpan	0	0
1503300014547014, 1503300014547020, 150330001142a006, 150330001142a001,	542	Ejido de San Cristóbal y San Cristóbal Centro	45 Metros	Carretera Texcoco Lechería Sn Colonia El Carmen	0	0
1503300013464003,	0	Venta de Carpio y Salinas de Gortari	45 Metros	Entre Eje Central y Avenida Ecatepec de Morelos y Texcoco de La Mora	0	Oxxo
1503300014142008,	0	Unidad Habitacional Héroes Ecatepec 1 2 3 4 T	45 Metros	Carretera Ecatepec-Tepexpan	0	Extra
1503300013464049,	41	Venta de Carpio	45 Metros	Carretera Ciudad de México-Pachuca	0	0
1503300014621025, 1503300014617044,	146	Unidad Habitacional Héroes Ecatepec 1 2 3 4 T	45 Metros	Carretera Ecatepec-Tepexpan	0	Go Mart
1503300013464003, 150330001391a038, 150330001391a033,	186	Salinas de Gortari y Venta de Carpio	45 Metros	Carretera Federal Lechería Texcoco Km 12 Col Santa Cruz Venta de Carpio	0	0
1503300014617021,	69	Unidad Habitacional Héroes Ecatepec 1 2 3 4 T y Ignacio Pichardo Pagaza	45 Metros	Carretera Ecatepec-Tepexpan	0	Go Mart
1503300010031011, 1503300011398002,	1249	Guadalupe Victoria y La Joya	45 Metros	Vía José López Portillo	0	Go Mart 24
1503300013939001, 1503300013939003,	632	La Purísima y Casas Reales	45 Metros	Carretera México Texcoco Km 29.5 Col San Isidro Atlautenco	0	Telcel, Súper City
1503300013464009, 1503300013464011, 1503300013892056, 1503300013892017,	1328	Ampl 19 de Septiembre y La Purísima	45 Metros	Carretera Ecatepec-Tepexpan	0	0
1503300013464005, 1503300013464001,	158	Venta de Carpio	45 Metros	Carretera Lechería Texcoco N 50 Col La Purísima de San Isidro Atlautenco	0	0



Manzanas	Población	Colonia	Radio Afectación	Dirección	Escuelas En Zona de Peligro	Comercio En Zona de Peligro
1503300013939007, 1503300013464013, 1503300013892059,	246	Ampl 19 de Septiembre, La Purísima y Casas Reales	45 Metros	Av Recursos Hidráulicos Lote 26 Sn Col Ejidos de San Cristóbal	0	Oxxo
1503300014528023, 1503300014551030,	293	Ejido de San Cristóbal	45 Metros	Avenida Luis Donald Colosio Murrieta	0	Súper Rápido
1503300013464015, 1503300013464009,	1007	Ampl 19 de Septiembre y Casas Reales	45 Metros	Carretera Ecatepec-Tepexpan	0	Radioshack
1503300013464015, 1503300013464009,	1007	Ampl 19 de Septiembre y Casas Reales	45 Metros	Carretera México Pirámides Km 1.5 Col Santa Cruz Venta de Carpio	0	0
1503300012521022, 1503300013464005,	184	Zopilocalco y Venta de Carpio	45 Metros	Carretera México Tepexpan Sn Col Santa Cruz Venta de Carpio	0	Go Mart, Telcel
1503300013835008, 1503300011985002,	303	Mathzi I, Barrio Nuevo Tultitlan y Unid Hab El Árbol (Gpe Victoria)	45 Metros	Av José López Portillo N 377 Col Guadalupe Victoria	0	0
1503300014513048, 1503300014509011, 1503300014528049, 1503300014528023,	168	San Andrés Ejidos, Fracc Paseos de Ecatepec y Ejido de San Cristóbal	45 Metros	Avenida Luis Donald Colosio Murrieta	0	Mas Farmacias
1503300011985001, 1503300014481006, 1503300014481004,	443	Barrio Nuevo Tultitlan y Unidad Habitacional El Árbol (Gpe Victoria)	45 Metros	Av José López Portillo N 364 Col Guadalupe Victoria	0	Go Mart
1503300011985001, 1503300011985001,	414	Barrio Nuevo Tultitlan y Unidad Habitacional El Árbol (Gpe Victoria)	45 Metros	Av José López Portillo N 417 Col Guadalupe Victoria	0	Go Mart, Plaza Diamante
150330001135a005, 150330001135a007,	378	Las Brisas y Progreso Nacional	45 Metros	Carretera Vieja México Pachuca Km 28 Santa María Chiconautla	0	0
1503300013445027, 1503300012485008,	465	El Potrero y Fracc El Calvario	45 Metros	Carretera México Pachuca Km 28 Col Santo Tomas Chiconautla	0	0
1503300012752006, 1503300012610010, 1503300013445010,	1164	Santo Tomas Chiconautla, Secc Moctezuma y Ciudad Cuauhtémoc	45 Metros	Carretera Libre México Pachuca Km 19 Col Ciudad Cuauhtémoc	Enmexico Sa de Cv	0
	0	Granjas Ecatepec	45 Metros	Isla	0	0

Fuente: Elaboración propia.

7.3.2 Gas LP

Tabla 7.14 Explosiones e incendios recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
9/6/2016	Explosión de tanque estacionario, tres heridos	Calle Harlinton, Colonia Las Vegas Xalostoc
3/6/2016	Incendio en Bodega de madera, no hubo lesionados	Carretera Lechería Texcoco, frente a Central de Abastos de Ecatepec
20/4/2016	Explosión de tanque estacionario, dos muertos, 11 heridos	Calle Mar de Coral, Colonia Prados de Santa Clara

Fuente: Prensa local.

Figura 7.3 Explosión de un tanque de gas estacionario de uso doméstico en Colonia Prados de Santa Clara, 2016



Fuente: Comunicación Social Ecatepec

7.4 Transporte de Sustancias Peligrosas

Los accidentes en el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos son eventos en los que puede ocurrir una liberación de éstos y tener un impacto considerable al ambiente, a las propiedades y a las personas próximas al sitio del incidente. El riesgo en el transporte depende en primer lugar de las características peligrosas de cada sustancia, material o residuo, las cuales se manifestarán en las consecuencias específicas de los eventos que puedan presentarse.

El transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos incluye al autotransporte, transporte ferroviario y transporte de sustancias peligrosas por ductos o tuberías.

7.4.1 Transporte terrestre

Los accidentes en el transporte terrestre de sustancias peligrosas son eventos que se consideran poco frecuentes; sin embargo, la liberación accidental de la sustancia es un incidente posible que puede impactar considerablemente al ambiente, a los bienes materiales y a las personas próximas al sitio del incidente

Las actividades productivas (industriales, comerciales y de servicios) utilizan gran diversidad de sustancias, y requieren de la movilización de materiales y residuos peligrosos diariamente y en grandes cantidades. Las sustancias se transportan por carretera, por ferrocarril y por barco; la selección del medio de transporte depende del estado físico de la sustancia, la cantidad a transportar, las vías de comunicación disponibles y los costos involucrados, entre otros factores.

El transporte y la distribución de materiales industriales por carretera representan más del 50% del uso de vehículos de autotransporte federal. Algunas de las sustancias peligrosas más transportadas son gas L.P., gas natural, diésel, combustóleo, gasóleo, turbosina, entre otras. Le siguen en importancia sustancias peligrosas como los ácidos (ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido acético, entre otros), las bases (hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, etc.), y los compuestos inorgánicos (como el amoníaco y el hipoclorito de sodio). Las cantidades transportadas pueden ser muy variadas -desde algunos miles de litros hasta cantidades de 40,000 a 80,000 litros en cada unidad de transporte.

En el Municipio de Ecatepec, el transporte terrestre de sustancias peligrosas se lleva a cabo por las carreteras, las vialidades principales, así como por ductos y tuberías subterráneas.

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores el Municipio de Ecatepec es una entidad altamente industrializada que cuenta con el Parque Industrial Xalostoc y ocho zonas industriales que son: Urbana Ixhuatepec-Cuauhtémoc Xalostoc, Rústica-Benito Juárez Xalostoc, Esfuerzo Nacional, Industrial Santa Clara, Industrial Tulpetlac, Industrial Cerro Gordo, Industrial Jajalpa y

Guadalupe Victoria, esto provoca que a lo largo y ancho del municipio haya un flujo constante de vehículos pesados que transportan sustancias peligrosas.

Para el presenta análisis se hizo una selección de las vías terrestres de mayor aforo vehicular dentro del municipio tomando en cuenta su jerarquía de transito de acuerdo a los parámetros establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (si es urbana o rural, si esta pavimentada, nivel de interconexión, límites de velocidad y número de carriles). Con estos elementos es que se divide a la red vial del Municipio de Ecatepec en 5 categorías:

1. Carretera Inter-estatal
2. Autopistas y vías rápidas
3. Ejes viales
4. Calles colectoras
5. Calles locales.

De acuerdo al informe técnico de metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos publicado en 2002 por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, establece dentro de las metodologías de evaluación, que de acuerdo al número de accidentes registrados, entre el número de camiones que circulan sobre determinada vialidad se puede establecer la tasa de accidentes por cada millón de camiones que fluyen por un eje vial con características específicas que se muestran a continuación:

Tabla 7.15 Tasas de accidentes de camiones, tasas de liberación por accidente y probabilidades de liberación.

Clase de camino		Tasa de accidentes de camiones (accidentes por millón de veh-mi)	Probabilidad de liberación dado un accidente	Tasa de liberación por accidente (liberaciones por millón veh-mi)
Tipo de área	Tipo de carretera			
Rural	Dos carriles	2.19	0.086	0.19
Rural	Multicarriles sin división	4.49	0.081	0.36
Rural	Multicarriles con división	2.15	0.082	0.18
Rural	Autopista	0.64	0.090	0.06
Urbana	Dos carriles	8.66	0.069	0.60
Urbana	Multicarriles sin división	13.92	0.055	0.77
Urbana	Multicarriles con división	12.47	0.062	0.77
Urbana	Camino de un sentido	9.7	0.056	0.54
Urbana	Autopista	2.18	0.062	0.14

Fuente: Transportation Records Research.

Debido a que las fuentes oficiales de información carecen de elementos para aplicar el método sugerido por CENAPRED, este estudio se acotará a establecer las zonas de flujo terrestre de sustancias peligrosas acorde al tipo de carretera, nivel de interconexión y densidad industrial de la zona.

A continuación, se hace una breve descripción de las principales vías de flujo de sustancias peligrosas, por su nivel de interconexión e importancia vial para el municipio.

Autopista México- Pachuca: Es una de las principales vías de transporte de sustancias químicas atraviesa el municipio con una dirección suroeste-noreste en un tramo de 18.2 km y es la principal carretera inter-estatal que cruza la entidad, comienza en la Ciudad de México pero posee una salida a San Cristóbal Ecatepec que conecta con el Circuito Exterior Mexiquense para salir a la carretera Lechería- Texcoco, también la autopista tiene un ramal que se dirige al sitio arqueológico de las pirámides de Teotihuacán y continua hacia la zona norte del Estado de Veracruz e Hidalgo, se considera una de las autopistas de mayor aforo vehicular a nivel nacional y un importante número de vehículos que transitan por esta vialidad son vehículos que transportan sustancias químicas, principalmente gas LP, diésel y gasolina.

Vía Morelos: Es una de las de mayor flujo de sustancias químicas en el municipio, es la continuación de la Avenida Centenario, comienza en los límites con la delegación Gustavo A. Madero y con el municipio de Tlalnepantla, atraviesa por importantes zonas industriales de Ecatepec como Xalostoc, Santa Clara, Tulpetlac, San Andrés entre otras. Es la vía mediante la cual se surten los insumos y combustibles industriales para empresas y fábricas como Jumex, La Costeña, Agromit, solo por mencionar algunas, esta vía concluye entroncando en la Carretera libre a Pachuca o Av. Nacional, en la colonia Venta de Carpio, atraviesa todo el corredor industrial del municipio en una distancia de 19.2 km

Avenida Central: Atraviesa todo el largo del municipio prácticamente en dirección norte-sur comienza en los límites con la delegación Gustavo A. Madero, es la continuación de las avenidas Oceanía y Avenida 608. Atraviesa toda la zona de Aragón desde el Bosque de Aragón, pasando por varias colonias como San Juan de Aragón, Bosques de Aragón, Valle de Aragón en todas sus secciones, Melchor Múzquiz, Fuentes de Aragón, Jardines de Aragón, Rinconada de Aragón. La Avenida Central continúa después de Aragón pasando por otras colonias como Ciudad Azteca, Río de Luz, Industrias, Progreso de la Unión, Alfredo del Mazo, Valle de Ecatepec, Juan de la Barrera, Las Américas, Jardines de Morelos, 19 de septiembre y finaliza en la colonia Venta de Carpio, después de pasar la Central de Abastos de Ecatepec, misma a la que debe su nombre "Central". Sobre esta avenida corre la línea B del Sistema de Transporte Colectivo Metro y la primera ruta del Mexibús que corre de Ciudad Azteca a Tecámac utilizando un carril confinado en el tramo de Av. Central que comprende de Plaza Aragón a Venta de Carpio. La avenida no solo es de suma importancia para el Municipio de Ecatepec, sino también para toda la Ciudad de México ya que forma parte del Eje Troncal Metropolitano que conecta el sur de la ciudad (Xochimilco) con el norte (Ecatepec). Los principales elementos urbanos que se ubican sobre Avenida Central son: el centro comercial "Multiplaza Bosques" ubicado en los comienzos de la avenida en la col. Bosques de Aragón, el centro comercial "Soriana Aragón" ubicado en la col. Valle de Aragón 3a. sección, el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, el Centro Comercial "Center Plaza", el centro comercial "Plaza Aragón", la UNITEC, el centro comercial de la "Mega Comercial Mexicana Avenida Central", el CECyT 3 del I.P.N., el centro comercial "Plaza Las Américas", el Hospital "Las Américas", el centro comercial de "Chedraui Palomas" y la Central

de Abastos de Ecatepec. Es la zona de mayor flujo comercial dentro del municipio e importante por que funciona como la vía de acceso de los principales centros de abasto alimenticios para el municipio e importante por sus características y nivel de conexión para el traslado de combustible.

Autopista Circuito Exterior Mexiquense: Esta autopista comienza en los límites de Ecatepec con el Anillo Periférico, la cual es la vialidad que marca los límites al sur del municipio y llega hasta la autopista a Querétaro. Esta autopista en su tramo Periférico-Las Américas sirve como libramiento de la Avenida Central para evitar el tráfico varios automovilistas usan esta autopista en horas pico. También esta autopista conecta a la autopista a Indios Verdes para todos los habitantes de San Cristóbal y los Héroe Bosques. Por su nivel de inter-conectividad con la zona industrial de Querétaro y el Bajío en general, funciona como libramiento los vehículos provenientes del estado de Hidalgo y norte de Veracruz, es una vía de importante flujo terrestre de sustancias químicas.

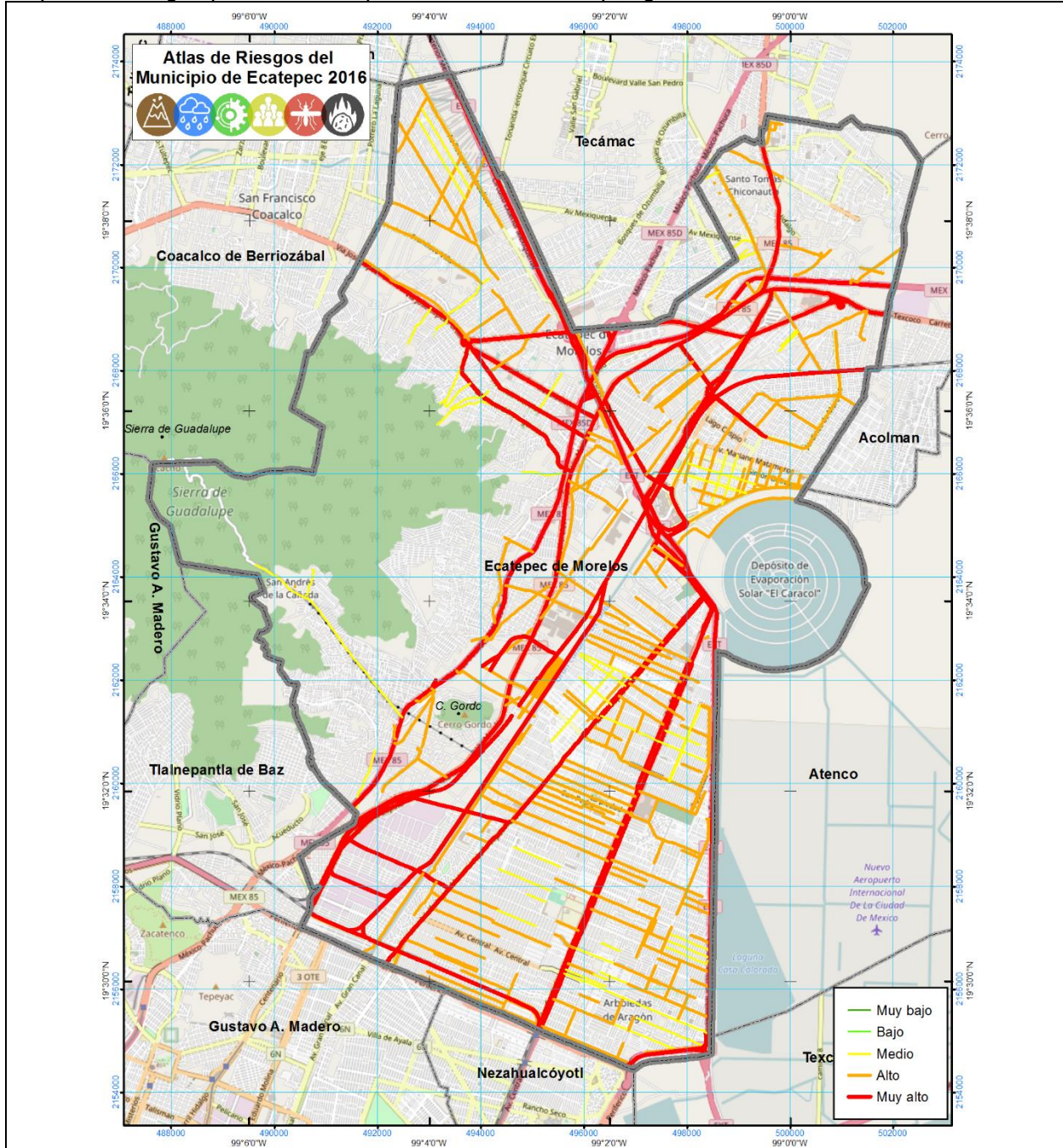
Las vías aquí descritas son las que por su nivel de conectividad, número de carriles y capacidad, son las de tránsito de vehículos de traslado de sustancias químicas, algunos de estos solo de tránsito y otros que tienen como destino final el parque industrial del municipio, los vehículos que circulan son autotanques y carro tanques de capacidades variables.

Para obtener un análisis completo del nivel de peligro y riesgo al cual está expuesto el municipio por el flujo terrestre de sustancias peligrosas es necesario ampliar el presente estudio con mayores elementos de información como:

- Identificación del Material transportado por cada unidad de transporte (de acuerdo con los carteles de las unidades, la hoja de emergencia en transportación o las etiquetas de los envases).
- Peso o volumen transportado, lo anterior podrá deducirse de acuerdo a las características de las unidades de transporte contenidas en la norma oficial mexicana NOM-012-SCT2-1995 Fecha en que se realiza el conteo de unidades de transporte.
- Hora del día en que se realiza el conteo.
- Número total de unidades que transportan materiales peligrosos por unidad de tiempo (puede ser por hora, día, mes y año); el número total de unidades puede agruparse para cada tipo de unidad (C2-R2, T2-S1, T2-S2, etc.) para lo cual utilice la norma oficial mexicana NOM-012-SCT2-1995.
- Catálogo de accidentes ocurridos por traslado de sustancias con su respectiva ficha técnica de identificación.

Con los elementos de información hasta ahora recopilados por parte de las fuentes oficiales, fue posible la identificación de vialidades de flujo terrestre de sustancias peligrosas por tipo de vialidad.

Mapa 7.6 Peligro por autotransporte de sustancias peligrosas



Fuente: elaboración propia.

Tabla 7.16 Accidentes por transporte de materiales peligrosos recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
7/5/2013	Explosión de pipa de gas. Hubo 22 muertos, 31 heridos, 45 viviendas destruidas o dañadas, 30 vehículos dañados	Kilometro 14 de la Autopista México Pachuca, Col. San Pedro Xalostoc
18/8/2016	Pipa de gas tiene fuga luego de accidente de tránsito. No hubo lesionados, se cerró la carretera Texcoco-Lechería y se desalojó a decenas de personas.	Carretera Texcoco-Lechería a la altura de Av. Chopos, Col. Ejidos de San Cristobal.

Fuente: prensa local.

Figura 7.4 Explosión de pipa de gas en San Pedro Xalostoc, 2013.



Fuente: La Jornada, Alfredo Domínguez

7.4.3 Transporte por Ductos

El transporte por ductos o tuberías de sustancias peligrosas se realiza de acuerdo con las disposiciones de la Secretaría de Energía y, en el caso de Petróleos Mexicanos se aplica adicionalmente normatividad propia. Se deberá entender por ductos o tuberías de sustancias

peligrosas a los sistemas de transporte y los sistemas de distribución de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas.

De acuerdo a la Guía para básica para la elaboración de atlas de riesgos estatales y municipales del CENAPRED Para determinar la distancia de seguridad de un ducto se utilizará la tabla siguiente, en la cual se indica dicha distancia de acuerdo con el diámetro nominal de la tubería, la presión de operación y la sustancia transportada. La distancia se mide en ambos lados a lo largo del eje del ducto.

Tabla 7.17 Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos.

Diámetro (pulgadas)	Área de trampas de diablos	Gasoducto		Oleoducto y gasolinoducto	Gasoducto	
		$100 > P \geq 80$ kg/cm ²	$80 > P \geq 50$ kg/cm ²		$50 > P \geq 15$ kg/cm ²	$P < 15$ kg/cm ²
48	250 m	200 m	150 m	150 m	100 m	50 m
36	250 m	200 m	150 m	150 m	100 m	50 m
30	250 m	200 m	150 m	150 m	100 m	50 m
24	200 m	150 m	150 m	100 m	100 m	50 m
20	200 m	150 m	100 m	100 m	100 m	50 m
18	150 m	100 m	100 m	100 m	75 m	35 m
16	150 m	100 m	100 m	75 m	75 m	35 m
14	150 m	100 m	75 m	75 m	75 m	35 m
12	150 m	100 m	75 m	75 m	75 m	35 m
10	100 m	75 m	75 m	75 m	50 m	35 m
8	100 m	75 m	75 m	50 m	50 m	35 m
6	75 m	75 m	75 m	50 m	35 m	35 m
4	75 m	50 m	50 m	35 m	35 m	35 m
3	50 m	35 m	35 m	35 m	35 m	35 m
2	35 m	35 m	35 m	35 m	35 m	35 m

Fuente: Hernández et al, 2003

Estas distancias de seguridad fueron desarrolladas a partir del análisis de diversos accidentes y del empleo de modelos de simulación. En la simulación de consecuencias se emplearon las siguientes cantidades umbral:

Tabla 7.18 Tipos de riesgo.

Tipo de riesgo	Umbral
Radiación térmica (jet fire y pool fire)	1.4 Kw/m ²
Imflamabilidad (flash fire)	4 %
Explosividad	0.5 lb/pulg ²

Fuente: Hernández et al, 2003

Para el caso particular de Ecatepec, este cuenta con la presencia de ductos de Pemex en el extremo suroeste, justo en la zona limítrofe entre la delegación Gustavo A. Madero y el propio municipio, son 4 ductos que se describen a continuación:

1. Oleoducto de 18 pulgadas, Venta de Carpio- Azcapotzalco.
2. Poliducto de 14 pulgadas, Poza Rica- Azcapotzalco.
3. Poliducto 12 pulgadas, Azcapotzalco-Añil.
4. Turbosinoducto 8 pulgadas, Azcapotzalco-ASA.

Estas instalaciones van sobre la frontera suroeste del municipio y lo intersectan en una distancia de 2.4 km sobre el Periférico, colinda con el parque industrial Xalostoc.

La metodología establece que cuando exista más de un ducto en el derecho de vía, debido a que no se tiene información suficiente sobre el posible impacto de la ruptura de un ducto a otro(s) se considerará la distancia mayor determinada para los ductos que se alojan en el derecho de vía. Razón por la cual en este caso en particular el área de seguridad será de 100 metros.

Las instalaciones colindan con una zona densamente poblada entre las colonias Nueva Atzacualco y Juan González Romero en el Distrito Federal, así como con Industrial Xalostoc, Altavilla y Ampliación San José en el Estado de México, el ducto se ubica a 90 metros de la zona habitacional, aunque hasta ahora aún no se tiene registro de accidentes en esta zona producto del mismo.

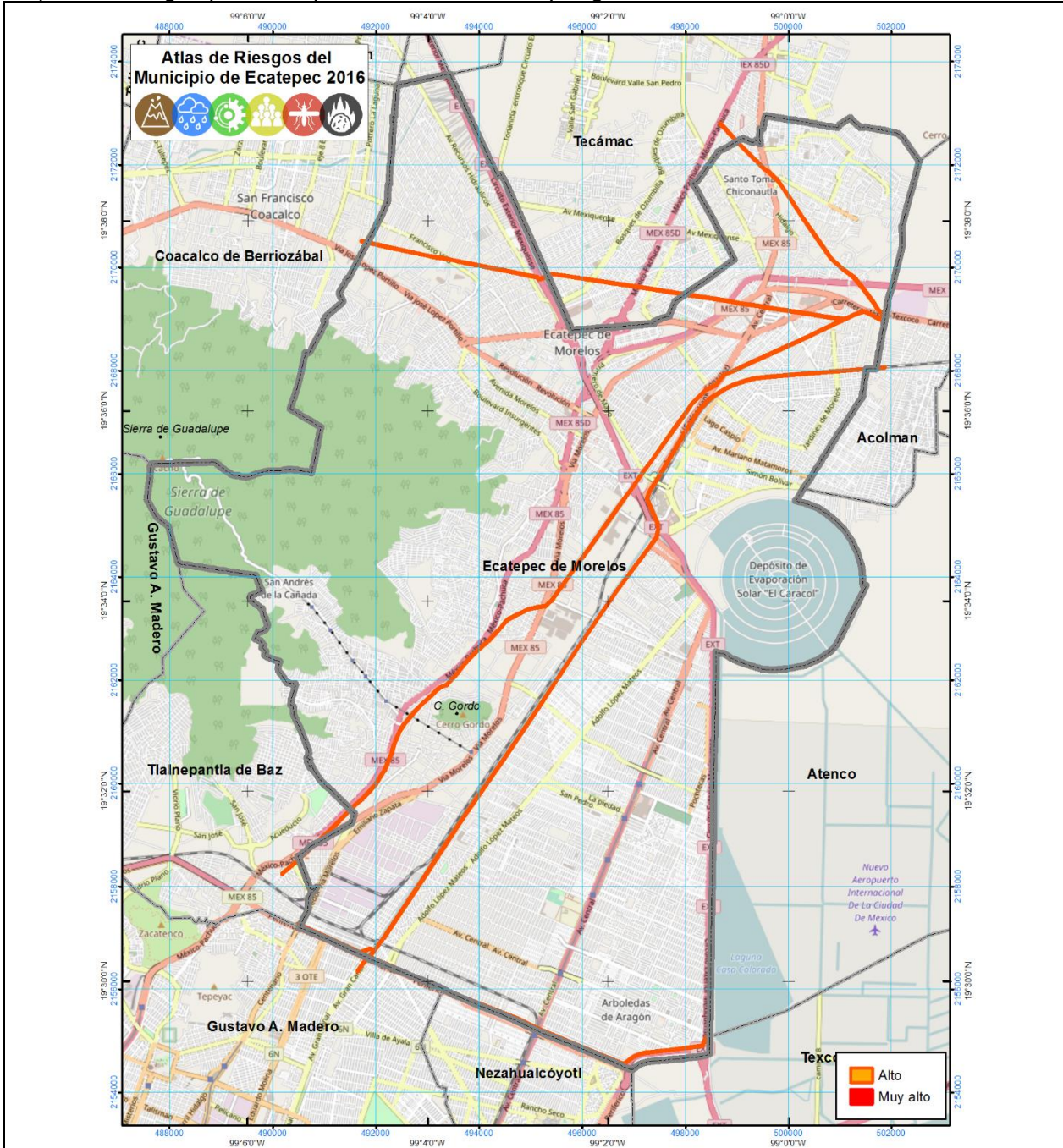
Para el caso específico de las explosiones, la zonificación de peligro resultó como se expresa en la siguiente tabla:

Tabla 7.19 Zonificación de Peligro por Explosiones.

AGEB's	Colonia	Población En Zona de Peligro	Escuelas	Iglesias	Tortillerías	Comercio
1503300011203	Las Vegas Xalostoc	6	0	0	0	0
1503300011218, 1503300011222, 1503300011237, 1503300011241,	Altavilla	2486	Jardín de Niños Luis G Urbina, Jardín de Niños Lázaro Cárdenas del Río	Sagrado Corazón de Jesús	1	Waldo's, 2 Tiendas de Abarrotes,

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 7.7 Peligro por transporte de sustancias peligrosas en ductos



Fuente: elaboración propia.

Capítulo 8 Fenómenos Sanitario-ecológicos

La clasificación del SINAPROC agrupa en esta categoría los eventos relacionados con la contaminación de aire, agua y suelos; los que sean propios del área de salud, esencialmente las epidemias; también se incluyen algunos ligados a la actividad agrícola, como la desertificación y las plagas. La agrupación parece algo arbitraria, pero obedece a la dificultad de reunir todos los desastres que pueden ocurrir, en un número pequeño de categorías.

El Fenómeno Sanitario-Ecológico se define en la Ley General de Protección Civil, 2012 como: agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias y plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

8.1 Epidemias o plagas

Las epidemias se producen cuando una enfermedad adquiere durante cierto lapso una incidencia claramente superior a sus valores normales; esto se relaciona esencialmente con las enfermedades de tipo infeccioso y con la aparición de condiciones particularmente favorables a la transmisión de las mismas, sean estas condiciones de tipo ambiental o social.

Por otro lado, el concepto de plaga se refiere a cualquier ente biótico que el hombre considera perjudicial para su salud o su economía. Existen plagas de interés médico, tales como los vectores de enfermedades humanas (moscos, piojos, etc.); plagas de interés veterinario (pulgas, garrapatas) y plagas agrícolas que afectan a las plantas cultivadas, o a los productos vegetales cosechados. Debe entenderse como plaga una situación en la que un animal produce daños económicos, normalmente físicos, a intereses de las personas (salud, cultivos, cosechas, animales domésticos y/o domesticados, materiales o medios naturales);

8.1.1 Epidemia de diabetes

Desde el año 2000, la diabetes mellitus en el Estado de México es la primera causa de muerte entre las mujeres y la segunda entre los hombres. En 2015, esta enfermedad causó cerca de 14,000 muertes en el Estado.

La diabetes es un padecimiento en el cual el azúcar (o glucosa) en la sangre se encuentra en un nivel elevado. Esto se debe a que el cuerpo no produce o no utiliza adecuadamente la insulina, una hormona que ayuda a que las células transformen la glucosa (que proviene de los alimentos) en energía. Sin la suficiente insulina, la glucosa se mantiene en la sangre y con el tiempo, este exceso puede tener complicaciones graves.

La diabetes se está convirtiendo rápidamente en la epidemia del siglo XXI y en un reto de salud nacional y estatal. Estimaciones de la Organización Mundial de la Salud indican que a nivel mundial, de 1995 a la fecha casi se ha triplicado el número de personas que viven con diabetes, con cifra actual estimada en más de 347 millones de personas con diabetes. De acuerdo con el INEGI, Veracruz y el Estado de México, son –en ese orden– los estados con mayor número de fallecimientos por diabetes.

La diabetes es una enfermedad crónica de causas múltiples. En su etapa inicial no produce síntomas y cuando se detecta tardíamente y no se trata adecuadamente ocasiona complicaciones de salud graves como infarto del corazón, ceguera, falla renal, amputación de las extremidades inferiores y muerte prematura. Se ha estimado que la esperanza de vida de individuos con diabetes se reduce entre 5 y 10 años. En el estado de México, la edad promedio de las personas que murieron por diabetes en 2015 fue de 66.7 años.

El desafío para la sociedad y los sistemas de salud es enorme, debido al costo económico y la pérdida de calidad de vida para quienes padecen diabetes y sus familias, así como por los importantes recursos que requieren en el sistema público de salud para su atención. En México, las estimaciones existentes son muy variables con cálculos de costos de atención por paciente que van desde 700 hasta 3,200 dólares anuales, lo que se traduce en 5 a 14% del gasto en salud destinado a la atención de esta enfermedad y sus complicaciones, inversión que de acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes se relaciona directamente con la tasa de mortalidad por esta causa.

Los estilos de vida poco saludables son altamente prevalentes entre niños, adolescentes y adultos mexicanos, propiciando un aumento importante de la obesidad y sobrepeso, principal factor de riesgo modificable de la diabetes. Así, la prevalencia de la diabetes en esta población ha incrementado sustancialmente en las últimas décadas: en 1993 la prevalencia de los diabéticos con diagnóstico conocido en población mayor de 20 años fue de 4.0%, mientras que en 2000 y 2007 se describió una prevalencia del 5.8 y 7%, respectivamente. Por otro lado, de acuerdo con las encuestas nacionales de esos mismos años, se ha demostrado la alta prevalencia de condiciones comórbidas en la población diabética y problemas en la calidad de la atención, lo cual contribuye de manera importante a la mayor incidencia de complicaciones macro y microvasculares. Las estrategias de prevención implementadas a escala poblacional que logren modificar estilos de vida –en particular en la dieta, actividad física y tabaquismo– pueden ser altamente costo efectivas al reducir la aparición de la diabetes y retrasar la progresión de la misma. El Estado de México tiene condiciones de alto riesgo, por lo que recientemente se han impulsado políticas intersectoriales relacionadas con la salud alimentaria y con ello combatir uno

de los más importantes factores de riesgo, la obesidad. Al mismo tiempo se han diseñado, ya desde hace más de una década, estrategias –PREVENIMSS, PREVENISSSTE, grupos de autoayuda, Unidades de Especialidades Médicas para Enfermedades Crónicas, entre otras– al interior de las principales instituciones de salud con el propósito de mejorar la atención que se otorga a los pacientes que ya padecen la enfermedad. Sin embargo, el estado actual de los diabéticos mexicanos se conoce sólo parcialmente, información que es necesaria para cimentar y fortalecer los esfuerzos que se requieren en prevención a todos los niveles a fin de contener una de las más grandes y emergentes amenazas de la viabilidad de los sistemas de salud, la diabetes.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012), del total de la población de adultos en México, 9.17% (IC95% 8.79%-9.54%) reportó tener un diagnóstico previo de diabetes por un médico, lo que equivale a 6.4 millones de personas. Por sexo, este porcentaje fue de 8.60% (IC95% 8.00% – 9-20%) entre los hombres y 9.67% (IC95% 9.13% - 10.22%) entre las mujeres, lo que equivale a 2.84 millones de hombres y 3.56 millones de mujeres. Por sexo, en el caso de los hombres las entidades con mayor proporción de individuos con diagnóstico de diabetes son el Distrito Federal (12.7%), Estado de México (11.5%), y Veracruz (10.7%), en tanto que para las mujeres, las entidades con mayor proporción de personas con diagnóstico de diabetes son Nuevo León (15.5%), Tamaulipas (12.8%), y Distrito Federal (11.9%). Del total de personas que se identificaron como diabéticas, 15.78% reportó no contar con protección en salud, de los que 65.86% se atiende en el sector privado, 23.49% en servicios financiados por el SPSS, 10.39% reportó atenderse en el IMSS, y el resto en otras instituciones. De los que cuentan con algún esquema de protección, 41.88% (2.7 millones) refirió ser derechohabiente del IMSS, de los cuales 81.65% se atiende en el IMSS, 11.72% se atiende en servicios privados, 4.80% se atiende en servicios financiados por el SPSS y el resto en otras instituciones.

Asimismo, 12.33% (800 000) tiene afiliación a otras instituciones de seguridad social, de los que 78.27% se atiende en las mismas instituciones, 12.18% se atiende en los servicios privados, 5.72% se atiende en servicios financiados por el SPSS y el resto en otros servicios. Finalmente, 29.67% (1.9 millones) refiere estar afiliado al SPSS, de los cuales 74.44% se atiende en servicios financiados por el SPSS, 19.73% se atiende en servicios privados, 4.68% en el IMSS y el resto en otras instituciones.

Del total de personas con diagnóstico de diabetes, únicamente 85.75% atiende esta condición de salud. De ellos, la mayoría acude al IMSS (39.00%), en segundo lugar a instituciones financiadas por el SPSS (28.27%), seguido del sector privado (21.33%) y otras instituciones de seguridad social (11.40%). Los que no se atienden presentan una importante variación por condición de aseguramiento: en tanto que únicamente 4% de los que reportaron contar con aseguramiento privado no se atiende, 27.5% de los diabéticos que no cuentan con protección en salud (cerca de 280 000 individuos) no ha acudido para atenderse de este padecimiento durante al menos un año. Entre los afiliados al SPSS, el porcentaje de los que no se atienden es de 13% (256 000

personas) y de 11% (378 000 personas) para los que cuentan con derechohabencia a la seguridad social.

En términos de las diferencias por nivel socioeconómico (NSE), para los cinco quintiles se observa el incremento con la edad en la proporción de personas con diagnóstico previo, tanto para hombres como mujeres. De forma general, se encontraron proporciones menores entre las personas del primer quintil (menor nivel) que en todos los casos presentan proporciones menores al promedio para el grupo de edad y sexo, en tanto que en todos los casos, las personas en el quinto quintil (mayor nivel) presentan proporciones de diagnóstico de diabetes mayores al promedio del grupo de edad y sexo.

Por condición de aseguramiento, el porcentaje de adultos con diagnóstico previo de diabetes varía en 6% entre los que no cuentan con protección y cerca de 15% entre los derechohabientes de las instituciones de seguridad social diferentes al IMSS (ISSSTE, Pemex, Sedena, Semar). Entre los afiliados al SPSS, la prevalencia fue de 8.2%.

Entre las personas con diabetes, 4.47% reportó haber tenido ya un infarto en contraste con 1.64% entre los no diabéticos; 2.80% de los diabéticos reportó haber tenido angina de pecho en comparación con 1.06% entre los no diabéticos, y 4.05% de los diabéticos reportó haber presentado insuficiencia cardiaca en contraste con 1.27% entre los no diabéticos. En términos de los antecedentes familiares, 54.46% de los diabéticos reportó que su madre o padre tienen o tuvieron diabetes, lo que contrasta con 34.81% entre los no diabéticos. Por otra parte, 46.95% reportaron tener ya diagnóstico de hipertensión arterial, cifra que es únicamente de 12.78% entre los no diabéticos. Esto es, del total de la población de 20 años o más en México, 4.3% (cerca de 3 millones), vive con diabetes e hipertensión. Finalmente, 33.36% de los diabéticos fuman, en comparación con 45.06% de los no diabéticos.

En general, del total de individuos que reportan diagnóstico previo, 47.6% (3 millones) reportó que algún médico les había mencionado que padecían visión disminuida, 38% (2.4 millones) ardor, dolor o pérdida de sensibilidad en los pies, 13.9% (889 000) daños en la retina, como las tres complicaciones más frecuentes. Por gravedad, 2% (128 000) reportó amputaciones, 1.4% (89 000) diálisis, 2.8% (182 000) infartos. Para todas las complicaciones, la proporción de las personas con diabetes que las presenta se incrementa con el tiempo de diagnóstico. Así, las amputaciones son reportadas por 4.54% de los que tienen 12 años o más de diagnóstico, quienes asimismo reportaron diálisis en 2.57% de los casos e infartos asociados con la diabetes en 3.46% de los casos.

Por lo que se refiere a la población de adolescentes, el diagnóstico previo de diabetes se reportó para 0.68% (IC95% 0.48%-0.88%) de los adolescentes, siendo de 0.59% (IC95% 0.30%-0.88%) entre los hombres, y 0.77% (IC95% 0.50%-1.05%) entre las mujeres. Esto representa alrededor de 155 000 individuos en este rango de edad que ya han sido diagnosticados con diabetes.

Durante las últimas décadas el número de personas que padecen diabetes en México se ha incrementado y actualmente es la segunda causa de muerte en el país. Los datos de la ENSANUT 2012 identifican a 6.4 millones de adultos mexicanos con diagnóstico de diabetes, es decir, 9.17% de los adultos en México. El total de adultos con diabetes podría ser mayor por el porcentaje de los diabéticos que no conocen su condición. Por lo que se refiere a la heterogeneidad geográfica, los resultados presentados muestran un reto diferencial en el país; si bien la atención a la diabetes debe plantearse como prioridad en todo el país, entidades como el DF, Nuevo León, Estado de México, Veracruz, y Tamaulipas requieren un nivel adicional de atención a este reto sanitario.

Un reto adicional lo representa la población de diabéticos que se reporta sin esquema de protección en salud; es necesario asegurar la cobertura de esta población para proporcionar el seguimiento y control necesario para prevenir complicaciones. Los programas puestos en marcha en las instituciones reflejan el peso que la diabetes representa para las mismas. No obstante, un porcentaje importante de la población con protección en salud decide atenderse en el sector privado, lo que indica un reto importante para el sector público en términos de mejorar la calidad y calidez de los servicios. Si bien los retos de la calidad de la atención no son privativos de la diabetes, la magnitud del reto para la atención de esta condición llama a estrategias que incidan principalmente en la calidad del proceso de atención, que mejore la adherencia al tratamiento y de lugar a mejoras sustanciales en las condiciones de salud. Esquemas de incentivos a los proveedores han mostrado efectividad en entornos con indicadores claros y medibles como es el caso de la diabetes, por lo que debe explorarse su uso en lo general para mejorar la atención a padecimientos crónicos.

Aún con los esfuerzos federales y sectoriales para el control de la diabetes, los resultados de la ENSANUT 2012 sugieren la necesidad de ajustar estos programas bajo un liderazgo más efectivo y posiblemente con una asignación presupuestal más amplia que facilite las acciones y la capacitación de los proveedores de servicio y de los pacientes. Asimismo, considerando la magnitud del reto que incluso comienza a reflejarse ya entre las y los adolescentes, es de primera importancia generar interés público sobre el problema de la diabetes, a nivel nacional, sociedad y del individuo para consolidar una respuesta social a este problema y de esta manera activar las políticas nacionales necesarias para reducir el impacto de la diabetes en México. Para ello, es importante impulsar la generación de políticas públicas saludables que incidan en los estilos de vida asociados con el desarrollo de diabetes, como pueden ser aquéllas encaminadas a disminuir el consumo de bebidas azucaradas y las que favorezcan una alimentación adecuada.

8.1.2 Plaga de mosquitos

En el Municipio de Ecatepec se han presentado plagas de mosquitos en algunas áreas del territorio, debido principalmente a la existencia de drenajes a cielo abierto y/o canales de aguas negras. Específicamente, las plagas son de los mosquitos *Aedes Aegypti* y *Aedes albopictus*, los cuales han encontrado condiciones ambientales favorables para su propagación y representan

un importante problema de salud pública. Los factores que condicionan la presencia de los mosquitos incluyen:

- Alta adaptabilidad de ambas especies de mosquitos.
- La rápida urbanización y por lo general no planificada, con servicios deficientes de abastecimiento básico y de eliminación de desechos.
- La existencia de criaderos de mosquitos en diversos entornos.
- La producción y el uso no restringido de envases de alimentos y bebidas no biodegradables, barriles y otros recipientes de almacenamiento de agua, que a menudo se convierten en criaderos de mosquitos.
- La inadecuada disposición de llantas.
- Falta de saneamiento de espacios públicos como panteones, mercados, lotes baldíos, etc.
- Los cambios climáticos con modificaciones en los periodos de lluvia e incremento de la temperatura promedio.
- La falta de conciencia, conocimiento y actitud de las familias en el control y eliminación de criaderos.

Los mosquitos pueden ser el vector por el cual se transmiten diferentes enfermedades. Las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) representan un importante problema de salud pública en México. Dentro de las ETVs, la más importante en México es el dengue y el chikungunya. El dengue y la fiebre chikungunya, son enfermedades virales transmitidas a los humanos a través de la picadura de mosquitos infectados del género *Aedes Aegypti* y *Aedes albopictus* y están asociadas al ambiente urbano doméstico, a los hábitos de la población, a la carencia de servicios básicos como el suministro de agua y la falta de recolección de basura y desechos de la vivienda. También están relacionadas con la época de lluvias o bien con las zonas cálidas que tienen cuerpos de agua semipermanentes o permanentes.

No obstante que estas enfermedades no se han presentado en Ecatepec, es necesario hacer notar que la presencia de los mosquitos portadores de estos problemas de salud, están presentes dentro del territorio municipal en cantidades que en ciertas zonas, califican como plagas. Su alta adaptabilidad los ha hecho resistentes a las condiciones ambientales del Municipio y no debe descartarse que puedan transmitir enfermedades graves en un futuro

El mosquito *Aedes aegypti* es un ejemplo de adaptación de una especie al ámbito humano, con criaderos, hábitats, fuente de alimentación y desplazamiento activos y pasivos ligados al entorno domiciliario. El reto principal para la prevención y control en México, es hacer más eficientes las acciones anticipatorias en todos los estados del país para evitar la aparición de brotes y en su caso, atenderlos de forma oportuna y evitar su dispersión.

Los programas de control del dengue incluyen estrategias tales como la eliminación de posibles objetos que acumulen agua (tinacos, pilas, llantas y floreros, entre muchos otros) y la aplicación de químicos para eliminar las larvas de los mosquitos y a los mosquitos adultos; para ello, es necesaria la participación de todos los sectores y la sociedad.

Las enfermedades transmitidas por vectores son prevenibles, la mayoría de los factores que facilitan su propagación son controlables mediante prácticas individuales y comunitarias de promoción de salud, por ello es fundamental la participación del municipio en el fortalecimiento de acciones en el nivel local, que faciliten el buen manejo o la eliminación de todos aquellos espacios y recipientes en los que se almacena agua y donde se pueden desarrollar los mosquitos de estas enfermedades.

Reconociendo el carácter estratégico que adquiere el municipio en el desarrollo de acciones en beneficio de la salud de la población y tomando como base las atribuciones establecidas en el artículo 115 Constitucional, fracción III referente a las funciones y servicios públicos que tiene a su cargo; la participación de los municipios en el fortalecimiento de las acciones para la prevención y control de vectores de enfermedades como los mosquitos, es fundamental.

Se requiere del municipio para promover la participación social, realizar intervenciones que mejoran la salud, así como para promover y generar políticas públicas saludables a nivel local. Si bien, podemos enlistar un gran número de acciones de promoción de la salud que realiza el municipio, con el objetivo de que éstas sean permanentes y fortalecidas durante los primeros meses del año (enero-mayo) para ser anticipatorios y así, limitar y reducir los factores que condicionan la propagación de estas enfermedades; se priorizan las siguientes acciones:

- Acopio y destrucción de llantas no utilizadas, almacenadas a la intemperie en los patios de las casas, vulcanizadoras o abandonadas en la calle, que pudieran convertirse en criaderos de mosquitos. Es importante contar con una estrategia que incluya alianzas con otros municipios; programación de fechas, horarios y días de acopio de llantas y; generación de alianzas con vulcanizadoras y empresas dedicadas a la transformación y destrucción de llantas. La eliminación y el almacenamiento de llantas y otros utensilios en el ámbito municipal, debe vigilarse y ordenarse de manera permanente.
- Limpieza permanente de espacios públicos: panteones, lotes baldíos, parques, escuelas, etc. El saneamiento básico incluye: eliminar criaderos: botellas de PET, floreros no utilizados, llantas, latas y cualquier objeto en los que se pueda acumular agua; promover el uso de flores artificiales en los panteones (en lugar de las flores naturales, ya que no necesitan agua), voltear o tirar aquellas cubetas o floreros que no se utilicen; desyerbar.
- Mantenimiento de los depósitos de agua y jornadas de limpieza. Realizar mensualmente jornadas de limpieza de pozos y otros depósitos de agua y, al mismo tiempo, convocar a la comunidad a realizar jornadas de limpieza dentro de sus casas, patios, azoteas, cisternas, tinacos y otros depósitos de agua
- Recolección de basura. Es importante asegurar la recolección de desechos de manera permanente, así como vigilar que la disposición final se realice de manera ordenada
- Difusión de mensajes educativos a través de la radio, perifoneo, pinta de barda y otros canales de comunicación disponibles en el municipio; con el fin de promover prácticas

individuales y comunitarias que reduzcan la presencia de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*

- Generar entornos limpios y libres de criaderos, contando con la participación permanente de la ciudadanía y autoridades, apoyándose en reglas de convivencia que incluyan: sanciones por tirar basura en la calle o en terrenos baldíos; sanciones por almacenamiento de basura, llantas, muebles o cualquier objeto puesto a la intemperie, que propicie la retención de agua de lluvia; normas municipales regulatorias de la recolección y eliminación de la basura

La generación de entornos limpios que favorezcan el control de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, es responsabilidad de la comunidad y las autoridades en conjunto.

Tabla 8.1 Plagas de mosquitos recientes en Ecatepec

Fecha	Incidente	Lugar
4/11/2015	Plaga de Mosquitos en varias colonias aledañas al Río de los Remedios.	Colonias Altavilla, Ampliación Pedro Ojeda Paullada, Ampliación Nicolás Bravo, Las Flores de Aragón y Valle de Aragón 3ra Sección Oriente

Fuente: elaboración propia con datos de la prensa local.

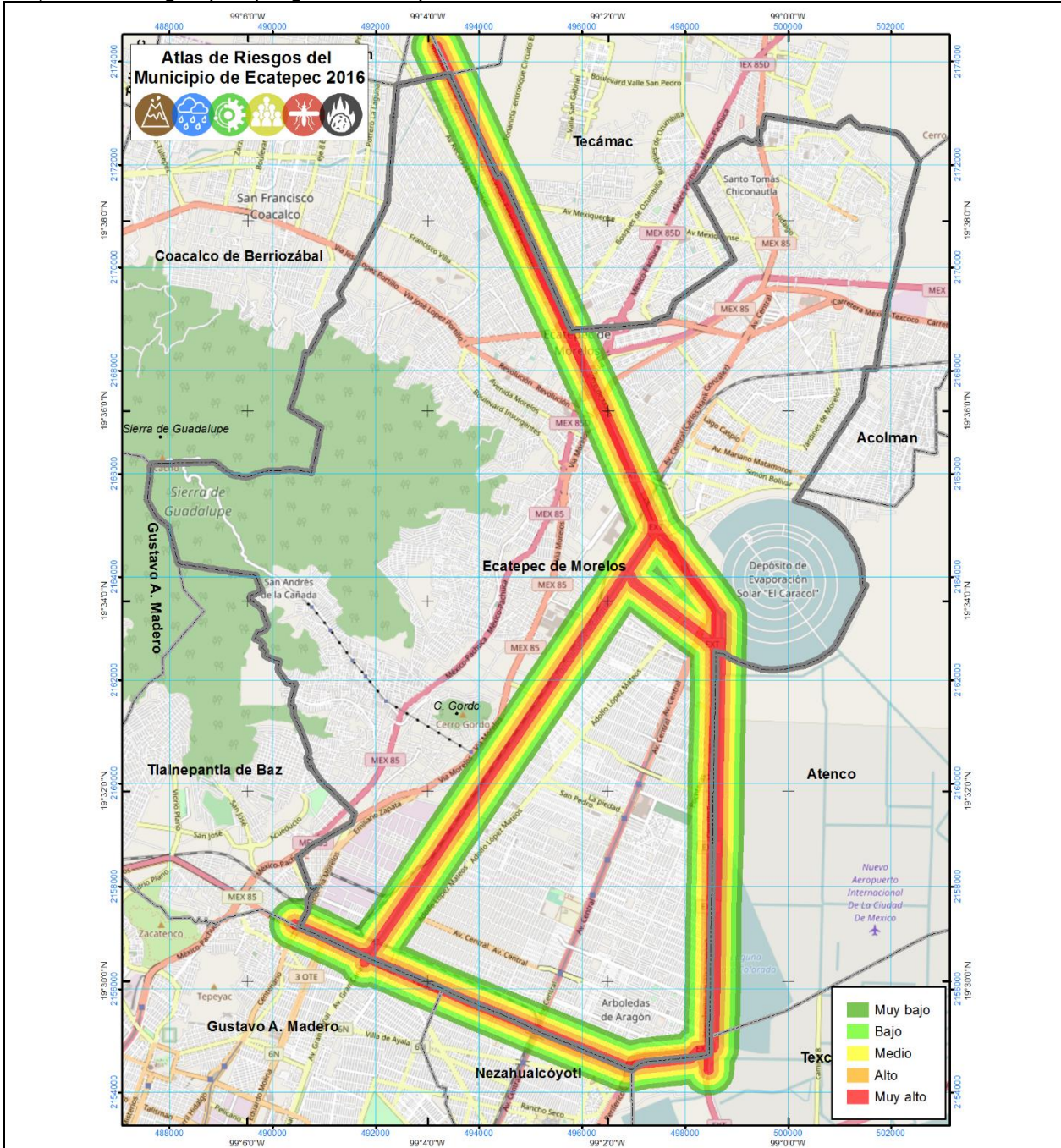
En el año 2015, se reportó una plaga de mosquitos en las colonias Colonias Altavilla, Ampliación Pedro Ojeda Paullada, Ampliación Nicolás Bravo, Las Flores de Aragón y Valle de Aragón 3ra Sección Oriente, derivado de su cercanía al Río de los Remedios, el cual es el criadero de estos insectos. Como resultado, la Dirección de Protección Civil y Bomberos trabajó en la zona durante una semana, realizando una fumigación por aspersion y nebulización con productos biodegradables que no dañan la salud ni al ambiente, pero que tienen la capacidad de eliminar al vector.

8.1.3 Plagas de fauna nociva

Se considera dentro de la fauna nociva urbana aquellas especies animales que son capaces de ocasionar daños a la salud como transmisores de enfermedades epidémicas o destruyendo bienes personales (alimentos, instalaciones, equipos), haciéndoles perder su eficacia, presentación o su valor u originando también daños materiales.

Las principales especies consideradas dentro del grupo de fauna nociva en Ecatepec son las, cucarachas, ratas y ratones, pero también se pueden incluir mosquitos (tratados en la sección anterior de este estudio), arañas ponzoñosas, hormigas, moscas, pescaditos de plata, piojos, pulgas, chinches (tanto de humanos como de otras especies) y garrapatas.

Mapa 8.1 Peligro por plaga de mosquito



Fuente: elaboración propia.

Algunos de estos animales son transmisores de enfermedades infecciosas, mientras que otros son causa de intoxicaciones de diferente severidad, como la picadura por arañas ponzoñosas. En el caso de los roedores, son portadores de enfermedades gastrointestinales como salmonela o amibas, también transmiten la rabia, además de los daños ocasionados a la economía familiar e industrial. Las cucarachas transmiten infecciones intestinales, tifoidea, fiebre, dermatitis y reacciones alérgicas como el asma.

Este tipo de fauna se desarrolla principalmente en el sistema de drenaje, debido a que ahí encuentra un nicho con todas las facilidades para su supervivencia, por lo que exterminarlos es una tarea complicada. En atención a la salud y bienestar de los habitantes del municipio de Ecatepec, el gobierno local a través de la Dirección de Protección Civil y Bomberos, ha realizado programas de saneamiento y control de plagas de fauna nociva, con el fin de evitar la proliferación de enfermedades provocadas por cucarachas y ratas. El proceso de fumigación inicia con el levantamiento de coladeras, en las cuales se rocían productos piretroides, que son moléculas con actividad insecticida, no nocivas para los seres humanos ni para la capa de ozono, posteriormente con un termonebulizador, se genera la emulsión de gas con aceites naturales que viajan por el drenaje logrando un efecto que no pierde sus propiedades insecticidas con la luz, el sol y la humedad. Los efectos de estos productos, tienen una durabilidad de 4 a 6 meses, mejorando así la salud y calidad de vida de los habitantes del municipio.

Figura 8.1 Fumigación de fauna nociva por personal de Protección Civil, Colonia Altavilla, 2013.



Fuente: <https://reporterosenmovimiento.wordpress.com>

8.2 Erosión

En el Municipio de Ecatepec la erosión es un fenómeno histórico que se ha tenido un comportamiento dual: por un lado, en la zona lacustre, la erosión se ha ido reduciendo, debido a la urbanización; por otro lado, en la zona de la Sierra de Guadalupe, la vegetación natural ha ido gradualmente cambiando a matorral, lo que ha aumentado la tasa de erosión.

En el primer caso, la erosión eólica de la zona lacustre, en su fenómeno mas agudo y característico como lo son las tormentas de arena, tan frecuentes en el siglo pasado, no han ocurrido desde hace más de 2 décadas. Ahora bien, la erosión sigue existiendo en la zona serrana, en este caso el tipo de erosión identificada es la hídrica. Dicho tipo de erosión es el proceso físico que requiere de agua para realizar un trabajo mecánico, que consiste en romper los agregados del suelo, salpicar y dispersar las partículas, para luego transportar las mismas partículas desprendidas y depositarlas en otro lugar. La remoción de las partículas de suelo puede deberse a la erosión laminar, de canalillos, de cárcavas y de canales.

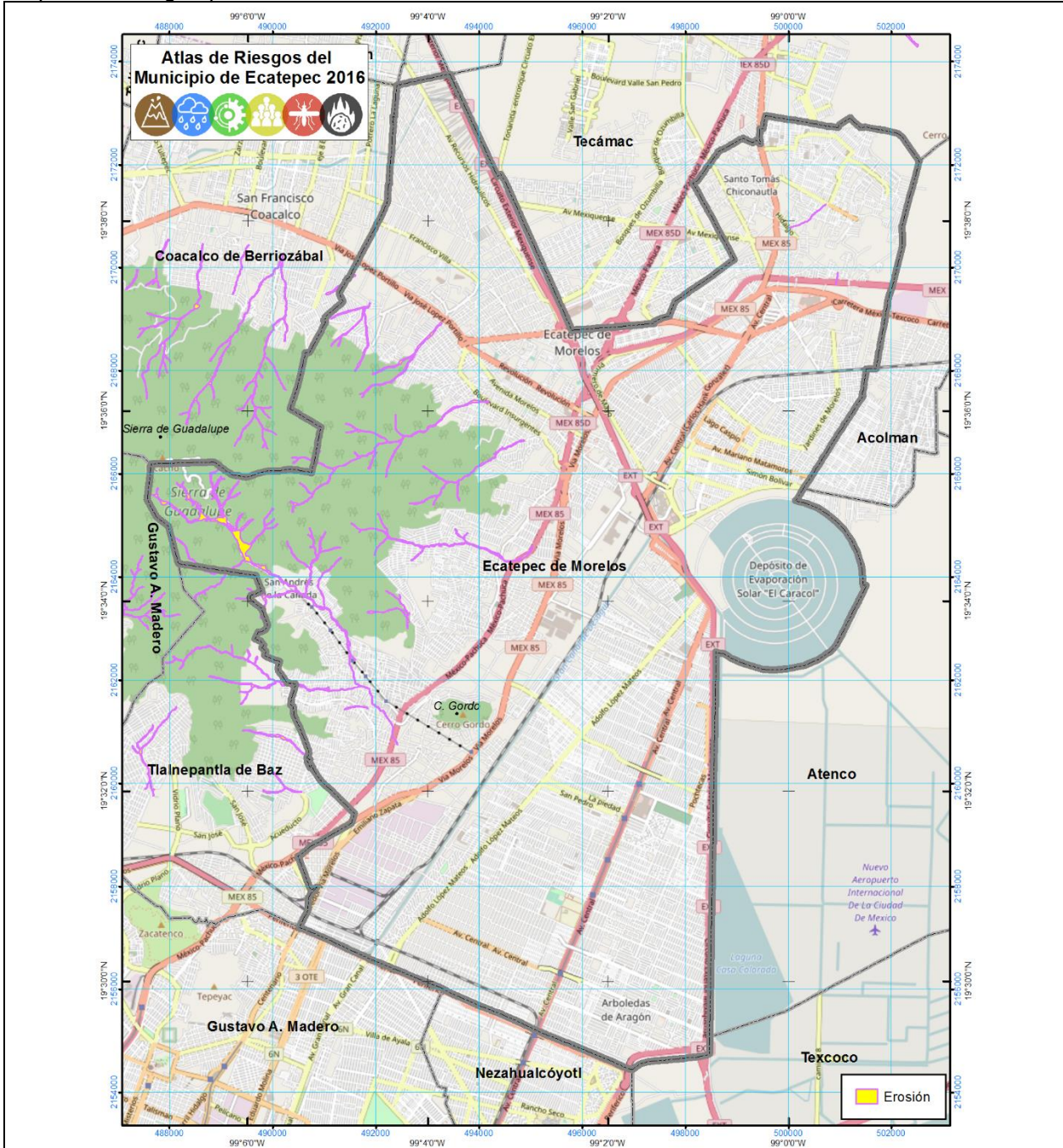
Las actividades que causan erosión en el Municipio son el crecimiento urbano y la deforestación histórica, debido a que son las causas principales que provocan la pérdida de la vegetación natural y en consecuencia la denudación del suelo.

Las características que presenta el fenómeno de la erosión en el Municipio, son debidas a los cambios de uso de suelo que se han dado en el municipio, y a la intensiva actividad urbana presente, se han identificado algunas zonas en la Sierra de Guadalupe donde ya existen procesos erosivos y otras propensas a presentar estos fenómenos. Asimismo, estos procesos de degradación de suelo, en conjunto con la eliminación de la cubierta vegetal original y la extracción de material en laderas pueden desencadenar otros fenómenos como procesos de remoción en masa (deslizamientos, deslaves, flujos, derrumbes, etc.) los cuales afectan de manera directa a aquellas viviendas situadas en laderas o a orillas de barrancos. De incrementarse estos procesos en las zonas afectadas, varias viviendas resultarían afectadas, debido a que en ciertos lugares la población se asienta cerca de cárcavas. De esta manera, en algunos lugares existe cierto grado de riesgo por este tipo de fenómeno.

En el Municipio de Ecatepec la erosión identificada a través de distintas geoformas es la hídrica. Los factores detonantes de este fenómeno se agrupan en tres categorías: energía, resistencia y protección. La energía incluye el potencial de la lluvia, el escurrimiento y el viento; la resistencia de erosión incluye la erosionabilidad del suelo, que depende de sus propiedades mecánicas y químicas y la protección al suelo, se centra en la cobertura vegetal, mediante la intercepción de la lluvia y la reducción de la velocidad del escurrimiento y viento.

Este fenómeno se está desarrollando con mayor intensidad hacia la parte oeste, dentro de la Sierra de Guadalupe, donde la erosión hídrica a formado disecciones que superan los 2 metros y aperturas mayores a los 3 metros.

Mapa 8.2 Peligro por Erosión



Fuente: elaboración propia.



La propagación e incremento de este fenómeno será mayor y continuo al extremo oeste del municipio; además que se destaca que en las partes de mayor disección sufrirán colapsos súbitos debido a que la acción erosiva está debilitando gran parte de la estructura de los materiales geológicos aunado a arrastre de material y socavamiento en la zona de mayor disección.

La vulnerabilidad a los Agrietamientos se midió considerando los elementos de vulnerabilidad social. En función de lo anterior, el riesgo por agrietamientos en manzanas urbanas y localidades del Municipio de Ecatepec se considera **MEDIO** en general.

8.3 Contaminación de aire, agua, suelo y alimentos

La contaminación ambiental se caracteriza por la presencia de sustancias en el medio ambiente que causan un daño a la salud y al bienestar del hombre o que ocasionan desequilibrio ecológico. Esto sucede cuando las sustancias contaminantes exceden ciertos límites considerados tolerables; se trata en general de fenómenos que evolucionan lentamente en el tiempo y su efecto nocivo se manifiesta por un deterioro progresivo de las condiciones ambientales. La contaminación puede darse en aire, agua y suelo, y en cada caso presenta características propias que requieren medidas de prevención y combates peculiares.

La contaminación en un sentido práctico es el resultado de la ineficiencia de los procesos desarrollados por el hombre, ya que la extracción de materias primas, la fabricación de un producto, la energía necesaria para el proceso de fabricación, la distribución de productos, los envases y empaques para su comercialización y el producto mismo generan una considerable cantidad de desperdicios (aguas residuales, emisiones a la atmósfera, residuos sólidos), que la naturaleza no tiene la capacidad de degradarlos debido a las características químicas complejas de éstos, permaneciendo en el ambiente durante años.

Las principales fuentes de contaminación en el municipio de Ecatepec son las actividades industriales, el transporte urbano, así como los propios asentamientos humanos.

8.3.1 Contaminación del aire

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea al planeta, está constituida por una mezcla equilibrada de gases y otras sustancias, y es el resultado de un largo proceso evolutivo. A esta mezcla de gases se le conoce como aire. La contaminación del aire es el proceso de degradación o de pérdida de pureza por la introducción de gases, partículas (sólidas o líquidas) o algunas formas de energía, en niveles tales que pueden alterar su composición natural en una escala local o regional, representando un riesgo importante para la salud humana, los sistemas biológicos, los materiales e incluso para la misma atmósfera.

El término calidad del aire se emplea para referirse al estado del aire que nos rodea. El aire puro, libre de contaminantes es un aire de buena calidad. El aire limpio es necesario no sólo para los humanos, también para la vida silvestre, la vegetación, el agua y el suelo. La calidad del aire se deteriora como resultado de las emisiones a la atmósfera de fuentes naturales o antropogénicas. La mala calidad del aire se produce cuando los contaminantes alcanzan concentraciones suficientemente altas como para poner en peligro la salud humana y del medio ambiente.

En México la legislación prevé límites permisibles para los niveles de contaminación del aire ambiente, el cual se refiere al aire en exteriores, en espacios abiertos, donde ocurre la emisión, mezcla y transformación de los contaminantes. Si bien, la mayor parte de la población permanece un tiempo considerable del día en interiores, existe un intercambio constante entre el aire de interiores con el aire ambiente, además se ha observado una asociación significativa entre la concentración de los contaminantes en el aire ambiente y diversos efectos en la salud humana.

Los vehículos, la industria y los servicios de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México emiten diariamente a la atmósfera alrededor de 175 mil toneladas de contaminantes gaseosos o en forma de partículas, generados principalmente por la quema de combustibles fósiles. De estos, 6 mil corresponden a contaminantes criterio. Dependiendo de la capacidad dispersiva de la atmósfera, estos contaminantes se diluyen y dispersan. En un día ventilado los contaminantes se diluyen rápidamente, mientras que en un día con estabilidad atmosférica pueden permanecer estancados sobre la ciudad durante varias horas. Las montañas que rodean la ciudad influyen también en el comportamiento de las masas de aire. Durante la noche el movimiento del aire está dominado por el flujo montaña-valle, mientras que en el día está dominado por un flujo convectivo inducido por el calentamiento del suelo y los movimientos de los flujos de aire a través de las entradas naturales de la cuenca.

Por otra parte, la meteorología de la región determina la manera en la que se mueven las masas de aire en la capa de la atmósfera sobre la ciudad. Durante la temporada seca (octubre a mayo), los sistemas climáticos de escala sinóptica favorecen condiciones de estabilidad atmosférica sobre la cuenca. En los meses de invierno predominan las masas de aire continental frío y seco provenientes del norte que propician cielo despejado, viento débil a moderado del norte y un ligero

descenso en la temperatura. Las noches largas con cielo despejado son favorables para la formación de inversiones térmicas de superficie que atrapan los contaminantes del aire en una capa cerca del suelo, durante las mañanas. En la primavera, el desarrollo de sistemas de alta presión en la región central del país propicia cielo despejado, humedad baja y estabilidad atmosférica. En esta estación, con el alargamiento del periodo diurno y el aumento de la intensidad de la radiación solar, se incrementa también la actividad fotoquímica entre los contaminantes, provocando la formación del esmog fotoquímico. En los meses de junio a septiembre, la presencia de lluvia remueve los contaminantes del aire por dispersión o lavado atmosférico. Durante la temporada seca se presentan los mayores niveles de contaminación, mientras que durante la temporada de lluvia los niveles de contaminantes en el aire se reducen significativamente.

La contaminación del aire presenta patrones estacionales a lo largo del año relacionados con los patrones meteorológicos, se han identificado tres temporadas: la temporada de ozono, la temporada de partículas y la temporada de lluvia. La temporada de ozono se caracteriza por niveles elevados de ozono y otros contaminantes secundarios asociados al esmog fotoquímico, provocados por la presencia de contaminantes precursores y las condiciones meteorológicas de la temporada. Generalmente se presenta a finales de febrero y concluye en junio, con la llegada de las lluvias. La temporada de partículas se caracteriza por el aumento en las concentraciones de PST, PM₁₀ y PM_{2.5} y otros contaminantes primarios, provocados por estabilidad atmosférica, inversiones térmicas de superficie y el descenso en la humedad y temperatura. Por último, la temporada de lluvia se caracteriza por bajos niveles de contaminación, provocados el lavado atmosférico. Durante el día, las variaciones de la altura de la capa de mezcla determinan la variabilidad horaria de los contaminantes. En el Municipio de Ecatepec, el Sistema de Monitoreo Atmosférico tiene tres estaciones las cuales se usan en esta sección para describir el comportamiento temporal, espacial y las tendencias de los contaminantes criterio durante 2014.

Dióxido de azufre

El dióxido de azufre se forma por la oxidación del azufre contenido en los combustibles fósiles y la biomasa, se encuentra de manera natural en las emisiones volcánicas y el humo de los incendios forestales, y tiene un papel importante en la formación de aerosoles y de la lluvia ácida. Se sabe que la exposición prolongada a altas concentraciones de este contaminante puede provocar irritación en las vías respiratorias, bronco-constricción y síntomas en personas con asma.

La concentración de dióxido de azufre en el aire se ha reducido considerablemente en los últimos años. Esto se debe a que en la zona metropolitana se utilizan combustibles con bajo contenido de azufre, ya que la gasolina y el diésel contienen menos de 16 ppm. Actualmente las fuentes más importantes del contaminante se encuentran fuera de Ecatepec, provienen principalmente del corredor industrial Tula-Tepeji y ocasionalmente de las emisiones del volcán Popocatepetl.

Las mayores concentraciones del contaminante ocurren en aquellos días en los que el viento sopla desde el noroeste con dirección a Ecatepec. La presencia del contaminante se observa en las estaciones de monitoreo cuando la masa del aire contaminado avanza cerca del suelo, esto ocurre cuando la altura de la capa de mezcla es menor, es decir, durante las noches y madrugadas. En consecuencia, los valores máximos del contaminante se presentan durante las noches en días en los que el viento proviene del noroeste.

El promedio anual de la concentración en Ecatepec durante 2014 fue de 5 ppb. En los meses de invierno se registraron los mayores valores del contaminante, mientras que en la temporada de lluvia disminuyeron debido a que el dióxido de azufre reacciona fácilmente con el agua. Ya que la fuente más importante de emisión de este contaminante no son los vehículos, su distribución en los días de la semana es diferente al resto de los contaminantes primarios. La concentración máxima suele presentarse entre las 7:00 y 11:00 horas, sin embargo, es frecuente que durante la madrugada los sitios de monitoreo registren incrementos asociados a la presencia de viento del noroeste.

Tabla 8.2 Estadística básica del dióxido de azufre en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014

Estación	Los Laureles	San Agustín	Xalostoc
Clave	LLA	SAG	XAL
% de datos válidos	90	84	95
# trimestres con >75% de datos	4	3	4
Máximo	183	254	132
Promedio	5	5	5
Mínimo	0	0	0
Desviación Estándar	11	10	7
Rango intercuartil	2	3	3
Percentil 10	9	9	10
Percentil 25	1	1	2
Percentil 50	2	2	3
Percentil 75	3	4	5
Percentil 90	9	9	10
Máximo promedio 110 ppb (24 h)	36	39	33
2° máximo anual 200 ppb (8 h)	71	68	41
Promedio anual 25 ppb	5	–	5
Cumple con norma	Si	Si	Si

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México

Dióxido de nitrógeno

El dióxido de nitrógeno puede ser de origen primario, a partir de la oxidación del nitrógeno atmosférico durante la combustión, o secundario, por la oxidación en la atmósfera del óxido nítrico (NO). En altas concentraciones provoca inflamación en las vías respiratorias y un aumento de síntomas respiratorios en personas con asma. Debido a que los vehículos son la principal fuente de este contaminante, las personas que viven cerca de avenidas altamente transitadas están expuestas a concentraciones mayores.

Los óxidos de nitrógeno comprenden un grupo de especies químicas que contienen oxígeno y nitrógeno. Se producen principalmente durante los procesos de combustión en los motores de los automóviles, en las calderas, en estufas y calentadores domésticos y durante los incendios. Las tormentas eléctricas también pueden ser una fuente de estos contaminantes. Los vehículos emiten principalmente monóxido de nitrógeno (óxido nítrico), sin embargo, este se oxida en la atmósfera para formar dióxido de nitrógeno. En Ecatepec, los vehículos son la principal fuente de óxidos de nitrógeno.

En 2014, en Ecatepec la concentración promedio anual del dióxido de nitrógeno fue 26.33 ppb. Al igual que los otros contaminantes tiene un comportamiento estacional durante el año, con concentraciones menores en los meses de lluvia y concentraciones máximas en la temporada seca. De los días de la semana el viernes reportó el promedio máximo, mientras que el domingo tuvo el promedio mínimo. Este comportamiento coincide con los patrones de tránsito vehicular. El perfil diurno muestra una distribución bimodal, con un pico matutino entre las 9:00 y las 11:00 horas, y uno vespertino entre las 19:00 y 23:00 horas. Ambos picos están asociados con las horas de máximo tránsito vehicular. Entre las 12:00 y las 17:00 horas la concentración disminuye por la reacción del dióxido de nitrógeno para formar ozono.

Tabla 8.3 Estadística básica del dióxido de nitrógeno en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014

Estación	Los Laureles	San Agustín	Xalostoc
Clave	LLA	SAG	XAL
% de datos válidos	89	92	86
Máximo	96	89	122
Promedio	24	25	30
Mínimo	3	5	3
Desviación Estándar	13	11	15
Rango intercuartil	17	16	19
Percentil 10	10	12	13
Percentil 25	15	16	19

Estación	Los Laureles	San Agustín	Xalostoc
Percentil 50	22	24	28
Percentil 75	32	32	38
Percentil 90	41	40	49
Número de horas >210 ppb	0	0	0
Cumple	Si	Si	Si

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México

Monóxido de carbono

El monóxido de carbono se forma durante la combustión incompleta del material orgánico. En ambientes urbanos este contaminante se produce principalmente durante la combustión incompleta de gasolina en los vehículos. En ambientes urbanos la principal fuente de emisión del compuesto es el humo del escape de los vehículos que utilizan gasolina como combustible. En altas concentraciones puede provocar asfixia, debido a que la hemoglobina de la sangre tiene una gran afinidad por este compuesto, compitiendo con el oxígeno durante la respiración. La exposición prolongada a concentraciones moderadas puede provocar desde dolor de cabeza hasta la pérdida del conocimiento. La presencia de monóxido de carbono en altas concentraciones dentro de espacios cerrados y con poca ventilación, puede provocar una intoxicación grave e incluso la muerte.

En 2014, el municipio de Ecatepec reportó una concentración promedio anual de 0.95 ppm. Este contaminante tiene un comportamiento estacional, con concentraciones máximas durante el invierno, cuando la dispersión es deficiente y aumenta la frecuencia de días con inversión térmica de superficie. Durante la temporada de lluvia, cuando también transcurren las vacaciones de verano, los niveles del contaminante disminuyen significativamente. Enero registra el mayor promedio mensual, mientras que agosto registra el promedio mensual mínimo. La evaluación por día de la semana indica que el día viernes es el más contaminado, mientras que el domingo es el día más limpio. Lo anterior se debe a que los días viernes existe un aumento importante en la cantidad de vehículos en circulación, mientras que los días domingo, el tránsito disminuye significativamente, en comparación con el resto de los días de la semana.

A lo largo del día el monóxido de carbono tiene una distribución característica, con valores máximos durante las horas de mayor tránsito vehicular. Las concentraciones máximas se registran por la mañana, entre las 7:00 y las 9:00 horas. Mientras que por la tarde se observa un pico de menor intensidad que el matutino, entre las 20:00 y 23:00 horas. Ambos periodos coinciden con las horas de mayor tránsito vehicular.

Tabla 8.4 Estadística básica del monóxido de carbono en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014

Estación	San Agustín	Xalostoc
Clave	SAG	XAL
% de datos válidos	11	95
Máximo	3.7	6.2
Promedio	0.9	1
Mínimo	0.1	0.1
Desviación Estándar	0.6	0.7
Rango intercuartil	0.7	0.7
Percentil 10	0.4	0.4
Percentil 25	0.5	0.6
Percentil 50	0.8	0.8
Percentil 75	1.2	1.3
Percentil 90	1.8	2
Máximo promedio 11.0 ppb (8 h)	–	3.5
Cumple	–	Si

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México

Ozono

El ozono es un compuesto que se encuentra de manera natural en el aire en concentraciones entre 0 y 50 ppb a nivel de superficie y su concentración aumenta con la altitud, hasta alcanzar un máximo en la capa de ozono que se encuentra en la estratósfera a una altitud entre 20 y 30 km. En ambientes urbanos, el ozono se forma como un producto de reacciones químicas en la atmósfera que involucran a los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos, emitidos principalmente por los vehículos y la industria, en presencia de luz solar.

Se sabe que Ecatepec es susceptible a altas concentraciones de ozono, debido a que la presencia de montañas que rodean la cuenca de México limita considerablemente la dispersión de la contaminación, y su latitud y altitud contribuyen a que reciba una cantidad importante de radiación solar durante la mayor parte del año. La gran capacidad oxidativa de la atmósfera de la cuenca favorece una rápida producción de ozono durante las horas de mayor intensidad solar. En días soleados y con escasa dispersión, la concentración de ozono supera con facilidad los valores límite para la protección de la salud humana.

El ozono es un poderoso oxidante y reacciona fácilmente con cualquier compuesto o superficie. Su presencia en altas concentraciones en el aire provoca irritación ocular y de las vías

respiratorias y puede activar episodios de asma. Existe una asociación directa entre el incremento en la concentración de ozono y la disminución en la función respiratoria, se sabe también que una exposición crónica a niveles moderados puede incrementar la mortalidad, principalmente en los grupos más sensibles de la población.

El ozono, junto con las partículas suspendidas, son los contaminantes que con mayor frecuencia superan los valores límite de las normas de calidad del aire. La complejidad de los procesos secundarios involucrados en su formación en la atmósfera dificulta el diseño de políticas efectivas para su control. La caracterización de este contaminante requiere, no sólo de la medición del contaminante, también de la caracterización de los principales precursores y además del conocimiento de las características físicas y químicas de la atmósfera.

La formación del ozono ocurre durante la reacción fotoquímica entre los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles, ambos producidos principalmente por fuentes móviles. La radiación solar proporciona la energía necesaria para la reacción, es por esto, que durante la noche no existe formación de ozono. Las reacciones químicas involucradas son múltiples y complejas, los mecanismos de reacción dependen de la cantidad y tipo de compuestos orgánicos volátiles en el aire, la concentración de óxidos de nitrógeno, la cantidad de radicales libres, la intensidad de la radiación solar y las condiciones de estabilidad atmosférica.

En Ecatepec las mayores concentraciones del contaminante se presentan durante la primavera, en la temporada de ozono, cuando los días se alargan y la intensidad de la radiación solar aumenta. En esta temporada la falta de nubosidad y viento favorece la estabilidad de la atmósfera baja, y son frecuentes las inversiones térmicas de subsidencia. En el verano, con la llegada de la temporada de lluvia, disminuye la cantidad de precursores del ozono en la atmósfera y aumenta la inestabilidad atmosférica, lo que trae una disminución en la formación del ozono.

En 2014 la concentración promedio anual de ozono fue 24.66 ppb. La temporada de ozono abarca desde febrero, hasta junio. Las concentraciones máximas de ozono se presentan entre las 13:00 y 18:00 horas, mientras que los días sábado y domingo registran los valores más elevados.

Tabla 8.5 Estadística básica del ozono en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014

Estación	Los Laureles	San Agustín	Xalostoc
Clave	LLA	SAG	XAL
% de datos válidos	84	92	85
Máximo	160	134	122
Promedio	26	24	24
Mínimo	0	0	0
Desviación Estándar	26	24	22

Estación	Los Laureles	San Agustín	Xalostoc
Rango intercuartil	35	32	31
Percentil 10	2	2	3
Percentil 25	5	5	6
Percentil 50	16	17	18
Percentil 75	40	37	37
Percentil 90	67	61	59
Número de horas >110 ppb (1 h)	41	12	3
5° máximo anual 80 ppb (8 h)	99	86	76
Cumple	No	No	No

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México

Plomo en partículas suspendidas totales

El plomo presente en las partículas suspendidas proviene de fuentes industriales o del remanente del metal que se liberó en el ambiente por las gasolinas hasta mediados de los 90's del siglo pasado, mismo que aún se encuentra presente en el suelo en pequeñas concentraciones, y que puede ser suspendido por el viento o el paso de los vehículos.

El plomo puede ingresar al sistema respiratorio durante la respiración, debido a que por su tamaño estas partículas podían permanecer en suspensión en el aire ambiente. Se sabe que el envenenamiento por plomo es un grave problema de salud pública. Dentro de los daños que provoca se encuentran problemas en el sistema nervioso, retraso en el desarrollo de los infantes, problemas neurológicos, daños en hígado y riñones, problemas de visión, daños en el feto durante el embarazo, entre otros. Actualmente, la principal vía de ingreso del plomo al organismo es por la ingesta de alimentos o agua contaminados.

Su concentración en 2014 fue de 0.055 ppb, lo cual no supera los límites permisibles de la NOM-026-SSA1-1993, ni la recomendación de la OMS.

Tabla 8.6 Estadística básica del plomo en partículas suspendidas totales en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014

Estación	Xalostoc
Clave	XAL
% de datos válidos	93
# trimestres con >75% de datos	4
Máximo	0.243

Estación	Xalostoc
Promedio	0.055
Mínimo	0.0097
Desviación Estándar	0.044
Rango intercuartil	0.03
Percentil 10	0.026
Percentil 25	0.033
Percentil 50	0.043
Percentil 75	0.063
Percentil 90	0.095
Máximo promedio trimestral 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.088
Cumple	Si

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México

Partículas suspendidas

Uno de los contaminantes más complejos por su composición, propiedades y origen, son las partículas. El término partículas suspendidas es un concepto genérico que hace referencia a cualquier material sólido o líquido que se encuentre en suspensión en el aire ambiente, sin importar la forma, tamaño o composición. Dependiendo del tamaño, las partículas pueden permanecer en suspensión durante periodos que van de minutos a varias semanas. Las partículas más grandes, con tamaños entre 50 y 100 μm , sólo permanecen en suspensión durante algunos minutos y sedimentan rápidamente por gravedad. Las partículas más pequeñas, con diámetros menores a 2.5 μm , pueden permanecer en suspensión durante varios días e incluso semanas.

Existe una asociación directa entre el tamaño y la masa de las partículas suspendidas, con los efectos en la salud humana. La principal vía de ingreso al organismo es durante la respiración, pero no todas las partículas en suspensión ingresan al sistema respiratorio, entre más pequeñas son, más profundamente ingresan. Las partículas más grandes se retienen en la región nasal, mientras que las menores a 10 μm pueden penetrar más allá de la laringe. Las más pequeñas, menores a 1 μm , son capaces de ingresar hasta la región alveolar, que es la zona en donde se realiza el intercambio de oxígeno. En el monitoreo de la calidad del aire se utilizan dos indicadores para el monitoreo de las partículas suspendidas: las partículas menores a 10 μm (PM_{10}) y las partículas menores a 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$). Los efectos en la salud provocados por las partículas se presentan en todos los grupos de edad, sin embargo, existen grupos que tienen una mayor sensibilidad a este contaminante como los niños, adultos mayores y personas con problemas respiratorios y cardiovasculares.

Partículas menores a 10 μm (PM_{10})

Las partículas no sólo están presentes en los humos de los escapes y chimeneas, la resuspensión del polvo del suelo es una fuente importante de este contaminante, ésta puede ocurrir por la acción del viento o por el paso de los vehículos.

La concentración promedio anual de las PM_{10} en Ecatepec durante el 2014 fue de 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las partículas PM_{10} tienen un marcado comportamiento estacional durante el año, con las mayores concentraciones durante la temporada seca fría y la mínima durante la temporada de lluvia. Febrero reportó el promedio mensual máximo mientras que septiembre registró el promedio mínimo. En la temporada de lluvia la concentración del contaminante disminuyó debido a que la lluvia remueve eficientemente las partículas. Con respecto a los promedios por día de la semana el contaminante exhibe un efecto acumulativo, en donde el domingo es el día más limpio y el viernes el más contaminado. El patrón diurno del contaminante presenta dos picos, uno matutino y otro vespertino, ambos asociados con las horas de mayor tránsito vehicular.

Tabla 8.7 Estadística básica de las partículas suspendidas PM_{10} en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014

Estación	Xalostoc
Clave	XAL
% de datos válidos	89
Método de muestreo	FRM Alto Volumen
Máximo	111
Promedio	57
Mínimo	16
Desviación Estándar	23
Rango intercuartil	33
Percentil 10	30
Percentil 25	39
Percentil 50	56
Percentil 75	72
Percentil 90	87
Percentil 98 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 h)	107
Promedio anual 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	52.6
Cumple	No

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México

Partículas menores a 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$)

Las partículas con un tamaño menor a 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$) constituyen una fracción importante de las PM_{10} , en Ecatepec representan alrededor del 50% de su masa total. A las $\text{PM}_{2.5}$ también se le conoce como partículas finas o partículas inhalables. La mayor parte de estas partículas son de origen secundario, es decir, se forman de reacciones químicas en la atmósfera a partir de otros contaminantes gaseosos o líquidos. Su composición está dominada por productos de reacciones secundarias (p. e. nitratos y sulfatos), metales pesados, compuestos orgánicos secundarios y carbono negro. Por su tamaño ingresan profundamente en el sistema respiratorio y son uno de los contaminantes más peligrosos para la salud humana.

Durante 2014, en Ecatepec la concentración promedio anual fue de 22.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Al igual que las PM_{10} , las $\text{PM}_{2.5}$ tienen una marcada estacionalidad, con concentraciones máximas en los meses de invierno y mínimas en la temporada de lluvia. Enero registra el promedio mensual máximo, en contraste con septiembre que reporta el promedio mínimo. Durante el día las $\text{PM}_{2.5}$ tienen un comportamiento característico, con un máximo entre las 10:00 y las 12:00 horas, este patrón es distinto al observado en otros contaminantes y se explica por la variación en las contribuciones individuales de los componentes primarios y secundarios a lo largo del día. Sin embargo, en aquellos sitios cercanos a vialidades altamente transitadas, en donde domina la contribución de partículas primarias, las concentraciones máximas se registran entre las 7:00 y las 9:00 horas. Los promedios por día de la semana muestran que este contaminante, al igual que las PM_{10} , tienen un comportamiento acumulativo, con un mínimo en domingo y máximo en viernes. Esto sugiere que la dispersión durante cada día no es suficiente para desalojar completamente la contaminación generada y una fracción remanente se suma a la concentración del día siguiente.

Tabla 8.8 Estadística básica de las partículas suspendidas $\text{PM}_{2.5}$ en las estaciones de monitoreo del aire ubicadas dentro de Ecatepec en 2014

Estación	San Agustín	Xalostoc
Clave	SAG	XAL
% de datos válidos	87	89
Método de muestreo	FRM 16.67 lpm	FRM 16.67 lpm
Máximo	56	73
Promedio	18	27
Mínimo	4	7
Desviación Estándar	9	12
Rango intercuartil	9	11
Percentil 10	6	11
Percentil 25	13	20

Percentil 50	17	26
Percentil 75	22	31
Percentil 90	26	38
Percentil 98 65 µg/m ³ (24 h)	34	51
Promedio anual 15 µg/m ³	17.7	26.6
Cumple	No	No

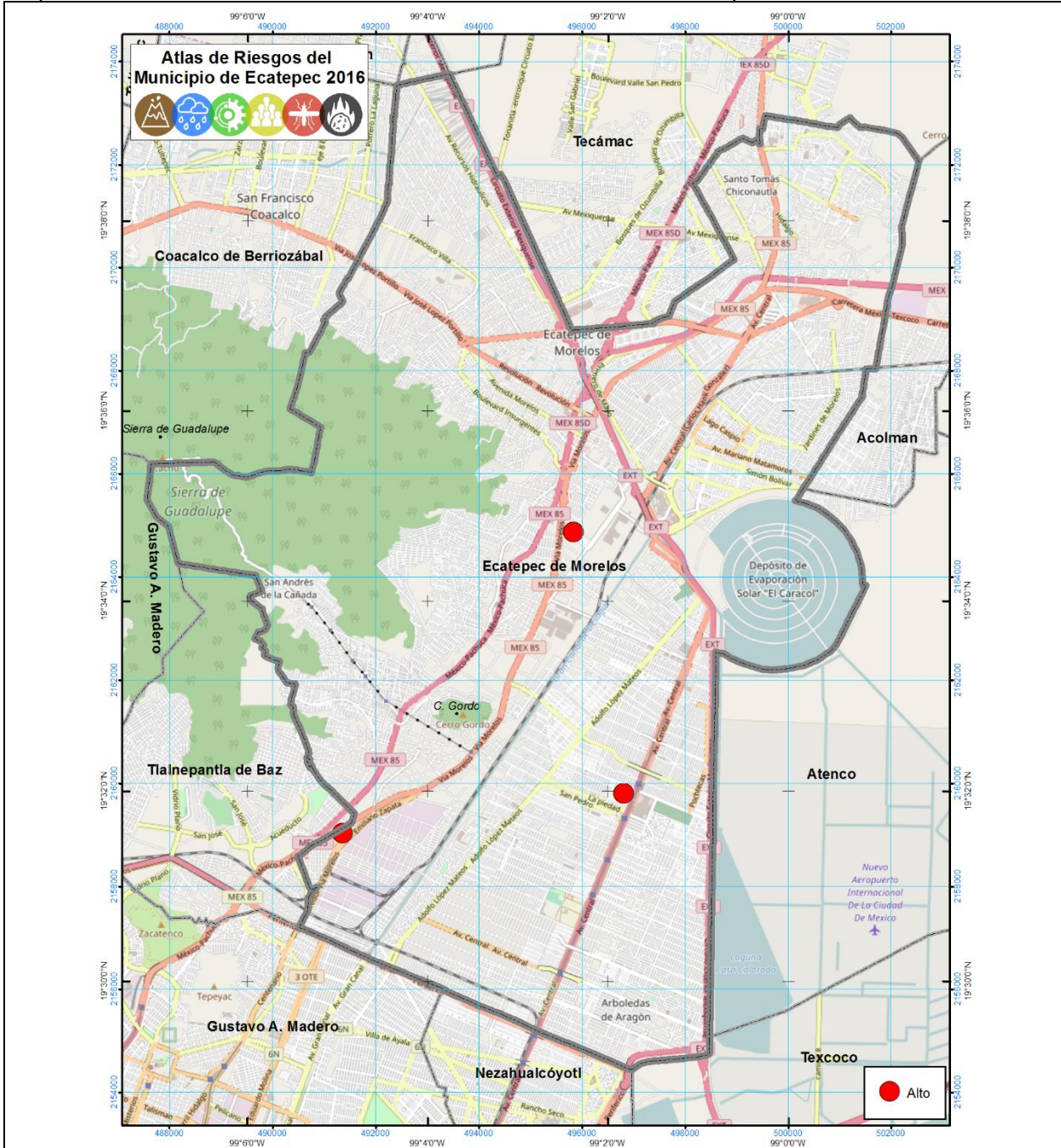
Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México

Las partículas, junto con el ozono, son los contaminantes responsables del deterioro de la calidad del aire en Ecatepec. Las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5} exceden con frecuencia las recomendaciones de la NOM, principalmente durante la temporada seca. En el caso de PM₁₀, por su origen, en aquellos días en los que se registran inversiones térmicas de superficie o tolvaneras, es posible que su concentración alcance una categoría mala en el índice de calidad del aire. Por otra parte, los niveles máximos de PM_{2.5} se presentan durante los episodios severos de esmog fotoquímico, inversiones térmicas, quema de juegos de pirotecnia o incendios forestales. La mayoría de los eventos con mala calidad del aire se presentan durante los meses de la temporada seca fría. La mayoría de los días con buena calidad del aire ocurren durante la temporada de lluvia.

Las partículas que se encuentran en la fracción fina (PM_{2.5}), a diferencia de las partículas de la fracción gruesa, pueden permanecer en suspensión durante varios días e incluso semanas, dificultando una adecuada dispersión atmosférica. Por lo tanto, su distribución espacial en Ecatepec es relativamente uniforme y los episodios de contaminación por PM_{2.5} pueden prolongarse durante varios días consecutivos. Después del ozono, las PM_{2.5} son responsables de la mayoría de días con una mala calidad del aire en el municipio. Además, su presencia en la atmósfera tiene un impacto en la percepción de la contaminación, ya que provoca una disminución en la visibilidad. Las emisiones asociadas a la quema de juegos de pirotecnia y fogatas realizadas durante las celebraciones de Navidad, Fin de Año y Año Nuevo, tienen un impacto importante en la concentración de PM_{2.5}, provocando incrementos que duplican las concentraciones máximas en un día típico. De hecho, estos días suelen ser los más contaminados del año.

En general, el riesgo por contaminación del aire en Ecatepec es **MUY ALTO**, considerando lo expuesto anteriormente y su relación con la vulnerabilidad social.

Mapa 8.3 Contaminación del aire en estaciones de monitoreo, promedio anual 2014



Fuente: elaboración propia.

8.3.2 Contaminación del agua

El agua es indispensable tanto para la sociedad humana como para los ecosistemas. La contaminación del agua es una alteración de esta, generalmente provocada por desechos industriales, peligrosos, sólidos y/o domésticos, que la vuelve impropia para el consumo humano, la industria, la agricultura, las actividades recreativas, así como para los animales. La contaminación del agua puede provocar enfermedades infecciosas intestinales; en el 2010, en nuestro país, estos padecimientos fueron la tercera causa de muerte en niños menores de un año, registrando 1,277 fallecimientos.

Hay una gran variedad de sustancias contaminantes que la CONAGUA clasifica en varios los siguientes tipos: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes Fecales (CF), y Toxicidad (TOX) en aguas superficiales, y Sólidos Disueltos Totales (SDT) en aguas subterráneas.

En Ecatepec, la CONAGUA, a través de la Red Nacional de Monitoreo cuenta con 2 sitios de muestreo de aguas superficiales, y 2 de aguas subterráneas, como se puede apreciar a continuación.

Tabla 8.9 Sitios de muestreo de la calidad del agua en Ecatepec

Clave	Tipo	Sitio	Organismo de Cuenca	Cuenca / Acuífero	Cuerpo de Agua	Subtipo
OCAVM2701	Superficial	Clariant Productos Químicos, S.A. de C.V. (Aguas Arriba)	Aguas del Valle de México	Cuenca Ciudad de México	Gran Canal	Descarga
OCAVM2751	Superficial	Kilómetro 27 + 500	Aguas del Valle de México	Cuenca Ciudad de México	Gran Canal	Canal
OCAVM2750	Subterránea	Pozo 10 Bis Norte Los Reyes	Aguas del Valle de México	Acuífero Cuautitlán-Pachuca	NA	NA
OCAVM2752	Subterránea	Pozo 27 Norte Los Reyes	Aguas del Valle de México	Acuífero Cuautitlán-Pachuca	NA	NA

Fuente: CONAGUA.

La evaluación de la calidad del agua se llevó a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO son indicativos de la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua, proveniente principalmente de las descargas de aguas

residuales tanto de origen municipal como no municipal. La DBO5 indica la cantidad de materia orgánica biodegradable en tanto que la DQO mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, debido al aumento de la DQO se puede notar la presencia de sustancias que provienen de descargas no municipales.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta el agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa. Es oportuno mencionar que los sitios con monitoreo de calidad del agua están ubicados en zonas con alta influencia antropogénica.

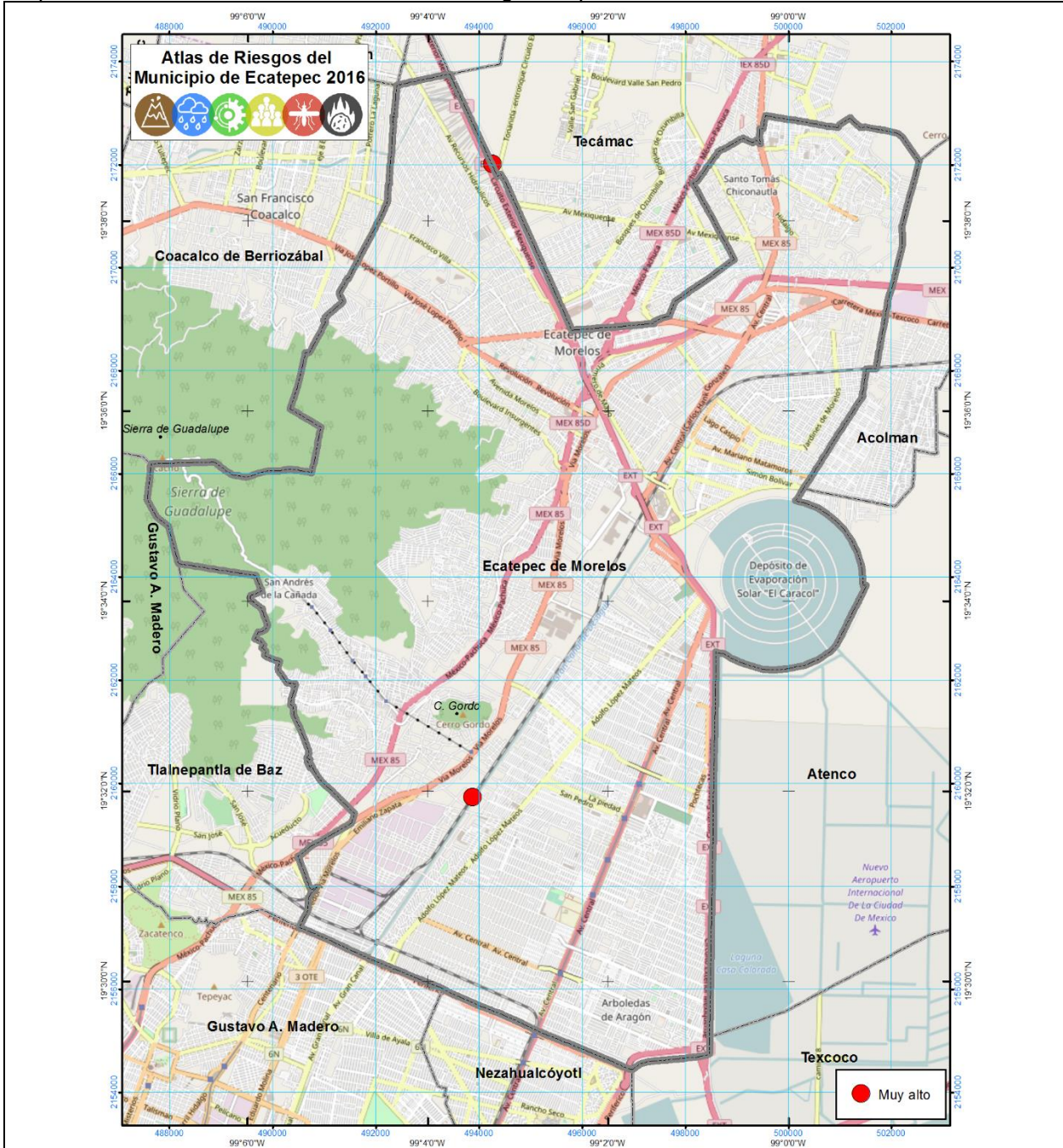
De acuerdo con los resultados de las evaluaciones de calidad del agua para los indicadores DBO5 y DQO aplicadas a los sitios de monitoreo, se determinó que el agua en Ecatepec está clasificada como fuertemente contaminados. En el caso de los SST, el municipio tiene aguas superficiales con calidad aceptable, mientras que los coliformes fecales oscilan entre cualidades excelentes a contaminadas, dependiendo del sitio de muestreo. En lo que corresponde a toxicidad, la calidad en todos los casos de muestreo dentro del municipio fue declarada como 'toxicidad alta'. En general, el semáforo de calidad del agua superficial en el Municipio de Ecatepec es Rojo.

Tabla 8.10 Resultados de la calidad del agua superficial en Ecatepec

Clave	OCAVM2701	OCAVM2751
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	83.1 mg/l	136.05 mg/l
Cualidad DBO	Contaminada	Fuertemente contaminado
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	608.545 mg/l	373.82 mg/l
Cualidad DQO	Fuertemente contaminado	Fuertemente contaminado
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	88	116
Cualidad SST	Aceptable	Aceptable
Coliformes Fecales (CF)	3 NMP/100 ml	4600 NMP/100 ml
Cualidad CF	Excelente	Contaminada
Toxicidad (TOX)	7.0922 UT	3333.3333 UT
Cualidad TOX	Toxicidad alta	Toxicidad alta
Semáforo	ROJO	ROJO

Fuente: CONAGUA.

Mapa 8.4 Contaminación en muestras de agua superficial



Fuente: elaboración propia.

Uno de los parámetros que permite evaluar la salinización de aguas subterráneas es el de los Sólidos Disueltos Totales (SDT). De acuerdo a su concentración, las aguas subterráneas se clasifican en: dulces (<1,000 mg/l), ligeramente salobres (1,000 a 2,000 mg/l), salobres (2,000 a 10,000 mg/l) y salinas (>10,000 mg/l).

El límite entre el agua dulce y la ligeramente salobre coincide con la concentración máxima señalada por la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, que “establece los límites máximos permisibles que debe cumplir el agua para consumo humano y tratamiento en materia de calidad del agua para consumo humano”.

En el caso del muestreo realizado en el municipio, los resultados arrojaron diferentes valores según el sitio analizado, en el caso del pozo 10, los sólidos disueltos totales fueron de 585.44 mg/l, con una cualificación de ‘dulce, mientras que para el pozo 27, los SDT fueron de 1162.8 mg/l, con cualidad de ‘ligeramente salobre’.

Tabla 8.11 Resultados de la calidad del agua subterránea en Ecatepec

Clave	Ocavm2750	Ocavm2752
Tipo	Subterráneo	Subterráneo
Clave Acuífero	1508	1508
Acuífero	Cuautitlán-Pachuca	Cuautitlán-Pachuca
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	585.44	1162.8
Diagnostico	Dulce	Ligeramente Salobre

Fuente: CONAGUA.

Con base en lo anterior, y en función de la vulnerabilidad social, se determinó que el riesgo por contaminación del agua superficial en el municipio es **ALTA**.

8.3.3 Contaminación del suelo

La disposición inadecuada de residuos contaminantes en múltiples lugares sin control ha ocasionado un grave problema de contaminación de suelos. Los lugares donde más frecuentemente se depositan estos residuos son terrenos baldíos, patios de las industrias, tiraderos municipales, barrancas, derechos de vía de carreteras, drenajes municipales y cuerpos de agua, lo cual provoca también el deterioro del aire y del agua superficial y subterránea como consecuencia de la migración de los contaminantes desde el suelo hacia estos medios.

Las prácticas más comúnmente usadas para disponer los residuos químicos industriales consisten en colocarlos en tambos y enterrarlos, abandonar los residuos en tanques y contenedores, vaciarlos directamente en el suelo o disponerlos en cuerpos de agua, produciendo todo esto contaminación en los suelos, porque los tambos, tanques y contenedores se corroen y su contenido se fuga al ambiente. Otras formas de contaminación son los tanques de almacenamiento subterráneo con fugas, lixiviación de pilas de materiales, conductos desgastados o rotos y accidentes que involucran derrame de sustancias químicas.

Los problemas relacionados con la contaminación del suelo recientemente han adquirido más relevancia porque ha surgido mayor conocimiento del riesgo potencial que representa para la salud pública y el ambiente, así como por el tamaño del problema y del costo que implica su restauración. Las principales causas de contaminación del suelo son:

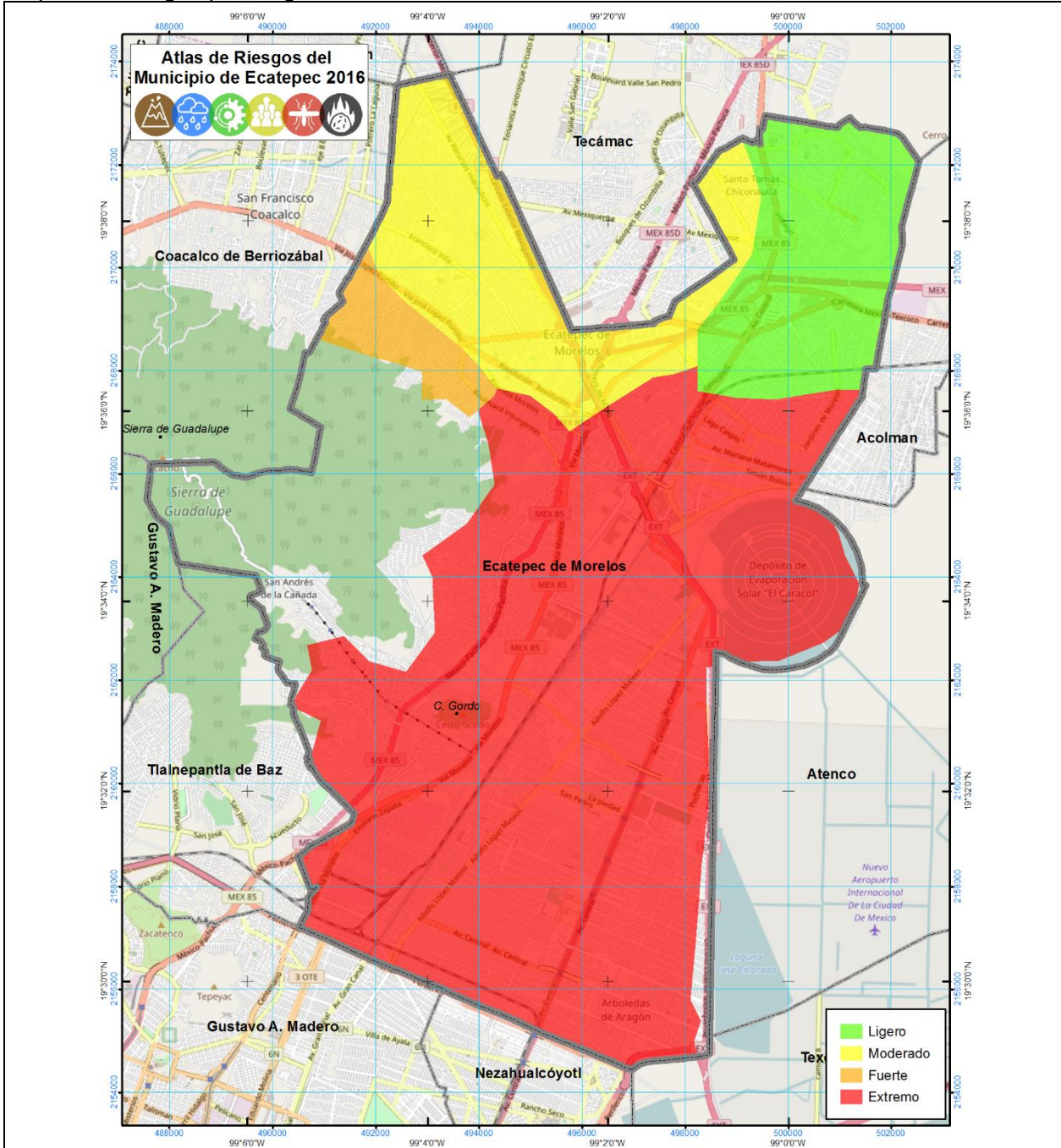
- Disposición inadecuada de residuos peligrosos en terrenos baldíos y patios traseros de las industrias
- Fugas de tanques y contenedores subterráneos
- Fugas de tuberías y ductos
- Lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento
- Derrames accidentales de sustancias químicas, en especial durante su transporte
- Aplicación de sustancias en el suelo, tales como agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes)
- Aguas residuales descargadas sin tratamiento previo
- Lixiviación de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto
- Fugas de alcantarillados

La contaminación del suelo tiene serios efectos en la salud humana, especialmente cuando la tierra contaminada se vuelve a utilizar, y la población está en contacto con este suelo de manera accidental. La contaminación del suelo también tiene impactos ecológicos, por ejemplo; los metales ocasionan impactos adversos sobre las comunidades de microorganismos y hongos en el suelo. Asimismo, varios contaminantes son capaces de dañar los cimientos de las construcciones.

El lixiviado de sustancias químicas a partir de sitios de almacenamiento y tiraderos de basura, hacia el suelo es una consecuencia muy seria, ya que provoca la contaminación del agua potable y en ocasiones se disemina a considerables distancias entrando de esta manera en contacto con el hombre.

En el 2013 se identificó que numerosas viviendas de la colonia Prados de San Juan se habían contaminado con filtraciones de líquidos tóxicos, provenientes del tiradero municipal de Chiconautla, que aparentemente tuvo filtraciones y escurrimientos de lixiviados hacia el interior de las viviendas. Las casas más perjudicadas se ubican en las calles Reclusorio, Laurel, Girasol, Bugambilias y Gardenias, donde se observan escurrimientos de lixiviados.

Mapa 8.5 Peligro por degradación del suelo



Fuente: elaboración propia.

La contaminación del suelo degrada al recurso edáfico impidiendo que se pueda utilizar para otros fines, como el urbano e industrial. La degradación que se observa en el municipio de Ecatepec es principalmente degradación física por pérdida de la función productiva, ocasionada por la urbanización y las actividades industriales.

8.3.4 Contaminación de los alimentos

La contaminación de los alimentos consiste en la presencia en éstos y otros productos relacionados, de sustancias de origen biológico o químico y riesgosas o tóxicas para la salud del consumidor.

La contaminación biológica alimentaria es un fenómeno que se presenta por la invasión de microbios patógenos durante la elaboración, la manipulación, el transporte y la distribución de los alimentos, u originada por el mismo consumidor. Las principales causas son las siguientes:

- Animales enfermos que dan origen a productos contaminados. Tal es el caso de vacas lecheras con tuberculosis, que producen leche con el bacilo de la TBC; la leche y el queso que producen la fiebre de Malta, especialmente de origen caprino; la carne de cerdo infectada con triquina, y muchos otros casos.
- Portadores de enfermedades que manipulan alimentos y los contaminan. Los casos más patéticos son los enfermos de TBC, de cólera, de tifoidea, y de enfermedades gastrointestinales, entre otros.
- La contaminación de alimentos durante la elaboración, manipulación, transporte y distribución al público por falta de las previsiones sanitarias requeridas. Son muy frecuentes los casos de verduras contaminadas por riego y lavado con aguas servidas; la manipulación de alimentos en lugares sucios (suelo, polvo, etc.); el contacto de los mismos con animales, como los perros; el transporte en forma no higiénica (sin refrigeración, sin cobertura, etc.); y el deterioro por almacenamiento prolongado sin las medidas necesarias (refrigeración).

La contaminación química alimentaria se debe a la presencia de elementos o sustancias químicas provenientes de desechos de actividades humanas, de la adición deliberada de sustancias a los alimentos, o sustancias tóxicas de origen natural, que convierten a un alimento en peligroso para la salud. Este tipo de contaminación puede ser causada por:

- La presencia de metales pesados, por lo general tóxicos, en bajas concentraciones. Los principales son plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cobalto, estaño y manganeso.
- Pesticidas (plaguicidas, biocidas o agrotóxicos), que son diversas sustancias químicas usadas para el control de plagas (ratas, insectos, hongos, etc.) como carbamatos, insecticidas órganoclorados, insecticidas órganofosforados, fungicidas y herbicidas, utilizados en los cultivos y algunos muy peligrosos, como el DDT.

- Restos de medicamentos y sustancias de crecimiento aplicados a los animales, como antibióticos y hormonas.
- Aditivos para preservar y colorear los alimentos, hoy usados intensamente en la industria alimentaria.
- Sustancias tóxicas naturales como micotoxinas, biotoxinas y alérgenos.

Las sustancias químicas adicionadas a los alimentos son numerosas y las consecuencias del uso de algunas de ellas para la salud son detectadas después de varios años. Estas sustancias químicas son responsables de enfermedades como el cáncer, de mutaciones genéticas, de alergias y de una serie de alteraciones de la salud de gran complejidad.

En el Municipio de Ecatepec, los alimentos que se venden en la vía pública pueden contaminarse fácilmente por vía aérea, principalmente si están cerca de vialidades muy transitadas o en calles sin pavimentar. Esos mismos alimentos pueden manipularse sin condiciones de higiene adecuadas, tanto por los comensales como por los vendedores, lo que incrementa la posibilidad de contaminación. Otra posible fuente de contaminación la constituyen las altas temperaturas en los meses de abril a julio, debido a que los alimentos tienden a conservarse durante menor tiempo, incrementando la morbilidad por enfermedades gastrointestinales en esas fechas.

8.4 Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos (RP) se definen como aquellos que ponen en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados en forma inadecuada y poseen características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivos, Tóxicos, Inflamables y Biológico-Infeciosos).

En México, entre los sectores generadores principales está la industria Química básica, secundaria y Petroquímica (40% del total); le sigue la industria metal Mecánica y metálica con un 10% y la industria Eléctrica con un 8%, dando un total de 58%. El resto se debe al uso de plaguicidas, químicos en la agricultura, los residuos biológico-infecciosos generados por clínicas y hospitales y algunos productos de uso doméstico. Se estima que sólo el 12% de los residuos peligrosos generados en el país reciben un tratamiento o son depositados en lugares autorizados. La mayoría son vertidos directamente a la red de drenaje, o tirados a barrancas, ríos, mares mezclados con los residuos sólidos Municipales.

La norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993 establece las características y límites que hacen peligroso a un residuo. Por sus características de corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, un manejo inadecuado puede ocasionar accidentes severos. Los que tienen características de toxicidad y la inclusión de agentes infecciosos puede afectar a la población y a los ecosistemas a través de la contaminación de las fuentes de agua, tanto superficiales y subterráneas.

Tabla 8.12 Características CRETIB

Característica	Propiedad
Corrosividad	En estado líquido o en solución acuosa presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0; o mayor o igual a 12.5. En estado líquido o en solución acuosa, a una temperatura de 55°C es capaz de corroer el acero al carbón, a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año.
Reactividad	Bajo condiciones normales (25°C y 1 atmósfera), se combina o polimeriza violentamente sin detonación. En condiciones normales (25°C y 1 atmósfera) cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo-agua) de 5:1, 5:3, 5:5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos. Bajo condiciones normales cuando se ponen en contacto con solución de pH ácido (HCl 1.0 N) y básico (NaOH 1.0 N) en relación (residuo-solución) de 5:1, 5:3, 5:5, reaccionando violentamente formando gases, vapores o humos. Posee en su constitución cianuros o sulfuros que al exponerse a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/kg de residuo o 500 mg de H ₂ S/kg de residuo, o cuando es capaz de producir radicales libres
Explosividad	Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno. Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 kg/cm ² de presión
Toxicidad al ambiente	Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la Norma Oficial mexicana NOM -053-ECOL-1993, el lixiviado de la muestra representativa contiene cualquiera de los constituyentes listados en las tablas del anexo 5 de la Norma Oficial Mexicana NOM -052-ECOL-1993.
Inflamabilidad	En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen. Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60°C. No es líquido, pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25°C y a 1.03 kg/cm ²). Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.
Biológica infecciosa	Un residuo es biológico-infeccioso cuando: el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección; contiene toxinas producidas por microorganismos con capacidad de infección.

Fuente: NOM-052-ECOL-1993.

Algunos de los contaminantes más comunes en el suelo son los hidrocarburos de petróleo derramados o depositados durante las operaciones de extracción, refinación, transferencia y comercialización de estos productos, razón por la cual frecuentemente se encuentran suelos contaminados con petróleo, combustóleo, gasolinas, diésel y turbosina.

Otra forma común de contaminación del suelo es por compuestos orgánicos volátiles (COV's), debido a que la mayoría de los procesos de manufactura, desde las industrias de tecnología avanzada hasta los talleres de reparación y establecimientos de limpieza en seco, utilizan algún tipo de solvente halogenado, en especial clorado, con propósitos de lavado o desengrasado.

La disposición de compuestos inorgánicos en los suelos, es otro caso de contaminación por desechos peligrosos y actividades específicas como la minería y el recubrimiento de metales.

Entre los residuos biológico-infecciosos se encuentran la sangre, cultivos y cepas, materiales y objetos punzo-cortantes que contengan residuos de las muestras biológico-infecciosas con las que estuvieron en contacto. Dado que este tipo de residuos se genera principalmente en hospitales y clínicas (incluidas las veterinarias), una aproximación al volumen total producido se obtiene a partir de la generación promedio de estos residuos por cama en instituciones hospitalarias.

Tabla 8.13 Clasificación de las sustancias peligrosas

Clase	Denominación	Descripción
1	Explosivos	Incluye: Sustancias explosivas: Son sustancias o mezcla de sustancias sólidas o líquidas que de manera espontánea o por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que causen daños en los alrededores. Sustancias pirotécnicas: Son sustancias o mezclas de sustancias destinadas a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro, gaseoso o fumígeno o una combinación de los mismos, como consecuencia de reacciones químicas exotérmicas autosostenidas no detonantes. Objetos explosivos: Son objetos que contienen una o varias sustancias explosivas.
2	Gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión	Son completamente gaseosas a 20°C a una presión normal de 101.3 kPa; a 50°C tienen una presión de vapor mayor a 300 kPa.
3	Líquidos inflamables	La clase 3 son mezclas o líquidos que contienen sustancias sólidas en solución o suspensión, que despiden vapores inflamables a una temperatura no superior a 60.5°C en los ensayos en copa cerrada o no superiores a 65.6°C en copa abierta.
4	Sólidos inflamables	Son sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea, así como aquellos que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
5	Oxidantes y peróxidos orgánicos	Sustancias oxidantes: Sustancias que sin ser necesariamente combustibles, pueden generalmente liberando oxígeno, causar o facilitar la combustión de otras. Peróxidos orgánicos: Sustancias orgánicas que contienen la estructura bivalente -O-O- y pueden considerarse derivados del peróxido de hidrógeno, en el que uno de los átomos de hidrógeno, o ambos han sido sustituidos por radicales orgánicos. Los peróxidos son sustancias térmicamente inestables que pueden sufrir una descomposición exotérmica autoacelerada; además pueden poseer otras propiedades.

Clase	Denominación	Descripción
6	Tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos	Tóxicos agudos (venenos): Son aquellas sustancias que pueden causar la muerte, lesiones graves, o ser nocivas para la salud humana si se ingieren, inhalan o entran en contacto con la piel. Agentes infecciosos: Son las que contienen microorganismos viables incluyendo bacterias, virus, parásitos, hongos, o una combinación híbrida o mutante; que son conocidos o se cree que pueden provocar enfermedades en el hombre o los animales.
7	Radiactivos	Son todos los materiales cuya actividad específica es superior a 70 kBq/kg (2nCi/g).
8	Corrosivos	Son sustancias líquidas o sólidas que por su acción química causan lesiones graves a los tejidos vivos con los que entran en contacto o que si se produce un escape pueden causar daños e incluso destrucción de otras mercancías o de las unidades en las que son transportadas.
9	Varios	Son aquellas sustancias que durante el transporte presentan un riesgo distinto de los correspondientes a las demás clases y que también requieren un manejo especial para su transporte, por representar un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad a los usuarios y la propiedad a terceros

Fuente: Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, 1993.

En el municipio de Ecatepec se generan 583,939 toneladas por año de residuos, lo que corresponde a una generación per cápita de 338 kilogramos anuales, situándose en un 10 por ciento por debajo de la media nacional. El porcentaje de residuos reciclados se estima en 14 por ciento, revalorizando papel, cartón y plástico principalmente.

Se estima que 600 toneladas son arrojadas en tiraderos clandestinos, barrancas, laderas de los cerros, el Gran Canal, Río de los Remedios, e incluso en baldíos de zonas urbanas. Muchos de estos desechos, a pesar de ser de origen doméstico, pueden contener residuos peligrosos, tales como plomo litio, cadmio y otros metales pesados.

Por otro lado, los residuos peligrosos que se generan en las industrias y hospitales del municipio, se transportan a diferentes sitios de confinamiento, incineración o reciclaje, por lo que en las principales vialidades del municipio continuamente se está trasladando este tipo de materiales.

Se estima que el riesgo por residuos peligrosos en el Municipio de Ecatepec es **MUY ALTO**, tomando en cuenta la alta producción de residuos debido a la vocación industrial del municipio, así como tomando en cuenta la vulnerabilidad social presente en el territorio de Ecatepec.

Mapa 8.6 Peligro en sitios de almacenamiento de residuos peligrosos



Fuente: elaboración propia.

Capítulo 9 Fenómenos del Espacio Exterior

9.1 Radiación Ultravioleta

La radiación solar ultravioleta (UV) se refiere a la radiación emitida por el sol con una longitud de onda (λ) entre 100 y 400 nanómetros ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). La radiación ultravioleta C (UV-C), que tiene una λ entre los 100 y 280 nm, se absorbe completamente en la atmósfera principalmente en la capa de ozono, este tipo de radiación es nociva para la vida en el planeta. Una fracción de la radiación con λ entre 280 y 320 nm, que corresponde a la ultravioleta B (UV-B), atraviesa la atmósfera, mientras que la mayor parte de la radiación con λ entre 320 y 400 nm, que corresponde a la ultravioleta A (UV-A), alcanza la superficie. Es por esto que en la superficie la intensidad de la radiación UV-A es mayor que la de la radiación UV-B.

La radiación se mide en unidades de irradiancia y se define como la cantidad de energía incidente por unidad de tiempo y unidad de área y se expresa en unidades de W/m^2 .

Por su latitud y altitud el municipio de Ecatepec recibe una cantidad importante de radiación solar. Durante el año, la intensidad de la radiación varía con la declinación solar y es máxima en el verano y mínima en los meses de invierno. A lo largo del día, la intensidad de la radiación solar UV depende principalmente del ángulo de elevación del sol, aumenta a medida que el sol asciende y es máxima cuando alcanza el punto más alto en el cielo, entre las 12:00 y 14:00 horas.

Las nubes pueden dispersar una pequeña fracción de la radiación UV, mientras que los contaminantes absorben una porción significativa provocando reacciones fotoquímicas, para formar compuestos secundarios como el ozono. Esto explica por qué los mayores niveles de radiación UV se alcanzan durante los días sin nubes ni contaminación.

Las radiaciones ultravioleta forman parte de los rayos solares y su intensidad se ve influida por muchos factores.

- La elevación del sol: cuanto más alto está el sol en el cielo, mayor es la intensidad de las radiaciones ultravioleta.
- Latitud: cuanto más cerca se está del ecuador, más intensas son las radiaciones ultravioleta.
- Protección de las nubes: la radiación ultravioleta es más intensa cuando el cielo está despejado, pero pueden ser intensas aun cuando el cielo esté nublado.
- Altitud: la intensidad de las radiaciones ultravioleta aumenta 5% por cada 1000 metros de altitud.

- Capa de ozono: este gas absorbe una parte de las radiaciones ultravioleta del sol. A medida que la capa de ozono se adelgaza, aumenta la cantidad de radiaciones ultravioleta que llegan a la superficie terrestre.
- Reflexión por el suelo: muchas superficies reflejan los rayos del sol y aumentan la exposición general a las radiaciones ultravioleta (por ej., el césped, la tierra y el agua reflejan menos de 10%; la nieve recién caída, hasta 80%; la arena seca de las playas, 15%; y la espuma del mar, 25%).

En cantidades pequeñas, la radiación ultravioleta es beneficiosa para la salud y desempeñan una función esencial en la producción de vitamina D. Sin embargo, la exposición excesiva a ellas se relaciona con diferentes tipos de cáncer cutáneo, quemaduras de sol, envejecimiento acelerado de la piel, cataratas y otras enfermedades oculares. También se ha comprobado que estas radiaciones aminoran la eficacia del sistema inmunitario.

La exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta ocasiona varias alteraciones crónicas de la piel.

- Melanoma maligno cutáneo: cáncer maligno de la piel potencialmente mortal.
- Carcinoma espinocelular: cáncer maligno que generalmente avanza con menor rapidez que el melanoma y ocasiona la muerte con menor frecuencia.
- Carcinoma basocelular: cáncer cutáneo de crecimiento lento que predomina en las personas mayores.
- Fotoenvejecimiento: pérdida de la firmeza de la piel y aparición de queratosis solares.

Las radiaciones ultravioleta también tienen efectos negativos sobre los ojos: ocasionan los efectos agudos conocidos como fotoqueratitis (inflamación de la córnea) y fotoconjuntivitis (inflamación de la conjuntiva). Estos efectos desaparecen por completo, se previenen fácilmente usando gafas protectoras y no se acompañan de lesiones a largo plazo. Algunos efectos crónicos de las radiaciones ultravioleta son:

- Cataratas: enfermedad de los ojos en la que el cristalino se va opacando poco a poco, lo que va disminuyendo la visión y acaba causando ceguera.
- Terigión: carnosidad blanca o de color crema que aparece en la superficie ocular.
- Carcinoma epidermoide de la córnea o de la conjuntiva: tumor raro de la superficie ocular.

En otros aspectos de salud, las radiaciones ultravioleta disminuyen la eficacia del sistema inmunitario porque modifican la actividad y la distribución de las células que desencadenan las respuestas inmunitarias. La inmunodepresión puede reactivar el virus del herpes simple en los labios («herpes labial»). Se estima que entre 50% y 90% de los cánceres de piel están causados por las radiaciones ultravioleta.

Los niños y los adolescentes son particularmente vulnerables a los efectos nocivos de las radiaciones ultravioleta. La exposición excesiva de los niños a estas radiaciones probablemente

intervenga en la aparición del cáncer de piel en etapa posterior de la vida. Aún no se conocen los mecanismos que intervienen, pero puede ser que la piel sea más susceptible a los efectos nocivos de las radiaciones ultravioleta durante la niñez. El tipo de piel también es importante. Las personas de piel clara sufren más quemaduras solares y tienen un riesgo más elevado de cáncer de piel que las de piel oscura. Sin embargo, a pesar de que la incidencia de cáncer de piel es menor en las personas de piel oscura, los cánceres suelen detectarse más tarde, en un estadio más peligroso. El riesgo de lesiones cutáneas, envejecimiento prematuro de la piel e inmunodepresión es independiente del tipo de piel.

La OMS recomienda las siguientes medidas para protegerse de la exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta.

- Limitar el tiempo que se pasa bajo el sol de mediodía.
- Preferir la sombra.
- Usar prendas protectoras, como un sombrero de ala ancha para proteger los ojos, el rostro y el cuello.
- Usar gafas de sol cerradas a los lados que den una protección de 99% a 100% contra las radiaciones ultravioleta A y B.
- En las zonas de la piel que no estén cubiertas por la ropa, untar abundantemente y renovar con frecuencia un filtro solar de amplio espectro con un factor de protección solar (FPS) de 30+. La mejor protección se logra resguardándose a la sombra y vistiendo ropa protectora en vez de aplicar filtros solares. Estos no deben usarse con la idea de prolongar el tiempo que se pasa al sol, y las personas que se untan filtro solar para broncearse deben ser conscientes de la necesidad de limitar el tiempo que se exponen al sol.
- Evitar las camas bronceadoras: el uso de estos aparatos antes de los 35 años de edad se acompaña de un aumento de 75% del riesgo de melanoma maligno. Las camas y las lámparas bronceadoras no deberían usarse a menos que sea bajo supervisión médica. La OMS recomienda prohibir su uso en los menores de 18 años.
- Proteger a los bebés y los niños pequeños: siempre se debe mantener a los niños a la sombra.

Estimular a los niños para que tomen las precauciones sencillas descritas anteriormente evitará lesiones a corto y a largo plazo sin impedir que disfruten el tiempo que pasan a la intemperie. Los mayores deben procurar que los niños estén debidamente protegidos. Si bien la protección contra la exposición excesiva a las radiaciones ultravioleta es la preocupación principal desde el punto de vista de la salud, estas radiaciones, en pequeña cantidad, son esenciales para la buena salud porque intervienen en la producción de la vitamina D por el organismo, la cual fortalece los huesos y el sistema osteomuscular.

En el municipio de Ecatepec, la radiación ultravioleta se mide en la estación de monitoreo de San Agustín. En 2014 el promedio anual de la radiación UVA y UV-B fue de 2.1 y 0.081W/m², respectivamente. Entre los meses de marzo y octubre se observaron los niveles máximos de radiación UV. La irradiancia máxima de UV-A se registró con un valor de 6.04 W/m², mientras que

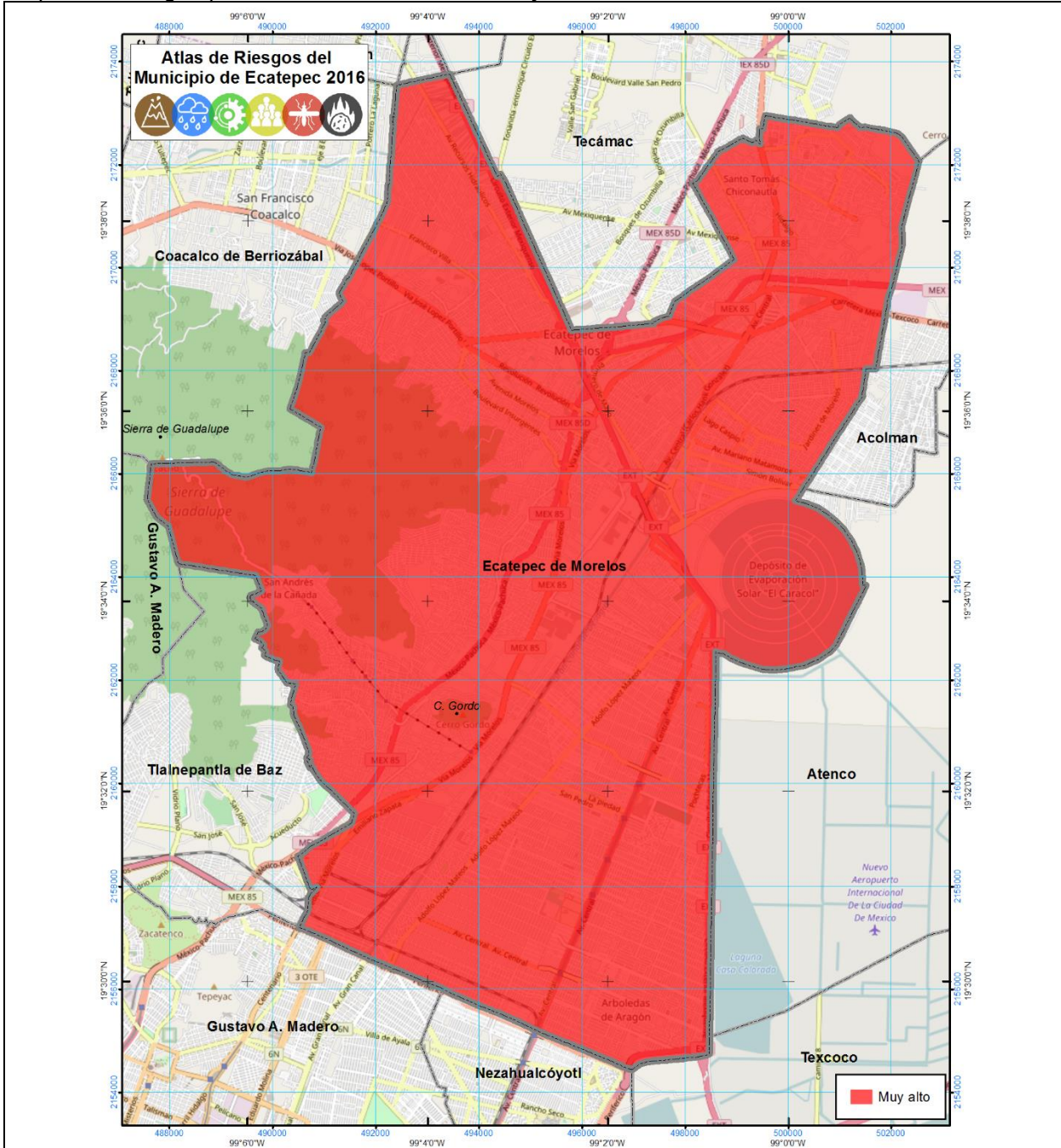
para UV-B el valor máximo de irradiancia se registró con un valor de 0.312 W/m^2 . Si bien la intensidad de radiación UV-B que incide en la ciudad es menor que la de UV-A, la primera es de mayor energía y en consecuencia provoca un mayor daño en la salud humana, aun a valores bajos de intensidad.

Si bien la radiación ultravioleta se mide en términos de energía, la OMS recomienda emplear un índice para comunicar los riesgos a la población. El índice UV solar mundial (IUV) de la OMS es una manera sencilla para comunicar la intensidad de la radiación UV en la superficie terrestre y es un indicador de su capacidad de producir lesiones cutáneas, se usa como un medio para hacer conciencia en la población y advertir a las personas sobre la necesidad de adoptar medidas de protección cuando se exponen a la radiación UV. De acuerdo con las autoridades de salud, el cáncer de piel se encuentra entre las primeras causas de mortalidad por cáncer entre la población de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, incluyendo Ecatepec.

Actualmente el valor del IUV se estima utilizando la intensidad de la radiación UV-B. En Ecatepec, con excepción de los meses de diciembre y enero, la intensidad de la radiación UV alcanza valores que corresponden a un IUV mayor a 6, es decir, con un riesgo de causar daño en la piel sin protección en un tiempo relativamente corto (menor a 30 min). Entre marzo y septiembre el IUV supera con frecuencia el valor de 11 durante periodos que van de 1 a 3 horas. Un valor igual o superior a 11 corresponde a una intensidad Extremadamente Alta e implica un riesgo considerable de daño en prácticamente todos los fototipos de piel, en un periodo de tiempo muy corto (menos de 15 min). El periodo del día con el mayor riesgo por radiación UV, se encuentra entre las 11:00 y las 16:00 horas. En 2014 se registraron 251 días con un IUV igual o mayor a 8, que corresponde a una intensidad Muy Alta. De estos, en 101 días se registraron valores iguales o mayores a 11, que corresponden a una intensidad Extremadamente Alta.

En función de lo anterior, se estima que el riesgo por radiación ultravioleta en todo el municipio de Ecatepec es **MUY ALTO**.

Mapa 9.1 Peligro por radiación ultravioleta A y B



Fuente: elaboración propia.

Capítulo 10 Anexos

10.1 Medidas preventivas para mitigación de riesgos

Los riesgos naturales son eventos multifactoriales que ocurren espontáneamente, muchas veces sin que pueda conocerse con anticipación la magnitud de ocurrencia del fenómeno, ni su duración. La única manera de mitigar la ocurrencia de desastres causados por peligros naturales es por medio de un análisis y caracterización que permitan a su vez tomar medidas de prevención ante posibles escenarios de desastre. Tales medidas preventivas consisten en dos partes mutuamente complementarias: la informativa, y la construcción de obra civil.

La información sobre los riesgos es esencial porque una sociedad con conocimiento, enfrenta los embates de la naturaleza de una forma más preparada, lo que eventualmente salva vidas y propiedades. No debe soslayarse el hecho de que la información y el conocimiento, pueden cambiar diametralmente la vulnerabilidad y exposición de la población ante el peligro; además, esto implica involucrar a la sociedad civil en el proceso de adquisición de resiliencia, pues la información debe ciudadanizarse, y no solo ser parte del conocimiento de las autoridades.

Además de lo anterior, es necesario prepararse para fenómenos naturales recurrentes con obras civiles para mitigar o incluso evitar daños potenciales. Tales obras a menudo son costosas y requieren de estudios especiales para determinar los alcances y necesidades de cada proyecto en particular. En el presente trabajo, se mencionan brevemente aquellas obras que reducirán en un grado significativo los problemas a corto plazo que enfrenta el Municipio de Ecatepec en cuestión de peligros naturales. Debido a que no todas estas obras son realizables en un futuro inmediato, de nuevo se hace evidente que la estrategia más barata y efectiva contra los fenómenos naturales es la sociedad informada.

10.1.1 Medidas de mitigación de riesgos por Inundaciones

Las inundaciones son uno de los fenómenos naturales más dañinos para el Municipio de Ecatepec, por lo que las obras orientadas a su mitigación son de la mayor importancia. A continuación se enuncian las obras y medidas propuestas para la mitigación de sus efectos.

Establecimiento de un Sistema de Alerta Temprana para Inundaciones

Esta propuesta consiste en instalar por lo menos 5 estaciones telemétricas digitales de alto rango dinámico con sensores hidrométricos que generen los datos en cantidad y calidad necesaria para evaluar en tiempo real el peligro por inundación en el Municipio de Ecatepec. Estas estaciones cubrirán las zonas de origen de las inundaciones, previamente identificadas como los cauces intermitentes que bajan de los cerros del poniente. Para su operación, la red se configurará por cinco o más estaciones, las cuales utilizarán el sistema de envío de datos vía internet de banda ancha a una estación central, donde un sistema inteligente realizará la localización y evaluación preliminar de los eventos de inundación en tiempo real. Estos resultados serán distribuidos con base en protocolos a definir, por las dependencias e instancias involucradas, y se actualizarán automáticamente en una página de internet.

El objetivo de esta red es instrumentar con el equipo necesario para poder identificar el peligro por inundaciones en el Municipio de Ecatepec, antes de que cause un daño a la población. El sistema puede calibrarse para que envíe un mensaje de texto a los tomadores de decisiones antes de que un evento potencialmente desastroso ocurra, permitiendo de esta forma, evacuar a los afectados y preparar a los equipos que harán frente a la contingencia.

Para su implementación, no sería necesario sufragar un gasto importante. de hecho, se puede elaborar el sistema con muchos de los recursos con los que ya cuenta el Municipio de Ecatepec. Potencialmente el gasto más importante serían los sensores; sin embargo, incluso estos pueden desarrollarse internamente con la colaboración de las Universidades locales.

Por lo anteriormente expuesto, el Sistema de Alerta Temprana para Inundaciones del Municipio de Ecatepec, podría convertirse en el instrumento de referencia en el ámbito regional y nacional. Adicionalmente, su buen manejo fomentará la cultura de la prevención en cuanto a desastres se refiere.

Levantamiento topográfico LIDAR de 10cm.

Se propone un levantamiento topográfico LIDAR a detalle de la Ciudad de Ecatepec, así como la integración de un sistema de información hidrográfica extensiva, para determinar entre otras cosas, las zonas inundables con una precisión de hasta 10cm. Aunque en el presente Atlas ya se delimitaron las zonas de inundación, estas cuentan con un grado de incertidumbre derivado de que el modelo topográfico usado es de resolución de 15 metros; con un modelo de 1m se puede conocer con detalle las zonas que podrían verse afectadas en un futuro, y se puedan establecer estrategias de crecimiento urbano e industrial con información de primera línea, por

ejemplo, se podrían evitar casos de fraccionamientos nuevos en zonas inundables, cuyos desniveles son de centímetros, pero aun así se ubican en hondonadas. Esto es muy importante porque, las zonas planas requieren estudios a este nivel de detalle debido a que la topografía natural tiene pocos metros de diferencia en varios kilómetros lineales.

10.2 Glosario

AGEB. Acrónimo de Área Geoestadística Básica. Las AGEB son delimitaciones de pequeñas zonas geográficas con información estadística censal similar. Las AGEB urbanas delimitan una parte o el total de una localidad de 2,500 habitantes o más, o bien, una cabecera municipal, independientemente de su número de pobladores, en conjuntos que generalmente van de 25 a 50 manzanas; y las AGEB rurales enmarcan una superficie cuyo uso del suelo es predominantemente agropecuario y en ellas se encuentran distribuidas las localidades menores a 2,500 habitantes, que para fines operativos, se han denominado como localidades rurales.

Cuenca. Es un área que tiene una salida única para su escurrimiento superficial. En otros términos, una cuenca es la totalidad del área drenada por un río o su afluente, tales que todo el escurrimiento natural originado en tal área es descargado a través de una única salida.

Daño. La pérdida o menoscabo sufrido en la integridad o en el patrimonio de una persona determinada o entidad pública como consecuencia de los actos u omisiones en la realización de las actividades con incidencia ambiental. Por lo que deberá entenderse como daño a la salud de la persona la incapacidad, enfermedad, deterioro, menoscabo, muerte o cualquier otro efecto negativo que se le ocasione directa o indirectamente por la exposición a materiales o residuos, o bien daño al ambiente, por la liberación, descarga, desecho, infiltración o incorporación de uno o más de dichos materiales o residuos en el agua, el suelo, el subsuelo, en los mantos freáticos o en cualquier otro elemento natural o medio

Desastre. Se define como el estado en que la población de una o más entidades federativas, sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta.

Falla. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento relativo, es decir, un bloque respecto del otro. Se habla particularmente de falla activa cuando en ella se han localizado focos de sismos o bien, se tienen evidencias de que en tiempos históricos ha habido desplazamientos. El desplazamiento total puede variar de centímetros a kilómetros dependiendo del tiempo durante el cual la falla se ha mantenido activa (años o hasta miles y millones de años). Usualmente, durante un temblor grande, los desplazamientos típicos son de uno o dos metros.

Fractura. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual no ha habido movimiento relativo, de un bloque respecto del otro.

Geotecnia. Aplicación de principios de ingeniería, a la ejecución de obras públicas en función de las características de los materiales de la corteza terrestre.

Helada. Cuando la temperatura ambiente es igual o inferior a 0°C.

Huracán. Sistema de vientos con movimientos de rotación, traslación y convección en espiral, semejante a un gigantesco torbellino, cuya fuerza de sus vientos se extiende a cientos de kilómetros sobre las aguas tropicales.

Intensidad (sísmica). Número que se refiere a los efectos de las ondas sísmicas en las construcciones, en el terreno natural y en el comportamiento o actividades del hombre. Los grados de intensidad sísmica, expresados con números romanos del I al XII, correspondientes a diversas localidades se asignan con base en la escala de Mercalli. Contrasta con el término magnitud que se refiere a la energía total liberada por el sismo.

HEC-RAS. Modelo de dominio público desarrollado del Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU, surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la interfase gráfica de usuario que facilita las labores de preproceso y postproceso.

Isobara. Línea que une puntos con igual valor de presión atmosférica.

Isoterma. Línea que une puntos o lugares con igual valores de temperatura.

Isoyeta. Es una línea trazada sobre un mapa sinóptico con la que se unen puntos (representación de una estación meteorológica), donde se registra igual cantidad de precipitación.

Licuefacción: Comportamiento pseudo-líquido de una o varias capas de suelo provocado por una elevada presión intersticial que genera un movimiento en la superficie. Se manifiesta en arenas sueltas (limosas saturadas o muy finas redondeadas) y se localiza en zonas costeras, sobre las riberas o llanuras inundables de los ríos (Ortiz y Zamorano, 1998). Es importante determinar si el espesor de la arena en el terreno tiende de 1 a 10 metros, y si el agua subterránea se localiza a menos de 10 metros de profundidad, pues todos estos aspectos indican zonas potenciales a la licuefacción en caso de que ocurra un sismo.

Magnitud (de un sismo). Valor relacionado con la cantidad de energía liberada por el sismo. Dicho valor no depende, como la intensidad, de la presencia de pobladores que observen y describan los múltiples efectos del sismo en una localidad dada. Para determinar la magnitud se utilizan, necesariamente uno o varios registros de sismógrafos y una escala estrictamente cuantitativa, sin límites superior ni inferior. Una de las escalas más conocidas es la de Richter,

aunque en la actualidad frecuentemente se utilizan otras como la de ondas superficiales (Ms) o de momento sísmico (Mw).

Masa de aire. Volumen extenso de la atmósfera cuyas propiedades físicas, en particular la temperatura y la humedad en un plano horizontal muestran solo diferencias pequeñas y graduales. Una masa puede cubrir una región de varios millones de kilómetros cuadrados y poseer varios kilómetros de espesor.

Ola de calor. Calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa; suele durar de unos días a una semana.

Peligro o peligrosidad. Evaluación de la intensidad máxima esperada de un evento destructivo en una zona determinada y en el curso de un período dado, con base en el análisis de probabilidades

Periodo de retorno. Es el tiempo medio, expresado en años, que tiene que transcurrir para que ocurra un evento en que se exceda una medida dada.

Precipitación. Partículas de agua en estado líquido o sólido que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Prevención. Conjunto de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos, así como evitar o disminuir los efectos del impacto destructivo de los fenómenos perturbadores sobre la vida y bienes de la población, la planta productiva, los servicios públicos y el medio ambiente.

Protección. El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Rehabilitación. El conjunto de acciones tendientes en hacer apto y retornar un lugar a las condiciones funcionales ambientales originales.

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.

Riesgo. Probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador (Ley General de Protección Civil); la UNESCO: define el riesgo como la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producción. Esta definición involucra tres aspectos relacionados por la siguiente fórmula: riesgo = vulnerabilidad x valor x peligro. En esta relación, el valor se refiere al número de vidas humanas amenazadas o en general a cualesquiera de los elementos económicos (capital, inversión, capacidad productiva, etcétera), expuestos a un evento destructivo. La vulnerabilidad es una medida del porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado. El último aspecto, peligro o peligrosidad, es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas de la calamidad..

Sequía. Situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

Sismicidad. La ocurrencia de terremotos de cualquier magnitud en un espacio y periodo dados.

Solana. Lado de las montañas hacia donde inciden mayormente los rayos solares a lo largo del día o durante el año.

SWMM (Storm Water Management Model). Modelo hidrológico de la Agencia del Medio Ambiente norteamericana (EPA) para el análisis de cuencas urbanas y redes de alcantarillado. El modelo permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos.

Tasa de Excedencia. Definida como el número medio de veces, en que por unidad de tiempo, ocurre un evento que exceda cierta intensidad.

Tectónica. Teoría del movimiento e interacción de placas que explica la ocurrencia de los terremotos, volcanes y formación de montañas como consecuencias de grandes movimientos superficiales horizontales.

Terremoto (sismo o temblor). Vibraciones de la Tierra causado por el paso de ondas sísmicas irradiadas desde una fuente de energía elástica.

Tormenta eléctrica. Precipitación en forma tempestuosa, acompañada por vientos fuertes y rayos, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.

Tsunami (o maremoto). Ola con altura y penetración tierra adentro superiores a las ordinarias, generalmente causada por movimientos del suelo oceánico en sentido vertical, asociado a la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud con epicentro en una región oceánica.

Vulnerabilidad. Se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un sistema perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas; facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre, por los impactos de una calamidad (ver riesgo).

10.3 Bibliografía

- Bando Municipal 2013 de Ecatepec de Morelos, Gaceta Municipal Reserva No. 01238/09, 5 de Febrero 2013, H. Ayuntamiento de Ecatepec de Morelos.
- CENAPRED (2006), “Estimación Simplificada de la Amenaza por Incendios Forestales”
- CENAPRED (2014), “Estudios necesarios para determinar el peligro en sitios contaminados.”
- CENAPRED (2014), Subdirección de Riesgos Químicos, “Metodología para la Generación de Escenarios por Riesgos Químicos”.
- CENAPRED (2014), Subdirección de Riesgos Químicos, “Procedimiento para la elaboración de mapas de peligro en el transporte terrestre de materiales peligrosos”.
- CENAPRED (2014), Subdirección de Riesgos Químicos, “Procedimiento para la elaboración de mapas de peligro para el transporte de materiales peligrosos por ductos”.
- CENAPRED, (2006), “Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de peligros y riesgos, Fenómenos Geológicos”, 275 p. (pdf).
- CENAPRED, (2006), “Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de peligros y riesgos, Fenómenos Hidrometeorológicos”, 44 p. (pdf).
- CENAPRED, (2014), “Funciones de vulnerabilidad por ondas gélidas”, Informe interno, CENAPRED, 3 p. (word).
- CENAPRED, (2014), “Peligro por ondas gélidas o de frío”, Informe interno, CENAPRED, 7 p. (word).
- CENAPRED (2013) Atlas Nacional de Riesgos, Radiación ultravioleta. Recurso web disponible en: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/RUV/>
- Comisión del Agua del Estado de México, Atlas de Inundaciones 12, Cuenca del Valle de México - Pánuco, Ecatepec de Morelos, México 2012.
- CONAGUA, (2014), “Lineamientos para la elaboración de mapas de peligro por inundación”, Subdirección general técnica, Gerencia de aguas superficiales e ingeniería de ríos, 30 p. (pdf).
- Domínguez L., Castañeda A., (2013), “Inventario Nacional de Inestabilidad de Laderas. Formato con macros para la captura y ordenamiento de información georeferenciada”. Manual del usuario. CENAPRED. 14 p. (pdf).
- Escalante C. y Reyes L., (2005), “Análisis de sequías”, Libro, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Flores H. L., (2001), “Métodos alternos para la estimación del efecto de sitio mediante el uso de arreglos de microtemores”, Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Ciencias de la Tierra, 79 p. (pdf).
- Flores L., et al., (2006), “Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de peligros y riesgos, Evaluación de la vulnerabilidad física y social”, CENAPRED, 155 p. (pdf).

- Fuentes O. A. et al., (2006), "Elaboración de mapas de riesgo por inundaciones costeras por marea de tormenta", Sección de libro, Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Fenómenos hidrometeorológicos, (s.l.), CENAPRED, Primera edición, ISBN: 970-628-905-4.
- Fuentes O. A., et al., (2012), "Obtención de hietogramas correspondientes a diferentes periodos de retorno", Memorias de XXV Congreso latinoamericano de hidráulica, San José, Costa Rica, 10 p. (pdf).
- González A. E., Nieto A., (2014), "Guía de contenido mínimo para el Atlas Nacional de Riesgos, Metodología para elaborar mapas de peligro por precipitación, por inestabilidad de laderas a nivel regional", CENAPRED, 47 p. (word).
- H Ayuntamiento Constitucional de Ecatepec de Morelos, Sistema Municipal de Información Estadística y Geográfica, Cuaderno 5, Mayo 2014. Recurso web disponible en:
<http://www.ecatepec.gob.mx/Cuaderno%20de%20Inf.%20Est.%20y%20Geog.%20No.%205.pdf>
- Herrera J. L., (2012), "Análisis de las olas de calor en la República Mexicana", Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Distrito Federal.
- INEGI (2016), Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido. Recurso web disponible en:
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>
- INEGI (2009) Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ecatepec de Morelos, México.
- INEGI (2010), Estadísticas Censales a Escalas Geoelectorales. Recurso web disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/geoelectoral/viewer.html>
- INEGI, Carta Geológica E14-2 esc. 1:250000
- INEGI, Carta Topográfica E14A29, E14B21. E14A39 y E14B31 Esc. 1:50000
- INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010, México.
- INEGI, Censos económicos 2014. México, 2016
- INEGI, Conjunto de datos vectoriales de la serie recursos naturales.
- INEGI, Conjunto vectorial de Uso de Suelo y Vegetación Serie IV Carta E14-2 escala 1:250000
- INEGI, Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1 000,000 serie I, 2010.
- INEGI, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUE. Recurso web disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- INEGI, Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos SIMBAD, Recurso web disponible en: <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/>
- Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, Estadísticas Básica de Ecatepec de Morelos, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Finanzas, 2011

- Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, Boletín de Estadísticas Vitales, Gobierno del Estado de México, Secretaría de Finanzas, 2011.
- Lugo H. (1989) Diccionario Geomorfológico, UNAM. México.
- Matías L. G., (2014), "Actualización del índice de riesgo por ondas de calor en México", Informe interno, CENAPRED. (word).
- Mendoza M.J., Domínguez L., (2002), "Primer caso documentado de licuación en el altiplano central de México", Memorias XXI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, SMMS, Santiago de Querétaro, Qro, Vol. 1, 10 p. (pdf).
- Nota periodística, Adelante Diario de los Mexiquenses, 10 de mayo 2012, Colapsan Socavones a Comunas de Ecatepec, consultada en: <http://adelanteenlanoticia.com/?p=4777>
- Nota periodística, Azteca Noticias, 14 de mayo 2013, Reportan inundaciones de hasta 70 cm en Ecatepec, consultada en: <http://www.aztecanoticias.com.mx/notas/estados-y-df/154711/reportan-inundaciones-de-hasta-70-cm-en-ecatepec>
- Nota periodística, Diario Portal, 7 de julio 2011, Por nuevas contingencias Ecatepec actualiza Atlas de Riesgos, consultada en: <http://diarioportal.com/2011/07/07/por-nuevas-contingencias-ecatepec-actualiza-atlas-de-riesgos/>
- Nota periodística, Edomex al día, 24 de junio 2012, Detectan en Ecatepec 36 puntos susceptibles a inundación, consultada en: <http://www.edomexaldia.com.mx/2012/06/detectan-en-ecatepec-36-puntos-susceptibles-a-inundacion/>
- Nota periodística, El Economista, 16 de abril 2011, Granizada provoca inundación en Ecatepec, consultada en: <http://eleconomista.com.mx/estados/2011/04/16/granizada-provoca-inundacion-ecatepec>
- Nota periodística, El Sol de Toluca, 10 de mayo de 2012, Se registraron 70 hundimientos en vialidades de Ecatepec en 8 meses, consultada en: <http://www.oem.com.mx/elsoldetoluca/notas/n2536644.htm>
- Nota periodística, El Universal, 05 de octubre de 2000, En riesgo de desplomarse 2,800 casas de Ecatepec, consultada en: <http://www.eluniversal.com.mx/estados/17531.html>
- Nota periodística, El Universal, 09 de mayo 2012, Tuberías colapsadas provocan hundimientos en Ecatepec, consultada en: <http://www.eluniversaledomex.mx/ecatepec/nota29462.html>
- Nota periodística, El Universal, 26 de julio 2013, Fuerte granizada provoca inundaciones en Ecatepec, consultada en: <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad-metropoli/2013/fuerte-granizada-provoca-inundaciones-en-ecatepec-938532.html>
- Nota periodística, El Universal, 6 de septiembre 2009, Identifican 18 puntos de riesgo de inundaciones en Ecatepec, consultada en: <http://www.eluniversal.com.mx/notas/624699.html>
- Nota periodística, La Jornada, 1 de julio 2011, Se desborda el río Los Remedios; inundaciones en Neza y Ecatepec, consultada en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/07/01/estados/032n1est>

- Nota periodística, La Jornada, 15 de julio 2012, En Ecatepec, en 20 minutos de lluvias se inunda una casa, consultada en: <http://www.jornada.unam.mx/2012/07/15/estados/029n1est>
- Nota periodística, La Jornada, 3 de enero de 2006, A punto del colapso, cientos de casas en Ecatepec; tienen daños severos, consultada en: <http://www.jornada.unam.mx/2006/01/03/index.php?section=estados&article=027n1est>
- Nota periodística, La Jornada, 5 de febrero 2010, Desbordamiento inunda 4 mil viviendas en Ecatepec y Neza, consultada en: <http://www.jornada.unam.mx/2010/02/05/estados/027n1est>
- Nota periodística, La Razón, 12 de octubre 2011, Hundimiento por lluvias en Ecatepec, consultada en: <http://razon.mx/spip.php?article94720>
- Nota periodística, Línea Directa, 6 de octubre 2012, En riesgo 150 familias de Ecatepec, consultada en: <http://www.lineadirectaportal.com/publicacion.php?noticia=100397>
- Nota periodística, Milenio, 24 de mayo 2013, En riesgo, 30 mil habitantes de Edomex por inundaciones, consultada en: <http://www.jornada.unam.mx/2010/02/05/estados/027n1est>
- Nota periodística, Milenio, 24 de octubre 2012, Identifican cinco zonas de riesgo extremo en Ecatepec, consultada en: <http://edomex.milenio.com/cdb/doc/noticias2011/00eff9b81caf08a6aede199fbf6bbd36>
- Nota periodística, Publímetro, 9 Mayo 2012, Reportan hundimientos por antigüedad en drenaje en Ecatepec, consultada en: <http://www.publimetro.com.mx/noticias/reportan-hundimientos-por-antiguedad-en-drenaje-en-ecatepec/nleilcMTfgf0ctXWlnTfafzOew/>
- Nota periodística, Sin Embargo, 12 de octubre 2011, Registran hundimiento por lluvias en Ecatepec, Edomex, consultada en: <http://www.sinembargo.mx/12-10-2011/55759>
- Ordaz et al., (2013), "Vulnerabilidad y riesgo por inundaciones", Colegio de ingenieros civiles A. C., Instituto de Ingeniería UNAM, Carso Infraestructura y construcción, 7 p. (pdf).
- Rojas E. et al., (2002), "Predicción de las zonas de agrietamiento debido a la extracción de agua", Memorias XXI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, SMMS, Santiago de Querétaro, Qro, Vol. 1, pp 173-181 (pdf)..
- Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013, SEDATU, México 2013.
- SEMARNAT (1992) Actividades Peligrosas Considerando Disposiciones Federales.
- Servicio Meteorológico Nacional, Normales Climatológicas, CONAGUA-SMN
- Tapia Varela y López Blanco, Mapeo geomorfológico analítico de la porción central de la Cuenca de México, IGg UNAM, 1999.
- Zermeno M. E., et al., (2005), "Influencia de la extracción del agua en la subsidencia y el agrietamiento", Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Tomo 32.
- Secretaría de Salud (2014), Guía de acciones municipales para la prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores. México: SSA.



- PEMEX (2008), Procedimientos de fauna Nociva. Recurso web disponible en: <http://www.pemex.com/servicios/salud/normatecaserviciosdesalud/normateca/801-78401-pa-05.pdf>

