SEDATU
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

PRAH
PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN ASENTAMIENTOS HUMANOS

Atlas de Peligros y/o Riesgos del *Municipio de Minatitlán* ***2015***

Diciembre 2015
Documento final
Expediente 896310
Minatitlán, Colima
Sistemas Geométricos Avanzados, Av. Gral. Manuel Álvarez 188 Col. Centro Villa de Álvarez, Colima.
Tel. 1361287 (avgeos.contacto@gmail.com)

Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines Políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la Ley aplicable y ante la autoridad competente.



| Jardín principal, Minatitlán

CONTENIDO

Introducción 13

1 Antecedentes y Objetivos 13

1.1 Antecedentes 13

1.2 Objetivos 14

2 Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica 15

2.1 Mapa Base 15

3 Caracterización de los elementos del medio natural 18

3.1 Fisiografía 18

3.2 Geomorfología 18

3.3 Geología 19

3.4 Edafología 21

3.5 Hidrografía 22

3.6 Cuencas y Sub-cuencas 24

3.7 Clima 24

3.8 Uso de suelo y vegetación 25

3.9 Áreas naturales protegidas 28

4 Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos 29

4.1 Dinámica demográfica 29

4.1.1 Análisis comparativo 29

4.1.2 Proyección al 2010-2030 30

4.1.3 Distribución de la población 30

4.1.4 Densidad demográfica 32

4.2 Características sociales 33

4.2.1 Escolaridad 33

4.2.2 Población con discapacidad 35

4.2.3 Lengua indígena 37

4.2.4 Salud 40

4.2.5 Pobreza 44

4.2.6 Hacinamiento 44

4.2.7 Marginación 47

4.3 Características de la vivienda 48

4.3.1 Déficit de vivienda 50

4.4 Empleo e ingresos 50

4.4.1 Sectores de ocupación 50

4.4.2 Población Económicamente Activa 51

4.5 Equipamiento e infraestructura 52

4.6 Reserva territorial 54

4.7 Zona Metropolitana 55

5 Identificación de amenazas y peligros ante fenómenos perturbadores de origen natural y químico- tecnológico 59

5.1 Fenómenos geológicos 59

5.1.1 Vulcanismo 59

5.1.2 Sismos 72

5.1.3 Tsunamis 91

5.1.4 Inestabilidad de laderas 92

5.1.5 Flujos 100

5.1.6 Caídos o derrumbes 105

5.1.7 Hundimientos 111

5.1.8 Subsidencia 113

5.1.9 Agrietamientos 113

Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines Políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la Ley aplicable y ante la autoridad competente.

5.2 Fenómenos hidrometeorológicos 114
5.2.1 Ondas cálidas y gélidas 114
5.2.2 Sequías 120
5.2.3 Heladas 124
5.2.4 Tormentas de granizo 126
5.2.5 Tormentas de nieve 129
5.2.6 Ciclones tropicales 130
5.2.7 Tornados 135
5.2.8 Tormentas eléctricas 136
5.2.9 Inundaciones 139
5.3 Fenómenos químico-tecnológicos 145
5.3.1 Incendios 146
5.3.2 Explosiones 146
5.3.3 Derrames y fugas tóxicas 148
5.3.4 Radiaciones 150
6 Propuesta de estudios, obras y acciones 153
6.1 Planteamiento de propuestas 153
6.2 Evaluación de propuestas y priorización de acciones 153
6.3 Cuadro de estudios, obras y acciones 154
Bibliografía 157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de escombros en Minatitlán, Colima.. 13
Figura 2. Corredor de la presidencia municipal de Minatitlán y calle Galeana. 14
Figura 3. Afectación a carretera por Huracán Jova en Minatitlán, Colima 14
Figura 4. Estragos de la tormenta Manuel en Minatitlán, Colima. 14
Figura 5. Mapa Base Municipal. 16
Figura 6. Mapa Base Urbano 17
Figura 7. Fisiografía. 18
Figura 8. Geomorfología. 19
Figura 9. Geología. 20
Figura 10. Edafología. 21
Figura 11. Regiones y cuencas hidrológicas. 22
Figura 12. Hidrografía. 23
Figura 13. Cuencas y subcuencas. 24
Figura 14. Climas. 25
Figura 15. Uso de suelo y vegetación. 26
Figura 16. Áreas Naturales Protegidas. 28
Figura 17. Localización del municipio en el Estado 29
Figura 18. Población total por municipio 29
Figura 19. Tasa de crecimiento media anual por municipio. 29
Figura 20. Proyección poblacional del municipio de Minatitlán (2010-2030). 30
Figura 21. Pirámide poblacional del municipio de Minatitlán. 31
Figura 22. Distribución de la población por localidad. 31
Figura 23. Distribución de la población por manzana. 31
Figura 24. Densidad poblacional por municipios 32
Figura 25. Densidad de población por manzana. 32
Figura 26. Población analfabeta por localidad. 33
Figura 27. Población analfabeta por manzana. 34
Figura 28. Población analfabeta por AGEB. 34
Figura 29. Población sin escolaridad por localidad. 34
Figura 30. Población sin escolaridad por manzana. 35
Figura 31. Población según tipo de limitación en la actividad 35
Figura 32. Población con disapacidad por localidad. 37
Figura 33. Población con discapacidad por manzana. 37
Figura 34. Población indígena por localidad. 37
Figura 35. Porcentaje de hijos nacidos vivos en población femenina por grupos de edad de 15-49 años. 40
Figura 36. Porcentaje de hijos fallecidos en población femenina por grupos de edad de 15-49 años.. 40
Figura 37. Población según condición de derechohabiencia. 41
Figura 38. Tipo de institución de salud recurrida por la población. 41
Figura 39. Población sin derechohabiencia por localidad. 42
Figura 40. Población sin derechohabiencia por manzana. 43
Figura 41. Hacinamiento por localidad. 46
Figura 42. Hacinamiento por AGEB. 46
Figura 43. Grado de marginación por municipio. 47
Figura 44. Marginación por localidad. 48
Figura 45. Indicadores de vivienda. 48
Figura 46. Participación relativa de las UE por sector. 51
Figura 47. Población ocupada y su distribución porcentual según nivel de ingreso. 51
Figura 48. Clasificación de áreas de reserva urbana. 54
Figura 49. Áreas de reserva urbana disponibles al 2015. 54
Figura 50. Tipos de erupciones. 60
Figura 51. Volcanes pertenecientes a las categorías 1, 2 y 3. 60
Figura 52. Localización del Volcán de Fuego de Colima y el municipio de Minatitlán. 61
Figura 53. Actividad del Volcán de Fuego de Colima en los últimos 100 años. 65
Figura 54. Olla de captación de agua pluvial para consumo humano. 65
Figura 55. Localidades con registro de caída de ceniza. 65
Figura 56. Superficie cubierta por ceniza desde el centro de emisión de acuerdo al porcentaje de fragmentación y al tipo de erupción. 66
Figura 57. Distribución de la ceniza en función del tamaño de las partículas. 66
Figura 58. SECCVO. Escenario de caída de ceniza en el Volcán de Colima para una erupción similar a la del Chichón el 28 de marzo de 1982 asumiendo vientos dominantes en dirección a la ciudad de Colima (N 200◦ SW).. 66
Figura 59. Mapa de Peligros del Volcán de Fuego de Colima (2003). 67
Figura 60. Mapa de peligros del Volcán de Fuego de Colima.. 67
Figura 61. Dispersión de ceniza.. 69
Figura 62. Avalanchas y derrumbes gigantes. 69
Figura 63. Flujos piroclásticos, lahares y lava.. 70
Figura 64. Vulnerabilidad por vulcanismo en el municipio de Minatitlán. 71
Figura 65. Vivienda típica y olla de captación de agua pluvial para consumo humano (El Terrero) 71
Figura 66. Placas tectónicas y sus correspondientes velocidades relativas promedio. 73
Figura 67. Marco tectónico del occidente de México. 73
Figura 68. Epicentros con magnitud 7 o mayor, ocurridos en o cerca del territorio nacional durante el siglo XX. .. 73
Figura 69. Epicentros del periodo 1998-2015 con M > 4.5 75
Figura 70. Daños ocasionados a vivienda por sismo de 2003 (Paticajo). 76
Figura 71. Mapa de Regionalización sísmica de México. 76
Figura 72. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 10 años. 76
Figura 73. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 50 años. 77
Figura 74. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 100 años. 77
Figura 75. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 500 años. 77
Figura 76. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 1000 años. 77
Figura 77. Periodos de retorno para aceleraciones de 0.15 g o mayores. 78
Figura 78. Mapa global de intensidades sísmicas. 78
Figura 79. Puntos donde se realizó la medición de ruido ambiental (Minatitlán). 79
Figura 80. Puntos donde se realizó la medición de ruido ambiental (El Poblado). 79
Figura 81. Puntos donde se realizó la medición de ruido ambiental (Paticajo). 79

Figura 82. Punto 1 (Minatitlán). 80
Figura 83. Punto 2 (Minatitlán). 80
Figura 84. Punto 3 (Miantitlán). 80
Figura 85. Figura 1 (El Poblado). 80
Figura 86. Punto 2 (El Poblado). 80
Figura 87. Punto 3 (El Poblado). 80
Figura 88. Punto 1 (Paticajo). 80
Figura 89. Punto 2 (Paticajo). 80
Figura 90. Punto 3 (Paticajo). 80
Figura 91. Regionalización sísmica del municipio de Minatitlán. 81
Figura 92. Periodos de retorno para una aceleración máxima del terreno mayor a 0.15 g. 81
Figura 93. Mapa de isoperiodos obtenido con vibración ambiental para la cabecera municipal. 81
Figura 94. Peligro sísmico. 82
Figura 95. Zona de mayor peligro sísmico de acuerdo a los periodos naturales de vibración del suelo. 82
Figura 96. Cuestionario “Capacidad de prevención y respuesta”. 84
Figura 97. Cédula “Percepción local”. 85
Figura 98. Ubicación de viviendas evaluadas en la cabecera municipal. 86
Figura 99. Formato para clasificar la vivienda. 87
Figura 100. Imágenes ilustrativas del tipo de vivienda en el municipio. 87
Figura 101. Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana. 89
Figura 102. Riesgo sísmico para la localidad de Minatitlán. 90
Figura 103. Peligro por tsunami. 91
Figura 104. Distancia de la cabecera municipal a los límites costeros del Estado de Colima. 91
Figura 105. Inestabilidad de laderas naturales. 93
Figura 106. Cerro La Otatera (izquierda) y Cerro Los Copales (derecha). 93
Figura 107. Derrumbe km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (5 de julio de 2014) 94
Figura 108. Derrumbe km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (30 de julio de 2014) 94
Figura 109. Vía alterna por cierre de circulación km. 43 ctra. Villa de Álvarez – Minatitlán. 94
Figura 110. Trabajos de reparación km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (19 de febrero de 2015). 94
Figura 111. Trabajos de estabilización del talud Km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (marzo de 2015) 94
Figura 112. Trabajos de reparación km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (24 de julio de 2015). 94
Figura 113. Obra de escalonamiento en talud km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. 95
Figura 114. Taludes inestables km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. 95
Figura 115. Zona de inestabilidad y daños a carretera km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. 95
Figura 116. Falla de carretera km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. 95
Figura 117. Mapa de factores topográficos e históricos para la evaluación de susceptibilidad por inestabilidad de laderas. 97
Figura 118. Mapa de factores geológicos para la evaluación de susceptibilidad por inestabilidad de laderas. 97
Figura 119. Mapa de factores morfológicos y ambientales para la evaluación de susceptibilidad por inestabilidad de laderas. 97
Figura 120. Mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas para el municipio de Minatitlán. 98
Figura 121. Zonas con potencial para la generación de flujos. 100
Figura 122. Imágenes históricas del flujo de escombros que sepultó a Minatitlán en 1959. 101
Figura 123. Flujo de escombros que descendió del cerro Los Copales. 102
Figura 124. Ruta y zona sepultada por el flujo de escombros en el actual Minatitlán. 102
Figura 125. Piedras y árboles arrastrados por el flujo.
Longitud de flecha: 1.53 m. (referencia para dimensionamiento) 102
Figura 126. Laderas aledañas a la cabecera municipal. 103
Figura 127. Área susceptible por flujos. 104
Figura 128. Exposición a flujos. 104
Figura 129. Riesgo por flujos para la localidad de Minatitlán. 105
Figura 130. Derrumbe km. 27+200 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (30 de septiembre de 2013). 107
Figura 131. Derrumbe km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (5 de julio de 2014). 107
Figura 132. Derrumbe km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. 107
Figura 133. Ubicación de zonas de caídos y derrumbes. 108
Figura 134. Erosión kárstica km. 33 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto1) 108
Figura 135. Zona de caídos y derrumbes sobre ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto 2) 108
Figura 136. Zona de caídos y derrumbes sobre ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto 4) 108
Figura 137. Zona de caídos y derrumbes sobre ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto 5) 109
Figura 138. Zona de caídos y derrumbes sobre ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto 8) 109
Figura 139. Susceptibilidad por caídos y derrumbes. 110
Figura 140. Hundimientos regionales y agrietamientos por sobreexplotación de acuíferos. 112
Figura 141. Hidrología subterránea del Estado de Colima. 112
Figura 142. Vehículos pesados que transitan por la carretera Minatitlán - Manzanillo. 112
Figura 143. Factores detonantes de subsidencia. 113
Figura 144. Fallas geológicas y red carretera. 114
Figura 145. Estaciones climatológicas en y aledañas al municipio de Minatitlán. 115
Figura 146. Presencia de ondas cálidas en el municipio de Minatitlán. 116
Figura 147. Estaciones utilizadas en el análisis de fenómenos hidrometeorológicos. 116
Figura 148. Mapa de isotermas para temperatura media anual. 116
Figura 149. Mapa de isotermas para temperaturas máximas. 117
Figura 150. Mapa de isotermas para temperaturas mínimas. 117
Figura 151. Función de vulnerabilidad muy baja. 118
Figura 152. Función de vulnerabilidad muy alta. 118
Figura 153. Función de vulnerabilidad alta. 118
Figura 154. Función de vulnerabilidad media. 118
Figura 155. Función de vulnerabilidad baja. 118
Figura 156. Condición de vulnerabilidad por bajas temperaturas en México. 119
Figura 157. Sequía en las entidades federativas. 120
Figura 158. Condiciones de humedad del suelo. 121
Figura 159. Estimación de la precipitación estacional. 121
Figura 160. Impactos en los niveles de reserva de agua (6 meses). 121
Figura 161. Impactos en los niveles de reserva de agua (9 meses). 122
Figura 162. Impactos en los niveles de reserva de agua (12 meses). 122
Figura 163. Impactos en los niveles de reserva de agua (24 meses). 122
Figura 164. El Terreno, Minatitlán. 125

Figura 165. Días con presencia de heladas. 125
Figura 166. Susceptibilidad por heladas. 125
Figura 167. Granizadas en México. 126
Figura 168. Días con granizo. 127
Figura 169. Susceptibilidad por tormentas de granizo. 128
Figura 170. Zona de formación de ciclones extra tropicales en Norte América. 129
Figura 171. Ocurrencia de nevadas en México. 129
Figura 172. Peligro por nevadas a escala municipal. 130
Figura 173. Riesgo por nevadas a escala municipal (CENAPRED). 130
Figura 174. Mapa de peligro de incidencia de ciclones. 131
Figura 175. Trayectorias del mes de junio de los ciclones tropicales que han recorrido el océano Pacífico, periodo 1951-2000. 131
Figura 176. Trayectorias del mes de septiembre de los ciclones tropicales que han recorrido el océano Pacífico, periodo 1951-2000. 131
Figura 177. Trayectorias de ciclones tropicales que han afectado al municipio de Minatitlán. 132
Figura 178. Cauce de arroyo “El Bonete” 133
Figura 179. Homenaje a las víctimas del ciclón de 1959. 133
Figura 180. Árboles derrumbados por los fuertes vientos e intensa lluvia del Huracán Patricia (El Terrero). 133
Figura 181. Peligro de impacto de ciclón tropical. 134
Figura 182..Riesgo por impacto de ciclón tropical. 134
Figura 183. Diagrama de formación de tornados. 135
Figura 184. Presencia de tornados en México 135
Figura 185. Presencia de tornados en el municipio de Minatitlán. 136
Figura 186. Promedio anual de días con tormenta eléctrica en México. 136
Figura 187. Peligro por tormentas eléctricas. 137
Figura 188. Afectación a carretera por Huracán Jova el 12 de octubre de 2011. 140
Figura 189. Incremento del caudal del río Minatitlán por tormenta tropical Manuel. 140
Figura 190. Inundaciones registradas en México durante el periodo 1950-2000. 140
Figura 191. Precipitación máxima para un periodo de retorno de 2 años. 141
Figura 192. Precipitación máxima para un periodo de retorno de 5 años. 141
Figura 193. Precipitación máxima para un periodo de retorno de 10 años 141
Figura 194. Precipitación máxima para un periodo de retorno de 25 años 141
Figura 195. Peligro por inundaciones. 142
Figura 196. Riesgo por inundación para la localidad de Minatitlán. 143
Figura 197. Actividades industriales y tecnológicas en el municipio de Minatitlán. 145
Figura 198. Zona de almacenamiento de polvorín. 147
Figura 199. Ingreso a zona de almacenamiento de polvorín. 147
Figura 200. Exterior de almacén de polvorín. 147
Figura 201. Interior de almacén de polvorín. 147
Figura 202. Distribución espacial de instalaciones peligrosas y radio de afectación (Esc. 1:125 000). 147
Figura 203. Distribución espacial de instalaciones peligrosas y radio de afectación (Esc. 1:24 000) 147
Figura 204. Rutas de distribución y transporte de sustancias peligrosas. 148
Figura 205. Feroducto 148
Figura 206. Instalaciones con peligro por derrames y fugas tóxicas 149
Figura 207. Presa de jales del CMBJ Peña Colorada. 149
Figura 208. Ubicación de estudios, obras y acciones (Esc. 1:120 000). 155
Figura 209. Ubicación de estudios, obras y acciones (Esc. 1:20 000). 155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de niveles y escalas. 15
Tabla 2. Regiones fisiográficas del municipio de Minatitlán. 18
Tabla 3. Sistema de topoformas del municipio de Minatitlán. 18
Tabla 4. Geología del municipio de Minatitlán. 19
Tabla 5. Edafología del municipio de Minatitlán. 21
Tabla 6. Hidrografía del municipio de Minatitlán. 23
Tabla 7. Rasgos generales de las principales corrientes de agua en el municipio de Minatitlán. 23
Tabla 8. Cuencas y subcuencas en el municipio de Minatitlán. 24
Tabla 9. Tipos de clima en el municipio de Minatitlán. 24
Tabla 10. Normales climatológicas Estación Minatitlán. 25
Tabla 11. Usos de suelo y vegetación en el municipio de Minatitlán. 26
Tabla 12. Áreas Naturales Protegidas en el municipio de Minatitlán. 28
Tabla 13. Proyección poblacional por municipios (2010-2030). 30
Tabla 14. Distribución de la población por localidad, sexo y edad. 30
Tabla 15. Densidad de población por manzana en la cabecera municipal. 32
Tabla 16. Población de 15 años y más por condición de alfabetismo y sexo. 33
Tabla 17. Población de 15 años y más por grupos quinquienales de edad según nivel de y grado promedio de escolaridad. 34
Tabla 18. Distribución de la población con discapacidad por localidad y manzana. 35
Tabla 19. Distribución de la población hablante de lengua indígena por localidad y manzana. 39
Tabla 20. Porcentaje de hijos fallecidos por municipio. 40
Tabla 21. Población sin derechohabiencia a servicios de salud. 42
Tabla 22. Población derechohabiente por manzana en la cabecera municipal. 42
Tabla 23. Viviendas particulares habitadas y número de ocupantes según número de cuartos. 45
Tabla 24. Viviendas particulares habitadas según número de cuartos y promedio de ocupantes por localidad y manzana. 45
Tabla 25. Índice y grado de marginación por localidad. 47
Tabla 26. Indicadores de vivienda por localidad. 48
Tabla 27. Indicadores de vvienda por manzana. 49
Tabla 28. Unidades económicas por giro de actividad. 51
Tabla 29. Unidades básicas de servicio existentes por subsistema. 52
Tabla 30. Distribución de equipamiento en las localidades principales. 54
Tabla 31. Conformación de conurbaciones. 55
Tabla 32. Conformación de zonas metropolitanas. 55
Tabla 33. Tipos de erupciones y naturaleza de la actividad volcánica. 60
Tabla 34. Índice de Explosividad Volcánica (VEI). 60
Tabla 35. Parámetros eruptivos considerados en la simulación. Altura de columna (H), velocidad del viento (U), duración de la fase eruptiva más intensa (τ). 66
Tabla 36. Periodos de alerta de los peligros volcánicos y capacidad para causar daño. 71
Tabla 37. Estimación de vivienda y población afectada por vulcanismo. 71
Tabla 38. Grados de intensidad de la Escala Mercalli-Modificada abreviada. 72
Tabla 39. Equivalencia entre magnitudes sísmicas. 73
Tabla 40. Periodo de recuperación de los grandes sismos producidos en la zona de subducción del Océano Pacífico. 74
Tabla 41. Sismos presentados en el Estado de Colima con magnitudes mayores a 4.5 (1998-2015). 74
Tabla 42. Breves descripciones de sismos históricos en el Estado de Colima. 75
Tabla 43. Valores de aceleración máxima para los diferentes periodos de retorno. 78
Tabla 44. Periodos naturales de vibración del suelo obtenidos en Minatitlán. 80
Tabla 45. Periodos naturales de vibración del suelo obtenidos en El Poblado. 81
Tabla 46. Periodos naturales de vibración del suelo obtenidos en Paticajo. 81
Tabla 47. Indicadores socioeconómicos para evaluación de la vulnerabilidad social. 83
Tabla 48. Resultado final de la cédula “Capacidad de prevención y respuesta”. 84
Tabla 49. Concentrado de respuestas Cédula “Percepción local”. 85
Tabla 50. Resultado final de la cédula “Percepción local”. 85
Tabla 51. Rangos de vulnerabilidad social. 86
Tabla 52. Clasificación de la vivienda según características usadas por el INEGI. 88
Tabla 53. Calificación por tipología de vivienda para sismo y viento. 88
Tabla 54. Valores del grado de vulnerabilidad social ante desastres. 88
Tabla 55. Cálculo del índice de riesgo por sismo asociado a cada tipo de vivienda. 89
Tabla 56. Cálculo del índice de riesgo por sismo asociado a una localidad. 89
Tabla 57. Niveles de riesgo establecidos por CENAPRED. 89
Tabla 58. Nivel de riesgo por sismo asociado a cada localidad. 89
Tabla 59. Niveles de peligro por viento. 89
Tabla 60. Cálculo del índice de riesgo por viento asociado a cada tipo de vivienda. 90
Tabla 61. Cálculo del índice de riesgo por viento asociado a una localidad. 90
Tabla 62. Nivel de riesgo por viento asociado a cada localidad. 90
Tabla 63. Estimación de vivienda y población afectada por sismos en la localidad de Minatitlán. 90
Tabla 64. Registro de derrumbes relacionados con la inestabilidad del km. 43 carretera Villa de Álvarez - Minatitlán. 93
Tabla 65. Formato empleado para la estimación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas. 96
Tabla 66. Intervalos de pendientes y sus correspondientes valores relativos de susceptibilidad. 96
Tabla 67. Tipos de roca y sus correspondientes valores relativos de susceptibilidad. 96
Tabla 68. Vegetación y uso de tierra con su correspondiente valor relativo de susceptibilidad. 97
Tabla 69. Superficie de cada una de las categorías de susceptibilidad por inestabilidad de laderas para el municipio de Minatitlán. 98
Tabla 70. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de inestabilidad de laderas. 98
Tabla 71. Flujos registrados en el municipio de Minatitlán. 102
Tabla 72. Estimación de susceptibilidad por flujos para la ladera (L1). 103
Tabla 73. Estimación del grado de susceptibilidad por flujos. 103
Tabla 74. Estimación de vivienda y población afectada por flujos en la localidad de Minatitlán. 104
Tabla 75. Derrumbes y caídos presentados en el municipio de Minatitlán. 107
Tabla 76. Puntos localizados sobre carretera a Minatitlán con caídos y derrumbes. 108
Tabla 77. Estimación de susceptibilidad por derrumbes. 109

Tabla 78. Estimación del grado de susceptibilidad por derrumbes. 110
Tabla 79. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de caídos o derrumbes. 111
Tabla 80. Extracción de agua subterránea en el municipio de Minatitlán. 112
Tabla 81. Relación de estaciones climatológicas en el municipio de Minatitlán y aledañas a éste. 115
Tabla 82. Temperatura media normal y extremas mensuales en grados Celsius registradas por estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010). 115
Tabla 83. Número de ondas cálidas (1981-2010). 116
Tabla 84. Límites de temperatura para emitir alertas por ondas cálidas. 117
Tabla 85. Límites de temperatura para emitir alertas por ondas gélidas. 117
Tabla 86. Índice y grado de rezago social. 118
Tabla 87. Grado de exposición en función del número de personas susceptibles a ser afectadas por el fenómeno. 119
Tabla 88. Grado de exposición por localidad. 119
Tabla 89. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad, exposición y riesgo para la evaluación del fenómeno de ondas cálidas. 119
Tabla 90. Nivel de riesgo por localidad debido a la presencia de ondas cálidas. 119
Tabla 91. Nivel de riesgo por localidad debido a la presencia de ondas gélidas. 120
Tabla 92. Temperatura mínima diaria en grados Celsius registrada por estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010). 124
Tabla 93. Valoración de la susceptibilidad por heladas. 125
Tabla 94. Nivel de riesgo por localidad debido a la presencia de ondas gélidas. 126
Tabla 95. Días con granizo registrados por estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán, Colima (1981-2010). 127
Tabla 96. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de tormentas de granizo. 128
Tabla 97. Escala Saffir-Simpson. 131
Tabla 98. Información histórica de ciclones tropicales con afectación directa en Colima. 132
Tabla 99. Niveles de amenaza por ciclón tropical. 133
Tabla 100. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de ciclones tropicales. 134
Tabla 101. Principales características de los tornados. 135
Tabla 102. Días con tormentas eléctricas registrados por estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010). 137
Tabla 103. Niveles de peligro por tormentas eléctricas. 137
Tabla 104. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de tormentas eléctricas. 138
Tabla 105. Promedio mensual de días con lluvia para estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010). 139
Tabla 106. Promedio mensual de precipitación en milímetros para estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010). 139
Tabla 107. Inundaciones ocurridas en el municipio de Minatitlán. 140
Tabla 108. Clasificación del tipo de vivienda según el material usado en techos y muros. 142
Tabla 109. Índice de vulnerabilidad según el tipo de vivienda. 142
Tabla 110. Concentrado de resultados para la elaboración del mapa de riesgo por inundación. Vulnerabilidad de la vivienda. 142
Tabla 111. Estimación de vivienda y población afectada por inundaciones en la localidad de Minatitlán. 143
Tabla 112. Actividades industriales y tecnológicas en el municipio de Minatitlán. 145
Tabla 113. Incendios forestales registrados en el municipio de Minatitlán. 146
Tabla 114. Sustancias peligrosas en el municipio de Minatitlán. 146
Tabla 115. Sustancias peligrosas en el municipio de Minatitlán. 148
Tabla 116. Límites máximos permisibles de las concentraciones solubles de elementos potencialmente tóxicos que hacen a los jales peligrosos por su toxicidad. 149
Tabla 117. Características de los centros de población en las cercanías de la presa. 149
Tabla 118. Base de datos de derrames y fugas tóxicas. 150
Tabla 119. Propuestas generadas para la mitigación del riesgo en el municipio de Minatitlán. 153
Tabla 120. Evaluación de propuestas y priorización de acciones. 153
Tabla 121. Cuadro de estudios, obras y acciones. 154

FASE I

MARCO TEÓRICO

| Cerro La Otatera

Introducción

Desde hace cuatro décadas se ha venido prestando especial importancia dentro del campo de la protección civil al trabajo de predecir el efecto de los agentes perturbadores en una zona urbana. La solución a este problema se engloba hoy en día dentro de los llamados atlas de riesgos, los cuales, por varias razones, llegan a ser una herramienta indispensable para prevención de desastres. Por un lado, este tipo de estudios puede llegar a simplificar enormemente la tarea de identificar las edificaciones y líneas vitales más vulnerables dentro de una zona urbana, si se tiene en cuenta el gran número de edificaciones que pueden existir en una ciudad e inclusive en poblaciones más pequeñas.

La elaboración del Atlas de Peligros y/o Riesgos de Minatitlán 2015, crea un instrumento que informa a la población sobre los peligros naturales existentes en el municipio, con la finalidad de que ésta tenga una capacidad de respuesta durante un evento susceptible de afectación.

Está demostrado que los individuos que conocen de cerca los peligros asociados a la actividad natural del planeta se muestran más sensibles y se incrementan los niveles de respuesta positiva esperada para asuntos relacionados con una evacuación, reduciendo el impacto desastroso que puede suponer un fenómeno natural o antropogénico. Asimismo, la zonificación y el análisis de áreas susceptibles a ser afectadas por estos fenómenos, posibilitará una rápida actuación por parte de los Sistemas de Protección Civil involucrados en la emergencia.

El tema del riesgo dentro de la prevención de desastres ha sido tratado y desarrollado por diversas disciplinas que han conceptualizado sus elementos, en la mayoría de los casos de manera similar. Un punto de partida es que los riesgos están ligados a las actividades humanas. La existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador (fenómeno natural o generado por el hombre) que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, etcétera) en un grado tal, que constituye un desastre.

En términos cualitativos, se entiende por Riesgo a la probabilidad de suscitarse daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores. La probabilidad de ocurrencia de tales eventos en un cierto sitio o región constituye una amenaza, entendida como una condición latente de posible generación de eventos perturbadores.

Consideramos que la responsabilidad de los organismos encargados en el estudio de los fenómenos naturales, no debe terminar con la transferencia de la información obtenida a las autoridades. Adicionalmente, los científicos, en conjunto con los sistemas de protección civil, deben trabajar activamente en la información y educación de la población y los medios de comunicación sobre los fenómenos naturales y antropogénicos en general y sobre la naturaleza de los posibles peligros en particular. Los científicos están calificados para interpretar el significado de las observaciones y mediciones efectuadas en un fenómeno físico, y son las personas apropiadas para servir como enlace en el flujo de información a todos los grupos que necesitan estar al tanto sobre los fenómenos y sus peligros asociados.

En este proyecto se realiza un diagnóstico integral del municipio de Minatitlán, considerando las condiciones del medio físico y social en relación con los fenómenos de origen natural que inciden en la zona. Se elabora un recuento histórico de los eventos desastrosos más relevantes ocurridos en el municipio, se analizan cada uno de los fenómenos perturbadores, ya sean de tipo geológico, hidrometeorológico o químico-tecnológico, se determina la vulnerabilidad física y social de la zona y se estiman los valores de las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica para finalmente asentar propuestas de obras de prevención/mitigación o acciones que coadyuven a disminuir el riesgo. Dentro de los productos de este documento se encuentra también la generación de cartografía, mismos que resultan indispensables para la interpretación de las amenazas, peligros, vulnerabilidad y riesgos identificados en el territorio.

1 Antecedentes y Objetivos

1.1 Antecedentes

En 1551 la región occidente de la provincia de Colima estaba habitada por indígenas nahuas y otomís que huyeron a las serranías a causa de la sobreexplotación por parte de un soldado español al que le fue encomendado el territorio. Históricamente y partiendo de la causa anterior, el municipio dedicado a la mina se fue poblando.

Minatitlán luce majestuosos paisajes que han soportado los embates de la naturaleza al sobrevivir tres fuertes ciclones en los años de 1864, 1881 y 1959.

Según la Enciclopedia de los Municipios de México[1]; antes de 1959 al municipio de Minatitlán lo habían azotado dos huracanes de gran tamaño "el primero en 1864, llamado 'La Lluvia Grande de San Miguel' y el segundo en 1881". No se han encontrado datos que sustenten la veracidad de los ciclones que señala la enciclopedia, sin embargo, son citados porque los habitantes del pueblo sí lo mencionan.

Figura 1. Flujo de escombros en Minatitlán, Colima.



Fuente: Colección de Ismael Aguayo Figueroa.

El martes 27 de octubre de 1959, el Estado de Colima fue impactado por el huracán más intenso registrado en su historia. Este fenómeno produjo en el municipio de Minatitlán un flujo de escombros que descendió del cerro Los Copales, sepultando a 300 pobladores y destruyendo dos terceras partes del poblado. El fenómeno se originó frente a las costas de Oaxaca y tocó tierras colimenses la madrugada del martes entre categoría 4 y 5. Al igual que en otras regiones del Estado, a Minatitlán llegó la cupiosa lluvia aflojando el terreno cerril que le caracteriza y ocasionando derrumbes y deslizamientos de tierra importantes. El huracán y el deslave no hubieran sido un desastre si sus recorridos hubieran esquivado asentamientos humanos, "al día siguiente aparecieron las cicatrices en los cerros y las grietas en el terreno", los caminos se encontraban accidentados y por lo tanto la gente incomunicada, el caudaloso río Minatitlán había arrastrado cerca de 88 viviendas.

[1] Alberto Ruiz, *Enciclopedia de los municipios de México* (México: Fondo de Cultura Económica, 1984).

Figura 2. Corredor de la presidencia municipal de Minatitlán y calle Galeana.



Fuente: Colección de Ismael Aguayo Figueroa.

El lunes 9 de octubre de 1995 la fuerza sísmica, provocada por el movimiento de las placas tectónicas sobre las que se encuentra el territorio colimense, estremecieron la costa de Colima y Jalisco. El sismo de 7.5 grados Richter provocó el deslizamiento de la cortina de la presa de Jales en el distrito minero Peña Colorada con distancia epicentral de 55 km, no se cuenta con el registro de los daños ocasionados.

A su vez, el sismo de Tecomán, Colima; presentado el 21 de enero de 2003 con magnitud 7.6 en la escala de Richter, reportó zonas con deslizamiento de tierras y cortes importantes en carreteras, entre ellas la de Manzanillo-Minatitlán. Dentro de la estadística se reportaron 341 viviendas dañadas en el municipio.

Figura 3. Afectación a carretera por Huracán Jova en Minatitlán, Colima.

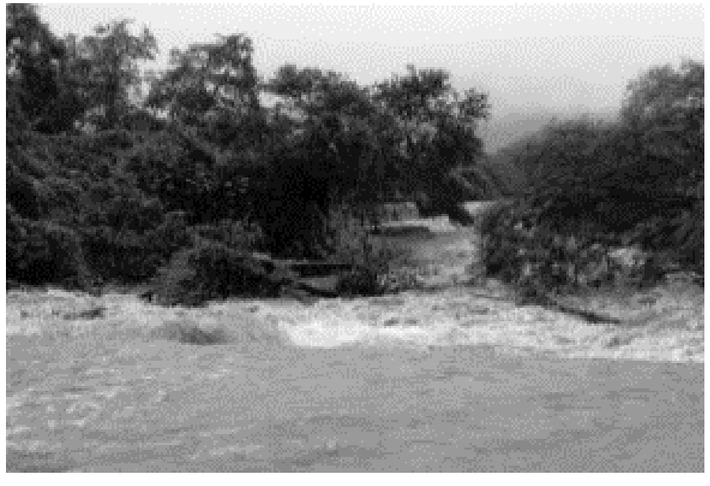


Fuente: AF Medios.

"Jova" azotó la costa de Colima en las primeras horas del día 12 de octubre de 2011, como huracán de categoría 2, ocasionó que el municipio de Minatitlán quedara incomunicado totalmente; se registraron severos derrumbes y desgajamientos de cerros que afectaron caminos vecinales y causaron el bloqueo y colapso de la carretera Villa de Álvarez-Minatitlán; además, se reportaron daños a viviendas, parcelas y ganado en las comunidades de La Loma, Agua Salada, San Antonio, Las Pesadas, El Platanar, Plan De Méndez y el Arrayanal, sin registro de pérdidas humanas.

En 2013 la Secretaría de Gobernación emitió nuevamente una Declaratoria de Desastre Natural para el municipio debido a la presencia de la Tormenta Tropical Manuel el 15 de septiembre. Los estragos no fueron severos ni se presentaron defunciones, sin embargo el Río Minatitlán aumentó su caudal notablemente y se presentaron derrumbes que obstruyeron la circulación a los municipios de Villa de Álvarez y Manzanillo. Esta situación se vivió nuevamente el 2 de julio de 2014 con el ciclón Elida, mismo que registró derrumbes sobre la carretera Minatitlán-Manzanillo.

Figura 4. Estragos de la tormenta Manuel en Minatitlán, Colima.



Fuente: AF Medios.

Es importante resaltar que de acuerdo a otros estudios publicados, sobre la carretera Villa de Álvarez-Minatitlán al sur del Cerro Grande, se encuentra un plano de falla al que se le atribuyen otros numerosos derrumbes ocurridos en el municipio sin afectaciones mayores.

1.2 Objetivos

El Atlas de Peligros y/o Riesgos de Minatitlán 2015 tiene su origen en el Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), que está dirigido a los municipios vulnerables y susceptibles a los efectos destructivos de fenómenos hidrometeorológicos y geológicos mediante acciones que desincentiven la ocupación del suelo en zonas de riesgo y promuevan obras para la reducción y mitigación de los mismos, así como acciones de educación y sensibilización para la prevención de desastres. Mediante este programa SEDATU busca mitigar los efectos de los fenómenos perturbadores de origen natural, para aumentar la resiliencia en los gobiernos locales y la sociedad elevando la calidad de vida de la población y contribuir al cumplimiento de los objetivos institucionales en materia de ordenamiento territorial.

Este atlas complementa la tarea de proporcionar mayor información a las autoridades y población sobre la ocurrencia de fenómenos naturales en el territorio estudiado, su zonificación y herramientas para su mitigación que permitan elevar la capacidad de respuesta y nivel de preparación.

El objetivo último es conformar un documento que, cumpliendo con los lineamientos expuestos en las "Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2015"[2] permita diagnosticar y pronosticar las amenazas por fenómenos perturbadores en el municipio, apoyado en las herramientas tecnológicas que faciliten a través de sistemas de información geográfica determinar zonas vulnerables y grado de exposición de la población, identificar medidas de mitigación y definir obras y acciones, que de manera priorizada, coadyuven a disminuir el riesgo.

[2]SEDATU, *Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2015* (México: SEDATU, 2015), 1-130.

2 Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

2.1 Mapa Base

Minatitlán es uno de los 10 municipios integrantes del Estado de Colima en México. Se localiza al noroeste del Estado, a 55 kilómetros de la ciudad de Colima. Limita al sur con los municipios de Manzanillo y Coquimatlán; al oriente con Villa de Álvarez y Comala y al poniente con el Estado de Jalisco. La cabecera municipal se encuentra entre los paralelos 19°23' latitud norte, y a 104°03' de latitud oeste. Tiene una altura de 740 metros sobre el nivel del mar y una extensión territorial señalada por el INEGI[3] de 418.56 km^2 que corresponde al 7.43% de la superficie estatal.

En las Figuras 5 y 6 se muestran los mapas base municipal y urbano construídos a partir de las cartas topográficas del INEGI y conteniendo los siguientes elementos: límites político administrativos, localidades, curvas de nivel, modelo digital del terreno (MDT), rasgos topográficos, corrientes y cuerpos de agua, principales obras de infraestructura y líneas de conducción, nombres de colonias, vialidades, AGEB, manzanas urbanas y rurales, etc.

El nivel o profundidad de análisis al que será desarrollado cada uno de los fenómenos perturbadores está en función del grado de exposición que presenta el municipio a su ocurrencia. Se expone el nivel recomendado por la SEDATU para cada fenómeno y las escalas de representación que se adoptarán para mapear la información obtenida en los análisis mencionados.

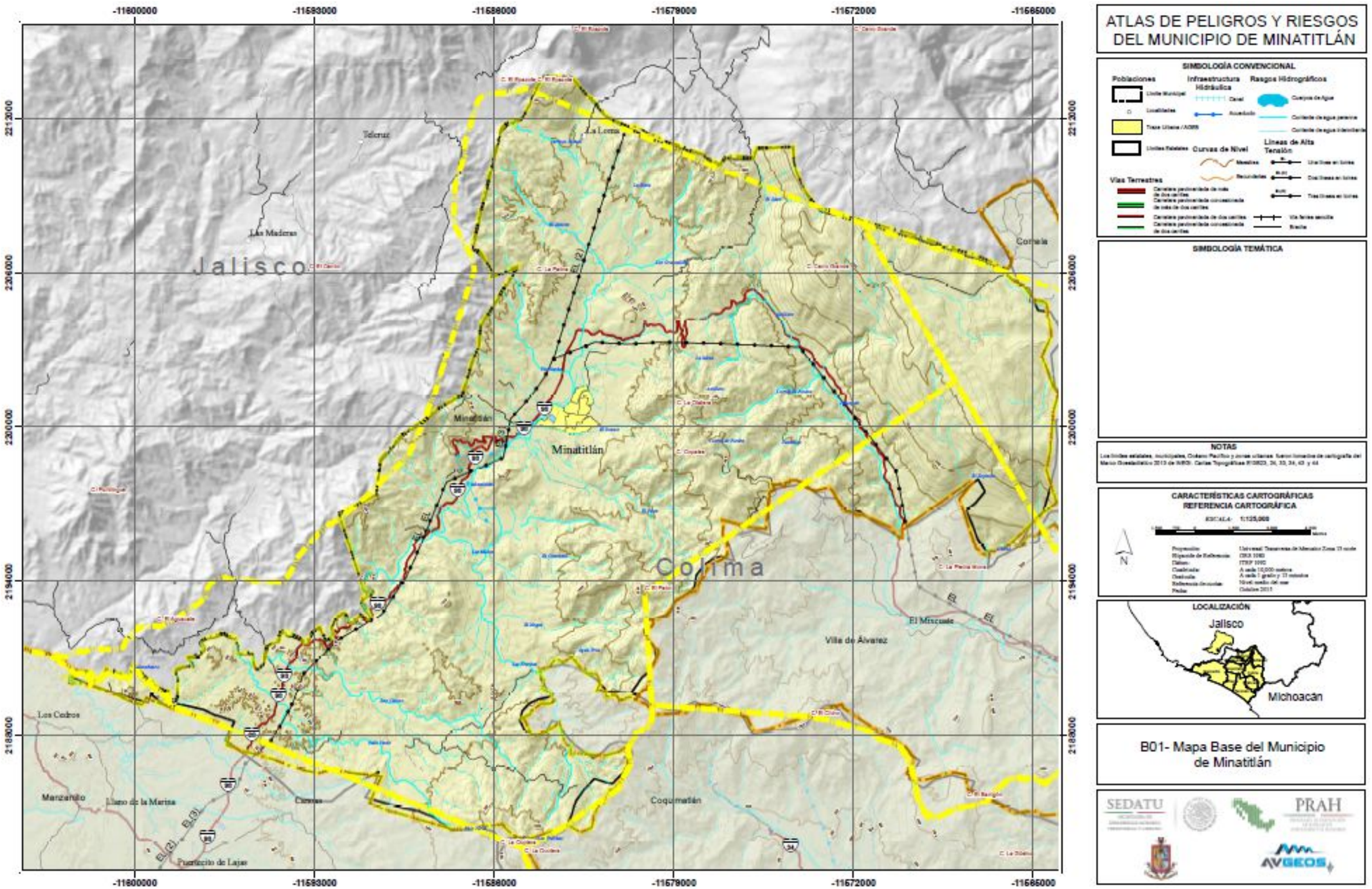
Tabla 1. Cuadro de niveles y escalas.

TIPO	FENÓMENO	NIVEL DE ANÁLISIS	ESCALA DE REPRESENTACIÓN
Geológico	1. Vulcanismo	3	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	2. Sismos	3	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	3. Tsunamis	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	4. Inestabilidad de laderas	3	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	5. Flujos	3	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	6. Caídos o derrumbes	3	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	7. Hundimientos	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	8. Subsidencia	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	9. Agrietamientos	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
Hidrometeorológico	10. Ondas cálidas y gélidas	2	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	11. Sequías	2	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	12. Heladas	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	13. Tormentas de granizo	2	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	14. Tormentas de nieve	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	15. Ciclones tropicales	2	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	16. Tornados	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	17. Tormentas polvo	S/N	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	18. Tormentas eléctricas	2	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	19. Lluvias extremas	-	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	20. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	2	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
Químico-Tecnológicos	21. Incendios	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	22. Explosiones	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	23. Derrames y Fugas Tóxicas	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
	24. Radiaciones	1	1:125 000 nivel municipio 1:5 000 nivel localidad
Fenómenos perturbadores de acuerdo de acuerdo con la Ley General de Protección Civil (Art. 2 Fracc. XXII-XXIII / DOF 06-06-2012).			

Fuente: Elaboración propia.

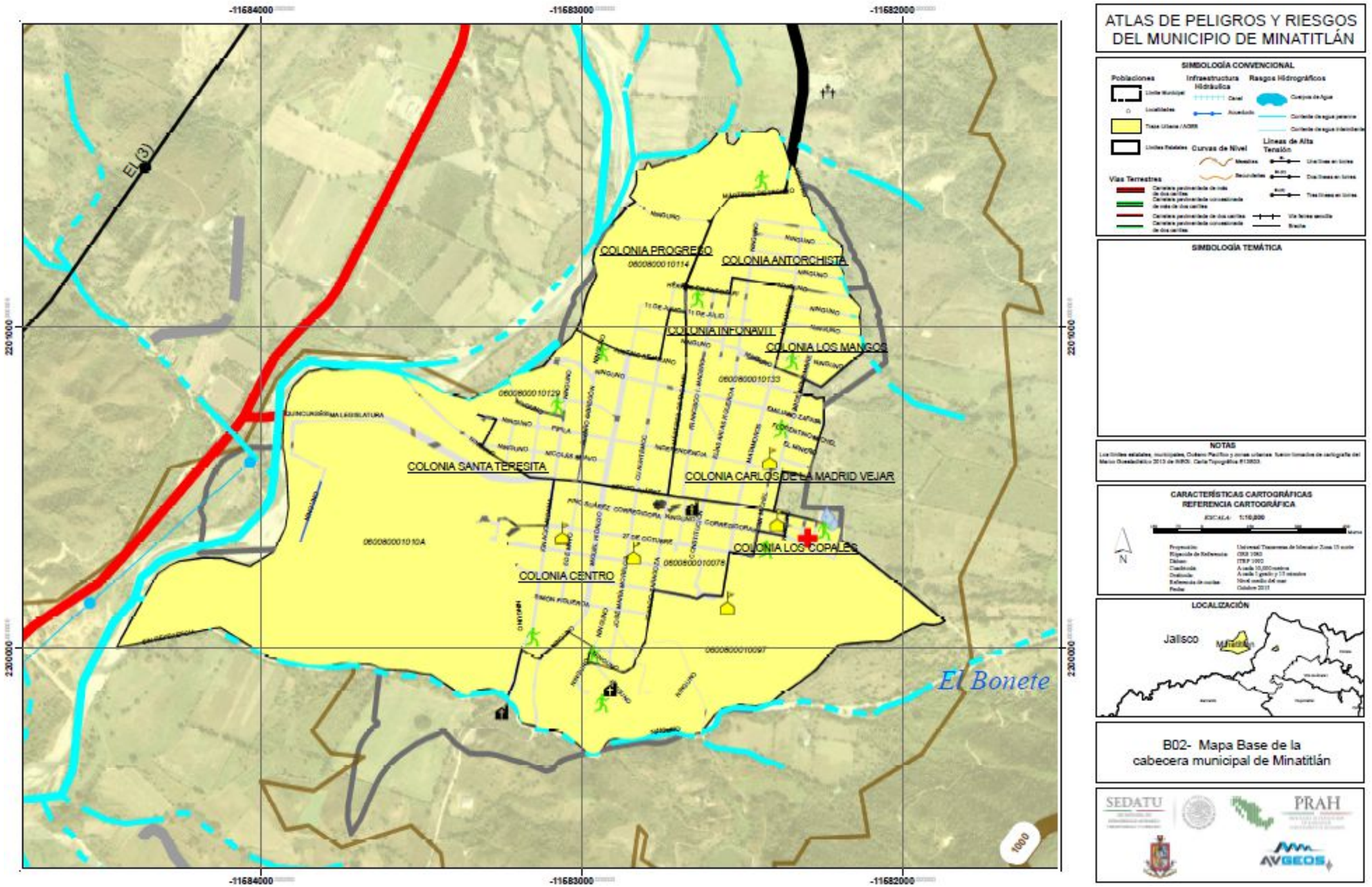
[3] INEGI, "México en cifras: información nacional, por entidad federativa y municipios: Colima", http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=06 (Fecha de consulta: 5 de octubre de 2015).

Figura 5. Mapa Base Municipal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Mapa Base Urbano.



Fuente: Elaboración propia.

3 Caracterización de los elementos del medio natural

En este apartado se analizan los elementos que conforman el medio físico del municipio a partir de las características naturales de la zona.

3.1 Fisiografía

De acuerdo con la clasificación de las Provincias Fisiográficas de la República Mexicana, elaborada por INEGI en 1981; el Estado de Colima pertenece a la provincia de la Sierra Madre del Sur y a la provincia del Eje Neovolcánico.

Fisiográficamente el municipio de Minatitlán se ubica totalmente dentro de la provincia Sierra Madre del Sur en la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima. Su sistema de topoformas se caracteriza por unasierra alta compleja (62.26%), sierra de cumbres tendidas (20.05%), valle intermontano con lomeríos (8.98%) y valle intermontano (8.71%).

Provincia de la Sierra Madre del Sur: Abarca parte de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el Estado de Guerrero. Tiene una litología muy compleja en la que las rocas intrusivas cristalinas, especialmente los granitos y las metamórficas, tienen más importancia que en la mayoría de las provincias del norte.Los climas que predominan en esta provincia son de tipo cálidos y semicálidos subhúmedos, pero en ciertas regiones elevadas y algunos extensos terrenos planos, los climas son semisecos templados y semifríos.La vegetación predominante es la selva baja caducifolia, los bosques de encino y de coníferas ocupan las zonas más elevadas y la selva mediana subcaducifolia se extiende sobre toda la franja costera del sur, además, presenta un alto grado de endemismos.La provincia se divide en dos subprovincias denominadas Sierra de la Costa de Jalisco y Colima y la Cordillera Costera del Sur.

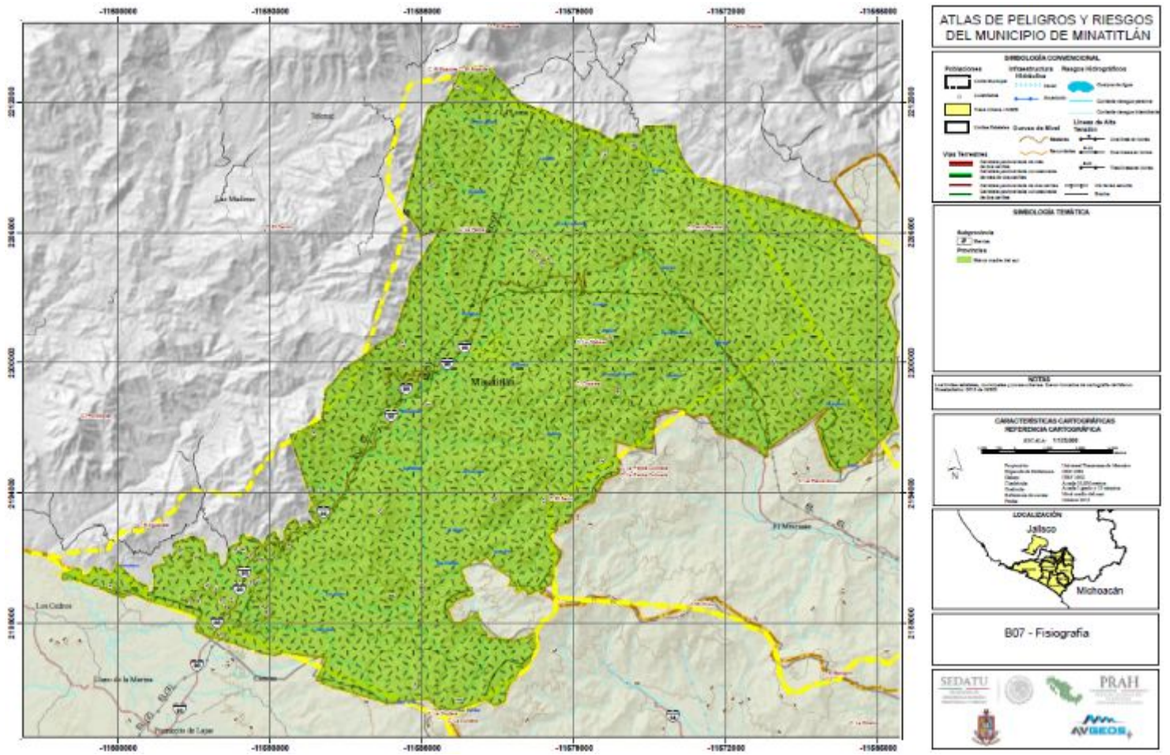
Subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima: Ocupa el 62.51% de la superficie estatal y abarca la totalidad de los municipios de Armería, Manzanillo y Minatitlán, parte de los municipios de Comala, Coquimatlán, Tecomán y Villa de Álvarez.Estas grandes sierras están constituidas en más de la mitad de su extensión por un enorme cuerpo de granito intrusivo (batólitos) que está asociado siempre con cordilleras. Se hallan también rocas (esquistos y calizas) situadas en la parte montañosa occidental de la región y una asociación de rocas de génesis reciente (tobas, basaltos, etc.). La vegetación es variada, sin embargo existe un predominio de la selva baja caducifolia y selva baja caducifolia secundaria con perturbación media-alta. El bosque de encino - pino se encuentra distribuido a 1200 metros sobre el nivel del mar y en menor proporción se presenta la selva baja espinosa, distribuida en la llanura costera con laguna costera a los 20 metros sobre el nivel del mar. La subprovincia presenta las siguientes topoformas: gran sierra compleja, sierra de cumbres tendidas, sierra baja compleja, sierra baja compleja con lomeríos, sierra baja, valle intermontano, valle intermontano con lomeríos, valle ramificado, llanura costera con delta y llanura costera con laguna costera.

Tabla 2. Regiones fisiográficas del municipio de Minatitlán.

Regiones Fisiográficas		Superficie Estatal		Superficie en el municipio de Minatitlán	
Provincia	**Subprovincia**	**Km²**	**%**	**Km²**	**%**
Sierra Madre del Sur	Sierras de la Costa de Jalisco y Colima	2,988.99	62.51	418.56	100

Fuente: Elaboración propia con base cartográfica del INEGI.

Figura 7. Fisiografía.



Fuente: Elaboración propia.

3.2 Geomorfología

Minatitlán se encuentra enclavado en la sierra Madre Occidental, su sistema de topoformas comprende sierras y valles con la distribución siguiente:

Tabla 3. Sistema de topoformas del municipio de Minatitlán.

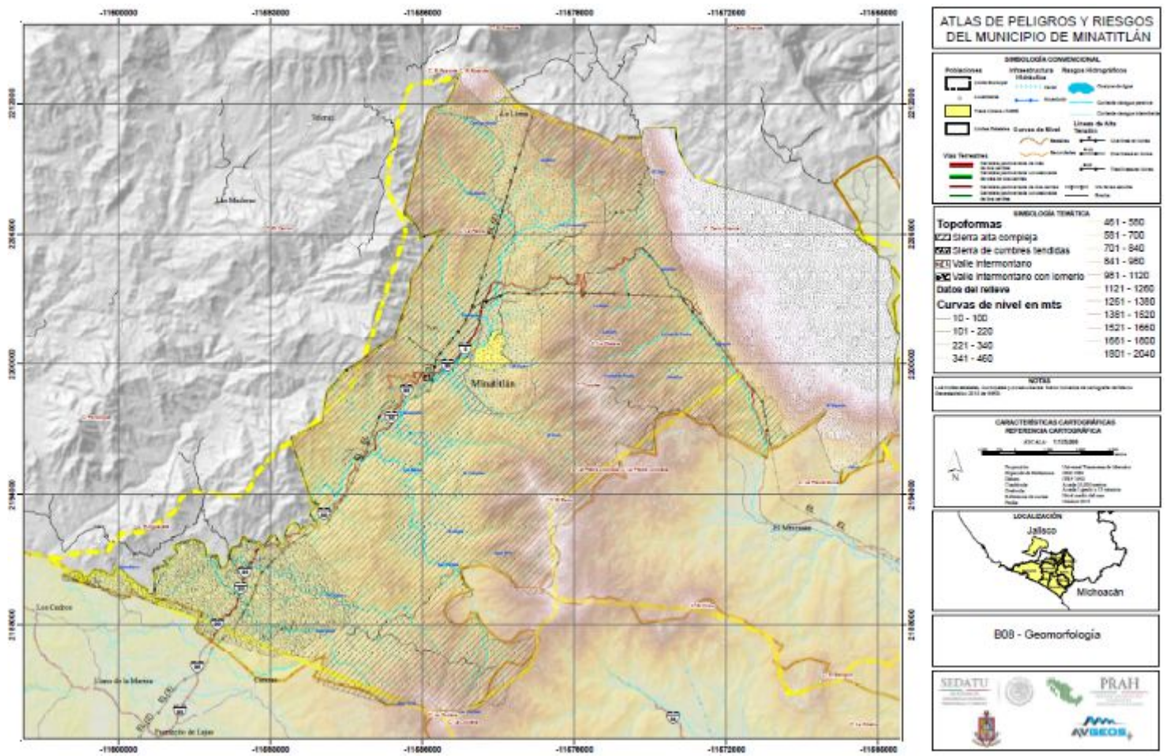
Sitema de topoformas		Superficie Municipal	
Nombre	**Descripción**	**Km²**	**%**
Valle intermontano con lomeríos	Depresión alargada e inclinada hacia una cuenca endorreica con un conjunto de lomas.	33.53	62.81
Valle intermontano	Depresión alargada e inclinada hacia una cuenca endorreica situada entre montañas.	36.33	20.34
Sierra de cumbres tendidas	Montañas alineadas con cimas extendidas.	84.33	8.09
Sierra alta compleja	Alineación de montañas conformadas por rocas de origen diverso y altitud mayor al entorno geográfico.	260.45	8.76

Fuente: Elaboración propia con base cartográfica del INEGI.

La altitud máxima en el municipio es de 2400 msnm y la mínima de 400 msnm. Se encuentra dividido por tres secciones orográficas definidas: la primera, al noroeste, está ubicada entre los ríos Minatitlán y Ayutitlán, es una cordillera formada por los cerros el Chapulín, Chanquiahutl y El Prieto; la segunda, en la parte central del municipio, entre el Río Minatitlán y el Arroyo de San Palmar, formada por los cerros de Copales, Juanillos, Agua Fría y El Peón; y la tercera, al norte, se encuentra formada por el Cerro Grande.

El Cerro El Peón tiene una altitud de 2040 msnm, ocupando el 4to. lugar entre las elevaciones más altas del Estado, Cerro Grande, por su parte, ocupa el 3er. lugar con una altitud de 2 220 msnm.

Figura 8. Geomorfología.



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Geología

El municipio de Minatitlán presenta en general una litología con edad del Cretácico en su mayoría (89.19%), Cuaternario (4.03%), Neógeno (3.95%) y Paleógeno (2.26%).

De acuerdo con su origen, las rocas se clasifican en:

- Ígnea. Se originan a partir de la solidificación de una masa incandescente (magma) que se emplaza a través de la corteza terrestre -intrusiva- o que surge por medio de conductos (lava) y extruye en la superficie -extrusiva-.
- Metamórfica. Se forma a partir de rocas ígneas, sedimentarias u otras metamórficas, que por medio de factores como temperatura, presión y fluidos químicos ocasionan cambios texturales y mineralógicos.
- Sedimentaria. Son el resultado de procesos geológicos como intemperismo, erosión de las rocas preexistentes y su depósito (Epiclástico, Bioquímico y Químico) en medios continentales y marinos.

Las unidades litológicas presentes en el municipio son:

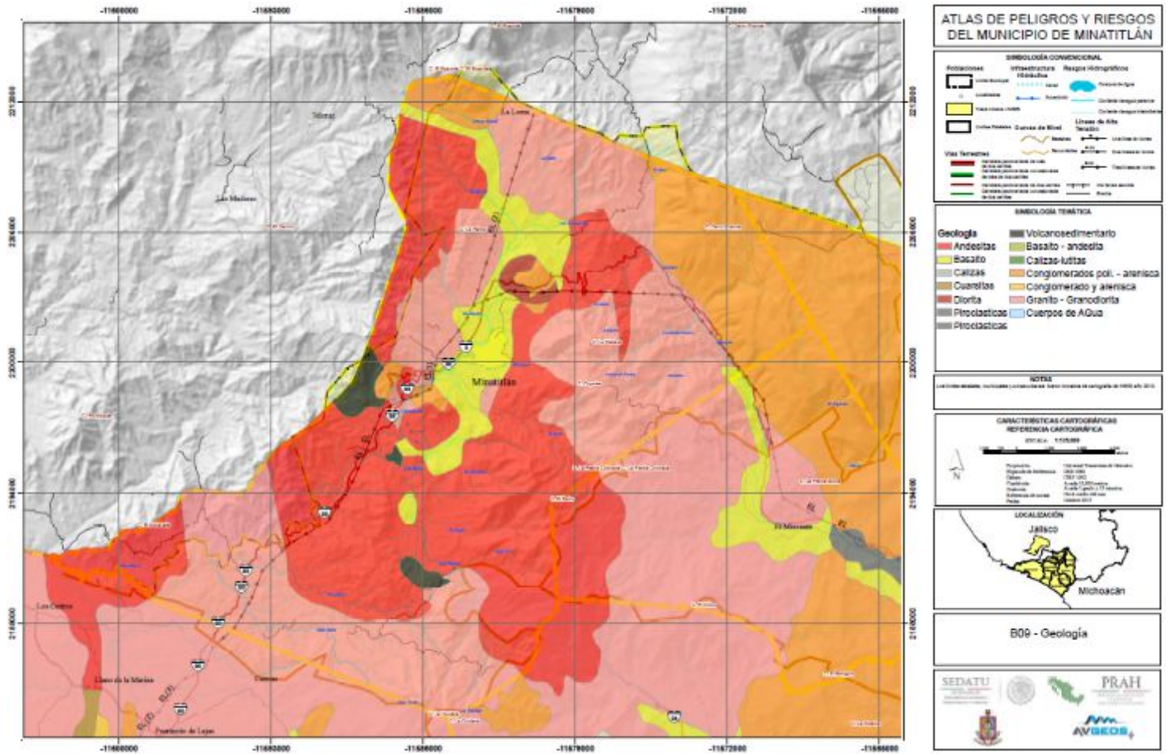
- Conglomerado polimíctico – arenisca: Conglomerado (> 2mm) formado por diferentes tipos de clastos y aenisca. La arenisca es uma roca sedimentaria que contiene clastos de tamaño arena con espacios intersticiales entre sus granos que pueden estar rellenos o no de minerales precipitados.
- Volcanosedimentaria: Roca sedimentaria.Estos grupos de rocas son de los más importantes del país por su extensión y riqueza mineral, se trata de flujos en donde el material de origen volcánico a medida que avanza incorpora material sedimentario.
- Granito – Granodiorita: Asociación de rocasígneas intrusivas. El granito es constituido esencialmente por cuarzo, feldespato y mica; por su parte la granodiorita es conformada por cuarzo (>20%) y feldespatos, pero contrariamente al granito, contiene más plagioclasas que ortosa. Los minerales secundarios son la biotita, el anfíbol y el piroxeno.
- Andesita: Roca ígnea extrusiva de color gris oscuro/intermedio y textura fina. Su composición mineral comprende generalmenteplagioclasa y varios otros minerales ferromagnésicos como piroxeno, biotita y hornblenda. También puede haber cantidades menores de sanidina y cuarzo.Los minerales más grandes como la plagioclasa suelen ser visibles a simple vista mientras que la matriz suele estar compuesta de granos minerales finos o vidrio. Si el magma andesítico cristaliza en profundidad se forma elequivalente plutónico de la andesita que es la diorita.Tras el basalto,la andesita es la roca volcánica más común de la Tierra.
- Basalto: Roca ígnea extrusiva de color gris oscuro o negro y textura fina. Es de composición máfica, rica en silicatos de magnesio y hierro y bajo contenido en sílice. Suele tener una textura porfídica, con fenocristales de olivino, augita, plagioclasa y una matriz cristalina fina. En ocasiones puede presentarse en forma de vidrio, denominado sideromelano, con muy pocos cristales o sin ellos. Es la roca volcánica más común.
- Diorita. Roca ígnea intrusiva de textura gruesa compuesta generalmente de dos tercios de plagioclasa y un tercio de minerales oscuros como hornablenda, biotita y a veces piroxeno. También puede tener cuarzo, magnetita, titanita, minerales sulfuros, zircón, apatita e ilmenita como minerales accesorio. La principal diferencia entre la diorita y el gabro es que esta última tiene variedades de plagioclasa más ricas en calcio.

Tabla 4. Geología del municipio de Minatitlán.

		Superficie Municipal	
Textura	**Unidad litológica**	**Km²**	**%**
KaceC2	Conglomerado polimíctico - arenisca	93.51	22.86
Ktco	Volcanosedimentario	5.37	1.31
KsGrGd	Granito - Granodiorita	149.27	36.49
TeoA	Andesita	127.93	31.27
Qal	Basalto	30.63	7.49
TpaD	Diorita	2.41	0.59

Fuente: Elaboración propia con base cartográfica del INEGI.

Figura 9. Geología.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la carta geológica-minera de Miantitlán (E13-B33, Col.-Jal., Esc. 1:50,000)[4], se tienen dos tipos de deformación, dúctil-frágil y frágil, la foliación se desarrolla únicamente en la base de las rocas vulcanosedimentarias de arco volcánico desarrollando metamorfismo dinámico, presentan superficies de esquistosidad asociada a pliegues isoclinales y micropliegues, el rumbo principal de foliación es al SE, SW y NE.

Las estructuras del dominio frágil consisten de fallas normales y laterales conformando un sistema con dos direcciones NE-SW, NW-SE y algunas menos comunes de dirección N-S.

Las estructuras más consistentes corresponden a las de orientación NE-SW, las cuales generalmente son normales y algunas con componente lateral, siendo las más importantes las siguientes: falla Las Marías de tipo normal con rumbo NE30°SW con un buzamiento de 68° a 85° al SE y extensión de 25 km; falla El Mamey de tipo normal con componente Dextral con orientación NE45°-60°SW con una deflexión hacia el NW en la parte central; tiene un buzamiento de 70° a 86° al NW, aflora a lo largo de 34 km; el graben de Minatitlán está delimitado al occidente por la falla Minatitlán y al oriente por la falla Las Truchas; tiene un rumbo general NE-SW y un corrimiento de 28 km y un ancho de 4 km en el centro; la falla Minatitlán es de tipo normal con componente Dextral, sigue un rumbo de NE43°-62°SW en la parte suroeste y de NE10°-25°SW en la porción noreste; el buzamiento es entre 53° a 82° al SE, tiene una longitud de 28 km; la falla Las Truchas es de tipo normal, limita al oriente al graben de Minatitlán, presentando una orientación de NE20°-45°SW en la parte norte y de NW15°SE en el sur, la inclinación es de 67° hacia el NW; tiene una longitud de 17 km.

Las estructuras de orientación NW-SE son también de tipo normal y algunas de ellas con componente lateral, las estructuras más importantes de este grupo son: la falla Jala de tipo normal con componente lateral sinestral, presenta un rumbo que varía de NW35°-50°SE con un buzamiento de 80° a 88° al NE, tiene una longitud de 30 kilómetros; falla Cuzalapa de tipo normal con corrimiento lateral dextral, con orientación de NW20°SE y un buzamiento de 60° a 88° al SW; falla La Encantada corresponde a una falla normal con componente Dextral de rumbo NW15°SE en la porción sur, con una deflexión de rumbo NE17°SW hacia la parte NE; su buzamiento es 88° al NE. De las estructuras de orientación N-S la más importante es la falla Ayotitlán, de tipo normal con rumbo general S-W e inclinación de 55° al W y es interrumpida por la falla El Mamey.

Entre el Jurásico tardío y Cretácico inferior se desarrolla un arco insular, generando un macizo volcánico representado por la Formación Tecalitlán, con la presencia de cuencas aledañas donde se acumularon potentes paquetes de rocas vulcanosedimentarias, producto del vulcanismo aporte de sedimentos y destrucción del macizo, relacionando estas secuencias a la Formación Tepalcatepec, cubriendo a estas secuencias vulcanosedimentarias se tienen calizas de tipo arrecifal de edad Albiano- Cenomaniano. A fines del Cretácico y principios del Terciario la región sufre una deformación compresiva (Orogenia Laramide) que origina plegamiento de las unidades preexistentes. En el Paleoceno se tiene emplazamiento de cuerpos intrusivos de composición granodiorítica-diorítica y en el Oligoceno se emplazan cuerpos intrusivos de composición granítica. Posteriormente y posiblemente durante el Mioceno se inicia la fase de relajamiento extensional originando fallas normales y laterales con dos direcciones NE-SW y NW-SE.

Desde el punto de vista de yacimientos minerales, se tiene un distrito minero (Peña Colorada), una zona mineralizada (Chanquehahuil) y seis áreas mineralizadas (Minatitlán, Chancol, Cuzalapa, Cedros, El Chico y El Ocote).

Mina Peña Colorada	Comprende los cuerpos de fierro Chinforinazo, Encantada y Primorosa, el mineral de mena es magnetita masiva y diseminada, los cuerpos se presentan sensiblemente horizontales con rumbo N-S y un echado de 10° al W, con dimensiones de 1,500 m de longitud y 60 m de ancho y un desnivel promedio de 60 m; por información verbal proporcionada por el Consorcio Minero Benito Juárez-Peña Colorada, se tiene un potencial de 187'800,000 toneladas distribuidas de la siguiente manera: 126'000,000 de toneladas de reservas probadas in situ, 7'800,000 toneladas probadas en terreros y 54'000,000 de toneladas probables con contenidos de 67.92% de Fe total. Cuenta con una planta de beneficio con capacidad de 7'200,000 t/a y una producción de 20,850 t/d. El sistema de beneficio es concentración magnética con una ley de concentrado de 68% y una ley de cabeza de 35% de Fe total.
Mina La Chula	Se localiza al sur del yacimiento Peña Colorada y es continuación a rumbo del cuerpo Chinforinazo del yacimiento de Peña Colorada; se presenta en forma de manto con un ancho de 3 a 10 m, presenta reservas positivas de 35'434,000 toneladas con una ley

[4] Servicio Geológico Mexicano, Carta Geológica-Minera Minatitlán E13-B33, Col.-Jal., Esc. 1:50,000, http://portal.sgm.gob.mx/cartas_geoquim/metadatos/geol50/Minatitl%C3%A1n%20E13-B33_Geol.html (Fecha de consulta: 5 de octubre de 2015).

media de 67.61% de Fe total.

Prospecto Chacala-La Mesa	Son cuatro cuerpos de hierro (Chacala, Cañada Verde, Ocote Seco y La Mesa) de dimensiones variables, en los cuales existen 1'831,140 toneladas probables y 79'546,600 toneladas posibles con contenidos de 57% de Fe total.
Área mineralizada Minatitlán	Los prospectos de mayor importancia son: El Astillero que comprende 9 pequeños cuerpos de mineral de fierro con dimensiones variables y potencial de 94,308 toneladas probables y 5'457,504 toneladas posibles con 59% de Fe total; el prospecto El Gato consiste de un cuerpo de hierro de 200 m de longitud, 150 m de ancho y 15 m de espesor, con 1'690,000 toneladas con contenidos de 60% de Fe total, el prospecto La Carbonera contiene tres cuerpos irregulares de hierro con un potencial de 115,408 toneladas con 58.9% de Fe total; el prospecto Juanillos comprende tres cuerpos de fierro en los que se calcularon 59,534 toneladas potenciales con 68% de Fe total.
Área mineralizada Chancol	Los prospectos más importantes son: Chancol con un cuerpo estratiforme de sulfuros masivo; con rumbo de NE10°SW, echado de 55° al SE; longitud de 1,000 m y ancho de 200 m con desnivel de 50 m, con 0.0013 a 0.02% de Cu, Pb 0.002 a 0.012% y Zn 0.0032 a 0.04%; el prospecto Los Juanes es una veta falla hidrotermal con calcopirita, malaquita y azurita, con rumbo NE12°SW con echado de 76° al SE, longitud de 500 m y ancho de 5 m, con valores de 12.4 a 17.30% de Cu, 0.02 a 0.05 g/t de Au y 46 a 84 g/t de Ag.
Área mineralizada Cuzalapa	Contiene la mina abandonada La Rosa con un stockwork con orientación general de NW55°SE y un echado de 68° al NE con 100 m de largo, 8 m de ancho y 75 m de desnivel; con valores de 3.32 a 3.81% de Cu y de 160 a 250g/t de Ag; así como el prospecto Socavón con un stockwork con orientación principal NW65°SE y echado de 75°NE, longitud de 100 m, ancho de 8 m y desnivel de 50; con valores de 0.04 a 20% de Cu, 0.01 a 0.03 g/t de Au y 2 a 270 g/t de Ag.
Área mineralizada Cedros	El prospecto importante es Cedros que comprende 6 cuerpos con calcopirita y bornita diseminada y rellenando vetillas las cuales tienen un rumbo de NE60°SW con echado de 30° al NW, un espesor promedio de 4 m y un desnivel 8 m, con una ley media de 0.20% de Cu y potencial de 2'079,500 toneladas.
Área mineralizada El Chico	Las manifestaciones más importantes son: Rancho Viejo con una veta de cuarzo con calcopirita, malaquita y azurita de rumbo NE30°SW y echado de 45°SE; longitud de 100 m y ancho de 2 m; con valores de 0.008 a 7.8% de Cu, 0.03 g/t de Au y 1 a 58 g/t de Ag; el prospecto Las Maderas con una veta de cuarzo con calcopirita, malaquita y azurita de rumbo NW64°SE con echado de 60° al NE; mide 20 m de largo por 2 m de ancho, con valores de 2 a 17.6% de Cu y 0.03 a 0.2 g/t de Au.

Los minerales no metálicos se restringen exclusivamente a tres prospectos de caolín, un prospecto de barita, uno de travertino y 16 bancos de materiales pétreos. El de mayor interés es Secia I con un cuerpo de caolín silicoso, de 1,700 m de largo por 800 m de ancho y 30 m de desnivel y potencial de 50'000,000 de toneladas.

Se definieron seis zonas prospectivas basándose en características geológico- estructurales, alteraciones hidrotermales, mineralización y densidad de prospectos mineros las cuales son Minatitlán, Chancol, Cuzalapa, El Chico, Cedros y El ocote; en las que se requiere trabajos de exploración a mayor detalle para determinar su potencial minero.

3.4 Edafología

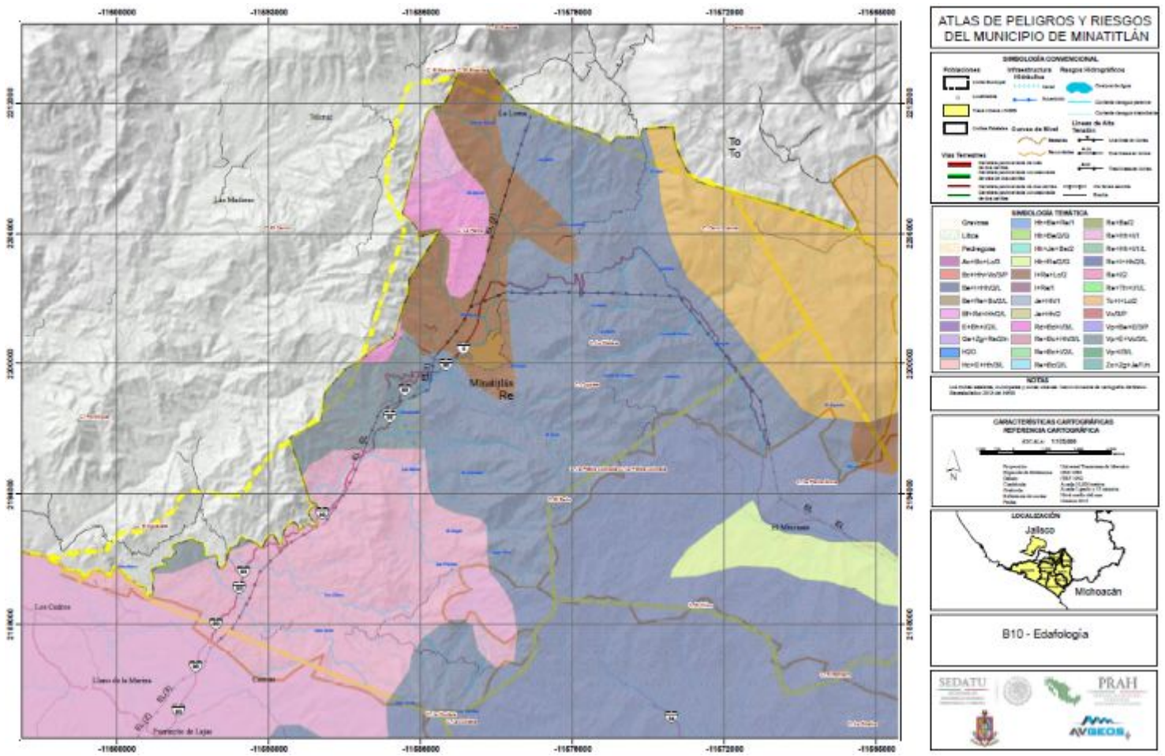
Los tipos de suelo dominantes en el municipio son los expuestos en la tabla y mapa siguientes:

Tabla 5. Edafología del municipio de Minatitlán.

Clave	Denominación			Textura	Superficie Municipal	
					Km²	%
Bf+Rd+Hh/2/L	Cambisol ferrálico	Regosol dístrico	Feozem háplico	Media	4.06	0.98
I+Re+Lc/2	Litosol	Regosol eútrico	Luvisol crómico	Media	42.45	10.29
To+I+Lc/2	Andosol ócrico	Litosol	Luvisol crómico	Media	69.38	16.81
Rd+Bd+I/3/L	Regosol dístrico	Cambisol dístrico	Luvisol	Fina	12.88	3.12
Re+I+Hh/2/L	Regosol eútrico	Litosol	Feozem háplico	Media	171.52	41.57
Be+I+Hh/2/L	Cambisol eútrico	Litosol	Feozem háplico	Media	20.31	4.92
Re+Hh+I/1	Regosol eútrico	Feozem háplico	Litosol	Gruesa	92.03	22.30

Fuente: Elaboración propia con base cartográfica del INEGI.

Figura 10. Edafología.



Fuente: Elaboración propia.

Andosol (T): (de las palabras japonesas an: oscuro; y do: tierra), literalmente, tierra negra. Suelos de origen volcánico, constituídos principalmente de ceniza, la cual contiene alto contenido de alófano, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo. En condiciones naturales presentan vegetación de bosque o selva. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas, tienen también uso pecuario especialmente ovino; el uso más favorable para su conservación es el forestal. Son muy susceptibles a la erosión eólica.

- Ócrico: Subunidad de suelo exclusiva de los andosoles, del latín oais: claro.Indica una capa de color claro y pobre en materia orgánica.

Cambisol (B): (del latín cambiare: cambiar), literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

- Dístrico: Subunidad de suelo, del griego dys: malo, enfermo. Suelos ácidos, ricos en nitrógeno, pero pobres en otros nutrientes importantes para las plantas como el calcio, magnesio y potasio.Entre sus unidades de suelo se encuentra también el Regosol.

- Eútrico: Subunidad del suelo, del griego eu: bueno. Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos. Entre sus unidades de suelo se encuentra también el Regosol.

- Ferrálico: Subunidad de suelo. Suelos con manchas rojas o amarillentas muy notables causadas por altas concentraciones de hierro o aluminio. Su capacidad de liberar nutrientes a la planta es muy baja.

Feozem (H): (del griego phaios, obscuro y del ruso zemlja, suelo) son muy fértiles y aptos para el cultivo, si bien son sumamente proclives a la erosión. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica. Se desarrollan sobre todo en climas templados y húmedos, por lo que se encuentran recubriendo el Eje Neovolcánico Transversal y porciones de la Sierra Madre Occidental. Los phaeozems y andosoles son típicos de los bosques y pastizales templados. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobretodo de la disponibilidad de agua para riego.

- Háplico: Subunidad de suelo. Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo.

Litosol (l): (del griego lithos: piedra), literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lamerías 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 fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado yen algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades.

Luvisol (L): (del latin luvi, luo: lavar), literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser obscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de Luvisoles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles.

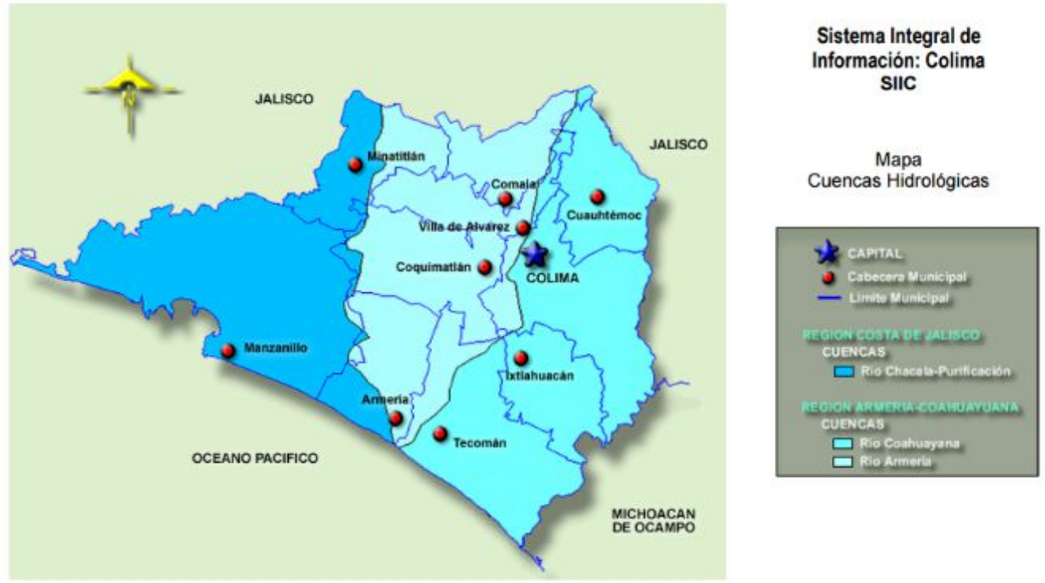
- Crómico: Subunidad de suelo. Suelos de color pardo o rojizo, en algunas ocasiones amarillento. Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas.

Regosol (R): (del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca), son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo en sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos en el país se localizan cercanas a la Sierra Madre Occidental y del Sur. Al tener poco desarrollo no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Para uso forestal y pecuario tienen rendimientos variables.

3.5 Hidrografía

El municipio pertenece a las regiones hidrológicas “Costa de Jalisco” y “Armería-Coahuayana”.

Figura 11. Regiones y cuencas hidrológicas.



Fuente: INEGI.

La Región Hidrológica Costa de Jalisco (RH15) es constituida por corrientes poco desarrolladas debido a la cercanía de la sierra con la costa. Se concreta a dos sistemas; uno es el Río Minatitlán de corriente perenne, que nace en la falda este del Cerro del Zapote, de donde parte hacia el sur para desembocar en el Océano Pacífico y cuyos principales afluentes son: Los Arroyos y Las Truchas, Los Cuates, El Gato, Copales, Las Pesadas y El Limoncito; el otro sistema lo forma el arroyo del Cañón, que posteriormente se une al San Palmar para desembocar en el Río Armería; ambas afluentes tienen su corriente de norte a sur en el municipio de Minatitlán. En esta región se localiza únicamente una porción de la cuenca Río Chacala -Purificación. Su área de acuerdo al SIATL[5] es de 13,026.86 km^2 y su perímetro 863.66 km.

La Región Hidrológica Armería - Coahuayana (RH16) presenta una forma irregular y está constituida por cuencas generales formadas por los ríos Armería y Tuxpan o Coahuayana, que tienen su origen en Jalisco. La región comprende las porciones norte, noroeste y sureste de la entidad y contiene parte de dos cuencas: Río Coahuayana y Río Armería, siendo esta última la que tiene influencia en el municipio de Minatitlán. Su superficie de acuerdo al SIATL es de 17,692.73 km^2 y su perímetro 1,007.69 km.

Los principales acuíferos subterráneos del Estado se localizan a lo largo de la costa, donde los ríos Armería, Salado, Coahuayana, Cihuatlán y otros de menor caudal han acumulado sedimentos deltaicos permeables que reciben buenas recargas debido a la precipitación abundante y a sus propios escurrimientos. En los Valles de Colima y Tecomán se tienen condiciones adecuadas de explotación de aguas subterráneas, aunque debido a la cercanía del último con el mar se corre el riesgo de una intrusión salina. En la porción correspondiente a la Región Hidrológica Costa de Jalisco, se tienen mantos acuíferos de reducido espesor que aunados a otros factores (la gran sensibilidad de los niveles de agua al bombeo y la proximidad del litoral), imponen restricciones a su explotación.

Tabla 6. Hidrografía del municipio de Minatitlán.

Región Hidrológica	Costa de Jalisco (63.70%) y Armería-Coahuayana (36.30%)
Cuenca	R. Chacala Purificación (63.70%) y Río Armería (36.30%)
Subcuenca	R. Chacala (67.01%) y R. Armería (32.99%)
Corrientes de agua	Perennes: Hondo, El Rincón, Los Granadillos, Minatitlán, Tío Nacho, Las Mulas, Las Truchas, Los Chicos, Palo Verde, Astillero y Juluapan (San Palmar) Intermitentes: El Convento, El Nogal, La Sidra, La Mesa, El Bonete, El Peón, Juanillos y El Espinito
Cuerpos de agua	Perenne (0.05%): L. oxidación De Colas

Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos; Minatitlán Colima 06008.

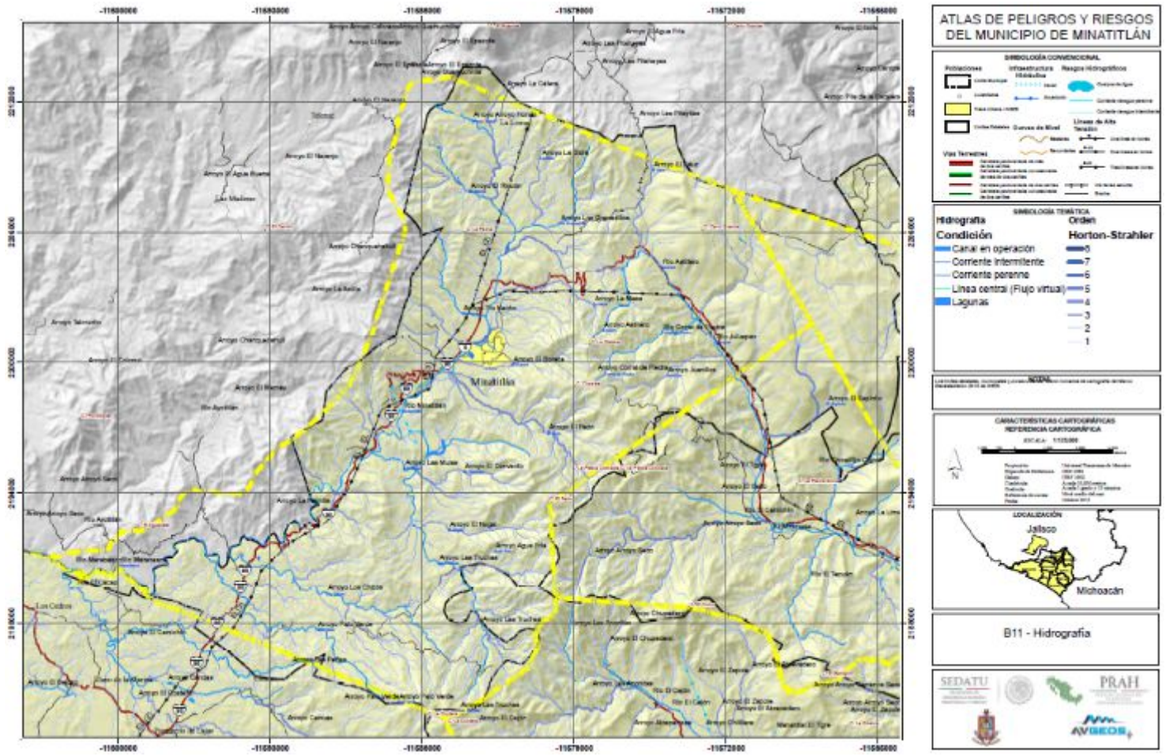
Tabla 7. Ragos generales de las principales corrientes de agua en el municipio de Minatitilán.

Corriente de agua	Condición	Cuenca	Magnitud de orden	Longitud (m)
Arroyo Hondo	Perenne	R. Chacala Purificación	4	1522.81
Arroyo El Rincón	Perenne	R. Chacala Purificación	4	74.75
Arroyo Los Granadillos	Perenne	R. Chacala Purificación	4	387.16
Río Minatitlán	Perenne	R. Chacala Purificación	5	332.44
Arroyo Tío Nacho	Perenne	R. Chacala Purificación	3	1266.23
Arroyo Las Mulas	Perenne	R. Chacala Purificación	2	429.69
Arroyo Las Mulas	Perenne	R. Chacala Purificación	5	223.98
Arroyo Las Truchas	Perenne	R. Chacala Purificación	4	910.99
Arroyo Las Truchas	Perenne	R. Chacala Purificación	4	1196.08
Arroyo Los Chicos	Perenne	R. Chacala Purificación	3	1006.61
Arroyo Los Chicos	Perenne	R. Chacala Purificación	4	649.72
Arroyo Palo Verde	Perenne	R. Chacala Purificación	3	337.81
Arroyo Palo Verde	Perenne	R. Chacala Purificación	4	348.39
Río Astillero	Perenne	Río Armería	2	362.80
Río Astillero	Perenne	Río Armería	4	76.22
Río Juluapan (San Palmar)	Perenne	Río Armería	4	253.60
Arroyo El Convento	Intermitente	R. Chacala Purificación	3	606.19
Arroyo El Nogal	Intermitente	R. Chacala Purificación	3	718.54
Arroyo La Sidra	Intermitente	R. Chacala Purificación	3	738.78
Arroyo La Mesa	Intermitente	R. Chacala Purificación	3	310.82
Arroyo La Mesa	Intermitente	R. Chacala Purificación	3	1597.48
Arroyo El Bonete	Intermitente	R. Chacala Purificación	3	1189.66
Arroyo El Peón	Intermitente	R. Chacala Purificación	4	2764.35
Arroyo El Peón	Intermitente	R. Chacala Purificación	3	846.58
Arroyo Juanillos	Intermitente	Río Armería	3	1104.31
Arroyo El Espinito	Intermitente	Río Armería	2	640.97

Fuente: Elaboración propia con datos del SIATL.

El ciclo de recarga del río Minatitlán es de 10.10 hm^3/año, con un volumen de extracción de 5.60 hm^3/año y una relación extracción/recarga de 0.55. La condición geohidrológica de esta corriente es subexplotada con disponibilidad de aguas subterráneas.

Figura 12. Hidrografía.



Fuente: Elaboración propia.

[5]INEGI, "Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas" Versión 3.1, http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#app=f4c9&e312-selectedIndex=0&7b02-selectedIndex=0 (Fecha de consulta: 23 de octubre de 2015).

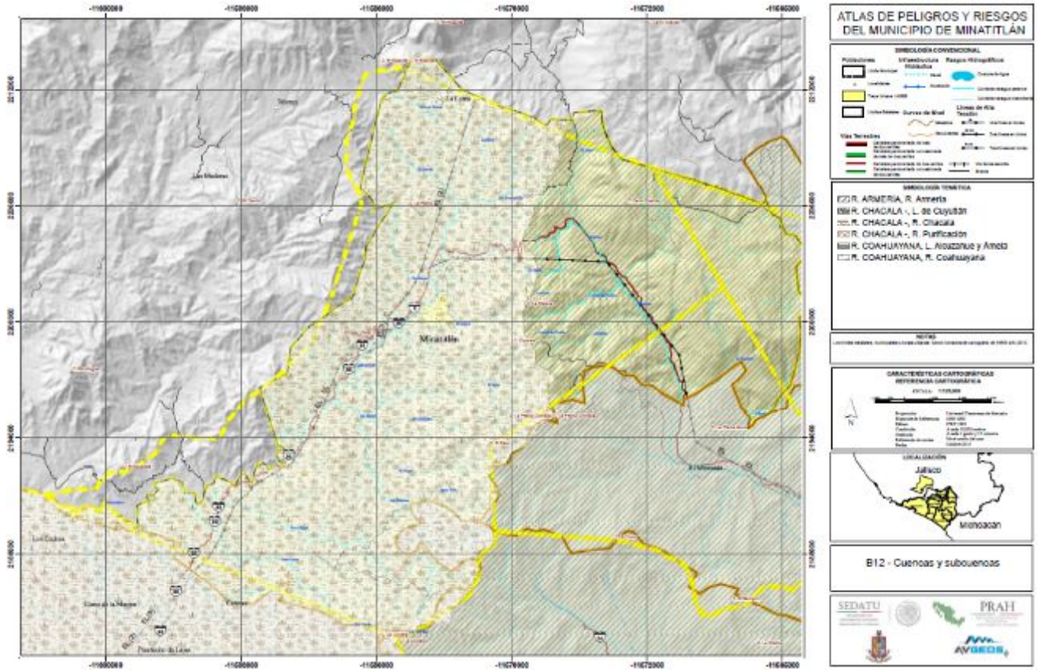
3.6 Cuencas y Sub-cuencas

La superficie del municipio de Minatitlán corresponde a las cuencas "Río Chacala Purificación" y "Río Armería".

Cuenca Río Chacala Purificación.- De las corrientes principales que conforman esta cuenca, una se encuentra en el Estado de Jalisco, en el municipio de Cihuatlán (río Purificación) y la otra, en su tercio final, constituye el límite austral de Colima con el Estado de Jalisco. Tiene como subcuencas intermedias a la laguna de Cuyutlán y al río Cihuatlán o Marabasco. En esta cuenca no se localizan almacenamientos de capacidades considerables. Únicamente hay pequeñas obras que son utilizadas como abrevaderos. El aprovechamiento actual se hace directamente de los escurrimientos superficiales y de algunas explotaciones del subsuelo.Su área aproximada es de 5,340.4 km^2 y su perímetro537.3 km.

Cuenca Río Armería.- Comprende en Colima una superficie de 1,835.795 km^2 de un total de 9,796.06 km^2 y un perímetro de 645.57 km. El río Armería, conocido como San Pedro antes de penetrar en el Estado, recorre un trayecto de 294 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en Boca de Pascuales. Cuenta con una subcuenca intermedia: el río Armería. Este río es una corriente problemática ya que tiene varios meandros en su recorrido que, en épocas de lluvias, pueden llegar a inundar algunas áreas. El único almacenamiento en uso dentro del Estado es la laguna de Ámela, la cual cuenta con una capacidad útil de 26,009 millones de m^3, que irrigan una superficie de 5,557 hectáreas. El mayor beneficio se obtiene de la presa Basilio Vadillo, localizada en el municipio de Ejutla, Jal., y que cuenta con una capacidad de 116.587 millones de m^3 que irrigan 12,860 hectáreas.

Figura 13. Cuencas y subcuencas.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Cuencas y subcuencas en el municipio de Minatitlán.

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Tipo	Superficie Municipal	
				Km^2	%
Armería - Coahuayana	Río Armería	Río Armería	Abierta	136.84	32.99
Costa de Jalisco	Río Chacala Purificación	Río Chacala	Abierta	277.93	67.01

Fuente: Elaboración propia con base cartográfica del INEGI.

3.7 Clima

Debido a su situación orográfica, Minatitlán tiene zonas bajas o valles en donde el clima se considera cálido y semicálido subúmedo con lluvias en verano, y zonas con altitud de más de 2300 msnm donde el clima es templado.

Tabla 9. Tipos de clima en el municipio de Minatitán.

Tipo de clima	Subtipo	Fórmula climática	Superficie Municipal	
			Km^2	%
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, humedad media	A(C)w1(w)	18.25	4.46
	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, humedad media	(A)C(w1)(w)	1.43	0.35
	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, el más húmedo	(A)C(w2)(w)	140.89	34.44
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	Cálido subhúmedo con lluvias en verano, el menos húmedo	Aw0(w)	12.23	2.99
	Cálido subhúmedo con lluvias en verano, humedad media	Aw1(w)	103.62	25.33
	Cálido subhúmedo con lluvias en verano, el más húmedo	Aw2(w)	96.85	23.67
Templado subhúmedo con lluvias en verano	Templado subhúmedo con lluvias en verano, el más húmedo	C(w2)(w)	35.86	8.77

Fuente: Elaboración propia con base cartográfica del INEGI.

- (A)C(w1): Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18ºC, temperatura del mes más frío menor de 18ºC, temperatura del mes más caliente mayor de 22ºC. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.
- (A)C(w2): Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18ºC, temperatura del mes más frío menor de 18ºC, temperatura del mes más caliente mayor de 22ºC. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor a 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- Aw0: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. El menos húmedo de los cálidos subhúmedos. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- Aw1: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- Aw2: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- C(w2): Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, temperatura del mes más frío entre -3ºC y 18ºC y temperatura del mes más caliente bajo 22ºC. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

Las lluvias en el municipio son abundantes, con una precipitación anual de 1690 a 2750 mm y un periodo normal que abarca de junio a octubre.

Adicionalmente, el Servicio Meteorológico Nacional dispone de una Estación Meteorológica Automática (EMA) en la localidad de El Terrero, Minatitlán de cuya base se extrajeron los datos siguientes registrados durante el periodo 1951-2010.

Tabla 10. Normales climatológicas Estación Minatitlán.

ESTADO: Colima — PERIODO: 1951-2010
ESTACIÓN: 00006039 Minatitlán — ALTURA: 766 msnm
LATITUD: 19°23'18" N. — LONGITUD: 104°02'49" W.

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Evaporación total normal	98.0	115.1	162.0	185.8	194.6	161.3	136.5	125.1	117.2	112.2	105.3	90.2	1,603.3
Años con datos	36	36	36	38	37	30	30	29	30	36	36	38	
Número de días con lluvia	1.7	0.9	0.3	0.3	0.8	10.5	17.5	18.6	17.6	7.4	1.7	1.4	78.7
Años con datos	47	45	46	45	46	50	50	48	51	51	48	50	
Niebla	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.5	0.5	0.3	0.0	0.1	2.1
Años con datos	48	45	46	45	46	50	50	48	51	51	48	50	
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Años con datos	48	45	46	45	46	50	50	48	51	51	48	50	
Tormenta eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.8	2.5	1.5	0.5	0.0	0.0	6.9
Años con datos	48	45	46	45	46	50	50	48	51	51	48	50	

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

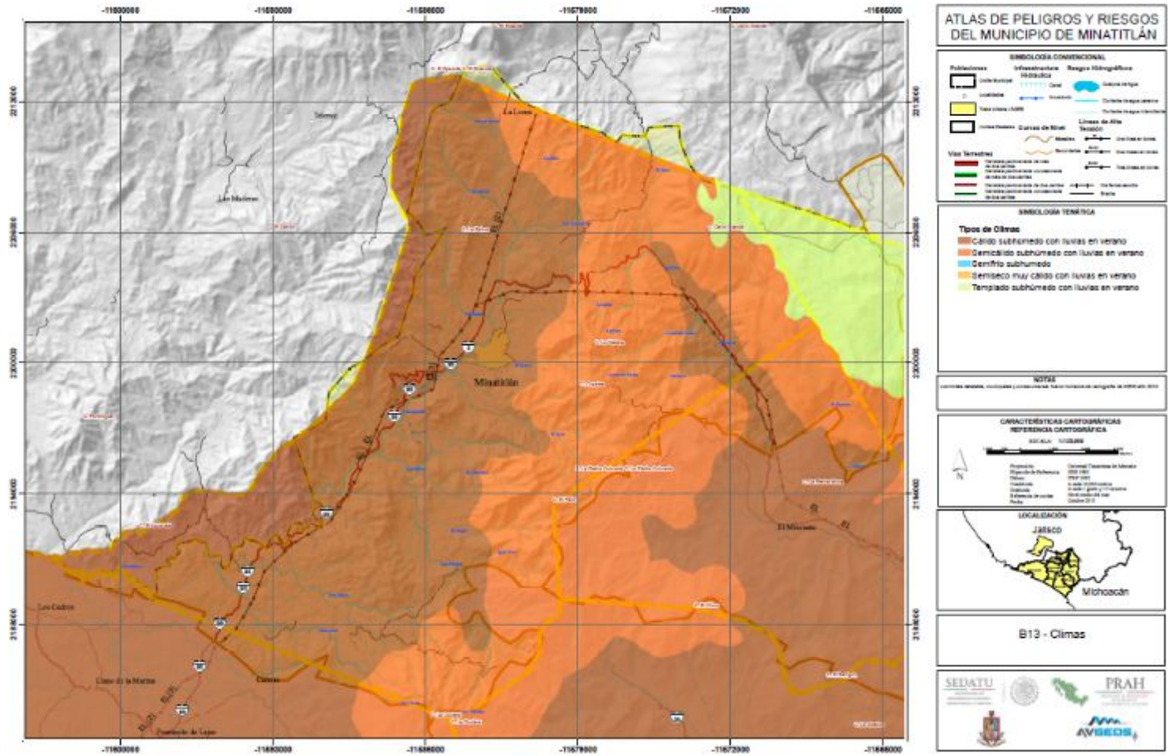
La velocidad de los vientos es variada, el municipio se ve influenciado por los diferentes ciclones que se han presentado a lo largo del año y las EM ubicadas en el Estado con registro de este dato son dos únicamente, una ubicada en Colima capital y otra en Manzanillo.

Observatorio meteorológico de Colima.
Velocidad media anual0.80 m/s 4.2 m/s
Máximos (enero y julio)SE 14.0 m/s SE 19.0 m/s

Observatorio meteorológico y radiosondeo de Manzanillo.
Velocidad media anual1.2 m/s 2.7 m/s
Máximos (enero y julio)SW 16.7 m/s ESE 13.0 m/s

Respecto a la presión atmosférica, el Estado de Colima presenta una media de 1,013.20 Pa, una máxima de 1,015.60 Pa y una mínima de 1,001.60 Pa.

Figura 14. Climas.



Fuente: Elaboración propia.

3.8 Uso de suelo y vegetación

Dada la estructura orográfica del municipio, la vegetación es variada y boscosa, predominan en las partes bajas los arbustos y los matorrales. Actualmente se están aprovechando las zonas para plantíos de algunos frutos como: mango, guanábana y lima. En la parte alta existe higuerrilla, zapotillo, otate pino, primavera, rosa morada, cedro y parota, en el Cerro Grande abunda el encino.

Su fauna es basta y en ella predominan el jaguar, puma onza, tigrillo, jabalí, venado, conejo, ardilla e iguana.

La actividad agrícola y ganadera representan uno de los pilares más importante de la economía del municipio; los principales cultivos son: el maíz, pastos, limón, tomate verde, chile verde, tomate rojo, sorgo grano y papaya. Entre las especies de ganado destacan: bovino, porcino, caprino y pollos de engorda.

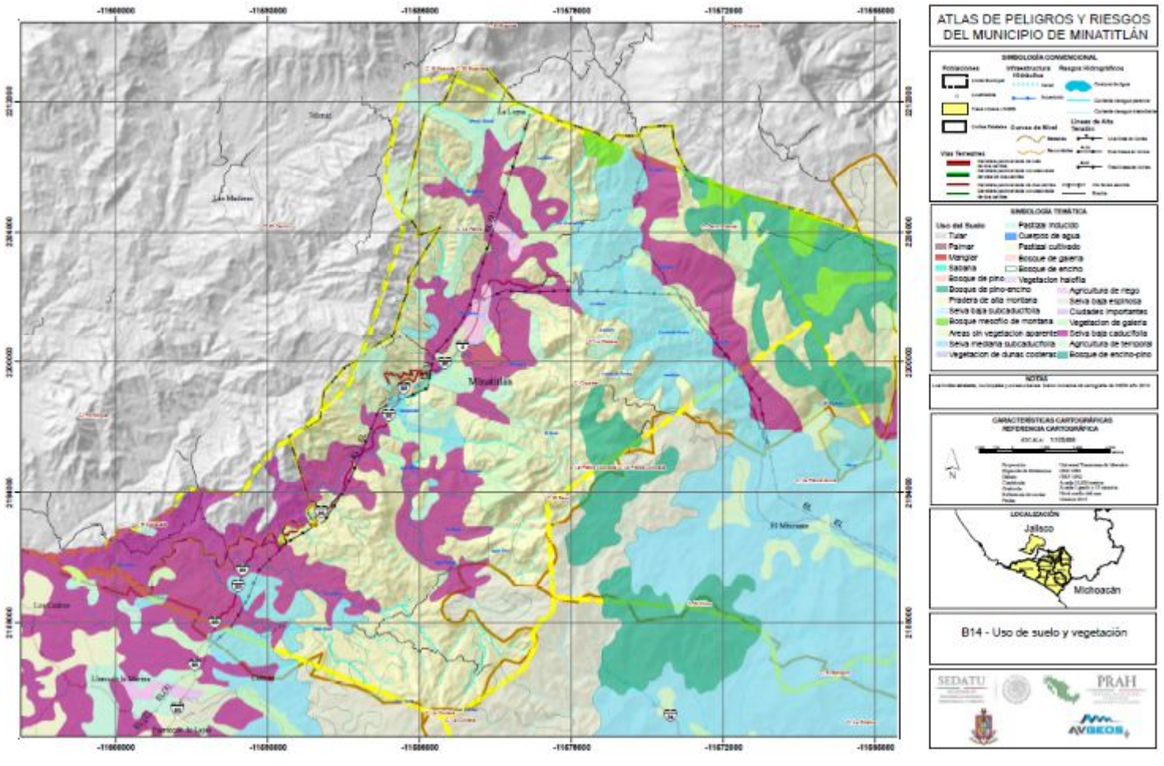
De la superficie que comprende el municipio, a la pequeña propiedad corresponde una cuarta parte aproximadamente, y las otras tres son de tenencia ejidal. El principal uso del suelo es para la silvicultura.

Uso potencial de la tierra
Agrícola Para la agricultura mecanizada continua (1.36%)
Para la agricultura manual estacional (30.62%)
No aptas para la agricultura (68.02%)

Pecuario
Para el desarrollo de praderas cultivadas (1.55%)
Para el aprovechamiento de la vegetación natural de pastizal (0.03%)
Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente de pastizal (17.52%)
Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (59.12%)
No aptas para uso pecuario (21.78%)

La zona urbana está creciendo sobre suelo aluvial del Cuaternario y rocas sedimentarias del Cretácico; en valle intermontaño y sierra alta compleja; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Feozem y Cambisol; tiene clima subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad; y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y selvas.

Figura 15. Uso de suelo y vegetación.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Usos de suelo y vegetación en el municipio de Minatitlán.

Tipo	Simbología	Descripción	Superficie Municipal	
			Km^2	%
BQ	Bosque de encino	Bosque de encino	141.10	34.49
BQ-vs	Bosque de encino	Bosque de encino con vegetación secundaria	32.00	7.82
BPQ	Bosque de pino-encino	Bosque de pino-encino	18.47	4.51
Sbc	Selva baja caducifolia	Selva baja caducifolia	13.13	3.21
PI	Pastizal inducido	Pastizal inducido	15.78	3.86
Sms	Selva mediana subcaducifolia	Selva mediana subcaducifolia	41.99	10.26
BM	Bosque mesofilo de montana	Bosque mesófilo de montaña	8.29	2.03
Sbc-vs	Selva baja caducifolia	Selva baja caducifolia con vegetación secundaria	80.27	19.62
BQP	Bosque de encino-pino	Bosque de encino-pino	19.74	4.82
AT	Agricultura de temporal	Agricultura de temporal	22.87	5.59
Sms-vs	Selva mediana subcaducifolia	Selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria	11.69	2.86
AR	Agricultura de riego	Agricultura de riego	3.02	0.74
PC	Pastizal cultivado	Pastizal cultivado	0.78	0.19

Fuente: Elaboración propia con base cartográfica del INEGI.

- Bosque de encino: Bosques formados por especies del género Quercus (encinos), distribuidos ampliamente. Se indica alguna fase de vegetación secundaria cuando hay algún tipo de indicio de que la vegetación original fue eliminada o perturbada a un grado en el que ha sido modificada profundamente.
- Bosque de pino-encino: Bosque mixto de pinos (Pinus) y encinos (Quercus).
- Selva baja caducifolia: Vegetación arbórea de entre 4 y 15 m de altura, en climas cálido-semisecos. Más del 75% de los árboles pierden el follaje durante la época seca.
- Pastizal inducido: Se desarrolla al eliminarse la vegetación original (bosque, selva, matorral, otros), o en áreas agrícolas abandonadas.
- Selva mediana subcaducifolia: Comunidad vegetal arbórea de 15 a 20 m de altura. Del 50 al 75% de los árboles pierden el follaje durante la época seca. Se indica alguna fase de vegetación secundaria cuando hay algún tipo de indicio de que la vegetación original fue eliminada o perturbada a un grado en el que ha sido modificada profundamente.
- Bosque mesófilo de montaña: Bosque denso y alto en zonas templadas húmedas o en condiciones topográficas con humedad alta y con una composición florística característica. Se indica alguna fase de vegetación secundaria cuando hay algún tipo de indicio de que la vegetación original fue eliminada o perturbada a un grado en el que ha sido modificada profundamente.
- Bosque de encino-pino: Bosque mixto de encinos (Quercus) y pinos (Pinus).
- Agricultura de temporal: Terrenos en donde se practica la agricultura y el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia.
- Agricultura de riego: Terrenos en donde se practica la agricultura y el ser humano contribuye con agua al ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran.
- Pastizal cultivado: Se introduce por medio de labores de cultivo. Se encuentran principalmente en zonas tropicales.

| Faldas del Cerro Copales

3.9 Áreas naturales protegidas

Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

Comprende una sección del Eje Volcánico Transversal, muy cerca de su confluencia con la Sierra Madre del Sur. Constituye un área natural protegida importante en el Occidente de México debido a su gran extensión (139,577 ha), alta riqueza de especies silvestres y cultivadas, potencial forestal y servicios ecológicos que presta a toda una región de Colima y del Sur de Jalisco. Ocupa terrenos de los municipios de Autlán de Navarro, Casimiro Castillo, Cuautitlán de García Barragán, Tolimán y Tuxcacuesco, del Estado de Jalisco, y Comala y Minatitlán, del Estado de Colima. Se ubica entre las coordenadas 103°45´- 104°30´de longitud oeste y los 19°25´- 19°45´ de latitud norte.

La Sierra de Manantlán presenta un relieve complejo y accidentado. Se puede dividir en dos unidades fisiográficas: la porción occidental que es la más extensa y con mayores altitudes, y la parte oriental, formada por las regiones conocidas como Cerro de Enmedio y Cerro Grande. El relieve es complejo, fuertemente disectado por fracturamientos, cauces y barrancas con pendientes muy pronunciadas, grandes cantiles y cordones delgados.

Debido a que se encuentra en el extremo norte de la región intertropical, el clima de la región está influido por varios factores además de su ubicación latitudinal, como son la cercanía a la costa, el efecto de sombra orográfica y la amplitud del gradiente altitudinal. Esto da lugar a condiciones de variación del ambiente que explica en parte la elevada biodiversidad regional y la presencia de numerosas formaciones vegetales que incluyen desde bosques tropicales hasta los de clima templado.

La Sierra de Manantlán presenta dos grupos climáticos: cálidos y templados subhúmedos. La temperatura media anual va de 16 a 22°C, con excepción a la zona suroeste, en donde se presentan valores mayores a los 27.2°C. La mayor precipitación sobrepasa los 1,700 mm y corresponde a las áreas en el suroeste de la Sierra de Manantlán. La zona seca se localiza al norte de la Sierra, en los municipios de Autlán, El Grullo, Tuxcacuesco, Tolimán y Zapotitlán, con precipitaciones menores a los 800 mm.Se encuentra enclavada en las regiones hidrológicas 15 y 16, dentro de las cuencas de los ríos Ayuquila-Armería, Marabasco y Purificación. A lo interno, la Sierra se divide en 15 subcuencas en las que se presentan aproximadamente 2,440 corrientes. Sin embargo, los macizos montañosos de Cerro de Enmedio y Cerro Grande, por ser de naturaleza kárstica, no presentan cauces de agua superficiales, excepto por algunos arroyos intermitentes en las laderas.

En la vegetación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán se reconocen 13 tipos de cubierta vegetal: bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de Pinus, bosque de Pinus y Quercus, bosque de Quercus caducifolio, bosque de Quercus subperennifolio, bosque de Abies, bosque de galería, matorral subtropical, vegetación sabanoide de Byrsonima y Curatella, pastizales y campos agrícolas.

Flora y hongos.- Posee una variada y compleja cubierta vegetal que alberga una gran riqueza florística. Su florvascular está representada por más de 2900 especies, el 10% de la de México. En hongos se han reportado 32 familias, 44 géneros y alrededor de 200 especies (Nieves, 1989). Es probable que alrededor de un 50% de las especies sean endémicas al territorio nacional. En el contexto local, se tiene reportadas aproximadamente 30 especies de plantas vasculares presentes únicamente en la Sierra de Manantlán.

Fauna.- En el caso de los mamíferos, se tienen reportadas alrededor de 110 especies potenciales. Se reporta la presencia posible de 354 especies de aves. Los pobladores de la Reserva utilizan unas 15 especies como alimento, ornato, mascotas o para comercialización, a pesar de que algunas de ellas están amenazadas o en peligro de extinción, como la guacamaya verde (Ara militaris) y el perico guayabero (Amazona finschi).

Entre los elementos de la fauna amenazados destacan el jaguar (Panthera onca), el tigrillo (Leopardus wiedii), el leoncillo (Herpailurus yagouaroundi), el ocelote (Leopardus pardalis), el puma (Felis concolor), Strix occidentalis, Vireo atricapillus, el águila real (Aquila chrysaetos), Asio stygius, Vireo nelsoni, Amaurospiza concolor, el cojolite (Penelope purpurascens), Amazona finschi, Panyptila sanctihieronymi y Vireo brevipennis.

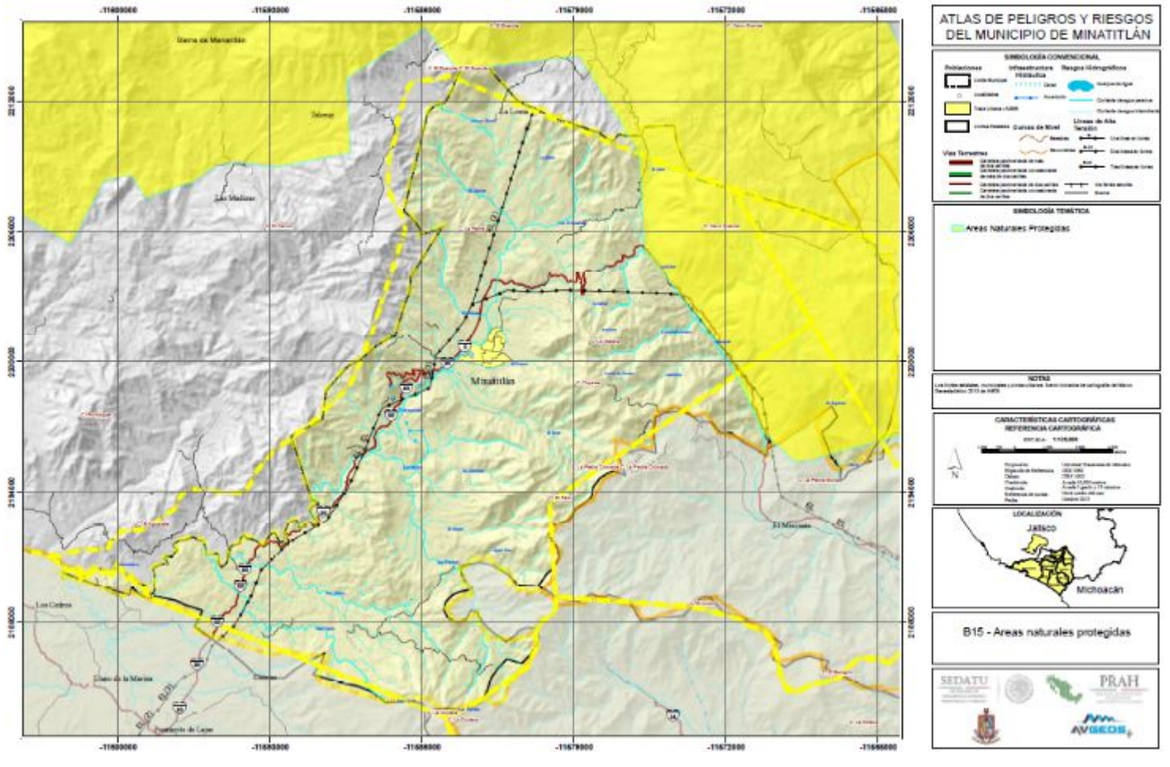
La actividad económica más importante que se tiene dentro de la reserva es la agricultura, se cultiva maíz y frijol, siendo la base para la economía local. Otra actividad importante es la silvicultura y ocupa gran superficie en la zona, le sigue en orden de importancia la ganadería extensiva, la cual se dedica casi exclusivamente a la producción de bovinos para carne.

Tabla 12. Áreas Naturales Protegidas en el municipio de Minatitlán.

Nombre	Decreto	Estados	Superficie en el Municipio de Minatitlán	
			Km^2	%
Sierra de Manantlán	Reserva de la Biosfera	Jalisco y Colima	91	21.74

Fuente: Elaboración propia con base cartográfica del INEGI.

Figura 16. Áreas Naturales Protegidas.

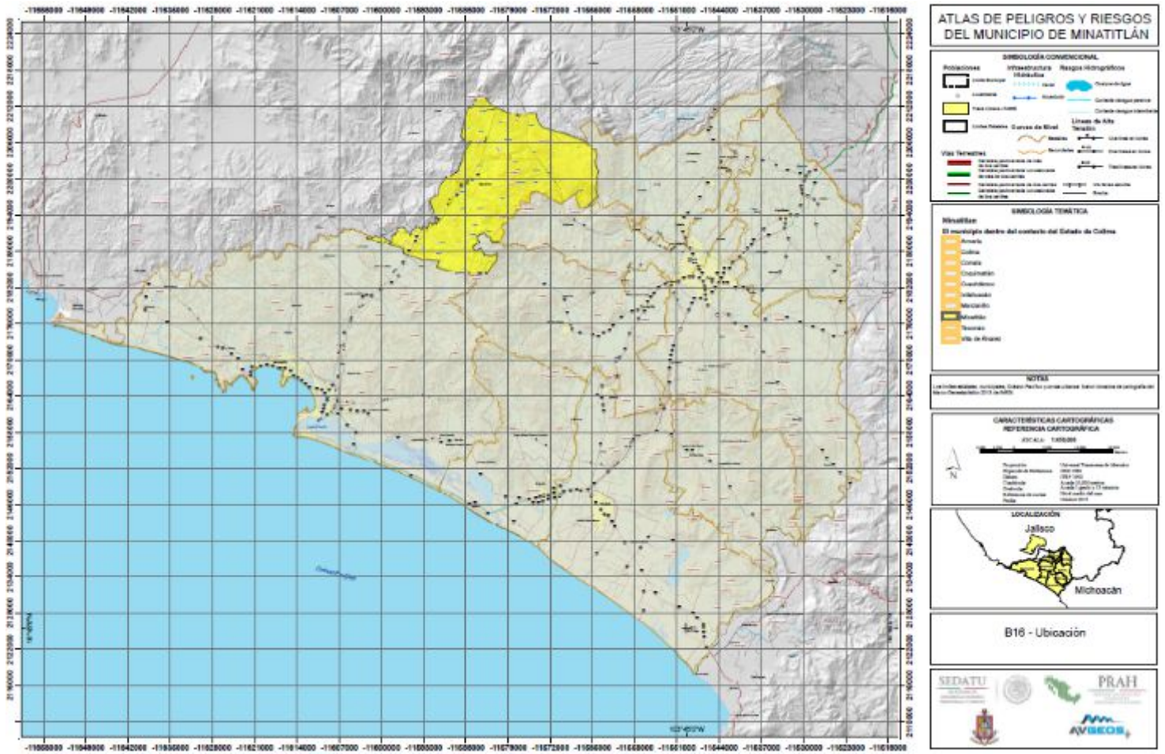


Fuente: Elaboración propia.

4 Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

En este apartado se integra de forma breve una caracterización general de la situación demográfica, social y económica de Minatitlán, con indicadores básicos que revelan las condiciones generales del municipio.

Figura 17. Localización del municipio en el Estado.



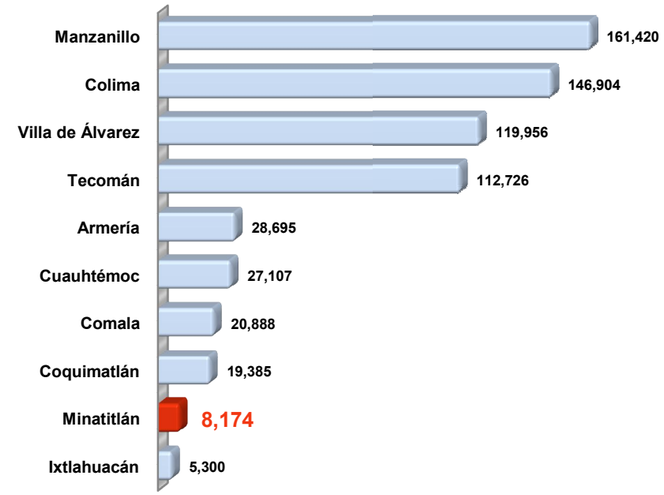
Fuente: Elaboración propia.

4.1 Dinámica demográfica

4.1.1 Análisis comparativo

Con base al Censo de Población y Vivienda 2010[6], la población total del Estado es de 650,555 personas; lo que representa el 0.6% de la población nacional. La población total del municipio es de 8,174 personas, lo cual representa el 1.3% de la población en la entidad; por esta razón se ubica como el 9° lugar en número de habitantes respecto a los diez municipios que conforman el Estado de Colima. Del total de habitantes el 48.7% son mujeres y el 51.3% son hombres, existiendo una relación hombre-mujer de 105.5 (106 hombres por cada 100 mujeres).

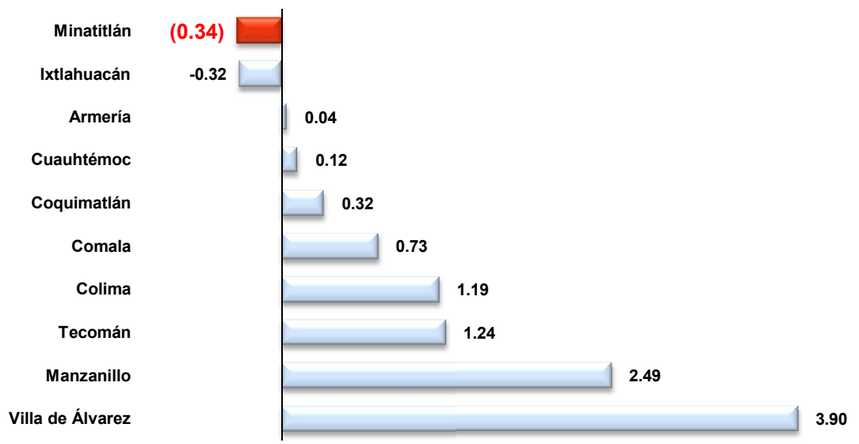
Figura 18. Población total por municipio.



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Minatitlán es el municipio con la tasa de crecimiento más baja entre los Censos de Población y Vivienda 2000[7] y 2010 (-0.34), en contraste con Villa de Álvarez y Manzanillo que presentan los mayores crecimientos absolutos con tasas anuales de 3.90 y 2.49 respectivamente en el mismo periodo.

Figura 19. Tasa de crecimiento media anual por municipio.



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

[6] INEGI, *Principales resultados del Censo de Población y Vivienda 2010* (Colima: INEGI, 2010), 1-51.

[7] INEGI, XII "Censo General de Población y Vivienda 2000", http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ccpv/cpv2000/ (Fecha de consulta: 5 de octure de 2015).

4.1.2 Proyección al 2010-2030

De conformidad con las proyecciones de CONAPO[8] el Estado de Colima contará con una población estimada al 2030 de 891,050 habitantes. El municipio de Minatitlán se estima que pasará de 8,174 habitantes en 2010 a 10,738 habitantes en 2030 presentando un crecimiento de 32%. De igual modo se ha proyectado que la población de la cabecera municipal sea de 5,438 habitantes en 2016, 6,024 habitantes en 2020 y 7,599 habitantes en 2030.

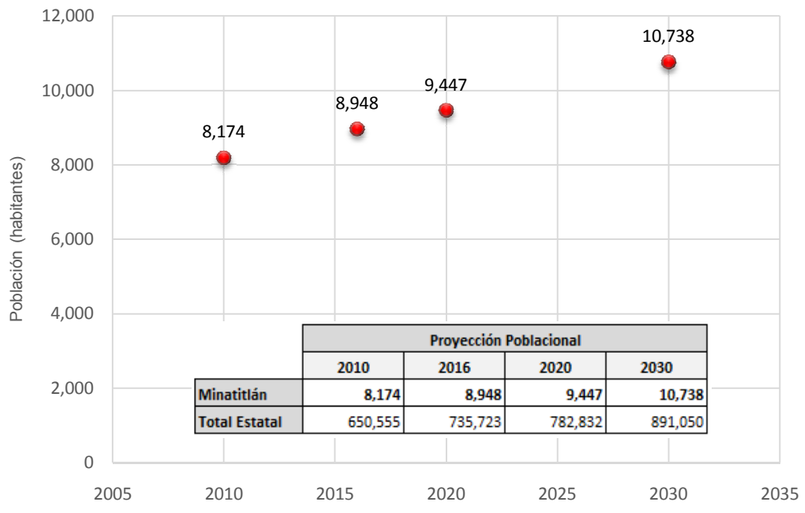
En general podría ser aceptable esperar un crecimiento en función de la mejoría en los servicios de salud y asistencia y una baja en la tasa de mortalidad.

Tabla 13. Proyección poblacional por municipios (2010-2030).

		Proyección Poblacional		
Municipio	**2010**	**2016**	**2020**	**2030**
Armería	28,695	32,182	34,133	38,874
Colima	146,904	163,393	172,513	193,071
Comala	20,888	22,586	23,749	26,671
Coquimatlán	19,385	21,550	22,848	25,995
Cuauhtémoc	27,107	29,048	30,419	33,928
Ixtlauacán	5,300	5,846	6,137	6,805
Manzanillo	161,420	184,855	197,570	226,615
Minatitlán	**8,174**	**8,948**	**9,447**	**10,738**
Tecomán	112,726	127,145	135,537	156,077
Villa de Álvarez	119,956	140,170	150,479	172,276
Total Estatal	650,555	735,723	782,832	891,050

Fuente: CONAPO.

Figura 20. Proyección poblacional del municipio de Minatitlán (2010-2030).



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO.

4.1.3 Distribución de la población

El municipio cuenta con 40 localidades y entre ellas las más importantes son: Minatitlán, Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado), Paticajo, La Loma y Agua Salada, en ellas se concentra el mayor número de habitantes.

Minatitlán es el nombre de la cabecera municipal y El Poblado es la localidad formada a partir por el establecimiento de las oficinas y viviendas de los trabajadores del Consorcio Minero Peña Colorada.

Tabla 14. Distribución de la población por localidad, sexo y edad.

Tamaño de localidad	**LOCALIDAD**	**Habitantes**					
		Total	**Hombres**	**Mujeres**	**0 – 14 años**	**15 – 64 años**	**65 – más años**
N.A.	Total del Municipio	8174	4196	3978	2319	5180	652
Menor a 2,500 habitantes	Otatitos	1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	El Cedrito	1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	Benjamín Campos	1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	Campamento Uno (Consorcio)	2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	El Divisadero Dos	2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	El Terrero Dos	2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	Buenos Aires	2	S/D	S	S/D	S/D	S/D
	La Agua Buena	3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	Las Mulas	3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	La Parota Herrada	4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	La Joya de Afuera	4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	El Molino	4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	Rancho Escondido (María Sandoval de la Cruz)	5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	Potrerillos	6	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	La Tuna	7	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	El Fresno	7	5	2	1	5	1
	Minatitlán	8	3	5	2	6	0
	Las Agujas	12	9	3	0	11	1
	El Aparejito	14	10	4	1	12	1
	Agua Fría	15	8	7	2	7	6
	El Nogal	16	8	8	4	8	4
	Rastrojitos	16	8	8	6	8	2
	El Convento	17	7	10	2	13	2
	Platanarillos	17	9	8	4	10	3
	Las Guásimas	41	23	18	4	31	6
	Potrero Grande	67	40	27	10	37	20
	Las Pesadas	72	44	28	27	42	3
	Ranchitos	86	44	42	26	53	7
	La Coconal	87	47	40	30	53	4
	El Arrayanal	99	57	42	21	62	16
	La Playa (La Playita)	118	58	60	32	73	13
	El Terrero	121	66	55	35	72	11
	El Sauz	134	74	60	33	88	13
	El Platanar	164	81	83	42	95	15
	San Antonio	205	93	112	62	116	27
	Agua Salada	278	153	125	71	159	47
	La Loma	309	163	146	86	185	38
	Paticajo	718	353	365	210	439	67
	Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	918	480	438	329	583	6
Entre 2,500 y 14,999 habitantes	Minatitlán	4588	2326	2262	1274	2984	325

S/D = Sin dato. Fuente: Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad.

[8]INEGI, "Censo de Población y Vivienda 2010", http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/. (Fecha de consulta: 6 de octubre de 2015).

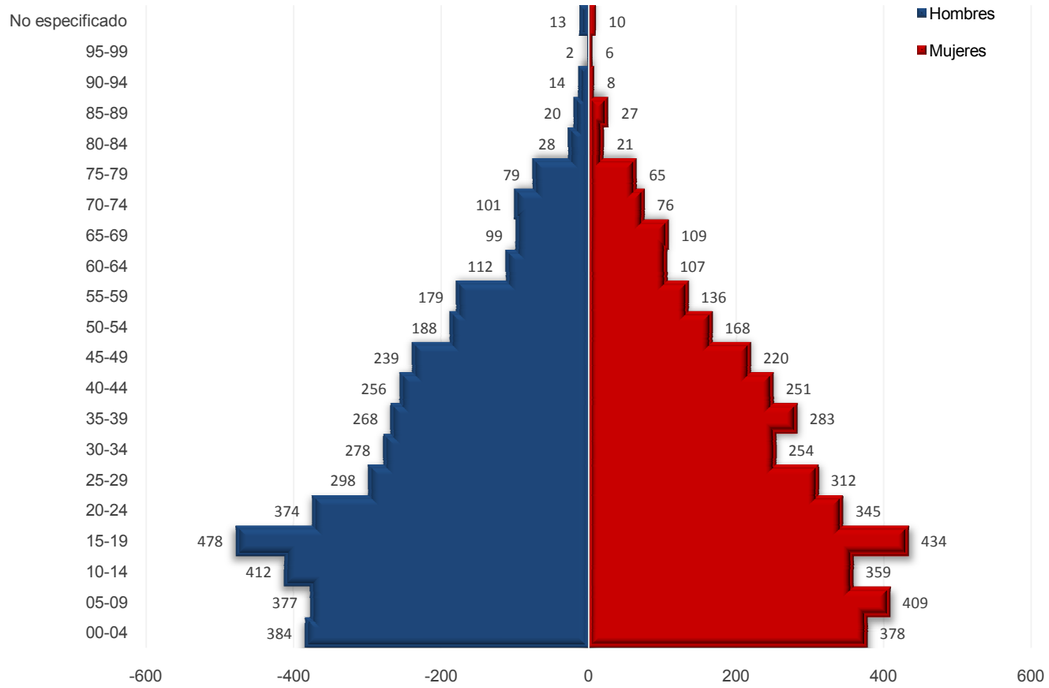
Fuente:

Considerando que una localidad es catalogada como rural si en ella habitan menos de 5,000 personas, mixta si habitan entre 5,000 y 15,000 y urbana si habitan más de 15,000; todas las localidades del municipio son rurales y por tanto su nivel de urbanización es 0%.

Pirámide de edades

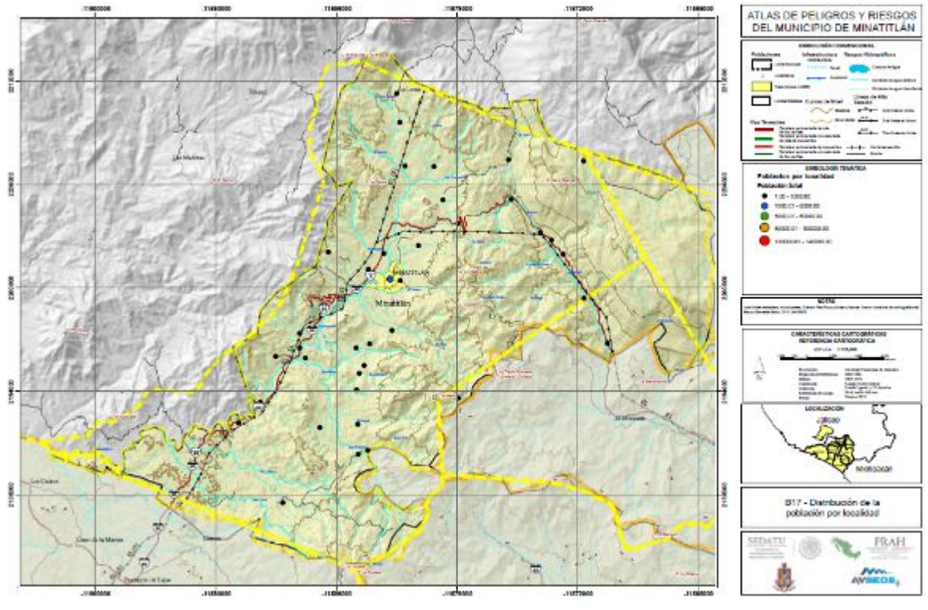
La edad mediana de la población es de 26 años, misma que coincide con la media estatal y nacional.

Figura 21. Pirámide poblacional del municipio de Minatitlán.



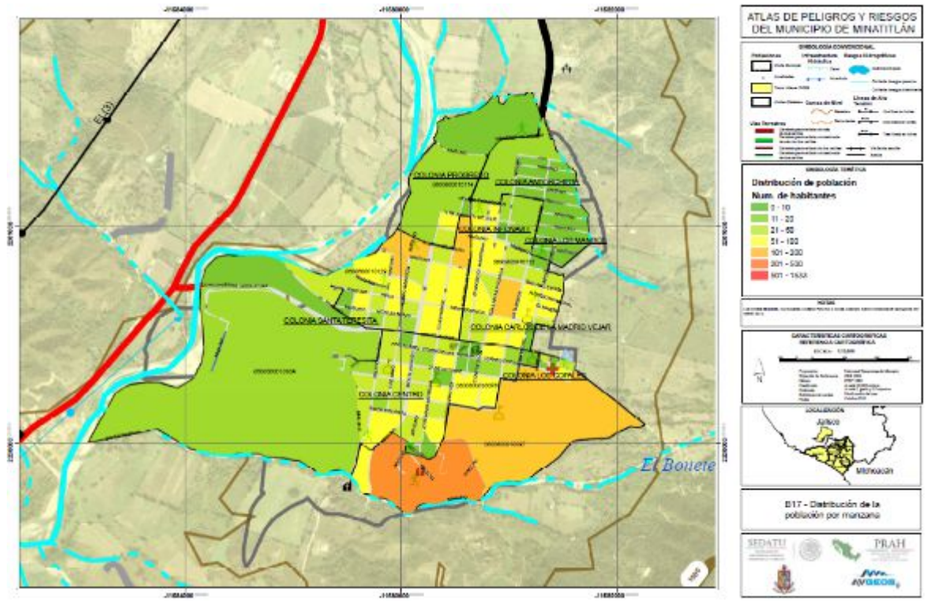
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Población.

Figura 22. Distribución de la población por localidad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Distribución de la población por manzana.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Densidad demográfica

La densidad media urbana (DMU) obtenida a partir de la superficie de las áreas geoestadísticas básicas urbanas de la cartografía del Censo de Población y Vivienda 2010, para el caso de Minatitlán es de 20 hab/km^2. La extensión territorial del municipio es de 418.56 km^2 que corresponde al 7.43% de la superficie estatal, mientras que la población es de 8,174 habitantes.

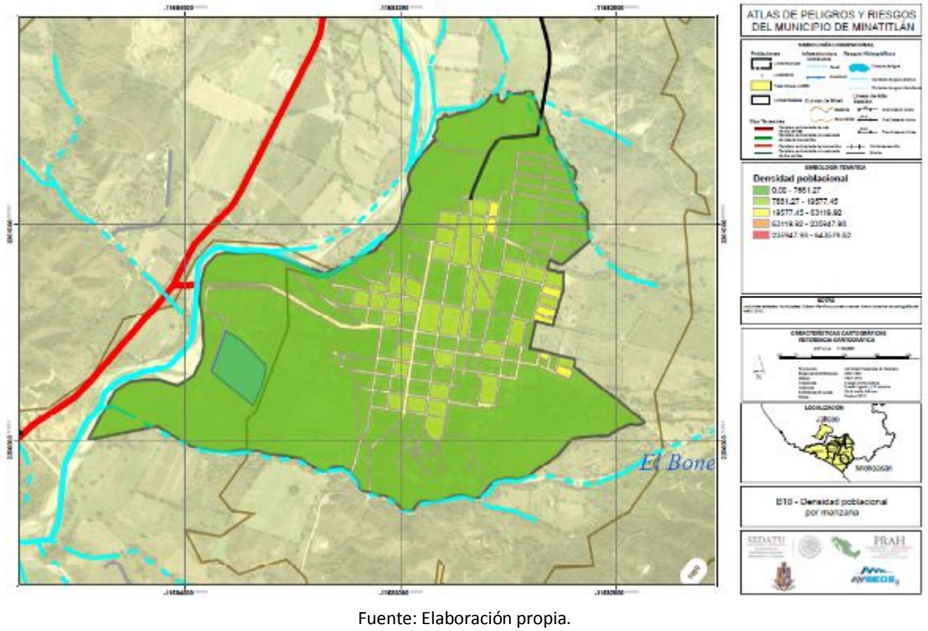
Figura 24. Densidad poblacional por municipios.



Fuente: INEGI.

La densidad media de población por manzana en la cabecera municipal de Minatitlán, de acuerdo a los datos siguientes, es de **38 habitantes/manzana.**

Figura 25. Densidad de población por manzana.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Densidad de población por manzana en la cabecera municipal.

AGEB	Manzana	Población
78	1	36
78	2	0
78	3	62
78	4	30
78	5	22
78	6	62
78	7	2
78	8	15
78	9	71
78	10	0
78	11	60
78	14	50
78	15	61
78	16	35
78	17	16
78	18	29
78	19	22
78	20	27
78	21	32
78	22	29
78	23	55
78	24	14
78	26	76
78	27	30
78	29	95
78	30	24
78	31	27
78	32	19
78	33	20
78	34	26
78	35	0
78	36	40
78	37	89
78	38	8
78	39	9
78	42	40
78	43	4
78	44	0
78	45	0
97	1	249
97	4	124
97	5	61
97	6	0
97	7	38
97	8	53
97	9	5
97	10	33

AGEB	Manzana	Población
010A	1	23
010A	2	17
010A	3	0
114	1	11
114	2	15
114	3	6
114	5	0
114	6	47
114	7	60
114	8	0
114	9	0
114	10	0
114	11	0
114	12	0
114	13	1
114	14	0
114	15	0
114	16	8
114	17	0
114	18	0
114	19	0
114	20	0
114	21	0
114	22	0
129	1	68
129	2	51
129	3	105
129	4	48
129	5	85
129	6	93
129	7	30
129	8	55
129	9	38
129	10	33
129	11	73
129	13	43
129	14	118
129	15	86
129	16	86
129	17	17
129	18	47
129	19	18
129	20	24
129	21	62
129	22	39
129	23	9
129	24	0

AGEB	Manzana	Población
133	1	48
133	2	33
133	3	0
133	4	42
133	5	71
133	6	105
133	7	43
133	8	57
133	9	60
133	10	10
133	11	16
133	12	40
133	13	77
133	14	56
133	15	70
133	16	47
133	17	9
133	18	65
133	19	68
133	20	45
133	21	35
133	22	74
133	23	60
133	24	64
133	25	51
133	26	43
133	27	64
133	28	19

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por AGEB y Manzana Urbana.

4.2 Características sociales

4.2.1 Escolaridad

El CONEVAL en 2010, en su *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social*[9], refiere que el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio es de 7.4, frente al grado promedio de escolaridad de 9 en la entidad.

En 2010, el municipio contaba con 14 escuelas preescolares (3.6% del total estatal), 18 primarias (3.7% del total), cinco secundarias (3%) y tres bachilleratos (3.5%). No se tenían escuelas de formación para el trabajo ni escuelas primarias indígenas.40 escuelas en educación básica y media superior de un total de 1,135 a nivel estatal se encontraban en el municipio.

En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 24.6% de la población, lo que significa que 2,094 individuos presentaron esta carencia social.

La población de 15 años y más con educación básica incompleta sumó un total de 2,933 habitantes (50.3%) y la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela fue de 55 habitantes (3.9%).

La población de 15 años y más analfabeta sumó 421 habitantes presentando Minatitlán una tasa de analfabetismo de 7.2, por encima de la estatal con valor de 5.1.

Por su parte el INEGI (2010) muestra la población de 15 años y más por condición de alfabetismo y sexo y la población de 15 años y más por grupos quinquenales de edad según nivel y grado promedio de escolaridad.



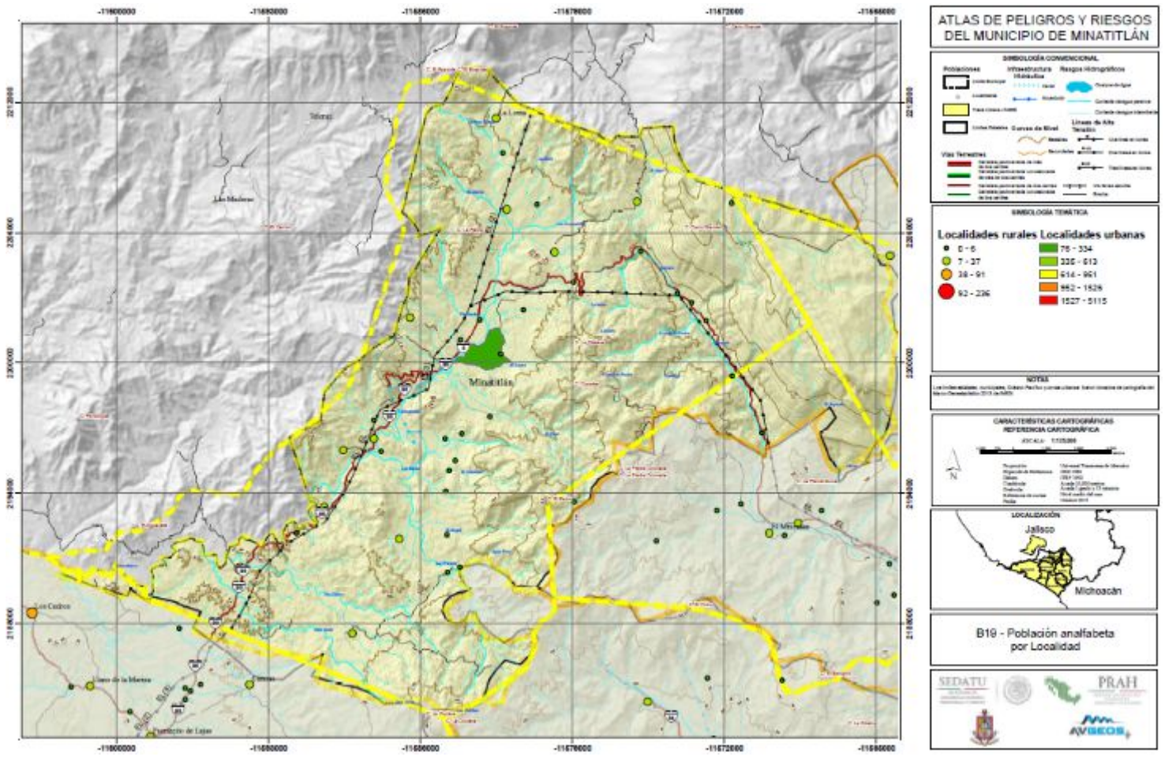
Fuente: Unión Jalisco.

Tabla 16. Población de 15 años y más por condición de alfabetismo y sexo.

Población de 15 años y más			Condición de alfabetismo								
			Alfabeta			Analfabeta			No especificado		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
5,832	3,010	2,822	5,383	2,813	2,570	421	187	234	28	10	18

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Educación.

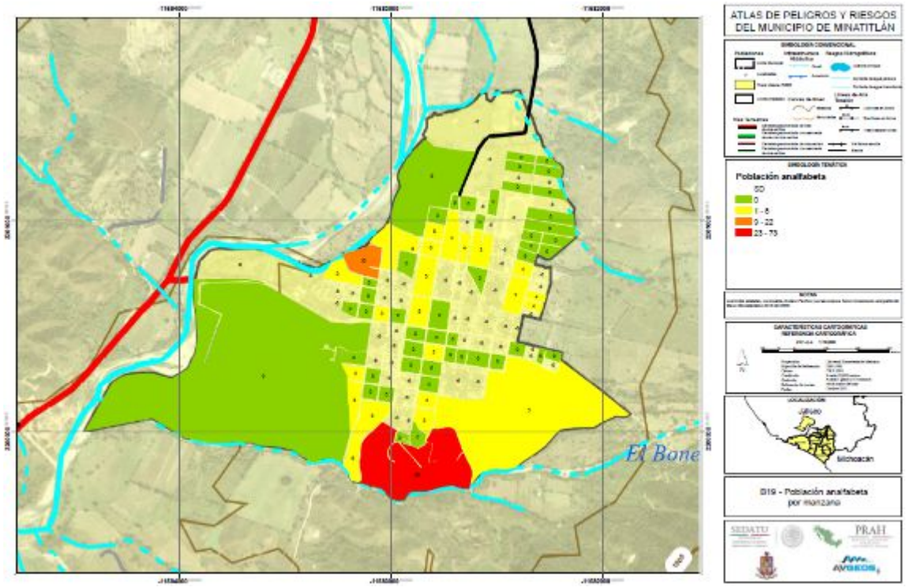
Figura 26. Población analfabeta por localidad.



Fuente: Elaboración propia.

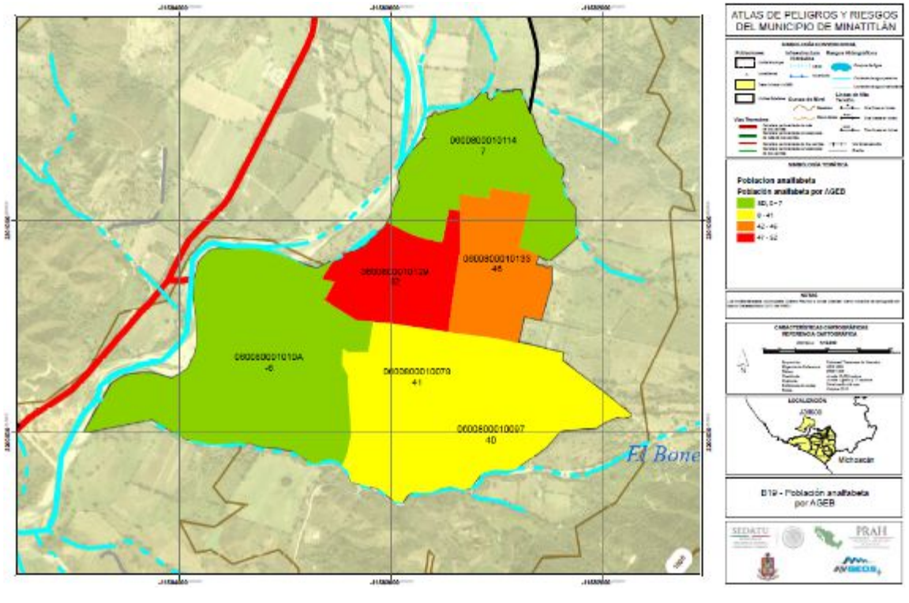
[9] CONEVAL y SEDESOL, *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social: Minatitlán, Colima*, (México, 2014).

Figura 27. Población analfabeta por manzana.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Población analfabeta por AGEB.



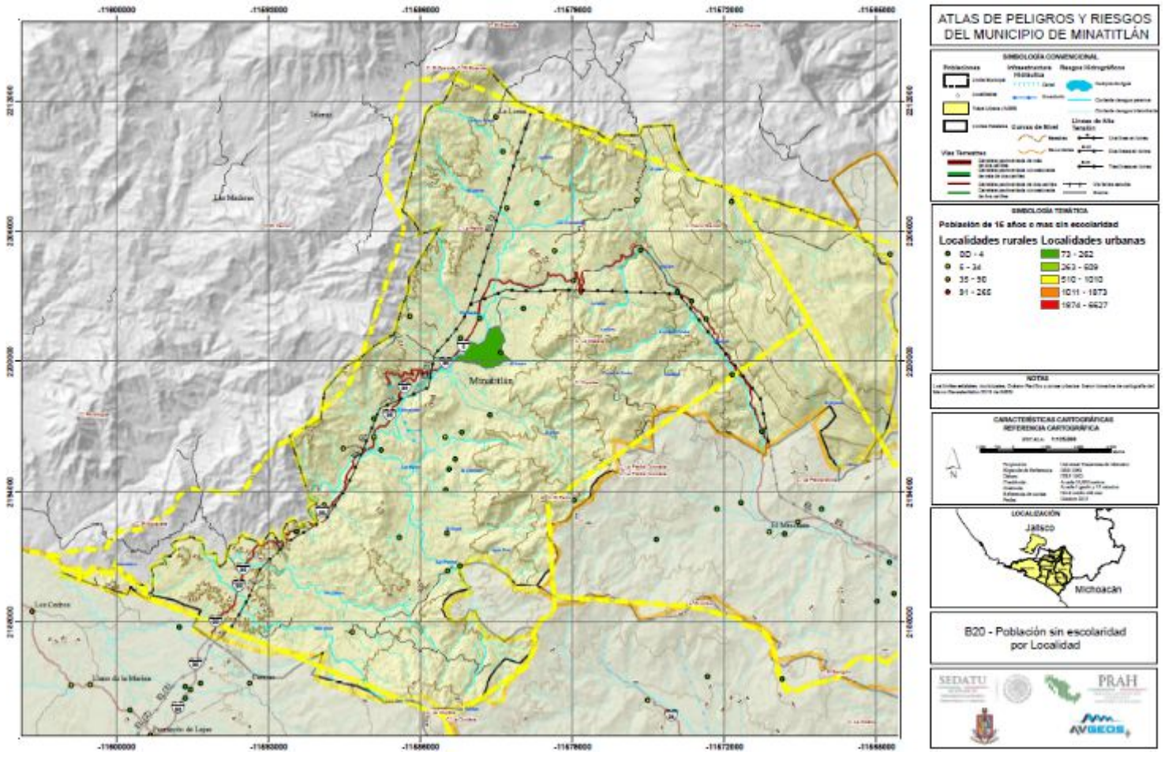
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Población de 15 años y más por grupos quinquenales de edad según nivel de y grado promedio de escolaridad.

Grupos de edad	Población de 15 años y más	Nivel de escolaridad										Grado promedio de escolaridad
		Sin escolaridad	Educación básica					Estudios técnicos o comerciales con primaria terminada	Educación media superior	Educación superior	No especificado	
			Preescolar	Primaria	Secundaria							
					Incompleta	Completa	No especificado					
Total	5,832	425	26	2,127	329	1,488	24	25	1,038	327	23	7.38
15-19	912	8	0	79	171	274	6	1	340	30	3	9.22
20-24	719	5	2	86	37	255	4	7	225	90	8	9.91
25-29	610	8	0	127	24	250	5	1	124	67	4	9.40
30-34	532	9	2	188	26	192	2	1	81	31	0	8.25
35-39	551	10	1	215	21	183	3	3	88	26	1	8.06
40-44	507	32	2	222	22	122	3	6	80	18	0	7.16
45-49	459	31	1	235	13	97	0	3	57	19	3	6.76
50-54	356	26	3	209	9	62	0	1	21	25	0	6.18
55-59	315	41	1	211	3	32	1	1	13	11	1	4.94
60-64	219	46	5	147	2	12	0	1	4	2	0	3.59
65-69	208	41	3	148	0	8	0	0	5	3	0	3.53
70-74	177	47	1	124	1	1	0	0	0	2	1	2.54
75-79	141	50	3	85	0	0	0	0	0	2	1	2.12
80-84	49	24	0	23	0	0	0	0	0	1	1	1.81
85 y más	77	47	2	28	0	0	0	0	0	0	0	1.03

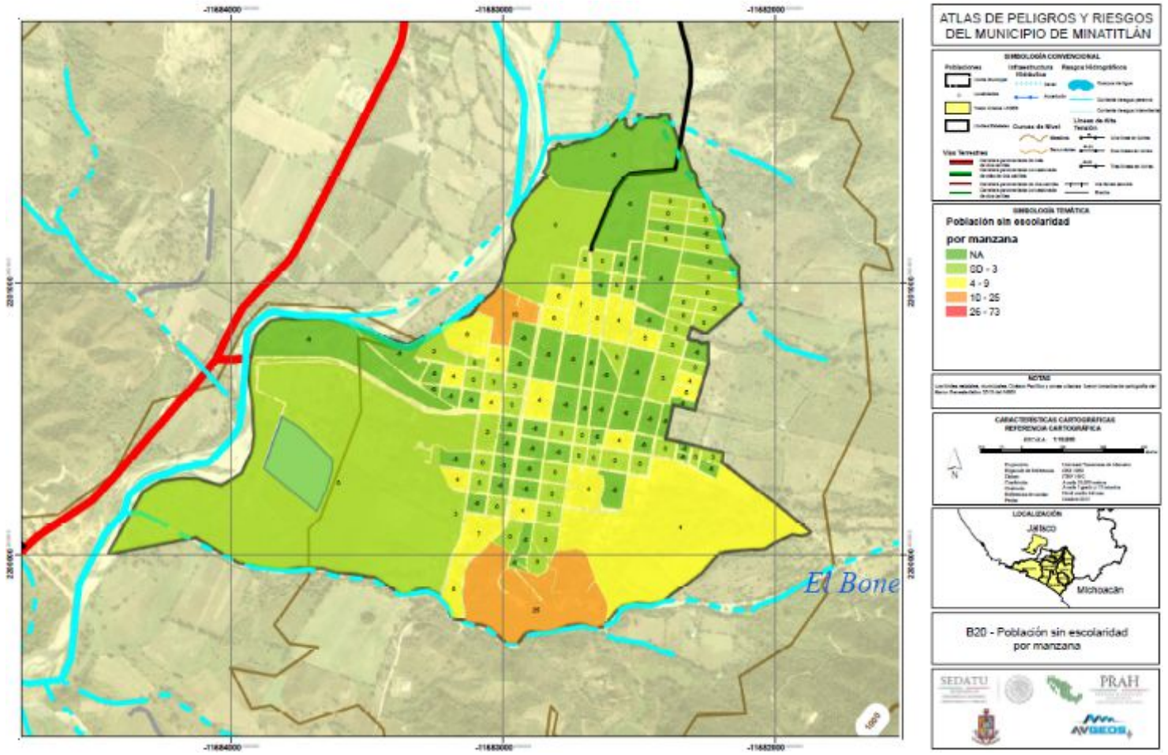
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Educación.

Figura 29. Población sin escolaridad por localidad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. Población sin escolaridad por manzana.



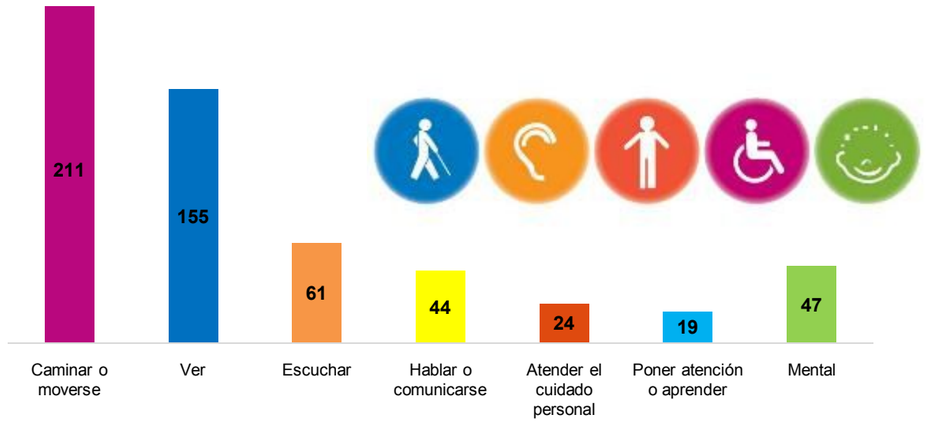
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Población con discapacidad

De acuerdo con los resultados del Cuestionario Básico del Censo de Población y Vivienda 2010 aplicado por el INEGI, en el municipio de Minatitlán la principal actividad limitada es la de caminar o moverse en forma independiente con 211 casos registrados al 2010, y en un segundo caso se tiene la limitación visual. Es importante notar que alrededor de un 5.4% de los habitantes cuenta con algún tipo de discapacidad, existiendo población con más de una limitación.

- Caminar o moverse. Hace referencia a la dificultad de una persona para moverse, caminar, desplazarse o subir escaleras debido a la falta de toda o una parte de sus piernas; incluye también a quienes teniendo sus piernas no tienen movimiento o presentan restricciones para moverse, de tal forma que necesitan ayuda de otras persona, silla de ruedas u otro aparato, como andadera o pierna artificial.
- Ver. Abarca la pérdida total de la vista en uno o ambos ojos, así como a los débiles visuales y a los que aún usando lentes no pueden ver bien por lo avanzado de sus problemas visuales.
- Escuchar. Incluye a las personas que no pueden oír, así como aquellas que presentan dificultad para escuchar (debilidad auditiva), en uno o ambos oídos, a las que aún usando aparato auditivo tiene dificultad para escuchar debido a lo avanzado de su problema.
- Hablar o comunicarse. Hace referencia a los problemas para comunicarse con los demás, debido a limitaciones para hablar o porque no pueden platicar o conversar de forma comprensible.
- Atender el cuidado personal. Hace referencia a las limitaciones o dificultades para atender por sí mismo el cuidado personal, como bañarse, vestirse o tomar alimentos.
- Poner atención o aprender. Incluye las limitaciones o dificultades para aprender una nueva tarea o para poner atención por determinado tiempo, así como limitaciones para recordar información o actividades que se deben realizar en la vida cotidiana.
- Mental. Abarca cualquier problema de tipo mental como retraso, alteraciones de la conducta o del comportamento.

Figura 31. Población según tipo de limitación en la actividad.



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Población con discapacidad.

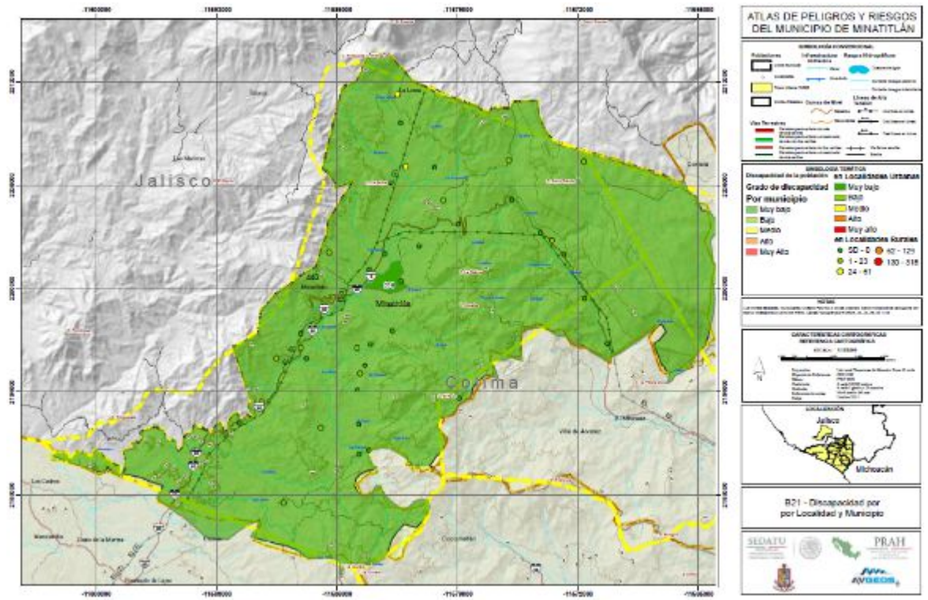
Tabla 18. Distribución de la población con discapacidad por localidad y manzana.

Localidad	AGEB	Manzana	Población total	Pob. con limitaciones	Caminar o moverse	Ver	Hablar o comunicarse	Escuchar	Atender el cuidado personal	Poner atención o aprender	Mental
Total del municipio	0000	000	8174	440	211	155	44	61	24	19	47
Total de la localidad urbana	0000	000	4588	218	108	75	26	37	16	16	20
Total AGEB	0078	000	1237	62	26	21	8	7	S/D	4	8
Minatitlán	0078	001	36	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	003	62	S/D	0	S/D	0	S/D	0	0	0
Minatitlán	0078	004	30	S/D	0	0	0	0	0	0	S/D
Minatitlán	0078	005	22	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	006	62	8	S/D	5	0	S/D	0	0	0
Minatitlán	0078	007	2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	008	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	009	71	5	S/D	S/D	S/D	0	0	S/D	S/D
Minatitlán	0078	010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	011	60	S/D	S/D	0	S/D	0	0	0	0
Minatitlán	0078	014	50	S/D	S/D	0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	015	61	5	4	0	S/D	0	0	0	0
Minatitlán	0078	016	35	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	017	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	018	29	S/D	0	0	S/D	0	0	0	S/D

Localidad	AGEB	Manzana	Población total	Pob. con limitaciones	Caminar o moverse	Ver	Hablar o comunicarse	Escuchar	Atender el cuidado personal	Poner atención o aprender	Mental
Minatitlán	0078	019	22	S/D	S/D	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	020	27	S/D	0	0	S/D	0	0	S/D	S/D
Minatitlán	0078	021	32	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	022	29	S/D	0	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	023	55	3	3	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	024	14	S/D	0	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	026	76	3	0	S/D	0	S/D	0	0	0
Minatitlán	0078	027	30	3	S/D	S/D	0	S/D	0	0	0
Minatitlán	0078	029	95	4	S/D	0	0	S/D	0	0	S/D
Minatitlán	0078	030	24	S/D	S/D	0	S/D	0	0	0	0
Minatitlán	0078	031	27	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	032	19	S/D	S/D	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	033	20	3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0
Minatitlán	0078	034	26	S/D	0	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	035	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	036	40	S/D	S/D	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	037	89	3	S/D	0	0	0	0	0	S/D
Minatitlán	0078	038	8	S/D	0	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	039	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	042	40	S/D	0	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	043	4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	044	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	045	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0097	000	563	25	10	7	4	5	S/D	4	S/D
Minatitlán	0097	001	249	13	4	S/D	S/D	5	0	S/D	S/D
Minatitlán	0097	004	124	7	4	S/D	S/D	0	S/D	S/D	0
Minatitlán	0097	005	61	S/D	0	0	S/D	0	0	0	0
Minatitlán	0097	006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	007	38	S/D	0	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	008	53	S/D	S/D	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	009	5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0097	010	33	S/D	S/D	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	010A	000	40	3	3	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	010A	001	23	S/D	S/D	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	010A	002	17	S/D	S/D	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	010A	003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0114	000	148	6	0	4	S/D	S/D	0	0	0
Minatitlán	0114	001	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	002	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	003	6	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	006	47	4	0	3	S/D	S/D	0	0	0
Minatitlán	0114	007	60	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	009	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	013	1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	014	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	015	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	016	8	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	017	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	018	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	019	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	020	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	021	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	022	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0129	000	1228	57	34	18	5	9	3	S/D	4
Minatitlán	0129	001	68	5	4	S/D	0	S/D	0	0	0
Minatitlán	0129	002	51	5	3	S/D	0	0	0	0	S/D
Minatitlán	0129	003	105	5	S/D	S/D	S/D	3	0	0	S/D
Minatitlán	0129	004	48	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	005	85	4	3	0	S/D	0	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0129	006	93	5	S/D	S/D	S/D	S/D	0	0	0
Minatitlán	0129	007	30	4	S/D	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	008	55	S/D	S/D	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	009	38	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	010	33	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	011	73	S/D	S/D	0	S/D	0	0	0	S/D
Minatitlán	0129	013	43	S/D	0	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	014	118	S/D	S/D	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	015	86	7	4	6	0	S/D	S/D	0	0
Minatitlán	0129	016	86	7	5	S/D	0	S/D	0	0	0
Minatitlán	0129	017	17	S/D	S/D	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	018	47	S/D	S/D	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	019	18	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	020	24	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	021	62	5	3	3	0	S/D	0	0	0
Minatitlán	0129	022	39	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	023	9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0129	024	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0133	000	1372	65	35	25	7	14	10	7	6
Minatitlán	0133	001	48	3	S/D	S/D	0	S/D	0	0	0
Minatitlán	0133	002	33	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	004	42	S/D	S/D	0	0	0	S/D	0	0
Minatitlán	0133	005	71	S/D	S/D	0	0	0	S/D	0	0
Minatitlán	0133	006	105	3	S/D	0	S/D	0	S/D	0	S/D
Minatitlán	0133	007	43	4	S/D	3	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	008	57	4	S/D	S/D	0	S/D	0	0	S/D
Minatitlán	0133	009	60	4	4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0
Minatitlán	0133	010	10	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	011	16	S/D	0	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	012	40	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	013	77	S/D	S/D	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	014	56	3	S/D	0	S/D	S/D	0	0	0
Minatitlán	0133	015	70	3	S/D	S/D	0	S/D	S/D	0	0
Minatitlán	0133	016	47	5	S/D	4	0	S/D	0	0	0
Minatitlán	0133	017	9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	018	65	3	3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	019	68	6	4	4	0	3	0	0	0
Minatitlán	0133	020	45	7	5	S/D	S/D	0	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	021	35	S/D	S/D	0	S/D	0	S/D	S/D	0
Minatitlán	0133	022	74	S/D	0	0	0	0	0	S/D	0
Minatitlán	0133	023	60	S/D	S/D	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	024	64	7	S/D	4	S/D	S/D	0	0	S/D
Minatitlán	0133	025	51	3	S/D	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	026	43	S/D	S/D	0	0	0	0	S/D	0
Minatitlán	0133	027	64	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	028	19	0	0	0	0	0	0	0	0

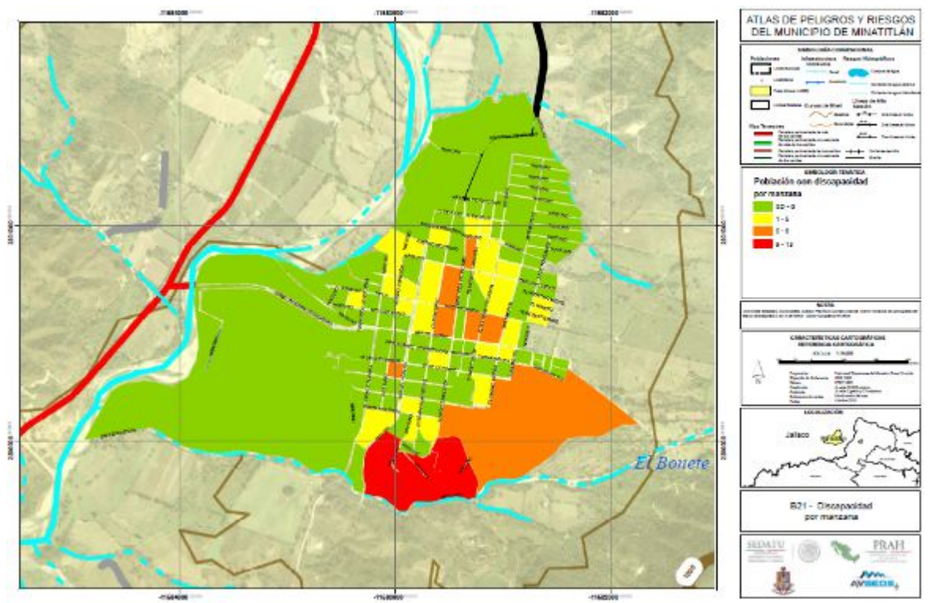
S/D = Sin dato.Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por AGEB y Manzana Urbana

Figura 32. Población con disapacidad por localidad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. Población con discapacidad por manzana



Fuente: Elaboración propia.

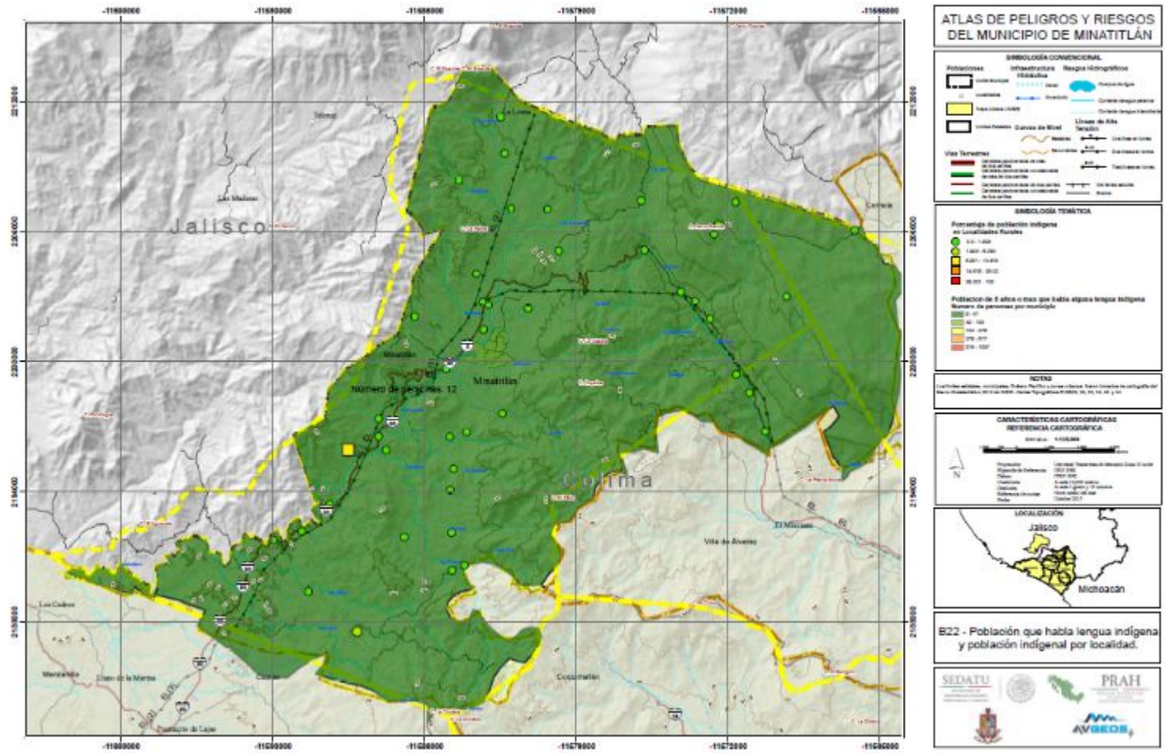
4.2.3 Lengua indígena

Minatitlán posee riqueza cultural, entre sus habitantes se encuentra población indígena cuya lengua los distingue y les da identidad. La lengua indígena más frecuente es el náhuatl (41.7%) seguido por el mazahua (8.3%).

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010, en el municipio la población de 3 años y más que habla lengua indígena fue de 14 habitantes (9 hombres y 5 mujeres), lo que representa menos del 1% del total que tienen 3 años y más (7,688 habitantes).

No se tiene registro de habitantes que hablen lengua indígena pero no hablen español, es decir, los hablantes de lengua indígena dominan también el idioma español o el dato no fue especificado durante el censo.

Figura 34. Población indígena por localidad.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Distribución de la población hablante de lengua indígena por localidad y manzana.

Localidad	AGEB	Manzana	Población total	Población de 3 años y más que habla lengua indígena.			Habla lengua indígena pero no habla español	Habla lengua indígena y español
				Total	Hombres	Mujeres		
Total del municipio	0000	000	8174	14	9	5	0	7
Total de la localidad urbana	0000	000	4588	12	7	5	0	5
Total AGEB	0078	000	1237	3	S/D	S/D	0	S/D
Minatitlán	0078	001	36	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	002	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	003	62	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	004	30	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	005	22	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	006	62	S/D	S/D	0	0	0
Minatitlán	0078	007	2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	008	15	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	009	71	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	010	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	011	60	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	014	50	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	015	61	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	016	35	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	017	16	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	018	29	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	019	22	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	020	27	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	021	32	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	022	29	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	023	55	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	024	14	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	026	76	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	027	30	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	029	95	S/D	S/D	S/D	0	S/D
Minatitlán	0078	030	24	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	031	27	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	032	19	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	033	20	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	034	26	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	035	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	036	40	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	037	89	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	038	8	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	039	9	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	042	40	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	043	4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	044	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	045	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0097	000	563	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	001	249	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	004	124	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	005	61	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	006	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	007	38	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	008	53	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	009	5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0097	010	33	0	0	0	0	0
Total AGEB	010A	000	40	S/D	0	S/D	0	0
Minatitlán	010A	001	23	S/D	0	S/D	0	0
Minatitlán	010A	002	17	0	0	0	0	0
Minatitlán	010A	003	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0114	000	148	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	001	11	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	002	15	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	003	6	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	005	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	006	47	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	007	60	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	008	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	009	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	010	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	011	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	012	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	013	1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	014	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	015	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	016	8	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	017	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	018	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	019	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	020	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	021	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	022	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0129	000	1228	6	5	S/D	0	S/D
Minatitlán	0129	001	68	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	002	51	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	003	105	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	004	48	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	005	85	S/D	S/D	0	0	S/D
Minatitlán	0129	006	93	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	007	30	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	008	55	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	009	38	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	010	33	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	011	73	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	013	43	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	014	118	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	015	86	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	016	86	S/D	S/D	0	0	S/D
Minatitlán	0129	017	17	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	018	47	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	019	18	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	020	24	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	021	62	4	3	S/D	0	0
Minatitlán	0129	022	39	0	0	0	0	0
Minatitlán	0129	023	9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0129	024	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0133	000	1372	S/D	0	S/D	0	S/D
Minatitlán	0133	001	48	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	002	33	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	003	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	004	42	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	005	71	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	006	105	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	007	43	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	008	57	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	009	60	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	010	10	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	011	16	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	012	40	0	0	0	0	0

Localidad	AGEB	Manzana	Población total	Población de 3 años y más que habla lengua indígena.			Habla lengua indígena pero no habla español	Habla lengua indígena y español
				Total	Hombres	Mujeres		
Minatitlán	0133	013	77	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	014	56	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	015	70	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	016	47	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	017	9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	018	65	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	019	68	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	020	45	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	021	35	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	022	74	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	023	60	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	024	64	S/D	0	S/D	0	S/D
Minatitlán	0133	025	51	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	026	43	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	027	64	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	028	19	0	0	0	0	0

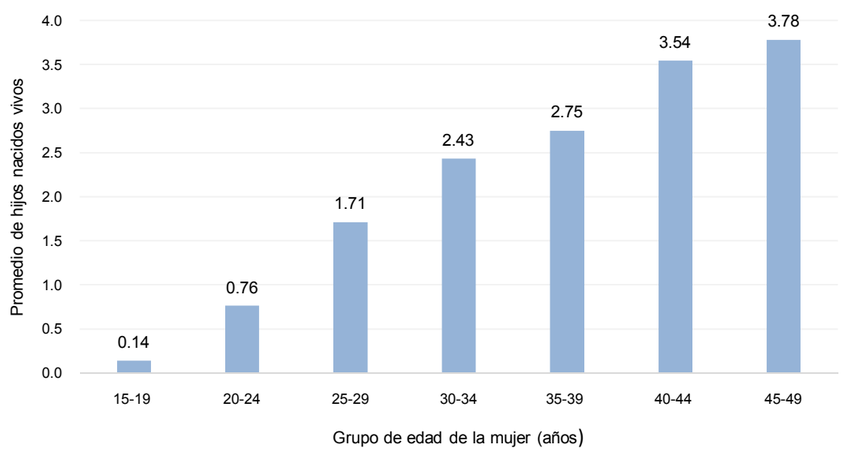
S/D = Sin dato.Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por AGEB y Manzana Urbana.

4.2.4 Salud

4.2.4.1 Fecundidad y mortalidad

En el Estado de Colima el promedio de hijos nacidos vivos de mujeres de 15 a 49 años es de 1.6, el municipio de Minatitlán supera esta cifra con 1.9 hijos nacidos vivos y ocupando el primer 1er. lugar a nivel estatal junto con el municipio de Armería y Tecomán.

Figura 35. Porcentaje de hijos nacidos vivos en población femenina por grupos de edad de 15-49 años.



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Fecundidad.

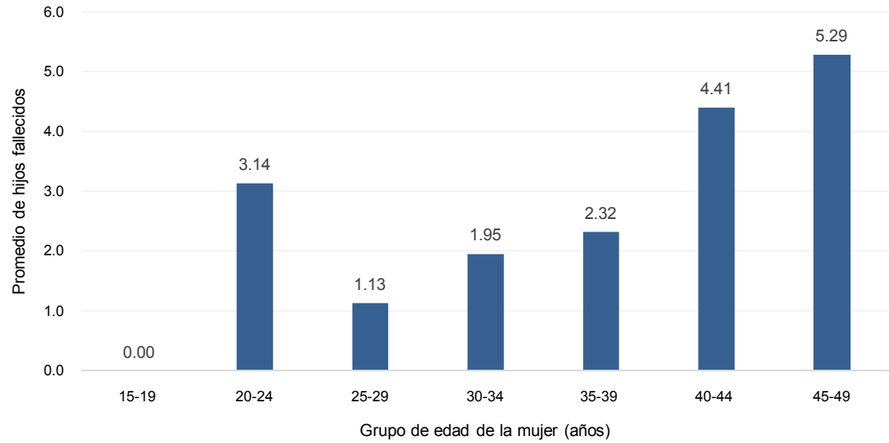
Por otra parte, el porcentaje de hijos fallecidos de mujeres de 12 años y más en Minatitlán es de 8.6, cifra que se encuentra por encima de la media estatal (7.9) y que indica un posible mejoramiento en los servicios de salud para alcanzar el nivel de otros municipios.

Tabla 20. Porcentaje de hijos fallecidos por municipio.

	Ixtlahuacán	Armería	Comala	Tecomán	Coquimatlán	**Minatitlán**	Cuauhtémoc	Manzanillo	Colima	Villa de Álvarez
Porcentaje de hijos fallecidos	11	11	10	9	9	9	8	8	7	6

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Fecundidad.

Figura 36. Porcentaje de hijos fallecidos en población femenina por grupos de edad de 15-49 años.



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Fecundidad.

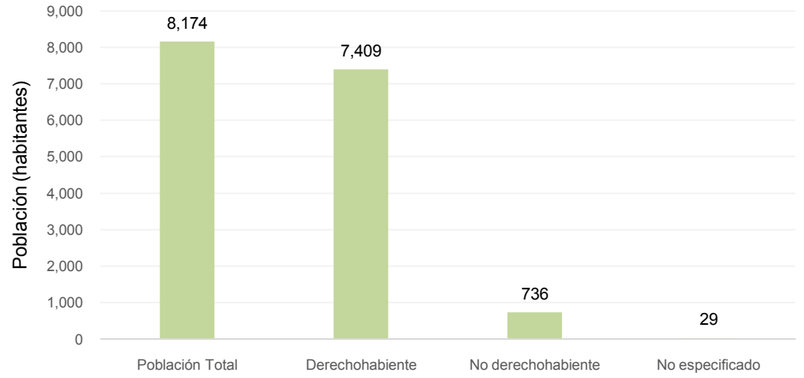


| Clínica Hospital del IMSS, El Poblado

4.2.4.2 Derechohabiencia

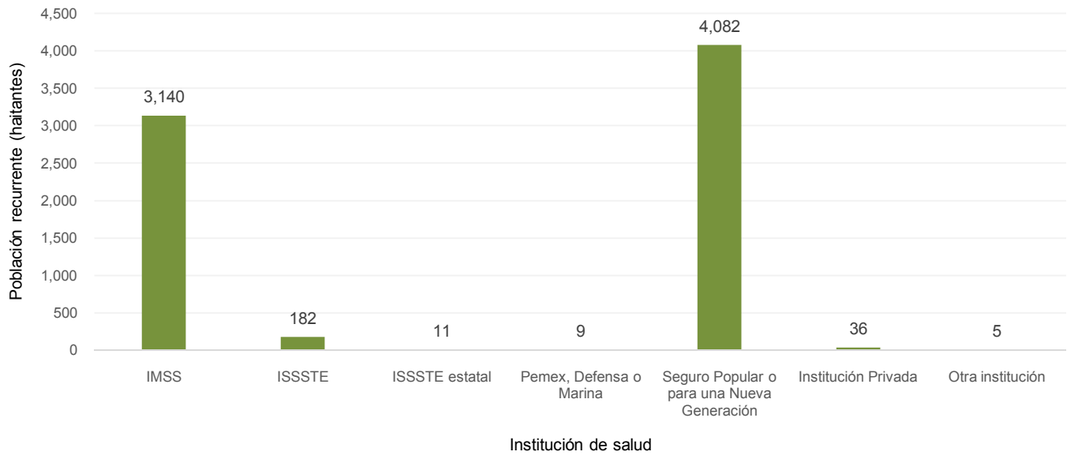
En 2010 el 90.6% de la población de Minatitlán era derechohabiente de alguna de las instituciones de salud. En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 9%, equivalente a 736 personas.

Figura 37. Población según condición de derechohabiencia.



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Servicios de salud.

Figura 38. Tipo de institución de salud recurrida por la población.



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Servicios de salud.

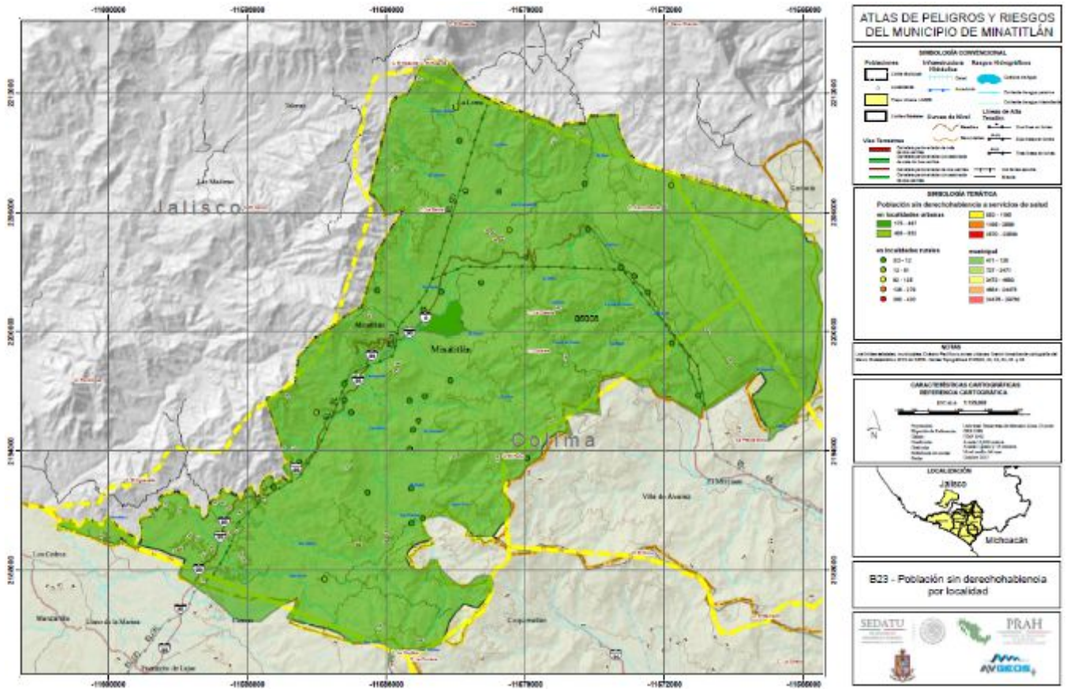
La institución mayormente recurrida por la población es el Seguro Popular (55% de la población derechohabiente), seguido por el IMSS de acuerdo al Censo de Población y Vivienda.

Tabla 21. Población sin derechohabiencia a servicios de salud.

Localidad	Población sin derechohabiencia
Paticajo	49
El Arrayanal	31
Agua Salada	30
La Loma	25
El Platanar	17
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	15
San Antonio	14
El Terrero	14
La Playa (La Playita)	10
El Sauz	10
Potrero Grande	5
La Coconal	5
Ranchitos	4
Las Guásimas	3
Minatitlán	487

Fuente: CONEVAL. Informe Anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2010.

Figura 39. Población sin derechohabiencia por localidad.



Fuente: Elaboración propia.

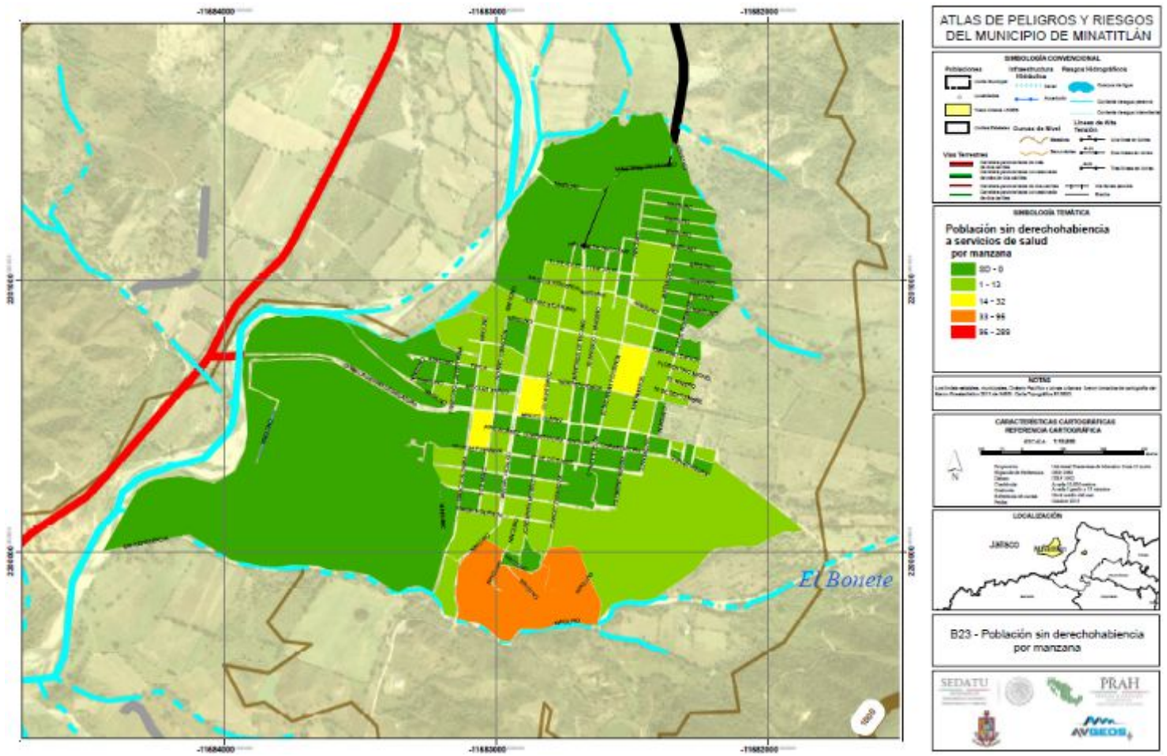
Tabla 22. Población derechohabiente por manzana en la cabecera municipal.

Localidad	AGEB	Manzana	Población total	Sin derechohabiencia	Derechohabiente	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Seguro Popular o para una Nueva Generación
Total del municipio	0000	000	8174	736	7409	3140	182	11	4082
Total de la localidad urbana	0000	000	4588	487	4087	1922	150	11	2005
Total AGEB	0078	000	1237	138	1096	505	48	S/D	545
Minatitlán	0078	001	36	0	36	11	6	0	19
Minatitlán	0078	002	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	003	62	3	59	23	S/D	0	37
Minatitlán	0078	004	30	S/D	29	23	0	S/D	6
Minatitlán	0078	005	22	0	22	14	S/D	0	8
Minatitlán	0078	006	62	12	50	33	S/D	0	16
Minatitlán	0078	007	2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	008	15	0	15	8	S/D	0	6
Minatitlán	0078	009	71	11	58	28	10	0	23
Minatitlán	0078	010	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	011	60	S/D	59	26	0	0	33
Minatitlán	0078	014	50	8	42	22	0	0	20
Minatitlán	0078	015	61	11	50	18	11	0	22
Minatitlán	0078	016	35	4	31	18	3	0	13
Minatitlán	0078	017	16	S/D	14	13	0	0	S/D
Minatitlán	0078	018	29	S/D	27	17	0	0	10
Minatitlán	0078	019	22	S/D	20	8	0	0	12
Minatitlán	0078	020	27	17	10	9	0	0	S/D
Minatitlán	0078	021	32	S/D	31	3	S/D	0	27
Minatitlán	0078	022	29	0	29	13	0	S/D	15
Minatitlán	0078	023	55	S/D	54	17	0	0	32
Minatitlán	0078	024	14	S/D	13	5	S/D	0	4
Minatitlán	0078	026	76	7	69	29	S/D	0	39
Minatitlán	0078	027	30	5	25	14	0	0	11
Minatitlán	0078	029	95	13	82	35	S/D	0	46
Minatitlán	0078	030	24	S/D	22	8	S/D	0	14
Minatitlán	0078	031	27	4	23	12	S/D	0	10
Minatitlán	0078	032	19	6	13	9	0	0	4
Minatitlán	0078	033	20	0	19	7	0	0	12
Minatitlán	0078	034	26	0	26	19	0	0	5
Minatitlán	0078	035	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	036	40	11	29	7	0	0	22
Minatitlán	0078	037	89	S/D	87	37	6	0	44
Minatitlán	0078	038	8	0	8	3	0	0	5
Minatitlán	0078	039	9	S/D	8	S/D	0	0	6
Minatitlán	0078	042	40	7	33	12	0	0	21
Minatitlán	0078	043	4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	044	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	045	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0097	000	563	88	474	198	24	0	253
Minatitlán	0097	001	249	57	191	72	6	0	114
Minatitlán	0097	004	124	12	112	54	12	0	45
Minatitlán	0097	005	61	7	54	25	0	0	30
Minatitlán	0097	006	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	007	38	7	31	7	S/D	0	23
Minatitlán	0097	008	53	S/D	52	23	0	0	29
Minatitlán	0097	009	5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0097	010	33	4	29	12	5	0	12
Total AGEB	010A	000	40	0	40	23	0	0	17
Minatitlán	010A	001	23	0	23	16	0	0	7
Minatitlán	010A	002	17	0	17	7	0	0	10
Minatitlán	010A	003	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0114	000	148	11	136	47	S/D	S/D	85
Minatitlán	0114	001	11	S/D	10	S/D	0	0	9

Localidad	AGEB	Manzana	Población total	Sin derechohabiencia	Derechohabiente	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Seguro Popular o para una Nueva Generación
Minatitlán	0114	002	15	0	15	10	0	S/D	3
Minatitlán	0114	003	6	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	005	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	006	47	4	43	22	S/D	0	20
Minatitlán	0114	007	60	4	55	14	S/D	0	40
Minatitlán	0114	008	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	009	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	010	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	011	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	012	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	013	1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	014	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	015	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	016	8	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	017	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	018	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	019	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	020	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	021	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	022	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0129	000	1228	120	1103	493	28	S/D	582
Minatitlán	0129	001	68	5	63	37	S/D	0	24
Minatitlán	0129	002	51	9	42	23	0	0	19
Minatitlán	0129	003	105	10	95	41	0	0	55
Minatitlán	0129	004	48	S/D	47	37	0	0	8
Minatitlán	0129	005	85	6	78	35	S/D	0	41
Minatitlán	0129	006	93	16	77	42	3	S/D	32
Minatitlán	0129	007	30	S/D	28	22	0	0	6
Minatitlán	0129	008	55	6	49	18	0	0	31
Minatitlán	0129	009	38	S/D	37	26	0	0	11
Minatitlán	0129	010	33	6	27	5	0	0	22
Minatitlán	0129	011	73	8	65	11	0	0	54
Minatitlán	0129	013	43	8	35	5	0	0	30
Minatitlán	0129	014	118	3	114	52	10	0	51
Minatitlán	0129	015	86	7	76	22	S/D	0	52
Minatitlán	0129	016	86	11	75	30	S/D	0	43
Minatitlán	0129	017	17	6	11	S/D	0	0	10
Minatitlán	0129	018	47	5	42	13	S/D	0	28
Minatitlán	0129	019	18	0	18	15	S/D	0	0
Minatitlán	0129	020	24	6	18	S/D	0	0	16
Minatitlán	0129	021	62	S/D	60	28	4	0	31
Minatitlán	0129	022	39	S/D	37	28	0	0	9
Minatitlán	0129	023	9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0129	024	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0133	000	1372	130	1238	656	48	6	523
Minatitlán	0133	001	48	6	42	25	0	0	16
Minatitlán	0133	002	33	5	28	16	5	0	7
Minatitlán	0133	003	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	004	42	0	42	25	0	0	17
Minatitlán	0133	005	71	10	61	36	S/D	S/D	23
Minatitlán	0133	006	105	14	91	51	S/D	0	39
Minatitlán	0133	007	43	7	36	15	S/D	0	20
Minatitlán	0133	008	57	10	47	21	S/D	0	25
Minatitlán	0133	009	60	6	54	39	5	0	10
Minatitlán	0133	010	10	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	011	16	3	13	3	S/D	0	9
Minatitlán	0133	012	40	S/D	39	9	3	S/D	25
Minatitlán	0133	013	77	9	68	43	S/D	0	23
Minatitlán	0133	014	56	3	53	26	S/D	0	25
Minatitlán	0133	015	70	6	64	36	0	0	28
Minatitlán	0133	016	47	8	39	16	0	0	23
Minatitlán	0133	017	9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	018	65	8	57	34	S/D	0	22
Minatitlán	0133	019	68	7	61	30	13	0	19
Minatitlán	0133	020	45	S/D	43	10	4	0	24
Minatitlán	0133	021	35	S/D	33	20	4	0	9
Minatitlán	0133	022	74	3	68	20	0	0	48
Minatitlán	0133	023	60	3	57	40	0	0	17
Minatitlán	0133	024	64	11	53	29	S/D	0	22
Minatitlán	0133	025	51	4	47	26	0	0	21
Minatitlán	0133	026	43	S/D	41	32	0	0	9
Minatitlán	0133	027	64	0	64	39	S/D	0	23
Minatitlán	0133	028	19	0	19	10	0	0	9

S/D = Sin dato.Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por AGEB y Manzana Urbana.

Figura 40. Población sin derechohabiencia por manzana.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.4.3 Personal médico

El Censo de Población y Vivienda 2010 revela que el personal médico en el municipio de Minatitlán es de 24 personas (1.4% del total de médicos en la entidad), siendo 2.9 la razón de médicos por cada mil habitantes.

Se cuenta con 14 unidades médicas en servicio de las instituciones públicas de salud que representan un 6.7% del total en el Estado. La razón de médicos por unidad médica es de 1.7 frente a la razón de 8.2 en la entidad.

El 78.6% del total de unidades médicas que hay en el municipio pertenecen a la SSA, 7.1% pertenecen al DIF, 7.1% pertenecen al IMSS y 7.1% pertenecen al ISSSTE. El 62.5% del personal médico labora en la SSA, el 33.3% labora en el IMSS y el 4.2% trabaja en el ISSSTE.

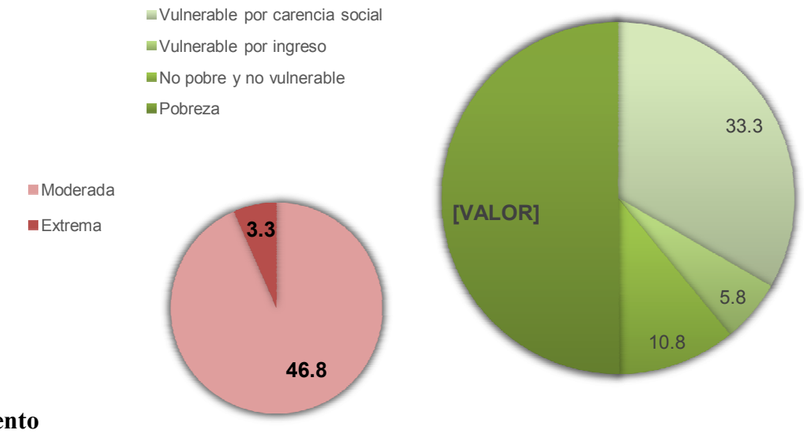


| Vivienda en Paticajo

4.2.5 Pobreza

El CONEVAL en su *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social,* reportó que en 2010 4,266 individuos (50.1% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 3,982 (46.8%) presentaban pobreza moderada y 284 (3.3%) pobreza extrema.

En el mismo año el número promedio de carencias para la población de Minatitlán en situación de pobreza fue de 1.9, por debajo del promedio estatal (2.2). A su vez, el número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema fue 3.4 frente a la media estatal de 3.7.



4.2.6 Hacinamiento

El hacinamiento compromete la privacidad de las personas generando espacios inadecuados para el estudio, esparcimiento y actividades íntimas para el desarrollo pleno de las personas. Al afectar de estas maneras, se traduce en una desventaja para los individuos.

En Minatitlán existen 2,157 viviendas particulares habitadas con una media de 3.8 ocupantes, superior al promedio estatal (3.6). De los 10 municipios es la segunda cifra más alta sólo por debajo de Tecomán.

El 33.72% de las viviendas particulares habitadas en el municipio muestran algún nivel de hacinamiento considerando, de acuerdo a lo estabelecido por CONAPO[10], que el número de ocupantes en cada cuarto dormitorio debería ser mayor a dos ocupantes para considerar a dicha vivienda con algún nivel de esta afectación, es decir, las viviendas hacinadas son la suma de: viviendas con sólo un cuarto dormitorio y con tres o más ocupantes; viviendas con dos cuartos dormitorio y con tres o más ocupantes; viviendas con tres cuartos dormitorio y seis o más ocupantes; viviendas con cuatro cuartos dormitorio y nueve ocupantes; viviendas con cinco cuartos dormitorio y doce ocupantes; viviendas con seis cuartos dormitorio y 15 ocupantes; y viviendas con siete cuartos dormitorio y 18 ocupantes y así sucesivamente. De esta forma, una vivienda tiene algún nivel de hacinamiento si se cumple la siguiente condición:

$$\frac{Número\ de\ ocupantes}{Número\ de\ cuartos\ dormitorio} > 2$$

[10] CONAPO, "Anexo C", en *Metodología de estimación del índice de marginación urbana,* 2010 (2010; México), 269-282.

Tabla 23. Viviendas particulares habitadas y número de ocupantes según número de cuartos.

Número de ocupantes	Viviendas particulares habitadas	Número de cuartos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 y más	No especificado
Total	2,157	128	419	671	450	388	62	26	3	4	6
1 ocupante	190	31	59	54	19	22	3	0	0	0	2
2 ocupantes	348	31	77	128	47	54	7	3	0	1	0
3 ocupantes	452	31	95	148	79	85	8	4	0	1	1
4 ocupantes	471	7	96	136	116	98	9	7	0	2	0
5 ocupantes	383	14	61	105	105	75	17	5	0	0	1
6 ocupantes	179	6	15	60	45	36	9	5	2	0	1
7 ocupantes	82	6	8	23	25	10	6	2	1	0	1
8 ocupantes	26	1	4	11	6	2	2	0	0	0	0
9 y más	26	1	4	6	8	6	1	0	0	0	0

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico. Vivienda.

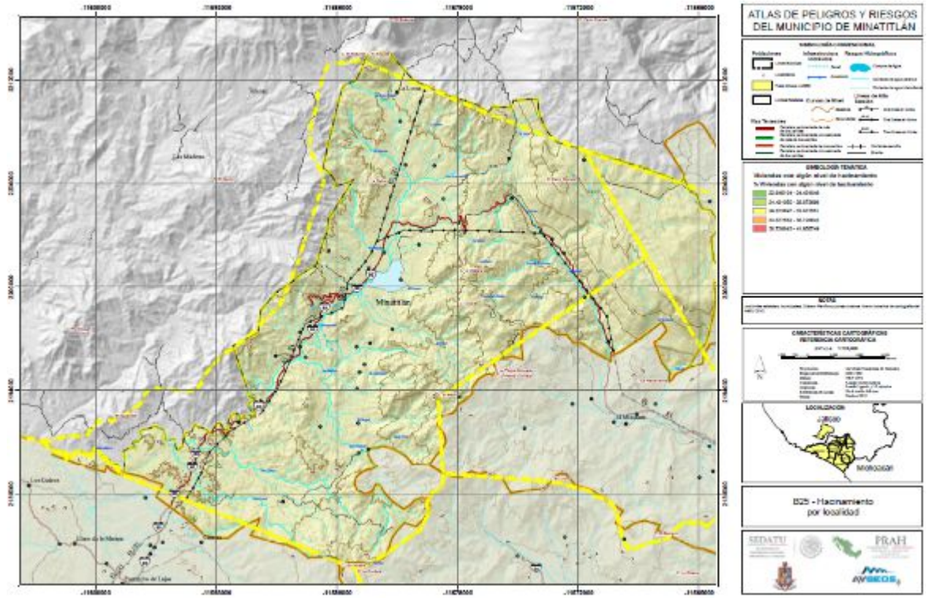
Tabla 24. Viviendas particulares habitadas según número de cuartos y promedio de ocupantes por localidad y manzana.

Localidad	AGEB	Manzana	Población total	Ocupantes promedio	Promedio de ocupantes por cuarto	Vivienda de 1 cuarto	Vivienda de 2 cuartos	Vivienda con 3 o más cuartos
Total del municipio	0000	000	2157	3.78	1.11	128	419	1604
Total de la localidad urbana	0000	000	1178	3.89	1.12	56	220	899
Total AGEB	0078	000	328	3.77	1.08	10	68	249
Minatitlán	0078	001	S/D	3.60	1.80	S/D	8	S/D
Minatitlán	0078	002	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	003	S/D	3.88	1.07	0	S/D	15
Minatitlán	0078	004	S/D	3.75	0.97	0	S/D	7
Minatitlán	0078	005	S/D	2.75	0.52	0	0	8
Minatitlán	0078	006	S/D	4.43	1.41	0	3	11
Minatitlán	0078	007	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	008	S/D	3.75	1.15	0	S/D	S/D
Minatitlán	0078	009	S/D	3.94	1	0	3	15
Minatitlán	0078	010	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	011	S/D	3.53	1.18	0	8	9
Minatitlán	0078	014	S/D	4.55	1.35	0	S/D	9
Minatitlán	0078	015	S/D	4.36	1.17	S/D	S/D	11
Minatitlán	0078	016	S/D	3.50	0.74	0	0	10
Minatitlán	0078	017	S/D	4	0.84	0	0	4
Minatitlán	0078	018	S/D	3.63	0.94	0	S/D	7
Minatitlán	0078	019	S/D	3.67	1.16	0	S/D	5
Minatitlán	0078	020	S/D	4.50	1.29	0	S/D	5
Minatitlán	0078	021	S/D	3.20	0.71	0	S/D	8
Minatitlán	0078	022	S/D	3.63	0.78	0	0	8
Minatitlán	0078	023	S/D	3.06	1.02	S/D	7	10
Minatitlán	0078	024	S/D	4.67	2.33	0	S/D	S/D
Minatitlán	0078	026	S/D	5.07	1.46	S/D	S/D	12
Minatitlán	0078	027	S/D	3.75	1.25	S/D	S/D	6
Minatitlán	0078	029	S/D	3.52	1.28	S/D	10	15
Minatitlán	0078	030	S/D	3	1.09	S/D	S/D	5
Minatitlán	0078	031	S/D	3	0.93	S/D	0	8
Minatitlán	0078	032	S/D	3.17	0.90	0	S/D	5
Minatitlán	0078	033	S/D	2.86	0.91	0	S/D	5
Minatitlán	0078	034	S/D	3.25	0.84	0	S/D	7
Minatitlán	0078	035	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	036	S/D	4	1.18	0	S/D	8
Minatitlán	0078	037	S/D	4.24	1.14	0	3	18
Minatitlán	0078	038	S/D	2	0.67	0	S/D	3
Minatitlán	0078	039	S/D	3	0.75	0	0	3
Minatitlán	0078	042	S/D	5.71	1.60	0	S/D	6
Minatitlán	0078	043	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	044	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	045	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0097	000	135	4.17	1.39	10	42	83
Minatitlán	0097	001	S/D	4.37	1.51	4	22	31
Minatitlán	0097	004	S/D	3.54	1.06	0	8	27
Minatitlán	0097	005	S/D	4.07	1.74	3	7	5
Minatitlán	0097	006	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	007	S/D	6.33	2.53	S/D	S/D	3
Minatitlán	0097	008	S/D	4.42	1.36	S/D	S/D	9
Minatitlán	0097	009	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0097	010	S/D	4.13	1.27	0	S/D	6
Total AGEB	010A	000	13	3.08	0.98	S/D	S/D	11
Minatitlán	010A	001	S/D	3.83	1.21	0	S/D	5
Minatitlán	010A	002	S/D	2.43	0.77	S/D	0	6
Minatitlán	010A	003	S/D	0	0	0	0	0
Total AGEB	0114	000	36	4.11	1.32	5	7	24
Minatitlán	0114	001	S/D	3.67	0.85	S/D	0	S/D
Minatitlán	0114	002	S/D	3.75	1.67	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	003	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	005	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	006	S/D	3.92	1.07	0	S/D	11
Minatitlán	0114	007	S/D	4.29	1.46	S/D	4	9
Minatitlán	0114	008	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	009	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	010	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	011	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	012	S/D	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	013	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	014	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	015	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	016	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	017	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	018	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	019	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	020	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	021	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	022	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0129	000	318	3.86	1.10	18	55	243
Minatitlán	0129	001	S/D	4.25	1.08	S/D	0	15
Minatitlán	0129	002	S/D	3.92	1.46	S/D	4	8
Minatitlán	0129	003	S/D	3.89	1.38	3	10	14
Minatitlán	0129	004	S/D	4.36	1.41	0	S/D	9
Minatitlán	0129	005	S/D	3.54	0.96	S/D	4	18
Minatitlán	0129	006	S/D	3.44	0.97	5	5	17
Minatitlán	0129	007	S/D	3	0.81	0	S/D	9
Minatitlán	0129	008	S/D	5	1.12	0	S/D	10
Minatitlán	0129	009	S/D	3.80	0.86	S/D	0	9
Minatitlán	0129	010	S/D	4.13	1.32	0	3	5
Minatitlán	0129	011	S/D	4.06	1.28	S/D	3	14
Minatitlán	0129	013	S/D	4.30	1.23	0	0	10
Minatitlán	0129	014	S/D	4.21	1.22	S/D	4	23
Minatitlán	0129	015	S/D	3.74	1.12	0	5	18
Minatitlán	0129	016	S/D	3.31	0.76	S/D	S/D	22
Minatitlán	0129	017	S/D	3.40	0.77	0	0	5
Minatitlán	0129	018	S/D	3.62	1.31	S/D	4	8
Minatitlán	0129	019	S/D	4.50	1.13	0	S/D	3
Minatitlán	0129	020	S/D	3.43	1	S/D	S/D	5
Minatitlán	0129	021	S/D	4.13	1.09	0	S/D	14

Localidad	AGEB	Manzana	Población total	Ocupantes promedio	Promedio de ocupantes por cuarto	Vivienda de 1 cuarto	Vivienda de 2 cuartos	Vivienda con 3 o más cuartos
Minatitlán	0129	022	S/D	3.90	1.11	0	3	7
Minatitlán	0129	023	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0129	024	S/D	0	0	0	0	0
Total AGEB	0133	000	348	3.93	1.09	12	47	289
Minatitlán	0133	001	S/D	4	1.17	0	S/D	10
Minatitlán	0133	002	S/D	3.67	0.94	0	S/D	8
Minatitlán	0133	003	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	004	S/D	3.50	1.08	0	3	9
Minatitlán	0133	005	S/D	3.74	1	S/D	S/D	16
Minatitlán	0133	006	S/D	3.75	0.98	0	5	23
Minatitlán	0133	007	S/D	3.31	1.02	0	3	10
Minatitlán	0133	008	S/D	5.18	1.33	0	S/D	10
Minatitlán	0133	009	S/D	3.53	1	0	S/D	15
Minatitlán	0133	010	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	011	S/D	3.20	1.07	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	012	S/D	5	1.48	S/D	S/D	6
Minatitlán	0133	013	S/D	4.28	0.94	0	S/D	17
Minatitlán	0133	014	S/D	3.73	1.08	0	S/D	14
Minatitlán	0133	015	S/D	3.89	1.13	0	S/D	16
Minatitlán	0133	016	S/D	4.70	1.21	0	0	10
Minatitlán	0133	017	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	018	S/D	3.61	1.02	S/D	S/D	15
Minatitlán	0133	019	S/D	3.78	0.97	0	S/D	17
Minatitlán	0133	020	S/D	2.81	0.80	S/D	4	11
Minatitlán	0133	021	S/D	3.50	1.09	S/D	S/D	7
Minatitlán	0133	022	S/D	4.73	1.73	S/D	6	7
Minatitlán	0133	023	S/D	4	1.30	0	5	10
Minatitlán	0133	024	S/D	4.27	1.14	S/D	S/D	11
Minatitlán	0133	025	S/D	3.92	0.94	0	0	13
Minatitlán	0133	026	S/D	4.78	1.19	0	0	9
Minatitlán	0133	027	S/D	4.27	1.31	0	S/D	14
Minatitlán	0133	028	S/D	3.80	1.12	0	0	5

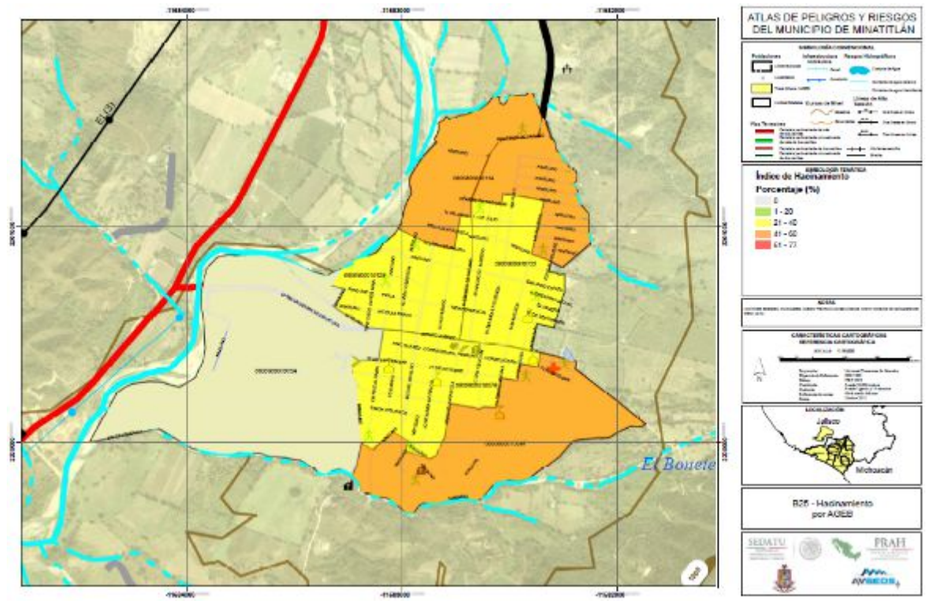
S/D = Sin dato.Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por AGEB y Manzana Urbana.

Figura 41. Hacinamiento por localidad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Hacinamiento por AGEB.



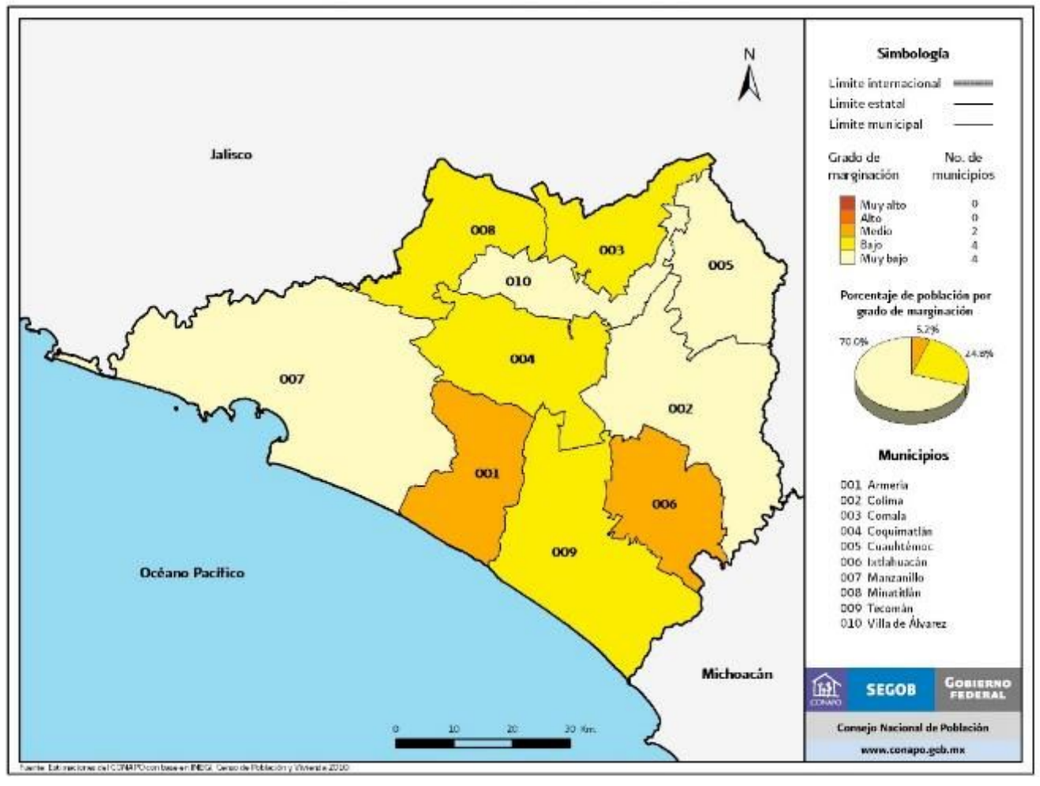
Fuente: Elaboración propia.

4.2.7 Marginación

El índice de marginación es una medida resumen que permite diferenciar a las localidades censales del país según el impacto global de las privaciones que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes.

Minatitlán es considerado un municipio con grado de marginación bajo, ocupando el 3er. lugar en el contexto estatal. Esta categorización se debe a los siguientes indicadores reportados por CONAPO.

Figura 43. Grado de marginación por municipio.



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Población total	8,174
% Población de 15 años o más analfabeta	7.25
% Población de 15 años o más sin primaria completa	25.13
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado	2.33
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	1.41
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada	2.68
% Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	33.72
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra	5.44
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	100.00
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	37.32
Índice de marginación	-0.81355
Grado de marginación	Bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,887

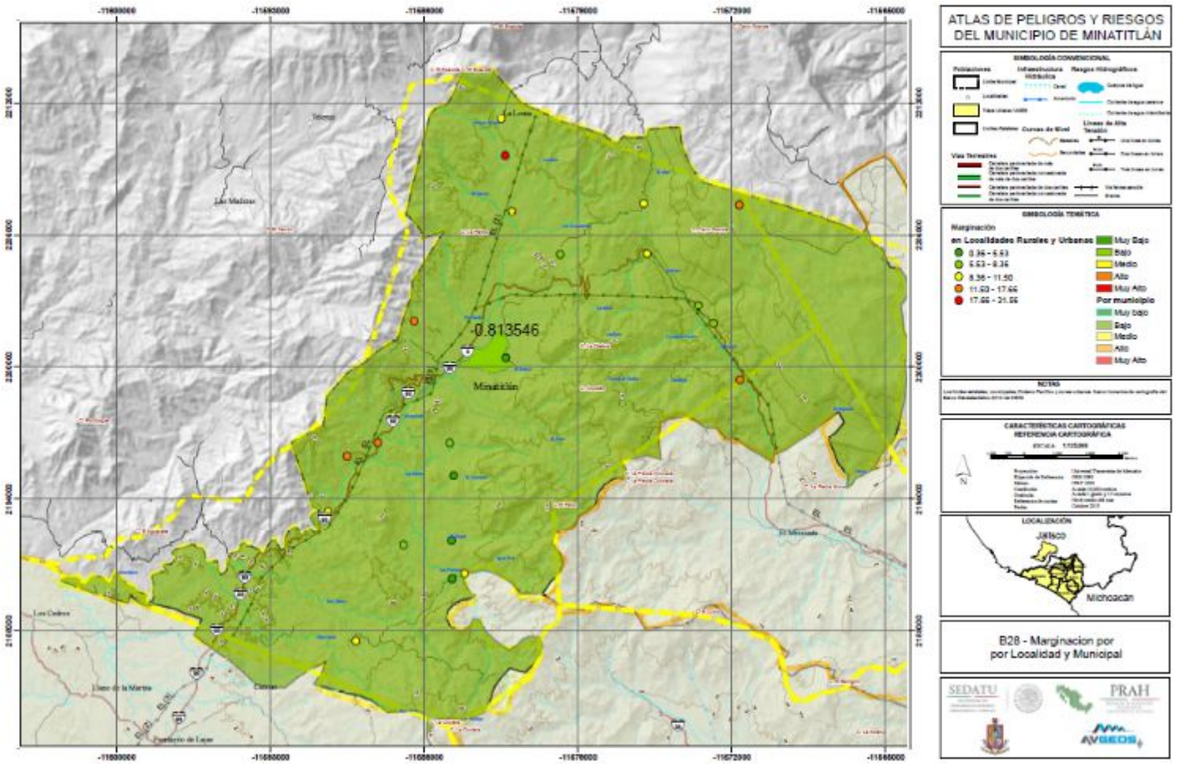
El grado e índice de marginación en las localidades del muncipio ha sido asignado por la misma dependencia después de analizar las carencias en las tres dimensiones ya comentadas.

Tabla 25. Índice y grado de marginación por localidad.

Localidad	Índice de marginación	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100	Lugar que ocupa en el contexto nacional	Lugar que ocupa en el contexto estatal
Minatitlán	-1.1941	Bajo	5.1723	101 109	264
Agua Fría	-0.6709	Alto	9.3259	77 104	128
Agua Salada	-0.6908	Alto	9.1679	78 142	134
Las Agujas	1.0148	Muy alto	22.7083	16 482	16
El Arrayanal	-0.5815	Alto	10.0352	72 307	106
El Convento	-1.1784	Bajo	5.2966	100 649	263
Las Guásimas	-0.8161	Medio	8.1731	84 883	174
La Loma	-0.6623	Alto	9.3939	76 628	127
El Nogal	-1.1590	Bajo	5.4511	100 099	259
Platanarillos	-0.9524	Medio	7.0910	91 702	209
La Playa (La Playita)	-0.6325	Alto	9.6308	74 980	122
Potrero Grande	-0.8156	Medio	8.1771	84 853	173
Ranchitos	-0.9981	Medio	6.7287	93 791	220
Rastrojitos	-0.3970	Alto	11.5003	62 516	79
San Antonio	-0.7975	Alto	8.3210	83 876	166
El Sauz	-0.5388	Alto	10.3748	70 019	94
El Terrero	-0.0020	Alto	14.6362	44 515	46
El Aparejito	-0.0584	Alto	14.1881	46 823	50
La Coconal	-0.2145	Alto	12.9494	53 708	63
Paticajo	-0.9472	Medio	7.1328	91 459	207
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	-1.6034	Muy bajo	1.9229	106 564	289
El Fresno	-1.1784	Bajo	5.2973	100 643	262
Las Pesadas	-0.1226	Alto	13.6786	49 615	56
El Platanar	0.0450	Alto	15.0091	42 640	44
Minatitlán	-1.5258	Muy bajo	2.5387	106 040	288

Fuente: CONAPO. Índice de marginación por localidad 2010.

Figura 44. Marginación por localidad.

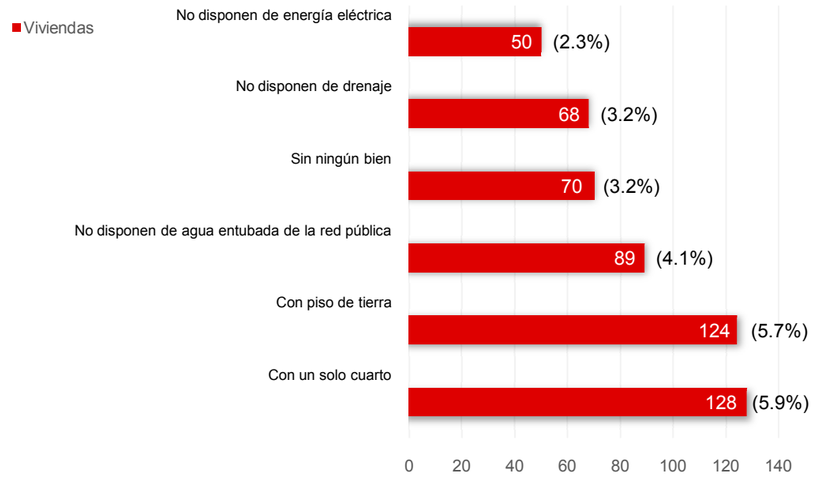


Fuente: Elaboración propia.

4.3 Características de la vivienda

En 2010 durante el Censo de Población y Vivienda, el porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 6.8%; a su vez, el porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 19.4%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 1,649 personas.

Figura 45. Indicadores de vivienda



Fuente: CONEVAL. Informe Anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2010.

El término sin ningun bien hace referencia a viviendas particulares habitadas que no disponen de radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular ni internet.

Tabla 26. Indicadores de vivienda por localidad.

Localidad	Viviendas particulares habitadas	No disponen de agua entubada	No disponen de drenaje	No disponen de energía eléctrica	Con piso de tierra	No disponen de sanitario o excusado
Otatitos	0	0	0	0	0	0
El Cedrito	0	0	0	0	0	1
Benjamín Campos	0	0	0	0	0	0
Campamento Uno (Consorcio)	0	0	0	0	0	23
El Divisadero Dos	0	0	0	0	0	1
El Terrero Dos	0	0	0	0	0	1
Buenos Aires	0	0	0	0	0	1
La Agua Buena	0	0	0	0	0	1
Las Mulas	0	0	0	0	0	1
La Parota Herrada	0	0	0	0	0	0
La Joya de Afuera	0	0	0	0	0	1
El Molino	0	0	0	0	0	1
Rancho Escondido (María Sandoval de la Cruz)	0	0	0	0	0	1
Potrerillos	0	0	0	0	0	1
La Tuna	0	0	0	0	0	0

Localidad	Viviendas particulares habitadas	No disponen de agua entubada	No disponen de drenaje	No disponen de energía eléctrica	Con piso de tierra	No disponen de sanitario o excusado
El Fresno	3	1	0	0	0	1
Minatitlán	0	0	0	0	0	0
Las Agujas	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
El Aparejito	3	2	0	0	0	0
Agua Fría	7	1	0	1	0	0
El Nogal	6	1	0	0	0	0
Rastrojitos	5	5	0	0	0	2
El Convento	4	0	0	0	0	0
Platanarillos	5	0	0	0	0	0
Las Guásimas	13	0	1	0	0	2
Potrero Grande	21	0	0	0	1	0
Las Pesadas	18	6	3	1	6	3
Ranchitos	21	2	0	0	0	0
La Coconal	17	2	5	0	2	4
El Arrayanal	34	0	2	3	7	2
La Playa (La Playita)	37	1	1	5	4	1
El Terrero	35	18	9	7	8	11
El Sauz	35	9	2	1	3	3
El Platanar	41	4	12	3	20	13
San Antonio	56	5	4	0	1	2
Agua Salada	73	0	5	0	11	6
La Loma	82	6	6	8	5	5
Paticajo	193	3	3	1	13	3
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	245	0	0	0	0	0
Minatitlán	1178	10	9	7	37	23

Fuente: CONAPO. Índice de marginación por localidad 2010.

Tabla 27. Indicadores de vvienda por manzana.

Localidad	AGEB	Manzana	Viviendas particulares habitadas	Piso diferente de tierra	Piso de tierra	Disponen de luz eléctrica	No disponen de luz eléctrica	Disponen de agua entubada	No disponen de agua entubada	Disponen de excusado	Disponen de drenaje	No disponen de drenaje	Disponen de luz, agua y drenaje	Sin ningún bien
Total del municipio	0000	000	2157	2029	124	2105	50	2064	89	2070	2083	68	1990	70
Total de la localidad urbana	0000	000	1178	1138	37	1170	7	1165	10	1155	1166	9	1153	21
Total AGEB	0078	000	328	321	6	328	0	324	3	322	325	S/D	322	3
Minatitlán	0078	001	S/D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	0
Minatitlán	0078	002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	003	S/D	16	0	16	0	16	0	16	16	0	16	0
Minatitlán	0078	004	S/D	8	0	8	0	8	0	8	8	0	8	0
Minatitlán	0078	005	S/D	8	0	8	0	8	0	8	8	0	8	0
Minatitlán	0078	006	S/D	14	0	14	0	14	0	14	14	0	14	0
Minatitlán	0078	007	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	008	S/D	4	0	4	0	4	0	4	4	0	4	0
Minatitlán	0078	009	S/D	18	0	18	0	18	0	18	18	0	18	0
Minatitlán	0078	010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	011	S/D	16	S/D	17	0	17	0	17	17	0	17	0
Minatitlán	0078	014	S/D	11	0	11	0	11	0	11	11	0	11	0
Minatitlán	0078	015	S/D	13	S/D	14	0	14	0	14	14	0	14	0
Minatitlán	0078	016	S/D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	0
Minatitlán	0078	017	S/D	4	0	4	0	4	0	4	4	0	4	0
Minatitlán	0078	018	S/D	8	0	8	0	8	0	8	8	0	8	0
Minatitlán	0078	019	S/D	6	0	6	0	6	0	6	6	0	6	0
Minatitlán	0078	020	S/D	6	0	6	0	6	0	6	6	0	6	0
Minatitlán	0078	021	S/D	9	0	10	0	10	0	10	9	0	9	0
Minatitlán	0078	022	S/D	8	0	8	0	8	0	8	8	0	8	0
Minatitlán	0078	023	S/D	18	0	18	0	16	S/D	17	18	0	16	0
Minatitlán	0078	024	S/D	3	0	3	0	S/D	0	S/D	3	0	S/D	0
Minatitlán	0078	026	S/D	15	0	15	0	15	0	15	15	0	15	0
Minatitlán	0078	027	S/D	7	S/D	8	0	8	0	8	8	0	8	0
Minatitlán	0078	029	S/D	24	3	27	0	27	0	25	27	0	27	S/D
Minatitlán	0078	030	S/D	8	0	8	0	8	0	7	7	S/D	7	0
Minatitlán	0078	031	S/D	9	0	9	0	8	S/D	8	8	S/D	8	0
Minatitlán	0078	032	S/D	6	0	6	0	6	0	6	6	0	6	0
Minatitlán	0078	033	S/D	7	0	7	0	7	0	7	7	0	7	0
Minatitlán	0078	034	S/D	8	0	8	0	8	0	8	8	0	8	0
Minatitlán	0078	035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	036	S/D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	S/D
Minatitlán	0078	037	S/D	21	0	21	0	21	0	21	21	0	21	0
Minatitlán	0078	038	S/D	4	0	4	0	4	0	4	4	0	4	0
Minatitlán	0078	039	S/D	3	0	3	0	3	0	3	3	0	3	0
Minatitlán	0078	042	S/D	7	0	7	0	7	0	7	7	0	7	0
Minatitlán	0078	043	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0078	044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0078	045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0097	000	135	122	13	133	S/D	133	S/D	129	134	S/D	131	6
Minatitlán	0097	001	S/D	47	10	55	S/D	55	S/D	54	57	0	54	5
Minatitlán	0097	004	S/D	35	0	35	0	35	0	35	35	0	35	0
Minatitlán	0097	005	S/D	14	S/D	15	0	15	0	13	14	S/D	14	S/D
Minatitlán	0097	006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0097	007	S/D	5	S/D	6	0	6	0	6	6	0	6	0
Minatitlán	0097	008	S/D	11	S/D	12	0	12	0	11	12	0	12	0
Minatitlán	0097	009	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0097	010	S/D	8	0	8	0	8	0	8	8	0	8	0
Total AGEB	010A	000	13	13	0	13	0	13	0	12	12	S/D	12	0
Minatitlán	010A	001	S/D	6	0	6	0	6	0	6	6	0	6	0
Minatitlán	010A	002	S/D	7	0	7	0	7	0	6	6	S/D	6	0
Minatitlán	010A	003	S/D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0114	000	36	31	4	34	S/D	35	S/D	34	34	S/D	34	3
Minatitlán	0114	001	S/D	S/D	0	3	0	3	0	3	3	0	3	0
Minatitlán	0114	002	S/D	4	0	4	0	4	0	4	4	0	4	0
Minatitlán	0114	003	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	006	S/D	11	S/D	12	0	12	0	12	12	0	12	S/D
Minatitlán	0114	007	S/D	13	S/D	14	0	14	0	14	14	0	14	0
Minatitlán	0114	008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	012	S/D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	013	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	016	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0114	017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0114	022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0129	000	318	307	10	316	S/D	312	4	312	315	S/D	310	8
Minatitlán	0129	001	S/D	16	0	16	0	16	0	16	16	0	16	0
Minatitlán	0129	002	S/D	12	S/D	13	0	13	0	13	13	0	13	S/D

Localidad	AGEB	Manzana	Viviendas particulares habitadas	Piso diferente de tierra	Piso de tierra	Disponen de luz eléctrica	No disponen de luz eléctrica	Disponen de agua entubada	No disponen de agua entubada	Disponen de excusado	Disponen de drenaje	No disponen de drenaje	Disponen de luz, agua y drenaje	Sin ningún bien
Minatitlán	0129	003	S/D	25	S/D	27	0	26	S/D	25	26	S/D	25	S/D
Minatitlán	0129	004	S/D	11	0	11	0	11	0	11	11	0	11	0
Minatitlán	0129	005	S/D	23	S/D	23	S/D	23	0	23	23	S/D	22	S/D
Minatitlán	0129	006	S/D	26	S/D	27	0	27	0	27	27	0	27	S/D
Minatitlán	0129	007	S/D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	0
Minatitlán	0129	008	S/D	11	0	11	0	11	0	11	11	0	11	0
Minatitlán	0129	009	S/D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	0
Minatitlán	0129	010	S/D	7	S/D	8	0	8	0	8	8	0	8	0
Minatitlán	0129	011	S/D	17	S/D	18	0	18	0	18	18	0	18	S/D
Minatitlán	0129	013	S/D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	S/D
Minatitlán	0129	014	S/D	28	0	28	0	28	0	28	28	0	28	0
Minatitlán	0129	015	S/D	22	S/D	23	0	23	0	23	23	0	23	0
Minatitlán	0129	016	S/D	25	0	25	0	25	0	25	25	0	25	0
Minatitlán	0129	017	S/D	5	0	5	0	5	0	5	5	0	5	0
Minatitlán	0129	018	S/D	11	S/D	13	0	12	S/D	13	13	0	12	0
Minatitlán	0129	019	S/D	4	0	4	0	4	0	4	4	0	4	0
Minatitlán	0129	020	S/D	7	0	7	0	6	S/D	7	7	0	6	0
Minatitlán	0129	021	S/D	15	0	15	0	15	0	15	15	0	15	0
Minatitlán	0129	022	S/D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	0
Minatitlán	0129	023	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0129	024	S/D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total AGEB	0133	000	348	344	4	346	S/D	348	0	346	346	S/D	344	S/D
Minatitlán	0133	001	S/D	12	0	12	0	12	0	12	12	0	12	0
Minatitlán	0133	002	S/D	9	0	9	0	9	0	9	9	0	9	0
Minatitlán	0133	003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minatitlán	0133	004	S/D	12	0	12	0	12	0	12	12	0	12	0
Minatitlán	0133	005	S/D	19	0	19	0	19	0	19	19	0	19	0
Minatitlán	0133	006	S/D	28	0	28	0	28	0	27	27	S/D	27	0
Minatitlán	0133	007	S/D	13	0	13	0	13	0	13	13	0	13	0
Minatitlán	0133	008	S/D	10	S/D	11	0	11	0	11	11	0	11	0
Minatitlán	0133	009	S/D	17	0	17	0	17	0	17	17	0	17	0
Minatitlán	0133	010	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	011	S/D	4	S/D	4	S/D	5	0	5	5	0	4	0
Minatitlán	0133	012	S/D	8	0	8	0	8	0	8	8	0	8	0
Minatitlán	0133	013	S/D	18	0	18	0	18	0	18	18	0	18	0
Minatitlán	0133	014	S/D	15	0	15	0	15	0	15	15	0	15	0
Minatitlán	0133	015	S/D	18	0	17	S/D	18	0	18	18	0	17	0
Minatitlán	0133	016	S/D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	0
Minatitlán	0133	017	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Minatitlán	0133	018	S/D	18	0	18	0	18	0	18	17	0	17	0
Minatitlán	0133	019	S/D	18	0	18	0	18	0	18	18	0	18	0
Minatitlán	0133	020	S/D	16	0	16	0	16	0	16	16	0	16	0
Minatitlán	0133	021	S/D	10	0	10	0	10	0	10	10	0	10	S/D
Minatitlán	0133	022	S/D	14	S/D	15	0	15	0	14	15	0	15	0
Minatitlán	0133	023	S/D	15	0	15	0	15	0	15	15	0	15	0
Minatitlán	0133	024	S/D	14	S/D	15	0	15	0	15	15	0	15	0
Minatitlán	0133	025	S/D	13	0	13	0	13	0	13	13	0	13	0
Minatitlán	0133	026	S/D	9	0	9	0	9	0	9	9	0	9	0
Minatitlán	0133	027	S/D	15	0	15	0	15	0	15	15	0	15	0
Minatitlán	0133	028	S/D	5	0	5	0	5	0	5	5	0	5	0

S/D = Sin dato. Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por AGEB y Manzana Urbana.
Existen viviendas con más de unsanitario/excusado.

De las 2,157 viviendas particulares habitadas en el municipio, 124 (6%) tienen tierra como material en piso, 1,357 (63%) cemento o firme y 672 (31%) madera, mosaico u otro recubrimiento.

4.3.1 Déficit de vivienda

El déficit de vivienda es el resultado de un explosivo crecimiento demográfico, la inequitativa distribución de la riqueza y la falta de financiamiento de algunos sectores de la población para poder adquirir una vivienda. El problema no sólo se remite a la insuficiencia de la vivienda si no también a las condiciones de la misma.

Metodología. -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 esta cifra 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.

$$DV = \frac{TH - TVPH + TVPMD + TVPT}{TVPH} X100$$

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

Cálculo. - De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 el total de hogares censales en el municipio es de 2,157, igual al total de viviendas particulares habitadas, el total de viviendas habitadas con paredes de material de desecho y lámina de cartón es nulo y el total de viviendas particulares habitadas con piso de tierra es de 124.

$$DV = \frac{2157 - 2157 + 0 + 124}{2157} X100 = 5.75\%$$

Interpretación del resultado. -De acuerdo a la *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*[11], al tomar este indicador un valor entre 1.63 y 13.72, la condición de vulnerabilidad por Déficit de Vivienda en el municipio es Muy baja, con un valor asignado de 0.00.

4.4 Empleo e ingresos

4.4.1 Sectores de ocupación

La explotación minera es la actividad más importante para el municipio; la proyección nacional que favorece a Minatitlán se debe a que el municipio cuenta con el depósito mineral más grande del país. Por información proporcionada por el Consorcio Minero Benito Juárez-Peña Colorada, se tiene un potencial de 187'800,000 toneladas distribuidas de la siguiente manera: 126'000,000 de toneladas de reservas probadas in situ, 7'800,000 toneladas probadas en terreros y 54'000,000 de toneladas probables con contenidos de 67.92% de Fe total. Cuenta con una planta de beneficio con capacidad de 7'200,000 t/a y una producción de 20,850 t/d.

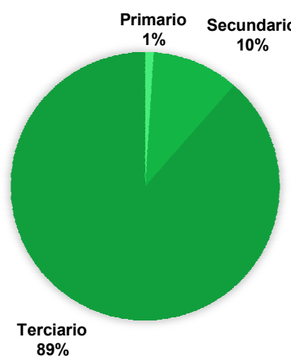
[11] CENAPRED, *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*(México: SEGOB, 2014), 1-166.

En 1967 se fundó el consorcio minero y desde la década de los 50, se explotan las minas: Las pesadas, El Astillero y Cerro del Ocote. La región cuenta con otros minerales aún sin explotar como algunos cuerpos de oro, granate, cobre, calizas y barita, pero principalmente, caolín.

Por ser un lugar montañoso de tierra fértil, la agricultura es otra actividad importante, principalmente por la producción de maíz, café, naranja, caña de azúcar, hortalizas, aguacate, durazno y manzana.

En el municipio se encuentran ubicadas un total de 297 unidades económicas (UE), las cuales representan el 1% del total de empresas que hay en el Estado, la mayoría de ellas realizan actividades características del sector terciario.

Figura 46. Participación relativa de las UE por sector.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).

Tabla 28. Unidades económicas por giro de actividad.

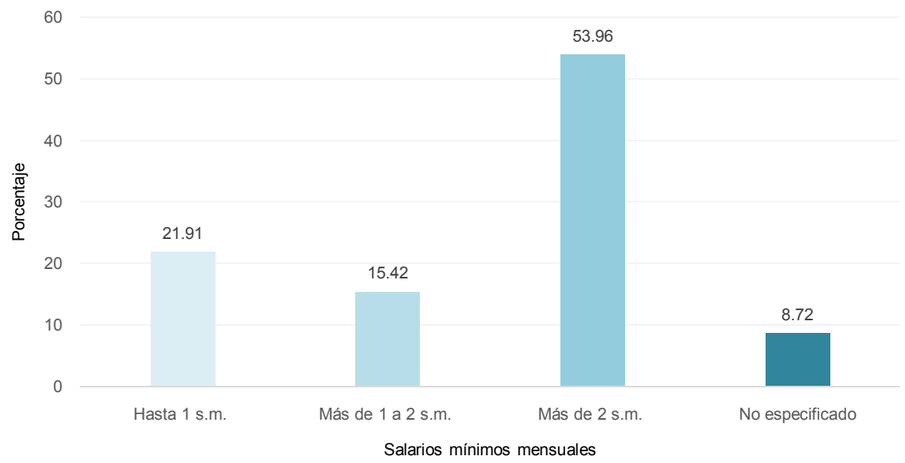
Giro o actividad	No. de Unidades Económicas
Sector primario	3
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza.	3
Sector secundario	31
Minería.	3
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final.	1
Construcción.	1
Manufactureras.	26
Sector terciario	263
Comercio al por mayor.	10
Comercio al por menor.	130
Transportes, correos y almacenamientos.	6
Información en medios masivos.	3
Servicios financieros y de seguros.	4
Servicios profesionales, científicos y técnicos.	5
Servicio de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación.	10
Servicios educativos.	8
Servicios de salud y de asistencia social.	5
Servicios de esparcimiento cultural y deportivo, y otros servicios recreativos.	6
Servicio de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.	4
Otros servicios excepto actividades gubernamentales.	39

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).

4.4.2 Población Económicamente Activa

Los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 muestran que existen 2,975 habitantes de Minatitlán que conforman la Población Económicamente Activa (PEA) del municipio, de los cuales el 97.5% se encontraba ocupado.

Figura 47. Población ocupada y su distribución porcentual según nivel de ingreso.



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Ampliado. Características económicas.

Dentro de la PEA de Minatitlán existen 75 personas desocupadas y 3,276 habitantes que conforman la población económicamente inactiva de los cuales el 55.8% se dedica a los quehaceres del hogar, 30.9% son estudiantes, 3.4% tienen alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar, 1.7% son pensionados o jubilados y 8.2% se ocupa en otras actividades no económicas no especificadas.

La razón de dependencia por edad es de 57, es decir, por cada 100 personas en edad productiva (15 a 64 años) hay 57 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64 años).

4.4.2.1 Porcentaje de PEA con ingresos de menos de dos salarios mínimos

Aún cuando son diversos los factores que influyen en la determinación de los salarios, las remuneraciones guardan relación con la productividad en el trabajo, el indicador de porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos proporciona de manera aproximada el porcentaje de la población que no puede satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud, etc.

Metodología. - 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.

$$\%PEA = \frac{PH2SM}{PEA} X100$$

Donde:

- %PEA = Porcentaje de la Población Económicamente Activa
- PH2SM = Población que recibe hasta 2 Salarios Mínimos
- PEA = Población Económicamente Activa

Cálculo. – La población que recibe hasta dos salarios mínimos es de 2,700 habitantes y la PEA del municipio está conformada por 2,975 habitantes.

$$\%PEA = \frac{2700}{2975} X100 = 90.76\%$$

Interpretación del resultado. - De acuerdo a la *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos,* al tomar este indicador un valor mayor a 82.78, la condición de vulnerabilidad en el municipio es Muy alta, con un valor asignado de 1.00.

4.4.2.2 Tasa de Desempleo Abierto

La Tasa de desempleo abierto 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.

Metodología. – Para obtener la Tasa de Desempleo Abierto es necesario dividir el número de personas desocupadas entre la PEA y multiplicar el resultado por cien.

$$TDA = \frac{NoPD}{PEA} X100$$

Donde:

- TDA = Tasa de Desempleo Abierto
- NoPD = Número de Personas Desocupadas
- PEA = Población Económicamente Activa

Cálculo. – El número de personas desocupadas en el municipio es de 75 habitantes y la población economicamente activa la conforman 2,975 habitantes.

$$TDA = \frac{75}{2{,}975} X100 = 2.52\%$$

Interpretación del resultado. - De acuerdo a la *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos,* al tomar este indicador un valor mayor a 0 y menor a 3.09, la condición de vulnerabilidad por desempleo abierto en el municipio es Muy baja, con un valor asignado de 0.00.

4.5 Equipamiento e infraestructura

Realizando una comparativa entre el equipamiento existente y la cantidad recomendable de unidades básicas de servicio establecidas por la SEDESOL[12] en función del número de habitantes, el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial de Colima 2014 califica la dotación de equipamiento en Minatitlán como sigue.

Tabla 29. Unidades básicas de servicio existentes por subsistema.

Subsistema	Elemento		
	Denominación	Existentes	Valoración
Educación	Jardín de niños	6	Adecuada
	Escuela primaria	15	Adecuada
	Telesecundaria	5	Adecuada
	Secundaria Técnica	1	Adecuada
	Preparatoria General	3	Adecuada
Cultura	Bublioteca Pública Municipal	1	Adecuada
	Biblioteca Pública Regional	3	Adecuada
	Museo Local	1	Adecuada
	Casa de la Cultura	2	Adecuada
	Centro Social Popular	0	No adecuada
Salud	Centro de Salud Rural	3	Adecuada
	Centro de Salud Urbano	1	Adecuada
	Unidad de Medicina Familiar IMSS	1	Adecuada
	Unidad de Medicina Familiar ISSSTE	1	Adecuada
Asistencia social	CADI	0	No adecuada
	Centro de Desarrollo Comunitario	1	Adecuada
Comercio	Plaza de usos múltiples (tianguis)	2	Adecuada
	Mercado público	0	No adecuada
	Tienda CONASUPO	7	Adecuada
	Farmacia	2	Adecuada
Abasto	Rastro de aves	0	No adecuada
	Rastro de bovinos	1	Adecuada
	Rastro de porcinos	0	No adecuada
Comunicaciones	Agencia de correos	1	Adecuada
	Oficina telefónica o radiofónica	0	No adecuada
	Administración telegráfica	1	Adecuada
Transporte	Aeropista	0	No adecuada
Recreación	Juegos infantiles	0	No adecuada
	Plaza o jardín	6	Adecuada
	Parque de barrio	2	Adecuada
Deporte	Módulo deportivo	3	Adecuada
	Centro deportivo	1	Adecuada
	Unidad deportiva	1	Adecuada
	Salón deportivo	12	Adecuada
Administración Pública	Administración local de recaudación fiscal	1	Adecuada
	Centro de Readaptación Social	0	No adecuada
	Agencia del MP Federal	1	Adecuada
	Oficinas de gobierno federal	1	Adecuada
	Palacio Municipal	1	Adecuada
	Delegación Municipal	0	No adecuada
	Ministerio Público Estatal	0	No adecuada
Servicios Urbanos	Cementerio	1	Adecuada
	Central de Bomberos	1	Adecuada
	Comandancia de policía	1	Adecuada
	Basurero municipal	1	Adecuada
	Gasolinera	1	Adecuada

Fuente: PEOT Colima 2014.

Es necesario atender aquel equipamiento cuya dotación se ha valorado como no adecuada.

[12] SEDESOL, *Estructura del sistema normativo de equipamiento urbano* (México, 1999).


Presidencia Municipal


Espacio recreativo, Minatitlán


Escuela Primaria, El Poblado


Auditorio Municipal
AUDITORIO MPAL.
PROFRA. ANDREA FIGUEROA MICHEL

El transporte público más demandado es el autobús. El único panteón, la oficina de registro civil, la cárcel y las oficinas municipales se ubican en la cabecera. El municipio cuenta además con una sucursal bancaria Banamex, un Sitio de Disposición Final para los residuos sólidos generados y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

La longitud de la red carretera de Minatitlán es de 214 km, que representan el 9.4% de la red total estatal. 23 km pertenecen a la carretera troncal federal y se encuentran pavimentados en su totalidad, 26 km corresponden a alimentadores estatales (el 73.1% es pavimentada y el 26.9% es revestida), 135 km son de caminos rurales (el 73.3% son revestidos, 3.7% son pavimentados y 23% son terracería) y 31 km son brechas mejoradas.

Tabla 30. Distribución de equipamiento en las localidades principales.

Localidad	Servicio de recolección de basura	Alumbrado Público	Calles pavimentadas	Pozo de agua comunitario	Plaza o jardín	Tianguis	Tienda de abarrotes	Farmacia
Minatitlán	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
Agua Salada	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO
La Loma	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO
San Antonio	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO
Paticajo	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO

Localidad	Clínica o centro de salud	Preescolar	Primaria	Secundaria / Telesecundaria	Bachillerato / preparatoria	Biblioteca pública	Casa de la cultura	Cancha deportiva
Minatitlán	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Agua Salada	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
La Loma	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI
San Antonio	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI
Paticajo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Resultados sobre infraestructura.

4.6 Reserva territorial

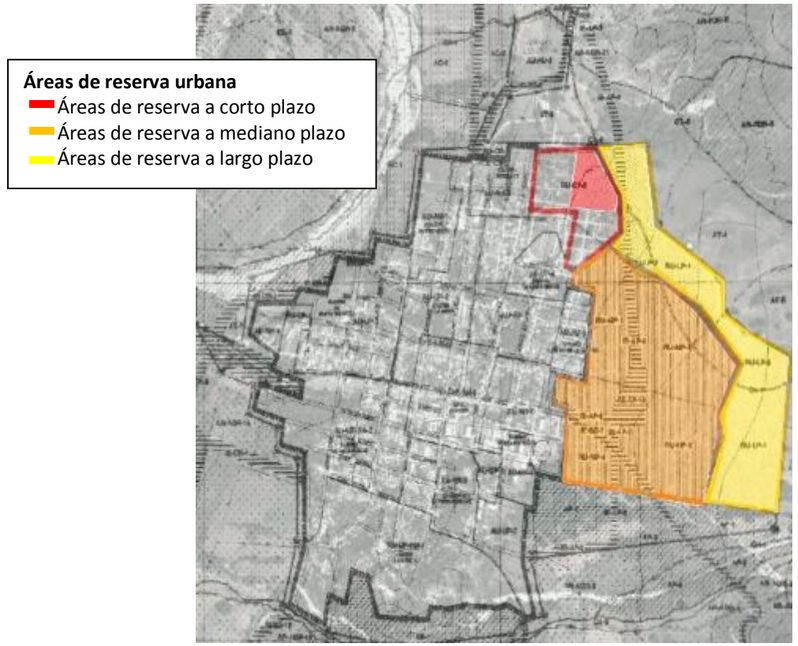
Las áreas de reserva urbana son aquellas que corresponden a los terrenos donde se disponga el crecimiento del centro de población. En estas áreas corresponderá a las autoridades municipales promover el desarrollo de obras de urbanización básica, sin las cuales no se podrá autorizar modalidad alguna de aprovechamiento urbano.

El Programa de Desarrollo Urbano (PDU) para el municipio de Minatitlán más reciente fue publicado en 1997, de acuerdo a la clasificación de áreas expuesta en él se catalogan tres tipos de reserva urbana: a corto plazo, a mediano plazo y a largo plazo, en función del tiempo estimado que se tomará en ocupar dichas superficies.

En general no existe cambio importante en las áreas ocupadas hasta en la actualidad. Las áreas de reseva a corto plazo se han ocupado en un 70% mientras que las de mediano y largo plazo se conservan praticamente en su totalidad.

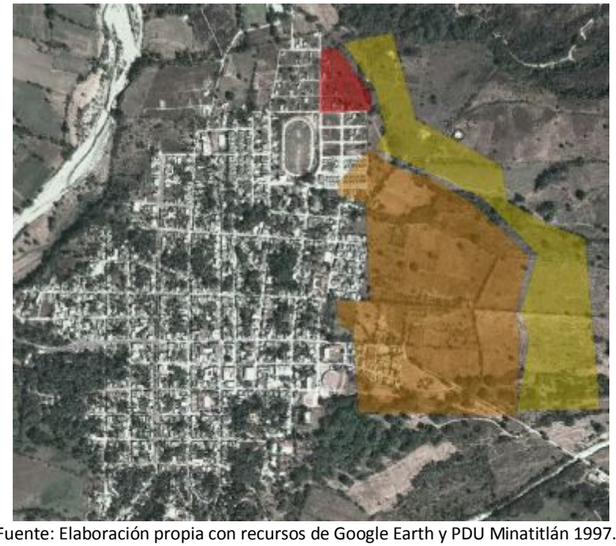
A continuación se muestran la imágenes que resultaron de la superposición de la clasificación de áreas de acuerdo al PDU y la imagen satelital actual de la zona. Los contornos de color delimitan la superficie destinada a reserva urbana y los polígonos con relleno sólido las reservas aún existentes.

Figura 48. Clasificación de áreas de reserva urbana.



Fuente: PDU Minatitlán 1997.

Figura 49. Áreas de reserva urbana disponibles al 2015.



Fuente: Elaboración propia con recursos de Google Earth y PDU Minatitlán 1997.

4.7 Zona Metropolitana

De acuerdo al Catálogo del Sistema Urbano Nacional 2012[13] una zona metropolitana es una agrupación en una sola unidad de municipios completos que comparten una ciudad central y están altamente interrelacionados funcionalmente. También se consideran a los centros urbanos mayores a un millón de habitantes aunque no hayan rebasado su límite municipal y a los centros urbanos de las zonas metropolitanas transfronterizas mayores a 250 mil habitantes.

El municipio de Minatitlán no cuenta con zonas metropolitanas ni conurbaciones como se puede observar en los cuadros siguientes, en ellos se aprecian las ciudades del Estado que forman conurbaciones y zonas metropolitanas decretadas por el Sistema Urbano Nacional.

Tabla 31. Conformación de conurbaciones.

Nombre de entidad federativa	Clave de municipio	Nombre del municipio	Clave de la localidad	Nombre de la ciudad	Nombre de la ciudad (conurbación)
Colima	06007	Manzanillo	060070001	Manzanillo	Manzanillo
Colima	06007	Manzanillo	060070021	El Colomo	Manzanillo

Fuente: Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012.

Tabla 32. Conformación de zonas metropolitanas.

Nombre de la entidad federativa	Nombre del municipio	Nombre de la ciudad (zona metropolitana)
Colima	Colima	Colima-Villa de Álvarez
Colima	Comala	Colima-Villa de Álvarez
Colima	Coquimatlán	Colima-Villa de Álvarez
Colima	Cuauhtémoc	Colima-Villa de Álvarez
Colima	Villa de Álvarez	Colima-Villa de Álvarez
Colima	Armería	Tecomán
Colima	Tecomán	Tecomán

Fuente: Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012.

[13]SEDESOL y CONAPO, *Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012* (México: Gobierno Federal, 2012), 13.

FASE II

AMENAZA, SUSCEPTIBILIDAD Y/O PELIGRO

FASE III

VULNERABILIDAD

FASE IV

RIESGO / EXPOSICIÓN

| Volcán de Fuego de Colima

5 Identificación de amenazas y peligros ante fenómenos perturbadores de origen natural y químico-tecnológico

En este apartado se desarrolla, con la mayor rigurosidad posible, el análisis de cada uno de los fenómenos perturbadores, identificando su periodicidad, área de ocurrencia y grado o nivel de impacto sobre el municipio en estudio para zonificar áreas de determinada vulnerabilidad expuestas a amenazas y peligros.

5.1 Fenómenos geológicos

Los riesgos geológicos comprenden aquellos procesos y fenómenos relacionados con los materiales de la corteza terrestre, su dinámica y los sistemas con los que se relacionan en la superficie del planeta, tanto de origen natural como de intervención humana.

Entre los fenómenos de este tipo, Minatitlán experimenta sismos y condiciones de inestabilidad de laderas como flujos y derrumbes, además y en menor medida, el Volcán de Colima manifiesta su actividad en el municipio.



|Flujos de lava del Volcán de Colima

5.1.1 Vulcanismo

5.1.1.1 Identificación del fenómeno

5.1.1.1.1 Definición del fenómeno perturbador

El vulcanismo es una manifestación de la energía interna de la Tierra. En comparación con otros peligros naturales, los volcánicos son sencillos de manejar ya que su lugar de origen es puntual.

Los desastres causados por actividad de un volcán son poco frecuentes aunque letales, su costo asociado es alto debido a que son capaces de afectar amplias regiones aledañas y pueden llegar a extenderse a grandes distancias.

Existen dos tipos de vulcanismo, el monogenético y el poligenético:

- *Vulcanismo monogenético:*es aquel en que la erupción ocurre durante una sola etapa, a través de una fisura o boca y construye un pequeño edificio en forma de maar, cono escoriáceo, domo o volcán escudo. Su duración varía de meses a aproximadamente 10 años y es predominantemente efusiva.
- *Vulcanismo poligenético:*es aquel en el cual se forman edificios volcánicos por la acumulación de materiales emitidos por varias erupciones a lo largo del tiempo geológico. Se producen erupciones con un rango amplio de intensidades. Construye edificios tipo estratovolcán y grandes calderas.

Los tipos de erupciones más conocidas son:

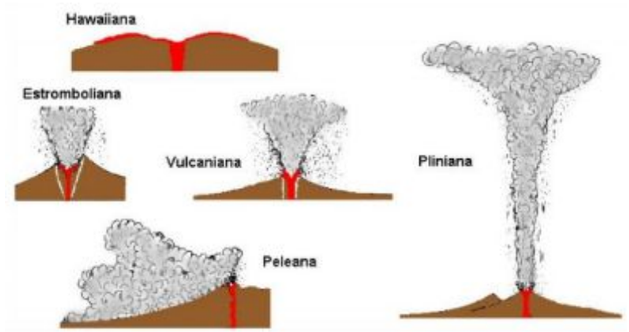
- *Erupción efusiva o Hawaiana:*Erupción dominada por la salida continua de lava de baja viscosidad que puede formar flujos o ríos de lava. El gas se libera fácilmente y la extrusión puede durar minutos o días. Son típicas de volcanes escudo.
- *Erupción Estromboliana:* Están caracterizadas por una intermitente explosión o fuente de lava basáltica de viscosidad mayor a la Hawaiana, proviene de un solo cráter o fisura. Cada episodio de ésta obedece a la liberación de gases volcánicos, lo que ocurre típicamente cada varios minutos, algunas veces en forma rítmica y otras en forma irregular. Origina columnas eruptivas de hasta 10,000 m de altura.
- *Erupción Vulcaniana:* Es un tipo de erupción explosiva que lanza fragmentos de lava nueva que no toman una forma redondeada durante su viaje por el aire. Esto se debe a que la lava es muy viscosa o ya está solidificada. Producen columnas eruptivas de 10 a 20 km de altura, con velocidades iniciales de hasta 200 m/s.
- *Erupción Pliniana y Peleana:*Son grandes eventos explosivos que forman enormes columnas de tefra y gas que se elevan hasta la estratosfera (entre 20 y 45 km). Las emisiones son continuas y de magma viscoso. Algunas de estas erupciones han provocado que cantidades de aerosoles (pequeñas gotas de líquidos) queden en la estratosfera, provocando que la temperatura en la superficie de la Tierra baje un poco.

Tabla 33. Tipos de erupciones y naturaleza de la actividad volcánica.

Tipo de erupción	Ejemplos	Magma	Actividad efusiva	Explosividad	Tipo de volcanes
Hawaiana	Mauna Loa	Caliente (más de 1200°c) baja viscosidad	Lavas extensas a partir de fisuras	Baja	Volcanes escudo, planicies lávicas y erupciones fisurales
Estromboliana	Stromboli y Paricutín	Intermedio, mixto, viscosidad moderada	Lavas escasas, poco extensas	Variable	Conos de lavas y cenizas abruptos
Vulcaniana	Vesubio	Frío (menos de 900°C), viscoso	Lavas escasas, Piroclastos abundantes	Moderada a violenta	Estratovolcanes y calderas
Pliniana y Peleana	Pinatubo y St. Helen	Frío (menos de 900°C), muy viscoso	Piroclastos y domos	Muy violenta	Estratovolcanes y calderas

Fuente: CENAPRED.

Figura 50. Tipos de erupciones.



Fuente: CENAPRED.

Actualmente, una de las formas más aceptadas de cuantificar las erupciones explosivas (forma que no es válida para las erupciones efusivas) es la escala del *Índice de ExplosividadVolcánica* (VEI, por sus siglas en inglés). Esta escala toma en cuenta diversas características de una erupción: el volumen de magma emitido, la energía térmica liberada, el alcance de los productos fragmentados, el grado de destrucción causada, la altura de la columna eruptiva, la duración de la erupción, etc.

La tabla siguiente muestra la escala VEI en términos de algunos de los parámetros eruptivos más relevantes.

Tabla 34. Índice de Explosividad Volcánica (VEI).

VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Descripción	No explosiva	Pequeña	Moderada	Moderada a grande	Grande	Muy grande	-	-	-
Volumen emitido (m^3)	<10,000	10,000-1,000,000	Uno a diez millones	Diez a cien millones	Cien a mil millones	Uno a diez km^3	Diez a cien km^3	Cien a mil km^3	Más de 1,000 km^3
Altura de la columna (km)	0.1	0.1-1	1-5	3-15	10-25	Más de 25	-	-	-
Duración en horas	-1	-1	1-6	1-6	1-12	6-12	Más de 12	-	-
Inyección a la troposfera	Mínima	Leve	Moderada	Sustancial	Grande	-	-	-	-
Inyección a la estratosfera	Nula	Nula	Nula	Posible	Definida	Significativa	Grande	-	-

Fuente: CENAPRED.

5.1.1.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

En México hay más de 2,000 volcanes, de los cuales alrededor de 15 se consideran activos o peligrosos. 68 volcanes y campos volcánicos en el país son clasificados como cuaternarios o geológicamente recientes (volcanes formados durante la era en que aparece el hombre, y que comprende los últimos 1.8 millones de años), estos a su vez se han categorizado de la siguiente forma:

- Δ Categoría 1: Se consideran de peligro alto los volcanes que hayan producido erupciones con un VEI igual o mayor a 3 con un tiempo medio de recurrencia de 500 años o menos, o que hayan producido al menos una erupción con VEI 3 o mayor en los últimos 500 años.
- Δ Categoría 2: Se consideran de peligro medio los volcanes que hayan producido erupciones con VEI igual o mayor a 3 con un tiempo medio de recurrencia mayor que 500 pero menor que 2,000 años, o que hayan producido al menos una erupción con VEI 3 o mayor en los últimos 500 a 2,000 años.
- Δ Categoría 3: Se consideran de peligro moderado los volcanes que hayan producido erupciones con VEI igual o mayor a 3 con un tiempo medio de recurrencia mayor que 2,000, pero menor a 10,000 años, o que hayan producido al menos una erupción con VEI 3 o mayor en los últimos 2,000 a 10,000 años.
- Δ Categoría 4: Se consideran de peligro latente los volcanes que hayan producido erupciones con VEI mayor a 4 con un tiempo medio de recurrencia mayor a 10,000 años, o que hayan producido al menos una erupción con VEI mayor a 4 en los últimos 100,000 años.
- Δ Categoría 5: Se consideran de peligro indefinido los volcanes que hayan producido erupciones con VEI igual o mayor que 3, con un tiempo medio de recurrencia indeterminado (esto es, que sólo exista un dato), o que hayan producido al menos una erupción con VEI 3 en algún momento de su historia holocénica (últimos 10,000 años).
- Δ Volcanes con información insuficiente: Aunque es muy improbable que estos volcanes representen un nivel significativo de peligro, deben ser estudiados para contar con los elementos mínimos para su evaluación definitiva.

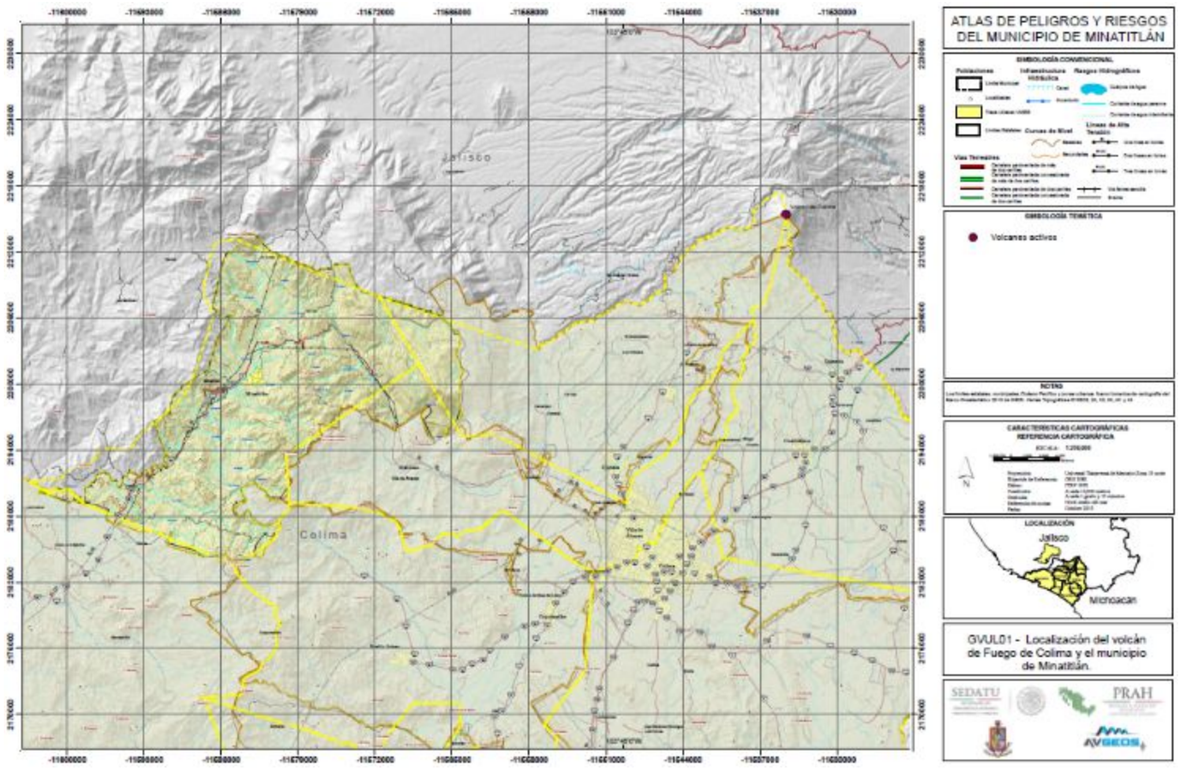
Figura 51. Volcanes pertenecientes a las categorías 1, 2 y 3.



Fuente: CENAPRED.

El Volcán de Fuego de Colima se encuentra a 47 km de la cabecera municipal de Minatitlán en línea recta, éste junto con el Nevado de Colima (extinto), son los únicos cuerpos volcánicos ubicados en un radio de 100 km a partir del municipio.

Figura 52. Localización del Volcán de Fuego de Colima y el municipio de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

El Volcán de Fuego de Colima es un estratovolcán andesítico (3860 msnm) de categoría 1 que forma parte, con el Nevado de Colima (4330 msnm.), del complejo volcánico situado en el Cinturón Neovolcánico Mexicano y cuyas coordenadas geográficas (19º30'44"N y 103º37'02"W) lo sitúan entre los Estados de Colima (municipios de Comala y Cuauhtémoc) y Jalisco (municipios de Tuxpan, Zapotitlán y Tonila).

Es un volcán de forma cónica y pendientes pronunciadas, construido por la erupción de flujos de lava viscosa, flujos piroclásticos y tefra. Puede producir una variedad de tipos de magma, incluyendo basalto, andesita, dacita y riolita. Todos estos magmas, con excepción del basalto, generan erupciones explosivas.

Marco tectónico del Complejo Volcánico de Colima

El complejo volcánico de Colima está localizado en el sector occidental del Cinturón Volcánico Transmexicano en el área denominada Bloque de Jalisco, limitado al norte y al este por la triple unión continental de tres zonas de rift caracterizadas por fallas normales y bloques con rotación: el rift o graben Tepic-Zacoalco, el rift de Chapala y el rift Sayula/norte de Colima; y por el oeste y sur por la trinchera Mesoamericana. La pared oeste del graben de Sayula-norte de Colima muestra un relieve neto de 1,700 m con al menos 700 m de plano de falla expuesto y un relleno sedimentario intra-graben de 1,000 m.

El bloque de Jalisco está constituido en su mayor parte por el Batolito de Puerto Vallarta, el cual ha experimentado una cantidad substancial de levantamiento desde su emplazamiento.

La actividad tectónica extensional en estas zonas de rift por al menos 10 ma ha dejado un desplazamiento total de 1.5 a 3.5 km, la separación del bloque de Jalisco de la Placa Norteamericana y su transferencia hace aproximadamente 14 ma a la placa posiblemente en un sentido similar al que pasó durante la formación del Golfo de California. No obstante, en el área del graben de Colima, el espesor de la corteza continental es de entre 30 a 46 km, esto no es necesariamente tan delgada como en las regiones adyacentes. En el área del bloque Jalisco, la tectónica extensional se encuentra sobreimpuesta a la tectónica compresional causada por la subducción de la Placa Rivera bajo la Placa Norteamericana. Actualmente la región del bloque de Jalisco se localiza al oeste de la zona de interacción de las placas Rivera, Cocos y Norteamericana. La Placa Rivera es convergente en aproximadamente 2.4 cm/año mientras que en la región del bloque de Jalisco, la parte NW de la placa de Cocos es convergente a una tasa de aproximadamente 4.8 cm/año.

La compleja tectónica extensional y compresional de los límites norte y oriental del bloque de Jalisco ha sido responsable por algunos de los mayores sismos registrados en la región de la trinchera Mesoamericana. Aunque la sismicidad relacionada a la subducción de la placa Rivera es baja, al menos 6 terremotos con Ms>7.0 han ocurrido desde 1837, incluido el gran terremoto de Jalisco en 1932 de Ms=8.2, el mayor sismo registrado históricamente en México. Grandes terremotos relacionados a la subducción de la Placa de Cocos en el área del bloque de Jalisco han ocurrido, incluyendo el sismo de Colima de 1973 (Ms=7.5) el cual causó grandes daños en la ciudad costera de Tecomán, Col, y el terremoto de Manzanillo de Octubre 9 de 1995 que causó grandes daños estructurales por efecto de licuefacción además de pérdidas de vidas (Mw= 7.9, y al menos 48 muertes), y el terremoto de Colima ocurrido el 21 de enero del 2003 a las 20:06:31 hora local que causó 30 personas fallecidas, más de 400 personas con lesiones graves y cerca de 10,000 viviendas afectadas (Mw 7.8, Ms 7.6 (SSN-UNAM) a 60 km al sur-sur-oeste de Colima, Colima, México.). Deformación en la corteza en el bloque Jalisco ha generado también sismicidad histórica; por ejemplo, el sismo de 1568 Mw= 7.

Marco geológico del Complejo Volcánico de Colima

El Complejo Volcánico de Colima consiste en una cadena, orientada de norte a sur, de tres principales centros volcánicos, el más antiguo y erosionado Volcán Cántaro (2,900 m) al norte, el ahora extinto y gran volcán compuesto Nevado de Colima (4,240 m) al sur del Cántaro, y el activo estratovolcán Volcán de Fuego de Colima (3,860 m) al sur y cercano (~170 km) a la zona de subducción en la Trinchera Mesoamericana. El Nevado de Colima y el Volcán de Fuego forman una cadena de norte a sur de volcanes en pareja con el más reciente vulcanismo concentrado hacia el sur.

La migración del vulcanismo a lo largo de estas tres cadenas en el CVT ha servido para mantener un bien definido frente volcánico migratorio al sur a través del cuaternario. Varios autores notan que los frentes volcánicos relacionados con arcos de subducción típicamente yacen a aproximadamente 100 km arriba de la zona de Benioff a pesar del ángulo de subducción, implicando que la generación del magma es disparada por una reacción dependiente de la presión a esa profundidad. Por consiguiente, la migración en dirección a la trinchera del vulcanismo en el CVT puede reflejar un ángulo inclinado en la subducción de las placas Rivera o Cocos, sin embargo no existen evidencias geofísicas que apoyen esta noción.

Las edades K-Ar más válidas indican que el vulcanismo dacítico calco-alcalino asociado con la formación del volcán Cántaro y bocas relacionadas abarcan un periodo de tiempo desde 1.7 ma a 0.6 ma. Aproximadamente 15 km al sur del Cántaro, el mayor volcán compuesto del área, el Nevado de Colima (300-500 km^3) inicia su actividad hace aproximadamente 0.53 ma. Evidencias indican que el Nevado de Colima estuvo activo posiblemente recientemente, aproximadamente hace unos 8,000 años. Se ha interpretado un voluminoso (22-33 Km^3) depósito de avalancha de escombros fechado por C-14 en aproximadamente 18,500 años que alcanzó la costa del Pacífico originado a partir del colapso lateral del tercer edificio del Nevado.

El cono menor (cercano a 12 km^3) un volcán compuesto y activo, el Volcán de Fuego de Colima se formó en tiempos del pleistoceno tardío en las pendientes septentrionales del edificio mucho mayor del Nevado de Colima. No existen fechamientos K-Ar publicados para las lavas del Volcán de Fuego, aunque se habla de una edad intuitiva de 50,000 años o menos. Consiste de al menos dos edificios principales, un antiguo edificio Paleofuego que pudo haber tenido una elevación superior a los 4,100 m antes de que colapsara en los últimos 10,000 años para formar una depresión lateral en forma de herradura, dentro de la cual creció un nuevo cono activo a una altura de 3,860 m con pendientes por arriba de los 36-40°. Además, se ha interpretado el actual escarpe vertical de colapso lateral conocido como la pared caldérica del playón como el resultado multifásico de colapsos del edificio volcánico.

Finalmente, conos de escoria y lava alcalina de edad Pleistoceno Tardío son muy comunes en las pendientes bajas alrededor de los volcanes Nevado y Cántaro y en el fondo del graben de Colima cerca de Ciudad Guzmán. Ellos son vinculados a una tectónica más extensional. Un modelado geomorfológico de degradación de conos cineríticos en el área de Colima sugiere una edad de 0.250 ma para el más antiguo cono cinerítico en el área.

La alta topografía que rodea al este, sur y suroeste del Volcán de Fuego está formada de rocas jurásicas y principalmente de calizas cretácicas plegadas y localmente falladas, además de otras rocas sedimentarias marinas (clásticas y de facies evaporíticas), basaltos de arco Cretácicos, e intrusivos granodioríticos a graníticos de edad cretácica a cuaternaria. La cuenca de Colima fue rellenada con varios cientos de metros de gravas y sedimentos coluviales de edad plio-pleistoceno y volcaniclastos, incluyendo depósitos primarios de avalancha de escombros volcánicos de edad pleistoceno y holoceno del Complejo Volcánico de Colima. Pozos de exploración petrolera perforados por PEMEX cerca de la ciudad de Colima y Tepames (pozos: Colima-1, Tepames-1, y Jalisco-1) cruzaron a través gruesas secuencias (3.5 km) de unidades carbonatadas y volcánicos antiguos antes de finalizar en una secuencia de lavas andesíticas y tobas, probablemente parte de la Formación Tecalitlán del Cretácico.

Petrología y geoquímica.- En general, las rocas del Complejo Volcánico de Colima son de andesitas básicas calcoalcalinas a andesitas silíceas con presencia de anfiboles. Una tendencia al decremento en contenido de sílice en las lavas eruptadas de norte a sur ha sido documentada en Colima y es correlacionada con una tendencia al incremento en la tasa de erupción. Los conos de escoria del graben de Colima son basaltos alcalinos de la familia de las basanitas y minettes. Estos dos tipos de vulcanismo, alcalino y calco-alcalino han ocurrido coetáneamente en la región del graben de Colima por al menos 4.6 ma. Los primeros productos calcoalcalinos en el graben de Colima fueron eruptados hace 10 ma.

Los productos volcánicos del Cántaro son andesitas silíceas calcoalcalinas y dacitas con un rango en contenido de SiO_2 entre un 58 y un 64 wt %. Los productos del Nevado de Colima y del Volcán de Fuego son andesitas básicas porfiríticas con presencia de anfíboles a andesitas con un 56 a un 62 wt% de SiO_2 con pocas dacitas. Estudios recientes han mostrado que las lavas (estado I) eruptadas antes del último colapso del Volcán de Fuego de Colima son más ricas en sílice que aquellas eruptadas a partir del colapso (lavas estado II) siguiendo un patrón similar de composición de lava en su evolución con el tiempo para las lavas del Nevado de Colima. Las variaciones en la geoquímica de elementos de tierras raras de estas lavas sugieren un cambio en la relativa contribución de los orígenes magmáticos a los magmas eruptados, con un decrecimiento en la contribución de la placa subducida pero con un incremento en aquellos aportados por la cuña del manto posterior al colapso del edificio. La escoria eruptada en tiempos holocénicos por el Volcán de Fuego concurrentes con las lavas de los estados I y II no obstante son en promedio significativamente más básicas en composición (51-59 wt% SiO_2).

A pesar de sus últimas interpretaciones en términos de ciclos volcánicos, lo que es importante es que la actividad efusiva de domo y flujo de lava está caracterizada por la emisión de andesitas con un promedio de contenido de SiO_2 del 61 wt%, mientras que el magma eruptado en violentas erupciones explosivas tales como 1818, 1890 y 1913 son significativamente más básicas con un 58-59 wt % de SiO_2. Además, los productos de estas erupciones explosivas a menudo muestran evidencias petrológicas y petrográficas de mezcla y combinación de magmas interpretada como evidencia por una entrada y mezcla inicial de nuevo magma máfico dentro de un cuerpo de magma diferenciado a poca profundidad. Para algunos autores los largos periodos de producción de domos y flujos de lava pudieran corresponder a diferenciación del nuevo cuerpo de magma finalmente primario a emplazarse como un tapón de magma viscoso en el conducto o como un domo en la cima. La composición de los productos eruptados desde el inicio del último ciclo magmático que inició con la extrusión de domo alrededor de 1930 y continuó con mayores extrusiones de flujos de lava en 1961, 1965, 1975-76, 1981, 1991, 1998-99, y las explosiones de 1987, 1994 y 1999-2000 del domo han mostrado un decrecimiento en el contenido de SiO_2 en un ca 59 wt%, interpretando lo anterior como un indicador de que una erupción explosiva mayor pudiera ser inminente.

5.1.1.1.3 Metodología

La descripción cuantitativa de los depósitos volcánicos y la reconstrucción de erupciones pasadas es esencial para la identificación de los escenarios esperados.

A través de la consulta de información bibliográfica, cartográfica y digital relativa a la historia eruptiva del campo volcánico, se determina el tipo de erupciones que el Volcán de Colima ha experimentado, las características, frecuencia y distribución de sus depósitos, así como la presencia de fenómenos asociados. Todo ello con la finalidad de obtener una idea clara de la peligrosidad que representa para el municipio.

Partiendo del mapa de peligros volcánicos presentado por el Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima, se elabora uno propio donde se muestra la distribución espacial de las amenazas volcánicas y su influencia en el área de estudio.

Para la definición del peligro por caída de ceniza se recurre e interpreta una modelación a detalle del fenómeno.

5.1.1.2 Memoria de cálculo

5.1.1.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

El Volcán de Fuego de Colima ha presentado desde tiempos históricos una actividad cíclica de tipo explosivo con emisiones de flujos piroclásticos y grandes cantidades de ceniza y pómez de caída libre. A lo largo de los últimos 500 años ha tenido una frecuencia de actividad de tipo explosivo con un número que supera las 30 erupciones entre las que destacan las de 1585, 1606, 1622, 1690, 1818, 1869, 1890, 1903 y 1913, por citar sólo algunas. Adicionalmente, se debe tener en cuenta la actividad de menor grado que éste experimenta.

La historia eruptiva del volcán es muy intensa y se considera la más activa de México. Las manifestaciones evidentes que ha demostrado el Volcán de Fuego durante sus periodos de actividad, son las erupciones de material magmático expulsado en diferentes formas, presentando además otras manifestaciones pre-eruptivas que dan la posibilidad de prever una gran erupción.



|Erupción del Volcán de Colima

La actividad prehistórica del antiguamente llamado Paleofuego, fue caracterizada por la emisión de flujos andesíticos y desíticos, por el emplazamiento de depósitos silíceos de flujo, ceniza y pómez, por flujos piroclásticos, depósitos plinianos de caída libre y crecimiento de conos de escoria. Este periodo de actividades se manifestó de manera continua hasta que dio término con una erupción caldérica de forma elíptica 6.5 x 4 km de diámetro, los detritos resultantes de esta explosión se extendieron en forma de abanico en el sector sur del volcán, alcanzando distancias aproximadas a los 40 km y un volumen cercano a 12 km^3; la edad de este evento está fechada en 4,300 años.

Sobre el piso de la caldera del Paleofuego comenzó a formarse el actual Volcán de Fuego de Colima, cuya actividad comenzó a ser registrada de manera continua a partir de 1576. El ahora edificio volcánico es un estratovolcán que durante sus diferentes etapas de crecimiento, ha generado considerables volúmenes de flujos piroclásticos emplazados principalmente hacia el sur, sureste y suroeste, con alcances de hasta de 15 km.

Gracias al registro realizado por diversos observadores se sabe que en 1576 el volcán ya se encontraba en actividad. Parece ser que se trató de una erupción explosiva de tipo vulcaniano que produjo una abundante lluvia de ceniza acompañada de una fuerte actividad sísmica.

El 10 de enero de 1585 se produjo una explosión volcánica que ocasionó una lluvia de ceniza que cubrió un radio mayor a 30 km y ocasionó el bloqueo total de la luz solar. La dispersión de las cenizas se distribuyó por más de 220 km y los campos se cubrieron provocando la muerte de muchas cabezas de ganado. Por la época del año en la que tuvo lugar el evento, es probable que la dispersión de las cenizas hubiese sido hacia el noreste.

En 1606 ocurrieron dos erupciones explosivas de tipo peleano que produjeron lluvias de ceniza con alcances de más de 200 km. El día 13 de diciembre, el volcán explotó con fuerza y arrojó un volumen de ceniza que “oscureció el cielo por largo tiempo como si fuera de noche”. Las cenizas desplazadas alcanzaron zonas del actual Estado de Michoacán, localizadas a más de 193 km.

El 15 de abril de 1611 el volcán arrojó mucha arena, ceniza y escorias que alcanzaron un diámetro de más de 220 km, el 29 de octubre del mismo año, se registraron algunas erupciones explosivas posiblemente de tipo vulcaniano. Asimismo, los años de 1612 y 1613 estuvieron caracterizados por una constante actividad volcánica de tipo explosivo que produjeron flujos piroclásticos importantes.

Más de un siglo después, en 1744, el volcán mantenía una actividad constante, llegando las cenizas a la ciudad de Colima y produciendo flujos de lodo que bajaban e inundaban las tierras.

El 10 de marzo de 1770 se escuchó una explosión que produjo ríos de fuego que quemaban todo a su paso, abriendo grandes brechas en el terreno que siguieron siendo visibles varios años después y que afectaron a la barranca la Joya y terminaron con la vida de muchas cabezas de ganado. Se dice que esta actividad tuvo una duración de tres horas y toda la zona quedó cubierta por la ceniza que afectó a las poblaciones localizadas al norte y alcanzó distancias superiores a 550 km.

En 1771 se describe también una lluvia de cenizas con duración de tres días y alcance hasta Guadalajara, Jalisco.

En noviembre de 1780 el volcán lanzó material incandescente hacia la parte sur de éste, creando incendios en sus faldas que fueron vistos desde la capital del Estado.

Un nuevo proceso eruptivo dio comienzo en agosto de 1794, cuando se produjo una explosión que fue escuchada por habitantes de sitios localizados a más de 50 km de distancia. La actividad fumarólica fue constante durante ese año y el siguiente, aumentando su nivel en marzo de 1795 y mostrando un cambio hacia una fase de carácter efusivo.

El 15 de febrero de 1818 el volcán entró en actividad y expulsó un polvo de color amarillo que al depositarse en el suelo alcanzó una altura de 20 cm. La nube de ceniza originada viajó por varios sitios dejando caer material en lugares como Zapotlán (30 km), Guadalajara (140 km), Guanajuato (310 km), Zacatecas (385 km) y San Luis Potosí (425 km). Asimismo, alguna cantidad de este material cayó en la ciudad de México y en Querétaro. Tomando en consideración la disposición geográfica de las ciudades afectadas por la caída de ceniza, podemos determinar que el evento explosivo alcanzó una dimensión considerable y tuvo afectaciones al norte, noreste y este del volcán. En Zapotlán se registró el colapso de techos por efecto de la sobrecarga y fue necesario utilizar trozos

de madera para alumbrarse porque las luces más delgadas se apagaban al golpe de la arena que caía con gran fuerza. En San Marcos, población localizada a 14 km de la cima del volcán, árboles y ganado murieron calcinados por flujos piroclásticos. A esta erupción de tipo subpliniana le han asignado un VEI de 4.

El 12 de junio de 1869 el volcán entró en erupción nuevamente. Al parecer, el magma encontró una abertura en el flanco noreste del cono principal y se formó el cono parásito conocido hoy como El Volcancito, aproximadamente a 1 km del eje del cráter principal y a unos 700 m abajo del borde. Por la tarde de ese día, ocurrió otra gran erupción que levantó una nube y provocó caída de material. Esta actividad se mantuvo intermitente durante los siguientes tres años y fue hasta el 26 de febrero de 1872 que dio inicio una nueva serie de erupciones, mismas que pudieron contemplarse desde San Gabriel, Tonila y el rancho de la Joya. El aspecto de esta erupción causó admiración y espanto, fue notorio que al elevarse las columnas eruptivas no lo hacían por el cráter principal del volcán, sino a través de El Volcancito cuya actividad continuaba presente. La actividad explosiva se mantuvo durante 1874, 1875 y 1876, este periodo estuvo caracterizado por un número considerable de eventos difíciles de cuantificar, únicamente se hace referencia de pequeñas emisiones de lava y escoria desde El Volcancito y actividad fumarólica en el cráter principal.

La madrugada del 26 de agosto de 1886 se levantó una nube de ceniza que salió del cráter principal y siendo llevada por los vientos hacia el sur cubrió las casas y calles de la ciudad de Colima. Tres años después, en octubre de 1889, se presentó una erupción acompañada de fuertes detonaciones y producción de flujos piroclásticos que destruyeron sembradíos en las faldas del volcán.

El 16 de febrero de 1890 en Zapotlán llovió arena gruesa, la lluvia fue abundante en muchas localidades del cuadrante noreste, mencionándose Silao y Guanajuato entre las poblaciones invadidas. Como dato adicional podemos decir que los lugares señalados se encuentran a 278 y 297 km respectivamente al noreste del volcán de fuego, lo que hace suponer que el tamaño de la columna eruptiva fue lo suficientemente grande como para ser llevada por los vientos hasta estos sitios tan distantes.


|Cráter del Volcán de Colima

El inicio del siglo XX continuó de la misma forma que había terminado el anterior, con una serie de eventos eruptivos de carácter explosivo. Se dice que una de las explosiones más espectaculares tuvo lugar el 13 de diciembre de 1901. Una estadística de las erupciones observadas entre los años de 1900 y 1902 revela que sumaron un total de 974, entre pequeñas, regulares, medianas y grandes.

Al comienzo de 1903 la actividad explosiva había cesado, teniéndose intervalos de reposo más largos, pero el día 20 de febrero surgió del cráter súbitamente una gruesa columna que formó una nube espesa y oscura que se extendió rápidamente. La lluvia de ceniza y arena alcanzó las poblaciones de Colima, Tuxpan y Tonila, y cubrió el campo circundante de una ligera capa gris. El día 24 las cenizas llegaron a Guadalajara y a Uruapan, alejadas casi 200 km del volcán, en direcciones opuestas.

La erupción de 1913 es la más importante que sufrió el volcán en el siglo XX y quizá una de las más violentas registradas en su historia eruptiva. La actividad ocurrida en enero de aquél año puso de manifiesto el peligro potencial del volcán más activo de México por el número de erupciones registradas en los últimos cinco siglos. Las zonas cercanas al cono volcánico quedaron devastadas y fue necesario el paso de los años para poder utilizarlas nuevamente. El crecimiento poblacional actual ha traído consigo la ocupación de espacios en áreas seriamente afectadas en 1913, lo que propicia un aumento en la vulnerabilidad y por ende en el riesgo. Este evento produjo un cráter de aproximadamente 500 metros de profundidad que con el paso de los años se fue llenando lentamente con lava formando un domo que obstruía la chimenea principal del volcán, convirtiéndose en un tapón que impedía la salida del material desde el interior. La lluvia de ceniza llegó hasta Saltillo, Coahuila, a 725 km del volcán.

En el año de 1987 ocurrieron algunas explosiones en la cima del volcán y para 1991, un episodio de crecimiento de domo de lava en bloques generó un colapso parcial del cuerpo del mismo.

El 19 y 20 de noviembre de 1998 una nueva erupción de carácter efusivo tuvo lugar, esta actividad interna del volcán demostró que sigue el comportamiento de siglos anteriores en los cuales el ciclo eruptivo termina con un cambio en el estilo de actividad, culminando en una erupción de tipo subpliniana a pliniana que generó una columna eruptiva mayor a 10 km y produjo una lluvia de cenizas en un radio mayor a 30 km, generando además flujos piroclásticos por las pendientes hasta en un radio de 15 km.

Durante los meses de mayo (días 16, 24 y 30) y junio (días 2 y 5) de 2005, ocurrieron 5 de los eventos explosivos más importantes registrados por los sistemas de monitoreo volcánico. El evento explosivo del día 5 de junio de 2005 produjo flujos piroclásticos prácticamente en todo el edificio volcánico y levantó una columna de ceniza superior a los 4 km desde la cima, la cual fue llevada por los vientos al sur-sureste del volcán a una velocidad aproximada de 25 km/h. Tomando en consideración la amplitud del registro sísmico se trató del evento explosivo más grande registrado en los más de 20 años de monitoreo continuo.

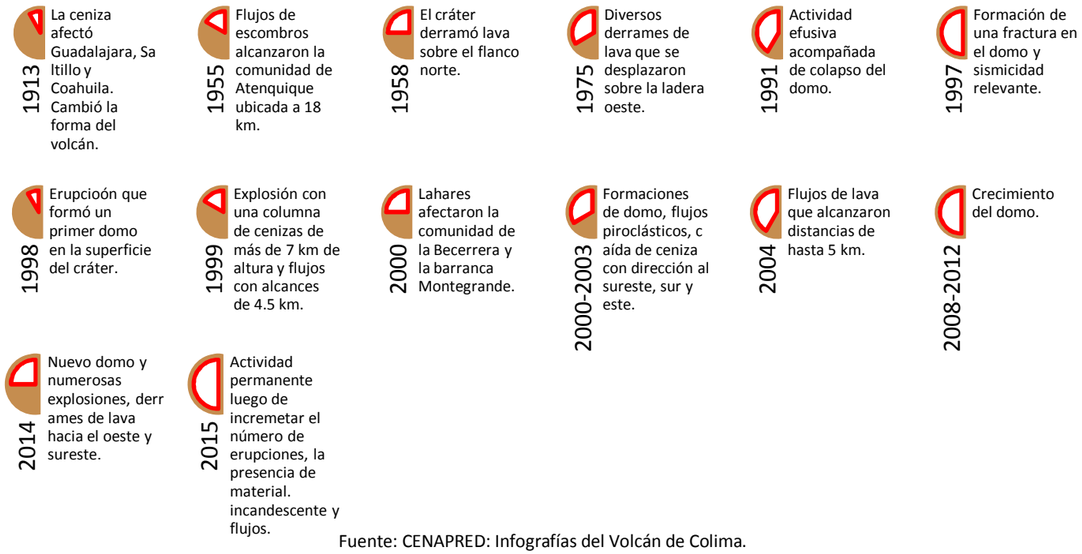
A partir de enero de 2007 comenzó a crecer en la cima del volcán un domo de lava de gran tamaño que alcanzó más de 100 m de altura y un volumen estimado en tres millones de m^3.

El 21 de junio de 2011 tuvo lugar una explosión que estuvo precedida por 52 derrumbes en un lapso de 18 horas. Esta explosión originó flujos piroclásticos hacia el norte, oeste y suroeste, volando la parte oeste del domo de lava que se encontraba en la cima.

En enero de 2013 se produjeron explosiones los días 6, 13 y 29, mismas que produjeron un cráter dentro del domo de lava de aproximadamente 250,000 m3. El 14 de febrero de ese mismo año, un nuevo cuerpo de lava comenzó a crecer dentro de ese cráter dejado por las explosiones de enero. El crecimiento del domo continuó así hasta noviembre de 2013, generando inclusive un flujo de lava hacia el sector oeste y provocando una caída secundaria de ceniza y pómez en la zona, así como una ligera caída de ceniza en la ciudad de Colima.

Durante el año 2014 continuaron los derrumbes de material incandescente, preferentemente hacia los flancos norte, oeste-suroeste y sur. El 21 de noviembre de 2014 tuvo lugar una explosión en el domo del volcán que levantó una columna eruptiva con altura cercana a los 5 km desde la cima y que produjo flujos piroclásticos con recorridos mayores a 3 km. Para el mes de diciembre, las dimensiones del domo de lava que comenzó a crecer en 2007 y tuvo un nuevo episodio de crecimiento en 2013, reflejaban un diámetro inferior aproximado de 226 m, un diámetro superior de 140 m y una altura de 102 m. El volumen estimado de este domo y todos los flujos de lava existentes hasta el momento arrojaban un estimado de cuatro millones de m3 de lava emitida.

Figura 53. Actividad del Volcán de Fuego de Colima en los últimos 100 años.



Fuente: CENAPRED: Infografías del Volcán de Colima.

Como su historia lo demuestra, en el Volcán de Fuego de Colima han ocurrido prácticamente todos los tipos de erupciones, desde explosiones freáticas de vapor, agua, ceniza y piedras localizadas en la zona norte del cráter, hasta erupciones plinianas, cuyos productos han sido esparcidos por el viento a varios cientos de kilómetros de la fuente de origen.

5.1.1.2.2 Evidencias identificadas en campo

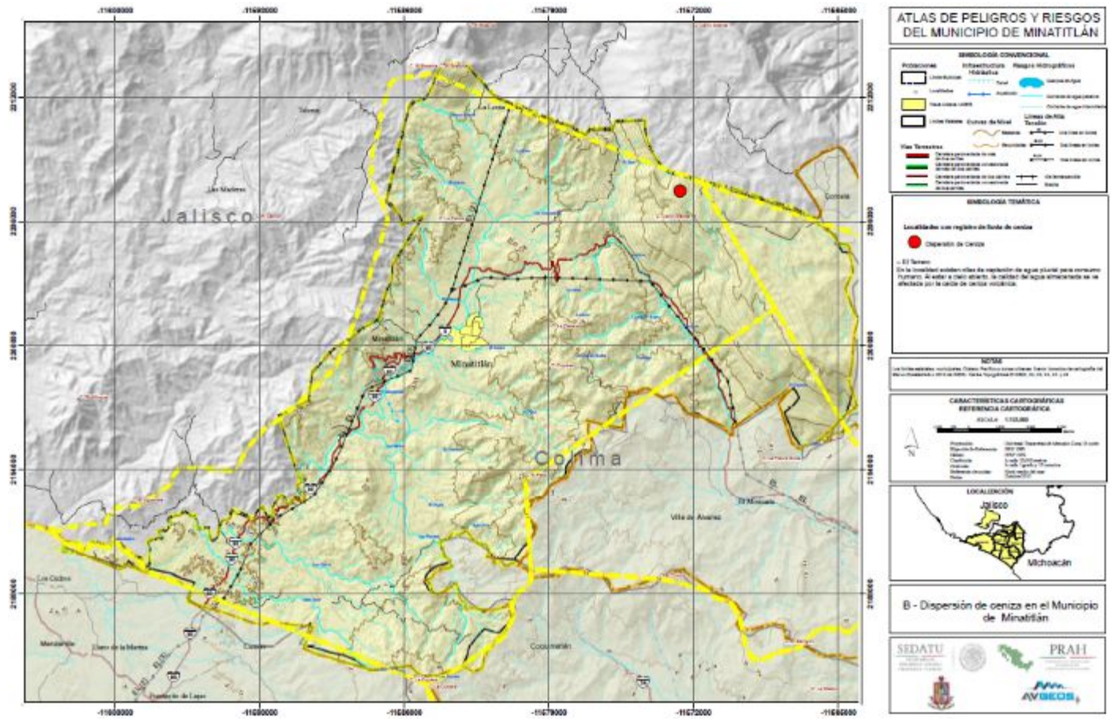
Habitantes de la localidad “El Terrero” expresan la presencia del fenómeno en forma de caída de ceniza.

El Terrero padece severas limitaciones de disponibilidad de agua potable, situación que fue atendida por las autoridades municipales y estatales a través de la construcción de ollas de almacenamiento de agua. Las ollas captan las aguas pluviales durante el temporal y a través de mangueras se distribuye el recurso a viviendas y abrevaderos, sin embargo, al estar estas pilas a cielo abierto, la calidad del agua se ve afectada por la deposición del polvo volcánico.



Figura 54. Olla de captación de agua pluvial para consumo humano.

Figura 55. Localidades con registro de caída de ceniza.



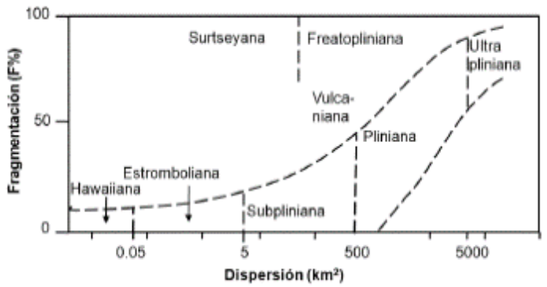
Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.2.3 Modelación por dispersión de ceniza

En el estudio de la peligrosidad se ha tenido la necesidad de dividir a cada una de las manifestaciones volcánicas en elementos muy sencillos que son evaluados en forma independiente, constituyendo cada uno de ellos un peligro volcánico.

La dispersión de ceniza es la lluvia de material fragmentado, menor a 2 mm de diámetro, que se produce durante las erupciones explosivas. Ésta es controlada por el tipo de erupción, la dirección y velocidad del viento. El tipo de erupción determinará el volumen y el tamaño de la ceniza, así como la variedad de altitudes a la cual es propulsada.

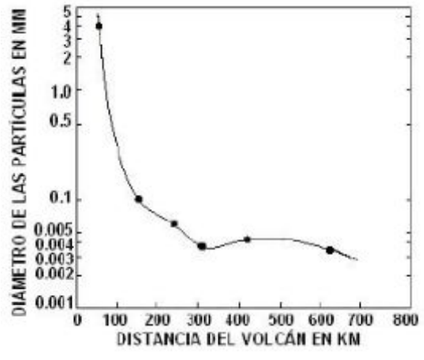
Figura 56. Superficie cubierta por ceniza desde el centro de emisión de acuerdo al porcentaje de fragmentación y al tipo de erupción.



Fuente: CENAPRED.

La ceniza puede alcanzar distancias de cientos de kilómetros dependiendo del tamaño de sus partículas. Debido a que la distancia entre la cabecera municipal de Minatitlán y el Volcán de Colima es de 47 km en línea recta, se esperaría un diámetro de partículas máximo de 4 mm (por ser este valor mayor a 2, las partículas reciben el nombre de *lapilli*).

Figura 57. Distribución de la ceniza en función del tamaño de las partículas.

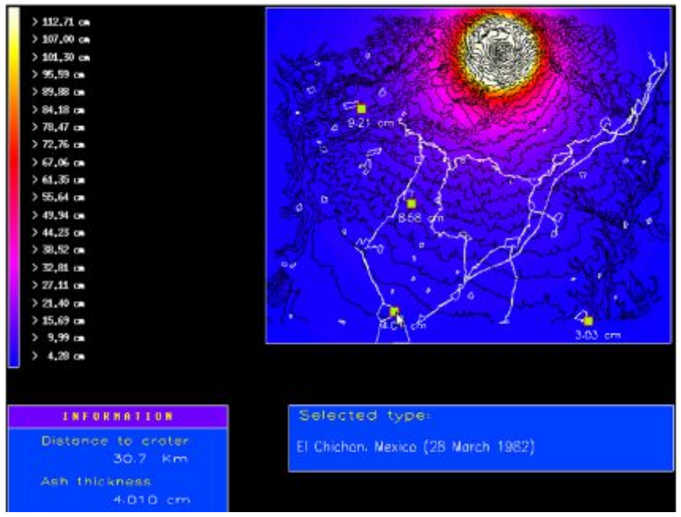


Fuente: CENAPRED.

La simulación presentada en el artículo "*A simple semi-empirical approach to model thickness of ash-deposits for different eruption scenario"* muestra la distribución espacial probable de la ceniza, así como los posibles espesores que se depositarían, durante una erupción hipotética del Volcán de Colima equivalente a la del Volcán El Chichón el 28 de marzo de 1982. Se asumen vientos dominantes con dirección a la ciudad de Colima y se representa la topografía y localidades más significativas.

El simulador estima un espesor de cenizas de 4.0 cm en la ciudad de Colima, 8.6 cm en Suchitlán, 3.0 cm en Alzada y 9.2 cm en San José del Carmen, Jalisco. Las poblaciones más afectadas son aquellas aledañas al volcán, por la distancia respecto al cráter, el espesor de la capa de ceniza en el municipio de Minatitlán sería menor a 4.0 cm.

Figura 58. SECCVO. Escenario de caída de ceniza en el Volcán de Colima para una erupción similar a la del Chichón el 28 de marzo de 1982 asumiendo vientos dominantes en dirección a la ciudad de Colima (N 200° SW).



Fuente: NHESS.

El Chichón es un volcán estratificado que se localiza en el noroeste del Estado de Chiapas y que en 1982 registró una de las erupciones más importantes en la historia. Se trató de una erupción tipo pliniana tan violenta que en cuarenta minutos la columna eruptiva abarcó 100 km de diámetro por 17 km de alto (VEI = 5).

Tabla 35. Parámetros eruptivos considerados en la simulación. Altura de columna (H), velocidad del viento (U), duración de la fase eruptiva más intensa (τ).

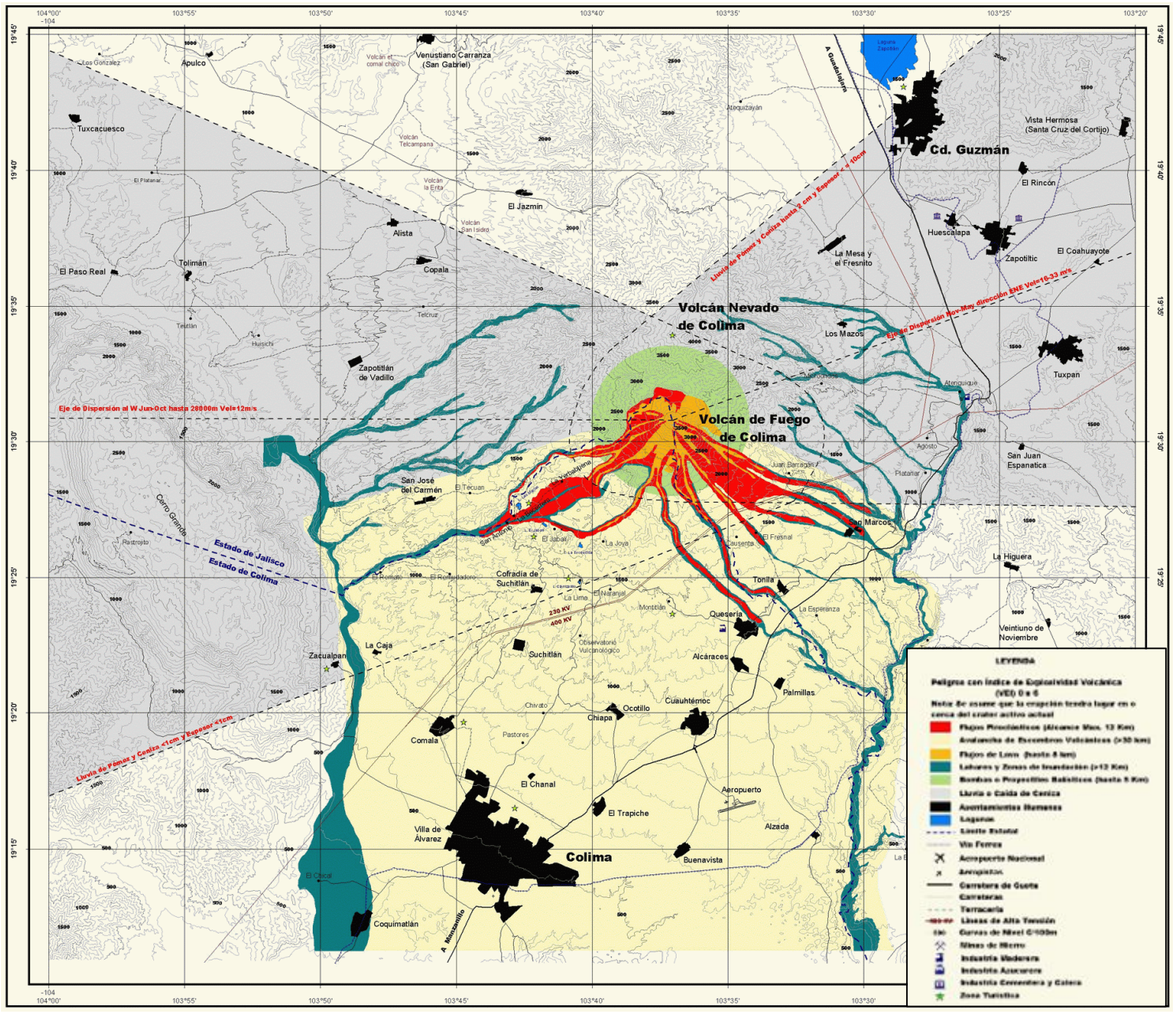
Eruption	H km	U km h^{-1}	τ h
Fogo-A (Azores), ~4900 y BP	–	0	–
Asama, 3–6 Aug 1783	–	–	–
Vesuvius, 22 Mar 1944	6	–	–
Fuego (Guatemala), 14 Sep 1971	10	–	12
Usu (phase II–III), 7–9 Aug 1977	12	144 (SW)	4.97
Mt. St. Helens-1, 18 May 1980 (08:32)	30	118.8 (SW)	0.37
Mt. St. Helens-2, 18 May 1980 (09:00)	14.3 (17)	118.8 (SW)	8.75
El Chichón-1, 28 Mar 1982	20	50.4 (SW)	5
El Chichón-2, 3 Apr 1982	24	39.6 (SW)	4
Pinatubo-1, 12 Jun 1991	19	75.6 (NE)	0.983
Pinatubo-2, 15 Jun 1991	43	72 (NE)	5
Hudson-1, 8–9 Aug 1991	12	~120 (SW)	~16
Hudson-2, 12–15 Aug 1991	18	~150 (NW)	~72
Láscar, 19–20 Apr 1993	22	90.7 (NW)	~1
Popocatépetl, 21 Dec 1994	2.5	50 (W)	70.45

Fuente: NHESS.

5.1.1.3 Resultado del análisis

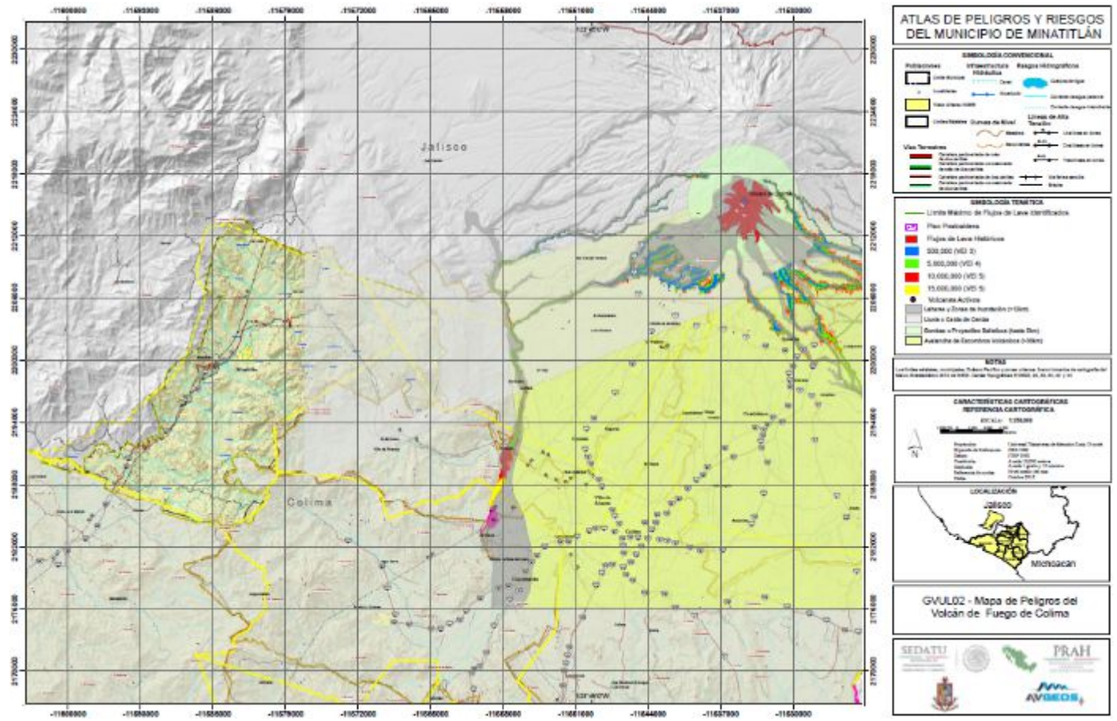
5.1.1.3.1 Mapa de peligros volcánicos

Figura 59. Mapa de Peligros del Volcán de Fuego de Colima (2003).



Fuente: INEGI – Observatorio Vulcanológico.

Figura 60. Mapa de peligros del Volcán de Fuego de Colima.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.3.2 Descripción del Mapa de peligros del Volcán de Fuego de Colima

El mapa de peligros volcánicos es la representación cartográfica de la extensión o área probable que puede ser afectada por todos los productos que el Volcán de Fuego de Colima es capaz de generar durante una erupción. Su elaboración se basa en datos geológicos, cronológicos y morfoestructurales.

Se sabe que las áreas mayormente perjudicadas por lahares, flujos piroclásticos, etc., serán nuevamente afectadas por estos procesos en una futura erupción y no puede descartarse la posibilidad de que ocurran eventos de gran magnitud que superen la zonificación mostrada.

El mapa del observatorio vulcanológico señala en colores la distribución y alcance máximo de las diferentes amenazas volcánicas. Por ejemplo, en rojo se muestra la canalización por las barrancas de los productos más peligrosos, los flujos piroclásticos. Igualmente canalizados se muestran tanto los flujos de lodo o lahares (verde) como los flujos de lava en bloque (naranja).

La caída o lluvia de ceniza y pómez se ilustra por dos parábolas opuestas (línea punteada) y bajo un área color gris. Las líneas centrales de estas parábolas marcan los ejes de dispersión de esta lluvia y en letras rojas se indica el

espesor y el tamaño esperado de estos fragmentos, así como la dirección y velocidad del viento preferente en diferentes estaciones del año. El punteado de la línea indica un límite en tamaños y espesores esperados. Fuera de estos límites, se espera que las lluvias sean menos intensas y con menores tamaños y espesores. Para el conocimiento de las direcciones preferentes de viento y sus velocidades máximas se consultó la información meteorológica de 10 años de radio-sondeo VAISALA (de 1,000 a 30,000 m de altura), proporcionada por el observatorio meteorológico de la CNA en Manzanillo.

La mayor área coloreada (amarillo-mostaza), marca la extensión encontrada en depósitos de avalancha de escombros volcánicos tipo colapso Mt. Sta Helena (1980). El área representada en el mapa alcanza 1,200 km^2. Los alcances máximos de depósitos de colapso del Paleofuego no se extienden más allá de 9 km al sur de la ciudad de Colima. Los fechamientos de depósitos por C-14 van desde 45,000 a 2,500 años antes del presente, sin embargo la ciclicidad de eventos catastróficos de este tipo, no ha sido aún determinada. Se presume en miles de años.

El círculo en verde claro con radio de 5 Km. desde la cima, marca el límite del alcance de proyectiles de hasta 20 cm. lanzados en tiro parabólico por explosiones de domo o erupciones vulcanianas y estrombolianas que pudieran ocurrir.

El Índice de Explosividad Volcánica (VEI) con valor 0 representa a las erupciones efusivas donde se emiten lavas en bloque como las ocurridas en los últimos 42 años (1961 a 2003). A una erupción como la de 1818 o 1913 de tipo subpliniana con columnas eruptivas entre 15 a 20 Km. de altura, con lluvia extensa de ceniza y pómez y con generación de flujos piroclásticos con alcances de 12 a 15 Km., se asigna un VEI= 4. Una erupción con VEI=6 sería una erupción catastrófica que involucraría el colapso parcial o total del edificio volcánico y un depósito asociado de avalancha de escombros de gran alcance como se marca en color mostaza.

Dispersión de ceniza

Históricamente la ceniza ha alcanzado distancias de 30 a 50 km y espesores de 10 m en un radio de 7 km. De las mediciones de la acumulación de cenizas producidas por erupciones recientes de tipo pliniano, se han obtenido en promedio los siguientes espesores: hasta una decena de metros en la zona cercana al cráter (menos de 12 km), de 20 a 50 cm a distancias de entre 12 y 35 km y de 5 a10 cm hasta distancias de 85 km.

El Volcán de Colima ha presentado 700 emisiones de ceniza entre los años de 1994 y 2014. El 30% de ella se ha distribuido al noreste y el 20% al este.

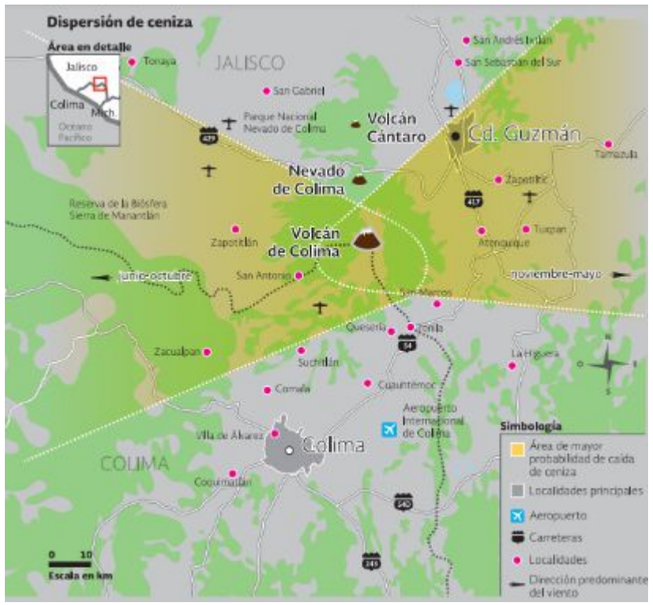
Los efectos de las caídas de ceniza varían dependiendo del volumen de material expulsado, la duración o intensidad de la erupción y la duración de los vientos dominantes al suceder ésta. La dirección de los vientos dominantes en el Volcán de Colima son de SW-NE durante la mayor parte del año, a excepción de los primeros meses en que varían de NW-E; si sumamos estas características de los antecedentes históricos de las erupciones de 1818 y 1913, en que se reportaron caída de ceniza en Cd. Guzmán y San Luis Potosí, y la erupción de 1991 en que la ceniza fue distribuida por los vientos hacia el norte, sur y noreste, tal situación nos permite establecer dos escenarios de riesgo para este tipo de producto:

a) Escenario de riesgo alto: Afectaría principalmente a 62 localidades ubicadas en el sector norte del complejo volcánico "Volcán Nevado de Colima", siendo las principales Ciudad de Guzmán, Tuxpan, Tamazula, la zona conurbana de Zapotiltic, Huescalapa, Zapotitlán de Vadillo, Venustiano Carranza, Atenquique, Tecalitlán, Alista, Copala, El Fresnito y un gran número de pequeñas localidades y rancherías diseminadas en toda la región.
b) Escenario de riesgo medio: Comprende 37 localidades localizadas en la zona sur inmediata al volcán, las poblaciones con mayor importancia en esta zona son Quesería, Tonila, San Marcos, La Esperanza y Tenexcamilpa.

Los daños que causaría la caída de ceniza en las localidades mencionadas, así como a las industrias establecidas dentro y fuera de estas áreas, serían los siguientes:

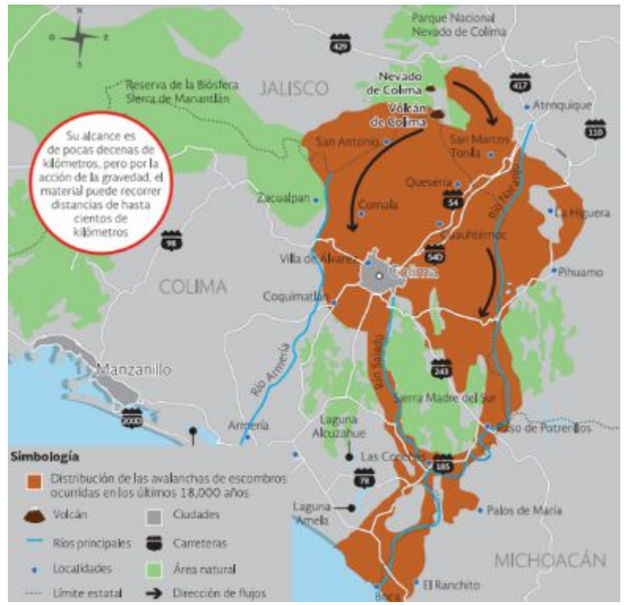
- Δ Colapso de los techos de las casas habitación construidas con materiales de mala calidad, según datos del INEGI el 6.47% de las casas ubicadas en la zona de riesgo por caída de ceniza fueron construidas con materiales como lámina, cartón o desecho, habitando en ellas aproximadamente 12,300 personas.
  Capas de cenizas de 2 a 3 cm de espesor pueden causar el colapso de techos con pendientes menores a 20°. Las cenizas secas tienen un peso de 400-700 kg/m^3, la lluvia puede incrementarlo de un 50 a un 100%.
- Δ Colapso de los techos y estructuras de las industrias establecidas en los ingenios de Quesería, Tamazula y Tecalitlán, además de la papelera de Atequique, las cementeras y caleras, entre otras. Un ejemplo de estos daños los tenemos en otros sitios tras las erupciones ocurridas en el Volcán Pinatubo, en Filipinas, y en el Volcán Hudson, en el sur de Chile. El primero dejó inoperable la base aérea de Clark y la estación naval de Subic, ambas de los Estados Unidos, además de una gran cantidad de poblaciones y tierras agrícolas sepultadas por las cenizas en las laderas del Pinatubo, en tanto la erupción del Volcán Hudson región de Aysen- a 1260 km al sur de Santiago de Chile, produjo grandes destrozos que, según un informe del Servicio Nacional de Geología, las cenizas cubrieron 40,000 km^2 en seis días, causando daños a la agricultura, ganadería, obras públicas y propiedades privadas de la región; las pérdidas sumaron cerca de los 40 millones de dólares, y la capa de ceniza varió desde 0.05 m, hasta 2.5 m de espesor, inutilizado 175,000 hectáreas de cultivos y la muerte de 15 mil cabezas de ganado por inanición.
- Δ Daño en los suelos agrícolas y en los de agostadero, los cuales varían de acuerdo al espesor de las cenizas acumuladas; esta acumulación inutilizaría, por un tiempo indeterminado, gran parte de las 122,570 hectáreas de tierras de cultivo; la producción agrícola afectada sería maíz, caña, sorgo, frijol, café y otros cultivos cuyo costo de garantías es de 128'635,000 dólares aproximadamente (información personal de CONASUPO); además la población dedicada a las actividades agropecuarias y silvícola quedaría desempleada temporalmente.
- Δ Otros sectores importantes que se verían afectados por este tipo de emisión volcánica son las comunicaciones y suministro de electricidad. El primero sería afectado por la interrupción temporal del tráfico vehicular y ferroviario del puerto de Manzanillo al centro-occidente del país creando con ello un bloque en el flujo de mercancías de exportación llevado por ese importante canal económico del país, ocasionando con ello grandes pérdidas económicas. También se vería afectado el Aeropuerto de Colima, localizado al SE del volcán. Otros problemas que se pudieran suscitar son daños a las líneas utilizadas para el suministro de energía eléctrica, el cual provocaría la suspensión del servicio en un importante sector de la zona de riesgo así como la reducción del flujo eléctrico en puntos alejados, como lo es la ciudad de Guadalajara; este tipo de efecto también lo resentirían las líneas telegráficas y telefónicas, además de posibles incendios forestales.
- Δ El polvo suspendido en el aire puede provocar problemas respiratorios y visuales en la población y en los animales; las sustancias tóxicas emitidas durante una fase explosiva podrían afectar los suministros de agua, caso de las ollas de almacenamiento en El Terrero, o fijar elementos venenosos en la vegetación que sirve como forraje para el ganado; la situación se agrava en un radio menor o igual a 20 km.

Figura 61. Dispersión de ceniza.



Fuente: CENAPRED: Infografías del Volcán de Colima.

Figura 62. Avalanchas y derrumbes gigantes.



Fuente: CENAPRED: Infografías del Volcán de Colima.

Avalanchas y derrumbes gigantes

Las avalanchas de escombros o el colapso parcial del edificio volcánico son causadas por muchos factores: la presión de los gases, los sismos, la alteración de las rocas y la sobrecarga del material acumulado en el volcán. Implican un movimiento hacia abajo y a gran velocidad de un sector del volcán y no ocurren frecuentemente pero pueden llegar a ser muy destructivas.

Las avalanchas pueden alcanzar grandes dimensiones que provocan la destrucción total de lo que encuentran a su paso. El alcance es de pocas decenas de kilómetros, aunque en ocasiones, debido a la acción de la gravedad, el material puede llegar a recorrer distancias de hasta 100 km o más.

El riesgo de un evento que de origen al colapso estructural de un segmento de la actual estructura del volcán y, por consecuencia, de una avalancha de escombros del tipo volcán Santa Elena, es baja; pero de originarse, el riesgo que implicaría a la población y a las actividades económicas desarrolladas en la región sur serían a escala sin precedentes en el país, puesto que plantearía la evacuación total de los habitantes de la zona sur del volcán, incluyendo localidades importantes como Quesería, Cuahutémoc, Tepames y la Zona Metropolitana de Colima (el sector norte está protegido por el Nevado de Colima), además, casi todas las actividades agropecuarias, industriales, comerciales y turísticas, así como la mayor parte de la infraestructura instalada en la región, serían afectadas.

Flujos piroclásticos

Los flujos y oleadas piroclásticas son una mezcla turbulenta de fragmentos de roca, ceniza, pómez y gases que se mueven por el suelo con temperaturas cercanas a los 700°C y con velocidades de más de 200 km/h. Son uno de los fenómenos volcánicos más súbitos y destructivos.

Durante la generación de un flujo piroclástico es prácticamente imposible que cualquier cosa que se encuentre a su paso se salve, ya sean construcciones o seres vivos. El flujo es capaz de viajar distancias que van del orden de metros a kilómetros.

La ocurrencia de este fenómeno en la terminación de los ciclos eruptivos del Volcán de Colima hacen actualmente que la zona inmediata al cono volcánico presente una alta probabilidad de ocurrencia, ello afectaría a la actividad económica y demográfica desarrollada en el pie de monte y valle del sector sur, sureste y suroeste de la estructura volcánica.

Durante la erupción de 1913 se analizaron los flujos emitidos por las barrancas de La Lumbre, Beltrán y una barranca situada al sur, extendiéndose hasta 15 km del cráter, con estos antecedentes, junto con las observaciones de campo realizadas durante dos años se delimitó el área de riesgo para los flujos piroclásticos y surges. Los límites de esta zona son al oriente la intersección de la Barranca Plátanos y de Beltrán con el río Tuxpan; en la ladera poniente, la Barranca de La Lumbre, continuándose por el río Armería hacia el sur y, cerca de la localidad de La Caja, el límite se une al primer punto, formando una especie de abanico; el área total es de 397.5 km^2 divida en dos zonas de riesgo:

1) Área de alto riesgo: Son 21 los centros poblacionales que se encuentran expuestos a sufrir serios daños. En ellos habitan 15,915 personas distribuidas en 3,177 viviendas, las localidades más importantes son Quesería, Tonila y San Marcos, existen en la zona dos localidades –La Hierbabuena y Juan Barragán- que presentan alto riesgo por estar ubicadas a menos de 10 kilómetros de la cima del volcán. Los daños que podrá sufrir el área descrita serían similares a los ocurridos en otros volcanes, como el Chichón en Chiapas (1982) donde los flujos piroclásticos y surges destruyeron a las poblaciones situadas en un radio de 7 kilómetros del volcán, matando a 2,000 personas y desapareciendo toda actividad productiva por varios años.
2) Área de riesgo medio: Se ubican 27 localidades con una población total de 24,866 personas que habitan en 3,527 casas, el sector SW posee cierta protección por la barrera topográfica de orientación E-W, con una altura de 200 metros y en su parte superior una longitud aproximada de 1 kilómetro. Las principales poblaciones de esta área de riesgo son Cofradía de Suchitlán, Suchitlán, Chiapa, Ocotillo, Cuahutémoc, Alcaraces y el Platanar.
   En esta zona se lleva a cabo una importante actividad económica, dominando las actividades agrícolas e industriales, las cuales pueden ser destruidas y/o afectadas total o parcialmente si se encuentran dentro de la trayectoria directa de un flujo o surge. La producción de caña en la zona constituye la materia prima del Ingenio de Quesería, localizado a 15 kilómetros al sureste del volcán, esta agroindustria da empleo directo a 644 personas.

Flujos de lodo o lahares

Los lahares o flujos de lodo se generan cuando los materiales emitidos durante las erupciones se mezclan con agua y forman flujos que se mueven pendiente abajo.

Dada la densidad de esta mezcla, puede transportar grandes bloques de roca y otros objetos como puentes, casas, árboles y vehículos. Son fenómenos muy destructivos que recorren distancias muy grandes, pudiendo superar fácilmente los 100 km. Se han observado velocidades de 40 a 100 km/h en lahares históricos. El principal peligro para la vida humana es el enterramiento o el impacto de bloques. Las edificaciones y otros bienes que estén en el camino del flujo son destrozados, enterrados o arrasados.

Una erupción del Volcán de Colima puede depositar gran cantidad de material piroclástico sin consolidar en sus laderas; que al mezclarse con agua juvenil o por lluvias originadas por la propia erupción o de temporada, pueden producir flujos de lodo o lahares que se desplazarían a través de las barrancas existentes en los sectores oeste, este y sur del volcán. Éstos podrían alcanzar distancias mayores que los propios flujos piroclásticos, afectando a las localidades, actividades económicas e infraestructura carretera o de ferrocarril que se encuentra en los márgenes o sobre las barrancas en que fluyan. Las localidades que podrían verse afectadas en su estructura urbana o en las actividades económicas que desarrollan son La Hierbabuena, Juan Barragán, La Caja, Huisichi, Atenquique y otras más. Cabe señalar que Atenquique ya fue destruido en la década de los 40's por un flujo de lodo cuyo origen obedeció a factores atmosféricos y no a volcánicos; tal situación hace vulnerable a esa importante localidad industrial.

El verano lluvioso de 2006 produjo 19 lahares en las barrancas de La Lumbre, Montegrande, San Antonio y la Arena respectivamente. El total de lluvia acumulado en la temporada (Junio-Noviembre) para la estación instalada en las cabeceras del arroyo Montegrande (a 2,600 m.s.n.m) fue de 1,386.8 mm.

Flujos de lava

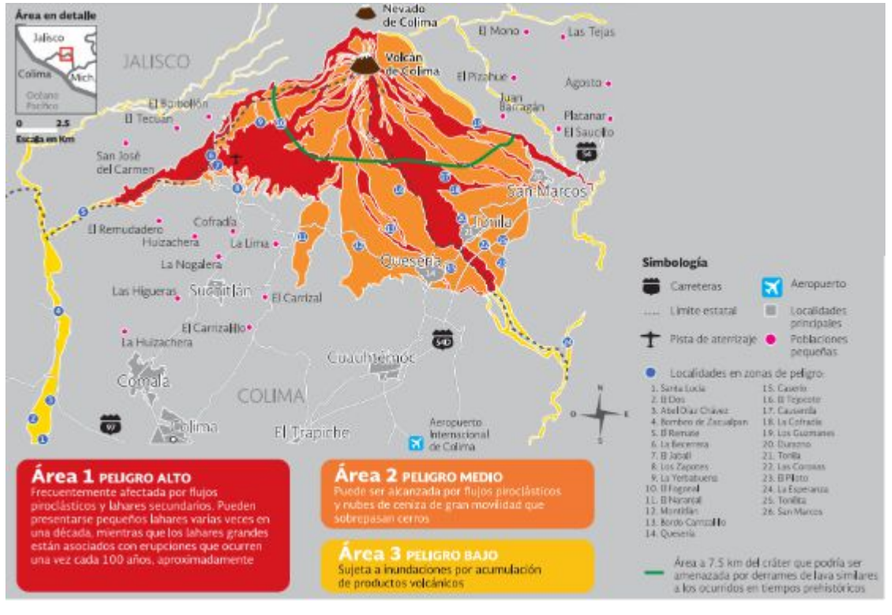
Los flujos de lava son fenómenos en los cuales la lava emitida fluye pendiente abajo como un fluido viscoso pudiendo producir incendios forestales y urbanos. La lava avanza a bajas velocidades que disminuyen conforme se va enfriando hasta sólo unos pocos metros por hora o por día.

El área de mayor riesgo por emisiones de lava se circunscribe a la parte superior del cono y presenta un riesgo reducido a la población asentada en los valles y partes bajas del volcán; ello obedece a que el carácter viscoso de las lavas andesíticas arrojadas en anteriores eventos históricos, no han permitido que éstas bajen (varios años después de su emisión) a cotas inferiores a los 2,000 m.s.n.m.; otro riesgo inherente a los derrames de lava es la probabilidad de emisión de pequeños flujos piroclásticos producto de la explosión que sufren las lavas al entrar en contacto con la atmósfera.

Las localidades que tienen alto riesgo por los flujos de lava son el nuevo centro ejidal de población Juan Barragán, la Hierbabuena, Cofradía, Atenguillo y Caseuntla.

Los daños económicos por este tipo de emisión se remitirían a la destrucción total de los suelos que se vean afectados por el avance de la lava, dado que su recuperación llevaría cientos de años. Otros daños serían los incendios forestales que mermarían los suministros de madera requeridos por la Compañía Industrial de Atenquique para el proceso de la celulosa y el papel.

Figura 63. Flujos piroclásticos, lahares y lava.



Fuente: CENAPRED: Infografías del Volcán de Colima.

5.1.1.4 Vulnerabilidad por vulcanismo

La experiencia de numerosas erupciones sugiere asignar una vulnerabilidad a cualquier elemento de la sociedad ante cualquiera de las manifestaciones volcánicas directas.

La única manifestación volcánica que representa una amenaza para el municipio es la dispersión de ceniza y, de acuerdo a la tabla siguiente, su capacidad de daño y la probabilidad de lesiones severas o muerte debido a su presencia varía de baja a moderada.

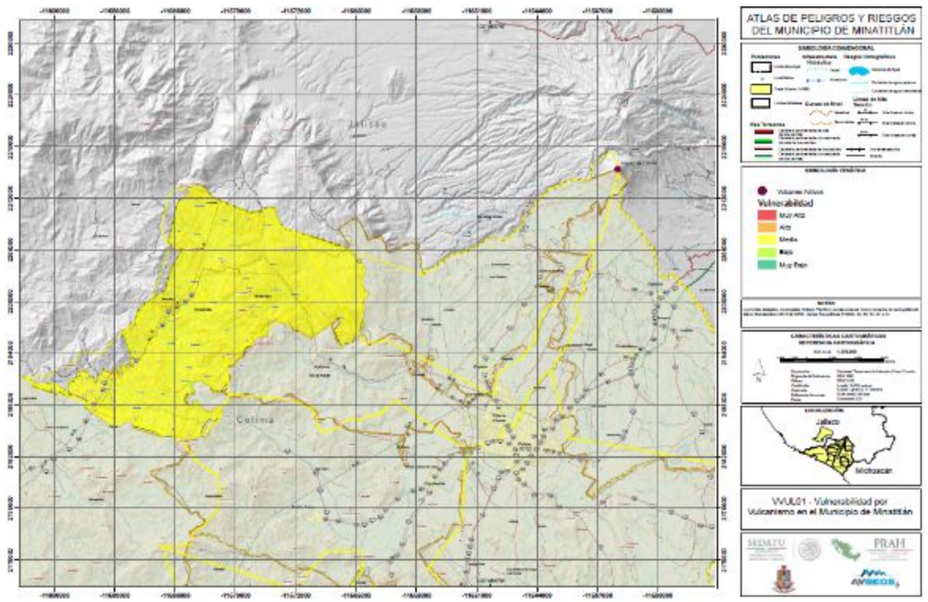
Considerando el peor escenario posible y teniendo en cuenta que la ceniza se deposita en todo el territorio municipal, se tiene como resultado el mapa de la Figura 64.

Tabla 36. Periodos de alerta de los peligros volcánicos y capacidad para causar daño.

Peligros	Periodo de alerta	Capacidad para causar daño severo	Probabilidad de lesiones severas o muerte
Caída de tefra	Minutos a horas	Menor-moderado	Bajo-moderado
Proyectiles balísticos	Segundos	Extremo	Muy alto
Flujos piroclásticos y derrumbes o avalancha	Segundos	Extremo	Extremo
Lahares	Minutos a horas	Muy alto	Muy alto
Flujos de lava	Usualmente horas o días	Extremo	Muy alto
Lluvia ácida y gases	Minutos a horas	Muy bajo	Usualmente muy bajo
Ondas de choque	Segundos a minutos	Menor	Muy bajo
Rayos	Instantáneo	Moderado	Muy alto

Fuente: CENAPRED.

Figura 64. Vulnerabilidad por vulcanismo en el municipio de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.5 Riesgo por vulcanismo

Con la información del mapa de peligros volcánicos, más la distribución y vulnerabilidad de la población e infraestructura, se realizó la zonificación de riesgo por localidad.

De las localidades de Minatitlán, El Terrero es la que mayor riesgo presenta, no únicamente por el incremento de carga al depositarse la ceniza en los techos de sus viviendas con pendientes poco pronunciadas (construidos con madera y lámina en su mayoría), sino por la afectación al suministro de agua en el lugar. El almacenamiento de agua disponible para consumo en ollas a cielo abierto ocasiona que el recurso quede expuesto al polvo volcánico (tóxico), representando un grave riesgo para la salud de población y animales.

En el resto de las localidades los efectos son menos drásticos al ser más las construcciones de mampostería con techos rígidos, el daño se presentaría en los suelos agrícolas y de agostadero, donde la acumulación de ceniza los inutilizaría por un tiempo dependiendo del espesor de la capa.

El Terrero tiene un grado de marginación alto, su población es de 121 personas ocupando 35 viviendas particulares. Cuatro es el número de ollas de agua disponibles en la localidad para el consumo cotidiano, tres de ellas principales y una secundaria. El área superficial de estos depósitos es de 500 m^2 con profundidad de 2.5 m en su punto más bajo.

Del total de viviendas en el municipio, aquellas que presentan riesgo por caída de ceniza tienen techos construidos con materiales como lámina y materiales de desecho (680 viviendas aproximadamente). Los pastizales y superficie agrícola que serían cubiertos ocupan un área de 4,300 has, con cultivos como aguacate, mora azul, café, caña, durazno, maíz, naranja, plátano, sorgo, zarzamora y agave.

Tabla 37. Estimación de vivienda y población afectada por vulcanismo.

Calificación del nivel de riesgo	No. de viviendas	Población (habitantes) INEGI, 2010
Muy alto	-	-
Alto	35	121
Medio	2,122	8,053
Bajo	-	-
Muy bajo	-	-

Fuente: Elaboración propia.



Figura 65. Vivienda típica y olla de captación de agua pluvial para consumo humano (El Terrero).

5.1.2 Sismos

5.1.2.1 Identificación del fenómeno

5.1.2.1.1 Definición del fenómeno perturbador

La sismicidad es uno de los fenómenos derivados de la dinámica interna de la tierra que ha estado presente en la historia geológica de nuestro planeta y que seguramente continuará manifestándose de manera similar a lo observado en el pasado.

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, originándose grandes esfuerzos en el material que las constituye. Si dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de la roca, o se vencen las fuerzas de fricción, 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.

Los sismos no pueden predecirse, es decir, 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 bastante bien definidas a nivel regional y se cuenta con una estimación de las magnitudes máximas, en función de los antecedentes históricos y estudios geofísicos.

Intensidad sísmica

Los efectos producidos por los terremotos en las estructuras y en las personas, se miden por medio de la Intensidad Sísmica, describiendo de manera subjetiva el potencial destructivo de los mismos.

La intensidad de un sismo se refiere a un lugar determinado; se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en general, en el terreno natural. La asignación de un grado de intensidad determinado resulta subjetiva debido a que depende de la sensibilidad de las personas y de la apreciación que se haga de los efectos. Sin embargo, la asignación cuidadosa de la intensidad sísmica resulta de gran utilidad para estudiar sismos históricos o aquellos que impactan zonas donde se carece de instrumentos de registro.

La tabla siguiente muestra la Escala de Intensidad de Mercalli-Modificada abreviada; para cada grado se presentan, de manera resumida, los principales efectos asociados.

Tabla 38. Grados de intensidad de la Escala Mercalli-Modificada abreviada.

I	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día, sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios sólidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunas estructuras bien construidas en madera destruidas; la mayoría de estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

Fuente: Elaboración propia.

Magnitud sísmica

La manera de evaluar el tamaño real de un sismo se basa en registros sísmicos y está relacionada con la cantidad de energía liberada, la cual es independiente de la ubicación de los instrumentos que lo registran.

En forma general se puede decir que durante un sismo se propagan ondas internas y ondas superficiales. Desde el hipocentro salen dos tipos de ondas internas conocidas con el nombre de ondas S y ondas P, mismas que son convertidas en la superficie en ondas L y ondas R. La propagación de las ondas L de Love y R de Rayleigh se realiza desde el epicentro.

La velocidad de las ondas P es superior a la velocidad de las ondas S, por ese motivo llegan primero a una estación sismológica. Por otro lado, las ondas P tienen menos intensidad que las ondas S, por ello un sismo se inicia con movimientos suaves que se van incrementando.

Las ondas R consisten en movimientos elípticos verticales y horizontales; en cambio las ondas L son movimientos en el plano horizontal.

Los sismógrafos son los equipos que miden la amplitud del movimiento de la tierra y el registro en papel se llama sismograma. En base a estos registros se determina la magnitud de un sismo.

La magnitud de un evento sísmico mide la energía liberada en el hipocentro. Este concepto se fundamenta en el hecho de que la amplitud de las ondas sísmicas es una medida de la energía liberada en el foco.

Existen varias escalas de magnitud, por ejemplo, la de ondas superficiales (Ms), la magnitud de ondas de cuerpo (Mb) o la magnitud de momento sísmico (Mw) que, a diferencia de las otras, expresa siempre el tamaño real del temblor por grande que éste sea.

La diferencia de un grado de magnitud entre dos sismos cualesquiera implica, en términos de energía liberada, una diferencia aproximada de 32 veces, como se muestra en las equivalencias siguientes.

Tabla 39. Equivalencia entre magnitudes sísmicas.

Un temblor de magnitud 8 equivale a	32 de magnitud 7
	1,000 de magnitud 6
	32,000 de magnitud 5
	1’000,000 de magnitud 4

Fuente: Elaboración propia.

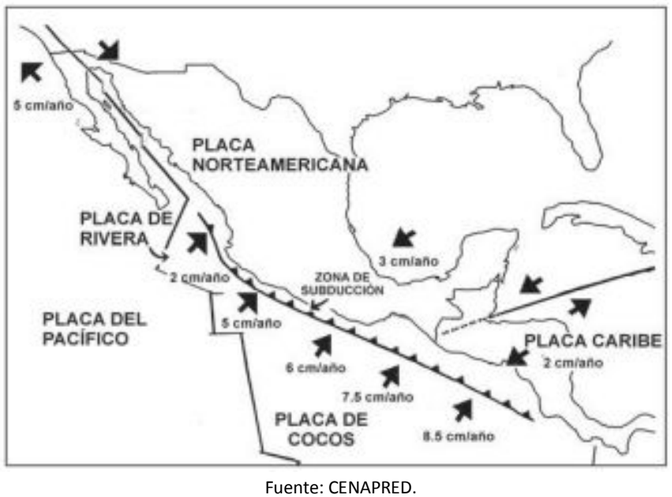
Por tanto, es fácil notar que un sismo de magnitud 4, como los que llegan a ocurrir varias veces por semana a lo largo de la costa occidental de México, no es la mitad de uno de magnitud 8, cuyo periodo de repetición en una determinada región puede ser de varias décadas.

5.1.2.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

Nuestro país se encuentra en una región del planeta que desde hace tiempo ha sido afectada por sismos y lo seguirá estando. México es una zona de alta sismicidad debido a que en su territorio interactúan cinco placas tectónicas.

El Occidente del país representa una zona de máximo riesgo sísmico. Las placas oceánicas de Cocos y Rivera se hunden bajo la placa continental “Norteamericana” a lo largo de la trinchera Mesoamericana y forman zonas de subducción donde tienen lugar muchos terremotos. La primera se mueve con una velocidad relativa de aproximadamente 5 cm/año respecto a la placa continental, mientras que la segunda se desplaza 2.5 cm/año aproximadamente.

Figura 66. Placas tectónicas y sus correspondientes velocidades relativas promedio.

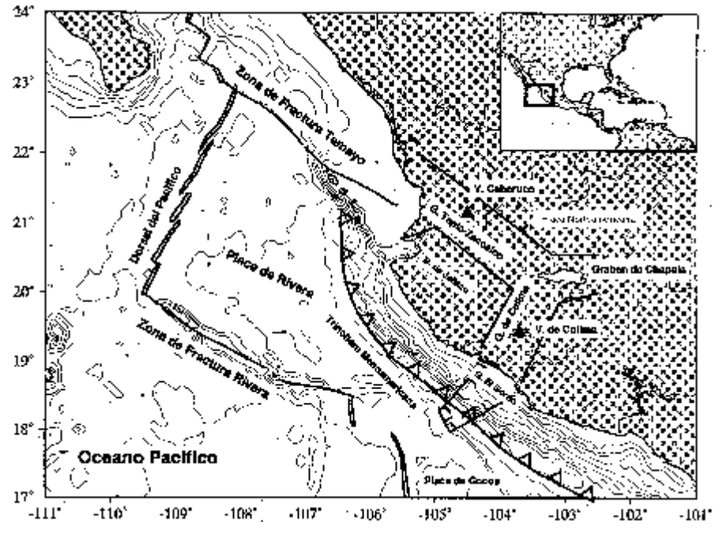


Fuente: CENAPRED.

Las zonas oceánicas de fracturas de Tamayo y de Rivera en conjunto con el Dorsal del Pacifico originan también gran número de temblores de alta magnitud.

En la parte continental, los grábenes de Tepic-Zacoalco, de Colima y de Chapala forman una triple conexión de las fallas tectónicas con gran potencial de actividad sísmica. El bloque de Jalisco, rodeado por los grábenes de Tepic-Zacoalco y de Colima en su parte continental y la placa de Rivera en su parte oceánica, tiene una tendencia de separación de la placa Norteamericana al oeste.

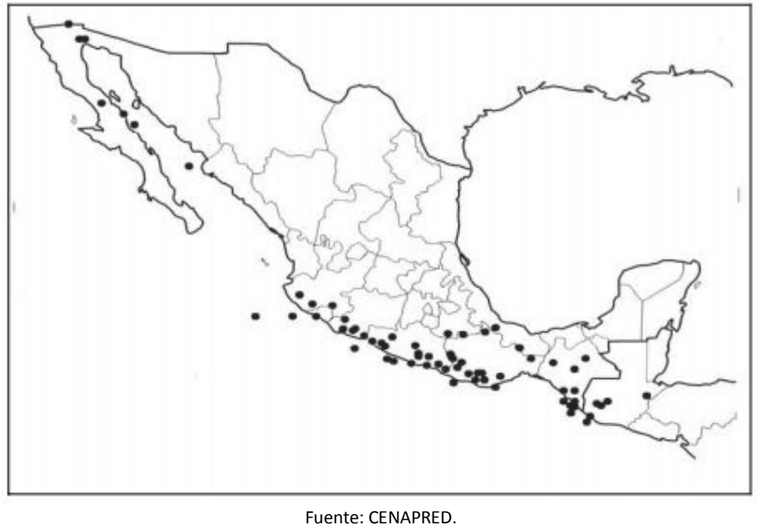
Figura 67. Marco tectónico del occidente de México.



Fuente: CENAPRED.

En la Figura 68 se muestran los epicentros de los sismos de gran magnitud (M≥7) ocurridos durante el siglo XX en la República Mexicana. Aproximadamente el 77% de esos eventos tuvo su origen a profundidades menores que 40 km, lo que aunado a sus magnitudes y frecuencia de ocurrencia, implica un nivel de peligro considerable. Estos grandes sismos se concentran principalmente en la costa occidental (costas de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Chiapas), así como a lo largo del Golfo de California y parte norte de la península.

Figura 68. Epicentros con magnitud 7 o mayor, ocurridos en o cerca del territorio nacional durante el siglo XX.



Fuente: CENAPRED.

Como se observa, la distribución de los epicentros muestra relación con las fronteras entre placas. La gran mayoría de los sismos se originan por fricción, otros se deben a fracturamientos en el interior de una sola placa o a la presencia de fallas activas.

El Servicio Sismológico Nacional ha determinado que la distribución típica de la sismicidad de baja magnitud tiene, en general, una relación directa con la de los eventos de gran magnitud.

Tabla 40. Periodo de recuperación de los grandes sismos producidos en la zona de subducción del Océano Pacífico.

Región	Localización aproximada		Año del sismo	Periodo Promedio (años)
	Latitud (°N)	Longitud (°W)		
Oaxaca E.	16.2	95.8	1897(7.4);1928(7.7);1965(7.8)	34
Oaxaca C.	16	96.8	1870(7.9);1928(8.0);1978(7.8)	54
Oaxaca O.	16.6	97.7	1854(7.7);1894(7.4);1928(7.4);1968(7.4)	38
Ometepec	16.5	98.5	1950(7.3);1982(6.9,7.0)	32
San Marcos	16.7	99.2	1845(7.9);1907(8.0);1957(7.7)	56
Petatlán.	17.3	101.4	1943(7.7);1973(7.6)	36
Michoacán	18.1	102.5	1911(7.9);1985(8.1)	74
Colima	18.4	103.2	1941(7.9);1973(7.5)	32

Fuente: Servicio Sismológico Nacional.

5.1.2.1.3 Metodología

En primera instancia, con base en el catálogo del Servicio Sismológico Nacional, se presenta el mapa de epicentros estatal.

Se ubica la zona de estudio en el contexto de la regionalización sísmica de México desarrollada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y en mapas de intensidad sísmica, aceleración máxima del terreno y periodos de retorno publicados por el CENAPRED.

Se exponen los resultados del estudio de los periodos naturales de vibración del suelo, basado en mediciones de ruido ambiental, y con su interpretación se elabora el mapa de isoperiodos de la cabecera municipal para proceder a la microzonificación sísmica del lugar.

5.1.2.2 Memoria de cálculo

5.1.2.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

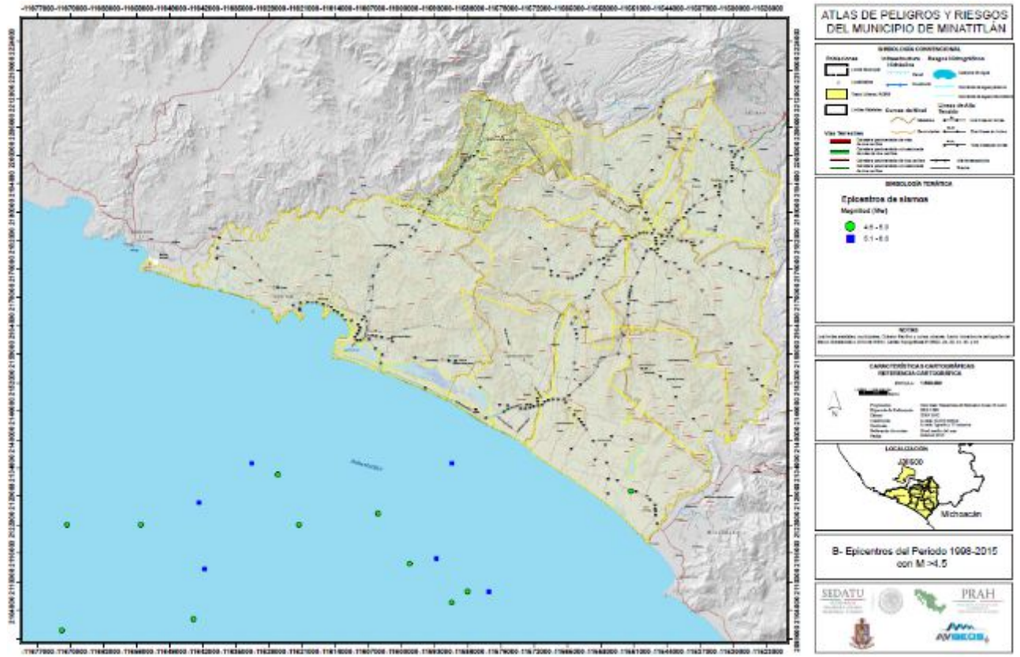
A partir de 1998 el Servicio Sismológico Nacional contabilizó un total de 738 sismos que de algún modo han afectado al territorio de Colima y a sus municipios, 33 temblores del total se han presentado con magnitudes mayores a 4.5 y sólo uno (2003) con magnitud mayor a 7.

Tabla 41. Sismos presentados en el Estado de Colima con magnitudes mayores a 4.5 (1998-2015).

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Profundidad (Km)	Magnitud (M)	Zona
03/04/1998	13:09:53	19	-105.9	10	4.7	COSTA COLIMA
23/04/1999	03:58:56	18.16	-105.14	2	4.9	COSTA COLIMA
08/12/1999	16:01:12	18.69	-104.94	6	4.7	COSTA COLIMA
15/04/2000	01:40:04	18.65	-104.19	10	4.6	COSTA COLIMA
06/06/2000	13:25:31	18.55	-104.6	10	4.7	COSTA COLIMA
29/04/2001	15:26:55	18.53	-104.85	10	5	COSTA COLIMA
08/05/2001	00:15:38	18.74	-104.25	12	5	COSTA COLIMA
19/05/2001	23:21:29	18.27	-105.72	20	6.5	COSTA COLIMA
16/03/2002	13:02:55	18.6	-104.08	16	4.6	COSTA COLIMA
02/09/2002	13:08:18	18.72	-104.84	10	4.6	COSTA COLIMA
22/11/2002	15:05:06	18.9	-105.98	9	5.2	COSTA COLIMA
21/01/2003	20:06:31	18.22	-104.6	10	7.6	COSTA COLIMA
22/01/2003	13:41:40	18.64	-104.58	10	5.8	COSTA COLIMA
22/01/2003	14:15:38	18.83	-104.49	10	5.3	COSTA COLIMA
23/01/2003	04:54:59	18.49	-104.48	7	4.7	COSTA COLIMA
16/02/2003	22:41:57	18.84	-105.12	15	5	COSTA COLIMA
11/03/2003	00:31:32	18.72	-104.4	2	4.7	COSTA COLIMA
27/02/2005	19:05:59	18.76	-104.59	10	5.6	COSTA COLIMA
18/05/2006	18:51:20	18.78	-103.77	20	4.6	18 km al SURESTE de TECOMAN, COL
31/07/2006	13:25:20	18.83	-104.11	10	5.2	19 km al SUROESTE de CD DE ARMERIA, COL
02/08/2006	20:04:36	18.4	-104.59	16	4.7	78 km al SUROESTE de MANZANILLO, COL
19/11/2006	00:59:08	18.49	-104.44	18	5.2	64 km al SUR de MANZANILLO, COL
31/05/2007	05:11:11	18.66	-104.14	11	5.1	36 km al SUROESTE de CD DE ARMERIA, COL
01/06/2007	14:50:17	18.72	-104.07	20	4.8	26 km al SUROESTE de CD DE ARMERIA, COL
23/09/2008	21:33:06	17.16	-105.16	42	6.4	228 km al SUROESTE de MANZANILLO, COL
12/10/2009	15:03:52	16.56	-104.44	16	5.1	267 km al SUR de TECOMAN, COL
22/10/2009	03:51:20	18.81	-104.44	5	4.6	29 km al SUROESTE de MANZANILLO, COL
03/04/2012	23:28:50	18.46	-103.84	12	4.8	50 km al SUR de TECOMAN, COL
20/02/2013	15:23:11	18.6	-104.04	5	5.6	38 km al SUR de CD DE ARMERIA, COL
30/07/2013	14:31:10	18.39	-104.2	20	4.6	65 km al SUROESTE de CD DE ARMERIA, COL
09/02/2014	22:09:56	17.93	-105.42	3	4.6	170 km al SUROESTE de MANZANILLO, COL
27/11/2014	06:31:14	18.27	-104.63	14	5	93 km al SUROESTE de MANZANILLO, COL
02/09/2015	15:25:35	18.58	-104.11	13	4.6	42 km al SUROESTE de CD DE ARMERIA, COL

Fuente: Servicio Sismológico Nacional.

Figura 69. Epicentros del periodo 1998-2015 con M > 4.5.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42. Breves descripciones de sismos históricos en el Estado de Colima.

27 de mayo de 1563 El primer sismo del que se tiene noticia. Afectó la costa de Colima y Jalisco, principalmente Barra de Navidad.	14 de abril de 1574 Causó daños materiales y pérdidas humanas; se dice que colapsó la iglesia y muchas casas. Se sabe que fue percibido también con fuerza en Guadalajara y Michoacán.	15 y 16 de abril de 1616 Hubo una fuerte actividad que se mantuvo varios meses y culminó el 10 de junio con otra sacudida.
10 de junio de 1625 A consecuencia de una fuerte actividad sísmica fueron destruidos varios templos y fincas en el Estado.	10 de junio de 1680 Ocasionó el colapso de todos los templos y la mayor parte de las casas de la villa de Colima y pueblos cercanos. El edificio más afectado durante esta etapa fue el antiguo monasterio de San Francisco de Almoloyan, que ocupaba parte de los terrenos de la actual iglesia de San Francisco.	23 de febrero de 1690 Derribó todos los templos y la mayor parte de las casas de la ciudad y pueblos cercanos, se sabe que el sismo fue sentido también en México.
16 de agosto de 1711 Se extendió por varios minutos, tratándose seguramente de varias réplicas que fueron sentidas en el lapso de media hora.	25 y 26 de junio de 1739 Terremotos que afectaron principalmente a las ciudades de Colima y Guadalajara, destruyeron casas e iglesias.	1790 Dejó en la región de Colima y Jalisco ruinas y luto. Afectó principalmente a Zapotlán y en Colima derribó la mayoría de los edificios.
17 de junio de 1795 Provocó la cuarteadura de algunas casas y la caída de sus tejas.	30 de mayo de 1818 Derribó la mayor parte de las casas y ocasionó 80 muertes y 72 heridos de gravedad, destruyó además la parroquia en la que actualmente se localiza la catedral. El 2 de octubre del mismo año otro sismo terminó por destruir las fincas que no habían sido derribadas.	7 de abril de 1845 Afectó a la ciudad de Colima y destruyó varias casas.
19 de enero de 1900 El movimiento oscilatorio seguido de una trepidación creciente de oeste a este afectó sitios como Colima, Almoloyan, Tecomán, Teutlán, Ixtlahuacán, Tecalitlán, Tolimán, Zapotitlán, Villa de Álvarez, Cuyutlán, Minatitlán y Coahuayana. Muchos edificios resultaron dañados, la Catedral, el Beaterio, la iglesia del Sagrado Corazón de Jesús, la iglesia Sangre de Cristo, San Francisco de Asís, varias escuelas, el Seminario Conciliar, el Hospital Civil, el Orfanatorio, la cárcel, el portal Medellín, los portones de la tapia del Jardín Núñez y unas 200 casas. Se dice que murieron 8 personas y más de 50 resultaron heridas y contusionadas.	7 de junio de 1911 Fuerte sacudida que fue percibida en muchos estados del país, incluyendo Colima. El templo de la Merced fue casi destruido y tuvo que ser clausurado ante la amenaza de derrumbarse. Las torres del templo de San José cayeron sobre la cúpula de la misma iglesia derribándola. La catedral de Colima sufrió grandes cuarteaduras, lo mismo que el palacio de gobierno cuyo reloj cayó durante la sacudida.	3 de junio de 1932 El mayor sismo registrado en México durante el siglo XX, de magnitud Ms=8.2 en Colima y Jalisco. Tecomán, Autlán y Mascota quedaron en ruinas. Se registraron cerca de 300 muertos. Dos días después del sismo ocurrió una réplica y la madrugada del día 18 fue sentida una nueva sacudida.
22 de junio de 1932 Sismo de Ms=6.9 que originó un tsunami en la costa del Estado.	15 de abril de 1941 La magnitud del sismo principal fue de 7.9 en la escala Richter. Los efectos de la sacudida provocaron la muerte de 28 personas, más de cien heridos y se contabilizó la caída de más del 80% de las viviendas de la ciudad de Colima. La afectación fue tan grande que el Estado quedó incomunicado con el resto del país durante cuatro días.	30 de enero de 1973 Se sintió en todo el Estado. Los sitios más afectados fueron Manzanillo, en donde numerosas construcciones resultaron afectadas; Tecomán, donde murieron 10 personas; Armería, Coahuayana y la ciudad de Colima. El tránsito por ferrocarril quedó interrumpido con el puerto de Manzanillo.
9 de octubre de 1995 Alcanzó una magnitud de 7.9. Los daños principales ocurrieron en la ciudad de Manzanillo, en donde las malas prácticas constructivas ocasionaron la caída de edificios y la muerte de 49 personas. El mayor número de víctimas ocurrió durante el colapso del Hotel Costa Real, causando también daños al hospital de zona del IMSS, la antigua central de autobuses y la Plaza Santiago. En la ciudad de Colima el sismo afectó casas y escuelas, en Minatitlán se presentó el deslizamiento de la cortina de la presa de jales.	21 de enero de 2003 Magnitud de 7.8. Tuvo una duración de más de un minuto. Causó grandes y graves destrozos, se reportaron daños en 25 localidades, principalmente costeras, de los estados de Jalisco y Michoacán. Los reportes oficiales contabilizaron 21 muertos y alrededor de 15,000 casas dañadas, resultando más de 3,000 con daños severos. En un principio se mencionó que sólo las casas construidas con adobe habían sufrido los mayores daños, sin embargo, al paso de los días se constató que muchas construcciones ejecutadas con materiales de calidad y técnicas modernas también sufrieron el embate de la sacudida. Se presentaron daños en diferentes carreteras de la entidad.	

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.2.2 Evidencias identificadas en campo

El sismo ocurrido el 21 de enero de 2003 dejó grandes secuelas en el municipio de Minatitlán. De acuerdo con notas periodísticas se presentaron cortes en la carretera Manzanillo-Minatitlán y numerosos daños a viviendas: 606 casas dañadas; 42 con pérdida total, 240 con pérdida parcial y 324 con pérdidas menores.

Durante el levantamiento de las fichas de campo, la población reportó algunas afectaciones debidas a este sismo, entre ellas y la más común, el agrietamiento de muros en viviendas.



Figura 70. Daños ocasionados a vivienda por sismo de 2003 (Paticajo).

5.1.2.2.3 Procedimiento estadístico

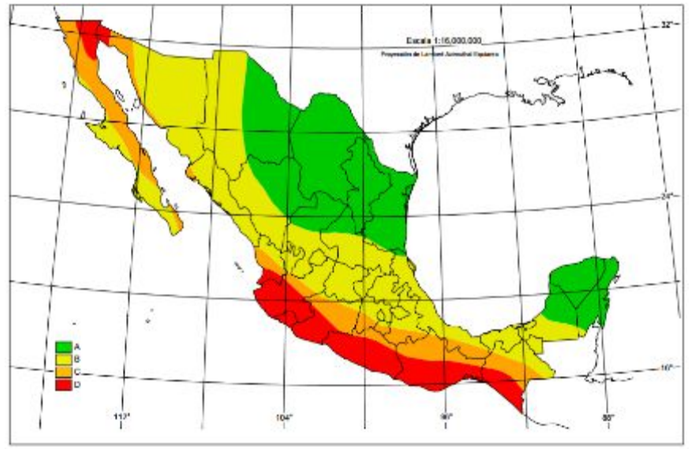
1) Regionalización sísmica de la CFE

En el *Manual de diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE)*, se encuentra publicado el mapa de Regionalización Sísmica de México mostrado en la Figura 71.

En este mapa la República Mexicana es dividida en cuatro regiones, de la A a la D, las cuales representan un nivel creciente de peligro. Cada zona es un reflejo de qué tan frecuentes son los sismos y de la máxima aceleración del suelo a esperar.

En la zona D, donde se localiza el Estado de Colima, ocurren con frecuencia temblores de gran magnitud (M>7) y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores al 70% de g (zona de peligro sísmico máximo).

Figura 71. Mapa de Regionalización sísmica de México.



Fuente: CFE. Manual de diseño de Obras Civiles: Diseño por Sismo.

2) Mapas de aceleración y periodos de retorno

Una manera cuantitativa de representar el peligro por grandes sismos es el cálculo de aceleraciones máximas posibles del terreno. Para el caso de México, se ha observado que aquellas aceleraciones que rebasan el 15% del valor de la aceleración de la gravedad (150 cm/s^2) producen daños y efectos de consideración, sobre todo por los tipos constructivos que predominan en el país.

En las figuras siguientes se ubica de manera aproximada la zona de estudio en mapas de aceleración máxima del terreno para periodos de retorno de 10, 50, 100, 500 y 1000 años.

Figura 72. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 10 años.



Fuente: CENAPRED.

Figura 73. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 50 años.



Fuente: CENAPRED.

Figura 74. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 100 años.



Fuente: CENAPRED.

Figura 75. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 500 años.



Fuente: CENAPRED.

Figura 76. Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de 1000 años.



Fuente: CENAPRED.

Tabla 43. Valores de aceleración máxima para los diferentes periodos de retorno.

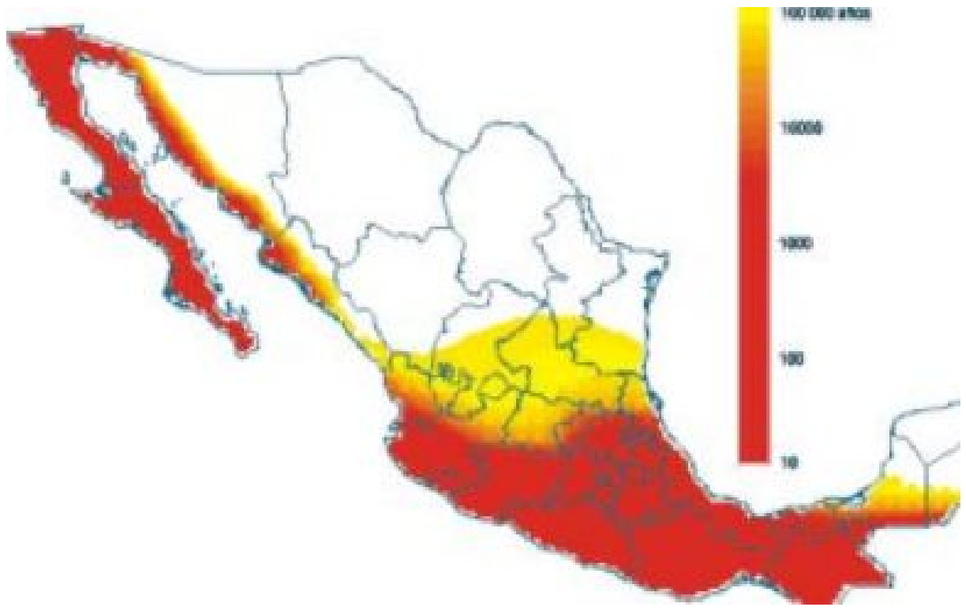
Periodo de retorno (años)	Aceleración máxima (cm/s^2)
10	80
50	192
100	244
500	495
1000	602

Fuente: Elaboración propia.

Las aceleraciones máximas del terreno para periodos iguales y mayores a 50 años, rebasan el valor de 150 cm/s^2, lo que señala que en estos casos pueden presentarse daños de algún tipo en las construcciones debido a la presencia de un sismo.

El número de años promedio que puede tardar en repetirse una aceleración del terreno de al menos 15% de g es muy corto y menor a 100.

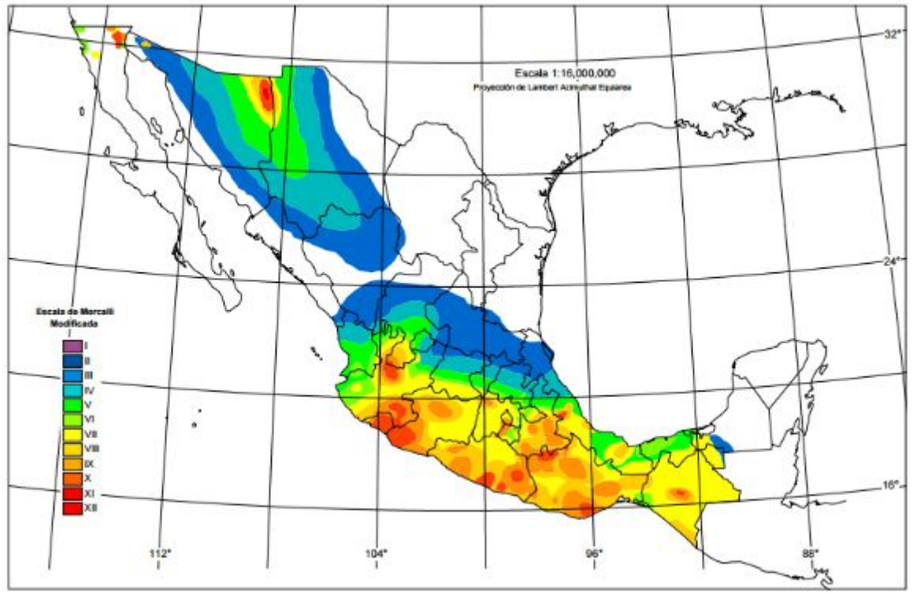
Figura 77. Periodos de retorno para aceleraciones de 0.15 g o mayores.



Fuente: CENAPRED.

3) Mapa de intensidades sísmicas

Figura 78. Mapa global de intensidades sísmicas.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Es posible apreciar con detalle cuáles han sido las áreas más expuestas a daños en diferentes niveles; el Estado de Colima presenta intensidades de IX, X y XI en la escala de Mercalli, las más altas en el país.

La zona de estudio es de alerta, debido a que a partir de intensidades mayores a VII se observan daños de leves a graves en las construcciones ordinarias, particularmente en vivienda rural, y/o deslizamientos en ladera.

4) Periodos naturales de vibración

Un mapa de isoperiodos puede integrarse colectando, mediante un acelerógrafo o sismógrafo portátil, señales de vibración ambiental en tantos sitios como sea posible y calculando sus espectros de amplitud de Fourier para obtener los periodos dominantes. Se realizaron en total 57 mediciones de ruido ambiental con duración de 15 minutos cada una en las tres localidades más pobladas del municipio: 49 mediciones en Minatitlán, 5 en Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado) y 3 en Paticajo.

4.1) Instrumento

Sismómetro Triaxial Digital Modelo CMG-6TD. Características principales: Respuesta en frecuencia de 1 s a 100 Hz. Sensitividad de 2400 V/m/s. Digitalizador interno de 3 canales @24 bits. Memoria interna de 4 GB. Force Feedback instrumento de banda ancha.

4.2) Medición en puntos

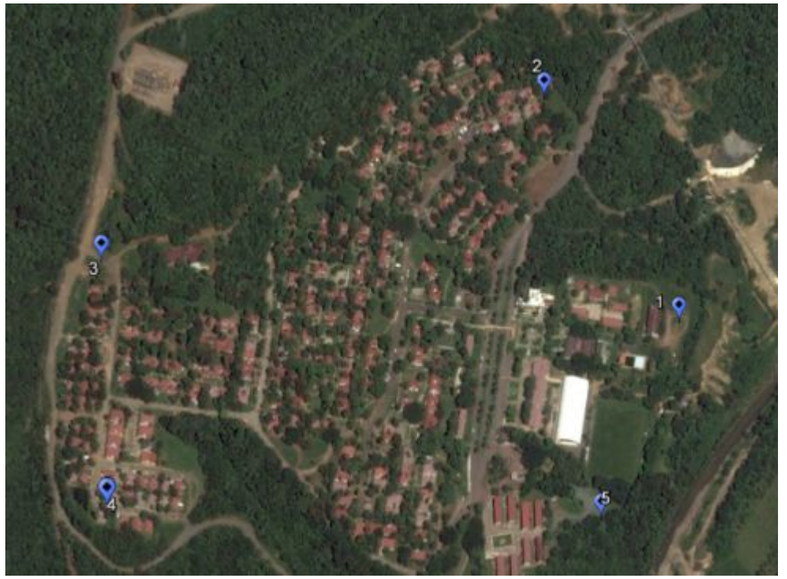
Los puntos donde se realizaron las mediciones fueron establecidos de forma estratégica como se muestra en las imágenes siguientes.

Figura 79. Puntos donde se realizó la medición de ruido ambiental (Minatitlán).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 80. Puntos donde se realizó la medición de ruido ambiental (El Poblado).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 81. Puntos donde se realizó la medición de ruido ambiental (Paticajo).



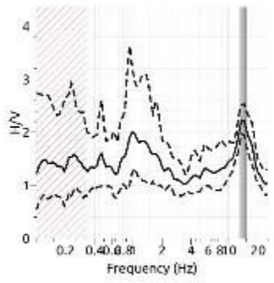
Fuente: Elaboración propia.

4.3) Procesamiento

El método Nakamura estima la relación entre los espectros de amplitud de Fourier de la componente horizontal (H) vs la componente vertical (V) de las vibraciones de ruido ambiental.

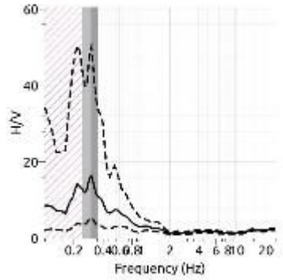
A continuación se presentan algunas gráficas representativas de este procedimiento.

Figura 82. Punto 1 (Minatitlán).



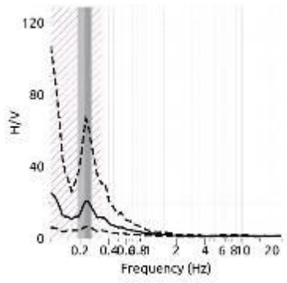
Fuente: Elaboración propia.

Figura 83. Punto 2 (Minatitlán).



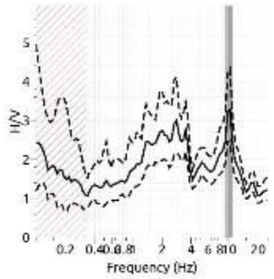
Fuente: Elaboración propia.

Figura 84. Punto3 (Minatitlán).



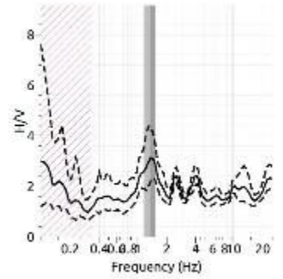
Fuente: Elaboración propia.

Figura 85. Punto 1 (El Poblado).



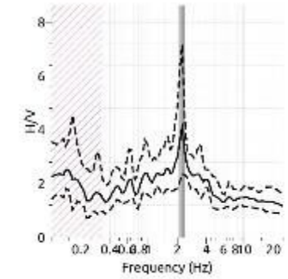
Fuente: Elaboración propia.

Figura 86. Punto 2 (El Poblado).



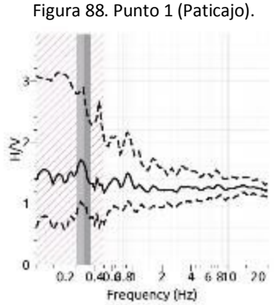
Fuente: Elaboración propia.

Figura 87. Punto 3 (El Poblado).



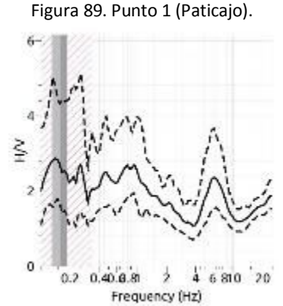
Fuente: Elaboración propia.

Figura 88. Punto 1 (Paticajo).



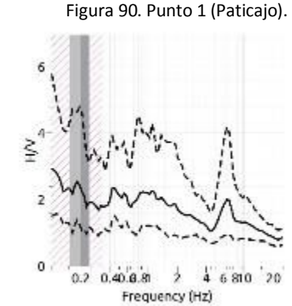
Fuente: Elaboración propia.

Figura 89. Punto 1 (Paticajo).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 90. Punto 1 (Paticajo).



Fuente: Elaboración propia.

4.4) Resumen de resultados

Los periodos naturales de vibración resultantes en los 57 puntos se enlistan en las tablas siguientes.

Tabla 44. Periodos naturales de vibración del suelo obtenidos en Minatitlán.

Minatitlán						
Punto	**Latitud**	**Longitud**	**Latitud**	**Longitud**	**Hz**	**Periodo (s)**
1	19.38909000	104.05934000	19° 23' 21.21"	104° 03' 34.34"	14.000	0.071
2	19.38924000	104.05812000	19° 23' 21.21"	104° 03' 29.29"	0.300	3.333
3	19.38927000	104.05671000	19° 23' 21.21"	104° 03' 24.24"	0.230	4.348
4	19.38572000	104.05681000	19° 23' 09.09"	104° 03' 25.25"	1.100	0.909
5	19.38835000	104.05470000	19° 23' 18.18"	104° 03' 17.17"	0.710	1.408
6	19.38580647	104.05469574	19° 23' 09.09"	104° 03' 17.17"	1.100	0.909
7	19.38909000	104.05283000	19° 23' 21.21"	104° 03' 10.10"	0.260	3.846
8	19.38738000	104.05325000	19° 23' 15.15"	104° 03' 12.12"	1.150	0.870
9	19.38598270	104.05288589	19° 23' 10.10"	104° 03' 10.10"	0.100	10.000
10	19.38430691	104.05367817	19° 23' 04.04"	104° 03' 13.13"	2.150	0.465
11	19.38067178	104.05453173	19° 22' 50.50"	104° 03' 16.16"	10.000	0.100
12	19.39026000	104.05125000	19° 23' 25.25"	104° 03' 04.04"	1.480	0.676
13	19.38753485	104.05219600	19° 23' 15.15"	104° 03' 08.08"	1.350	0.741
14	19.38647200	104.05125810	19° 23' 11.11"	104° 03' 05.05"	0.100	10.000*
15	19.38452463	104.05132830	19° 23' 04.04"	104° 03' 05.05"	2.260	0.442
16	19.38328659	104.05199093	19° 23' 00.00"	104° 03' 07.07"	5.500	0.182
17	19.38221105	104.05067091	19° 22' 56.56"	104° 03' 02.02"	6.900	0.145
18	19.38099031	104.05163528	19° 22' 52.52"	104° 03' 06.06"	1.520	0.658
19	19.38916000	104.04987000	19° 23' 21.21"	104° 03' 00.00"	1.300	0.769
20	19.38874527	104.05058400	19° 23' 19.19"	104° 03' 02.02"	0.225	4.444
21	19.38773000	104.05052000	19° 23' 16.16"	104° 03' 02.02"	1.300	0.769
22	19.38773030	104.04950200	19° 23' 16.16"	104° 02' 58.58"	0.310	3.226
23	19.38616509	104.04919575	19° 23' 10.10"	104° 02' 57.57"	0.640	1.563
24	19.38498190	104.05042984	19° 23' 06.06"	104° 03' 02.02"	0.220	4.545
25	19.38366797	104.04950980	19° 23' 01.01"	104° 02' 58.58"	0.335	2.985
26	19.38140614	104.04894807	19° 22' 53.53"	104° 02' 56.56"	0.400	2.500
27	19.39309000	104.05028000	19° 23' 35.35"	104° 03' 01.01"	0.820	1.220
28	19.39230000	104.04997000	19° 23' 32.32"	104° 03' 00.00"	1.530	0.654
29	19.39147000	104.04938000	19° 23' 29.29"	104° 02' 58.58"	0.800	1.250
30	19.38923000	104.04846000	19° 23' 21.21"	104° 02' 54.54"	1.510	0.662
31	19.38624000	104.04653600	19° 23' 10.10"	104° 02' 48.48"	0.330	3.030
32	19.38457104	104.04726902	19° 23' 04.04"	104° 02' 50.50"	2.450	0.408
33	19.38431140	104.04746116	19° 23' 04.04"	104° 02' 51.51"	3.750	0.267
34	19.39375000	104.04916000	19° 23' 37.37"	104° 02' 57.57"	1.380	0.725
35	19.39297000	104.04693000	19° 23' 35.35"	104° 02' 49.49"	0.545	1.835
36	19.39195000	104.04637000	19° 23' 31.31"	104° 02' 47.47"	21.000	0.048
37	19.39099579	104.04660580	19° 23' 28.28"	104° 02' 48.48"	0.500	2.000
38	19.39116000	104.04766000	19° 23' 28.28"	104° 02' 52.52"	0.777	1.287
39	19.38937802	104.04573710	19° 23' 22.22"	104° 02' 45.45"	0.709	1.410
40	19.38772429	104.04541038	19° 23' 16.16"	104° 02' 43.43"	1.250	0.800
41	19.38525131	104.04453654	19° 23' 07.07"	104° 02' 40.40"	1.370	0.730
42	19.38388549	104.04271042	19° 23' 02.02"	104° 02' 34.34"	1.350	0.741
43	19.39586600	104.04733500	19° 23' 45.45"	104° 02' 50.50"	0.309	3.236
44	19.39457000	104.04682000	19° 23' 40.40"	104° 02' 49.49"	1.520	0.658
45	19.39352000	104.04559000	19° 23' 37.37"	104° 02' 44.44"	2.200	0.455
46	19.39261000	104.04530000	19° 23' 33.33"	104° 02' 43.43"	1.200	0.833
47	19.39049140	104.04453000	19° 23' 26.26"	104° 02' 40.40"	0.274	3.650
48	19.38931000	104.04330000	19° 23' 22.22"	104° 02' 36.36"	1.300	0.769
49	19.38966000	104.04256000	19° 23' 23.23"	104° 02' 33.33"	1.510	0.662

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Periodos naturales de vibración del suelo obtenidos en El Poblado.

El Poblado						
Punto	**Latitud**	**Longitud**	**Latitud**	**Longitud**	**Hz**	**Periodo (s)**
1	19.36144444	-104.0892806	19° 21' 41.41"	104° 05' 21.21"	10.000	0.100
2	19.36398611	-104.0909583	19° 21' 50.50"	104° 05' 27.27"	1.350	0.741
3	19.36211111	-104.0961417	19° 21' 44.44"	104° 05' 46.46"	2.200	0.455
4	19.35936667	-104.0961472	19° 21' 34.34"	104° 05' 46.46"	3.250	0.308
5	19.35916667	-104.0902194	19° 21' 33.33"	104° 05' 25.25"	2.480	0.403

Fuente: Elaboración propia.

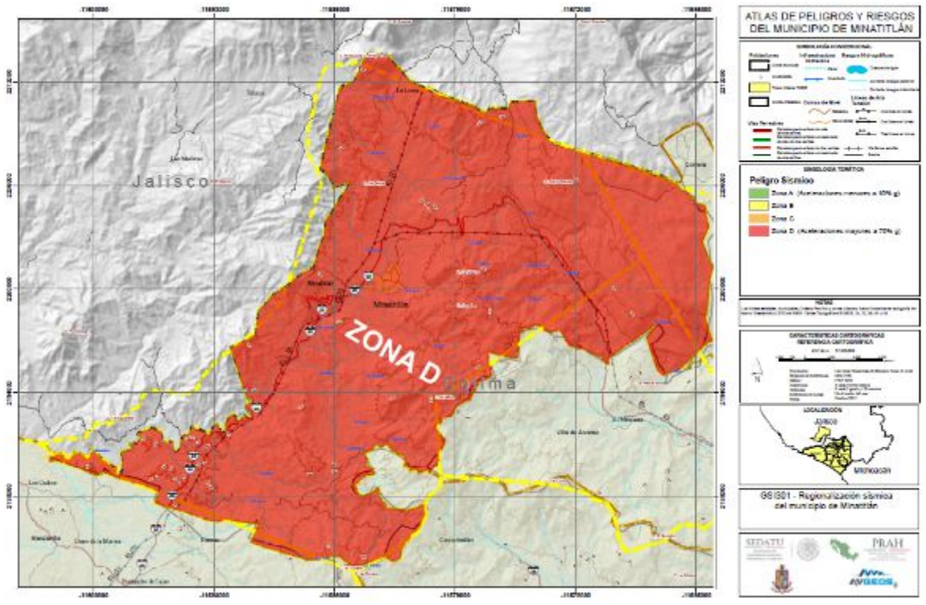
Tabla 46. Periodos naturales de vibración del suelo obtenidos en Paticajo.

Paticajo						
Punto	**Latitud**	**Longitud**	**Latitud**	**Longitud**	**Hz**	**Periodo (s)**
1	19.302225	-104.152775	19° 18' 08.08"	104° 09' 10.10"	0.309	3.236
2	19.30013611	-104.1528778	19° 18' 00.00"	104° 09' 10.10"	0.125	8.000*
3	19.30155556	-104.1549583	19° 18' 06.06"	104° 09' 18.18"	0.198	5.051

Fuente: Elaboración propia.

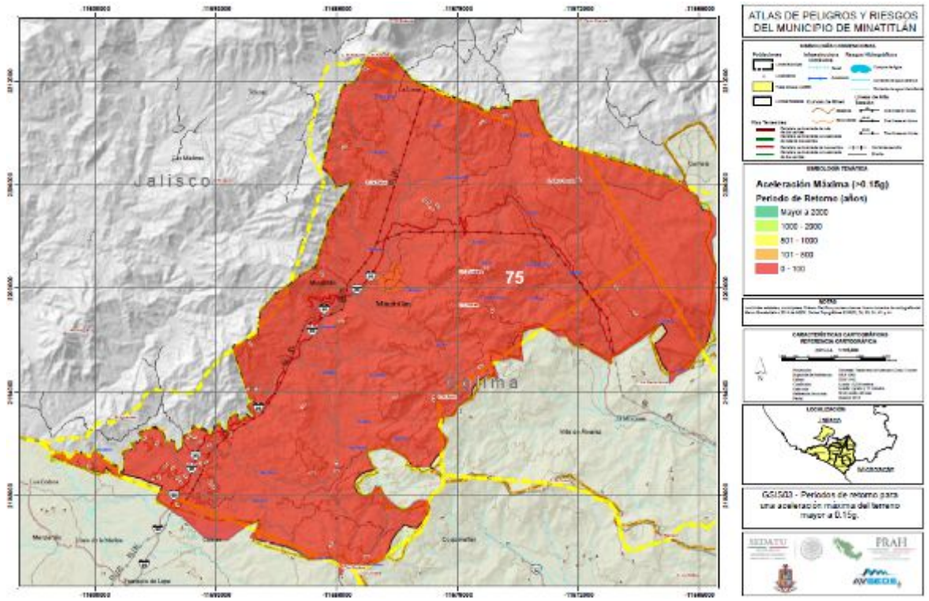
5.1.2.2.4 Análisis de mapas

Figura 91. Regionalización sísmica del municipio de Minatitlán.



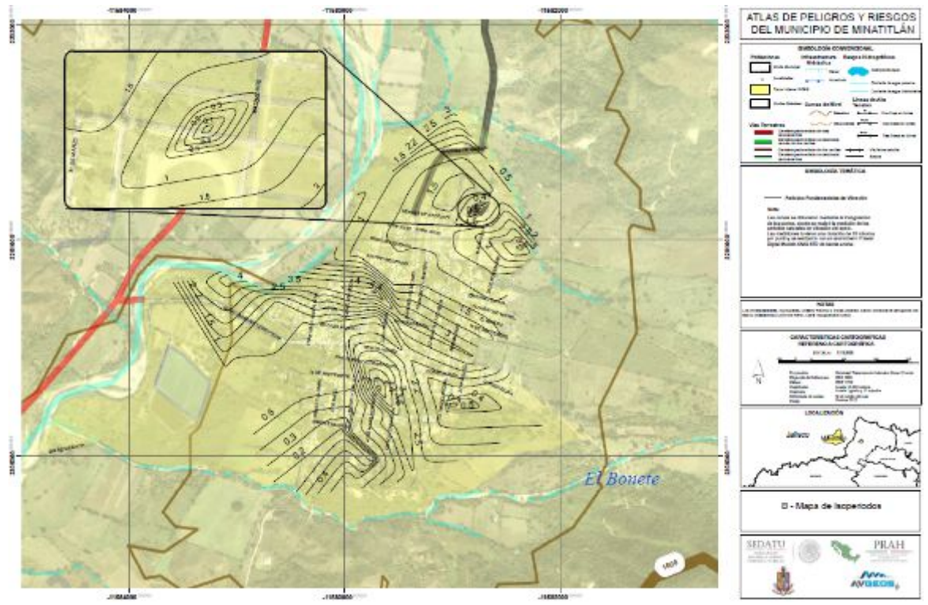
Fuente: Elaboración propia.

Figura 92. Periodos de retorno para una aceleración máxima del terreno mayor a 0.15 g.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 93. Mapa de isoperiodos obtenido con vibración ambiental para la cabecera municipal.

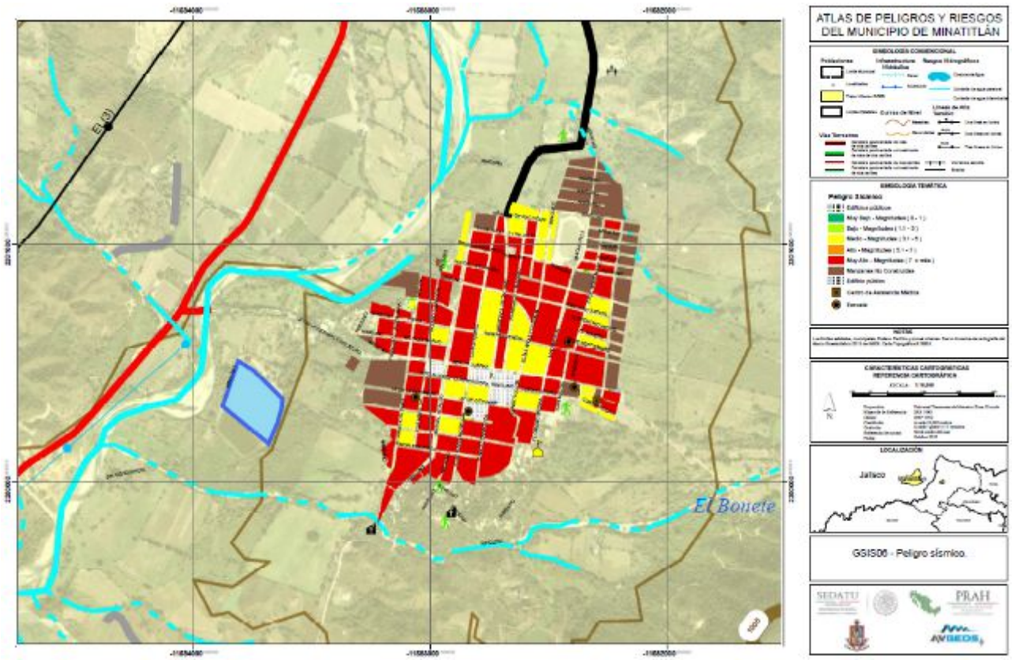


Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.3 Resultado del análisis

5.1.2.3.1 Mapa de peligro sísmico

Figura 94. Peligro sísmico.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.3.2 Descripción del Mapa de isoperiodos y de peligro sísmico

El mapa de isoperiodos une mediante curvas valores iguales de periodos dominantes del terreno y refleja la geología superficial del lugar. Los periodos cortos (0.1, 0.2 s) son característicos de terrenos firmes, y los periodos más largos (3, 4, 5 s) de rellenos aluviales con sedimentos blandos como arcillas, arenas y limos.

En lugares como la Ciudad de México, la existencia de periodos largos incrementa el peligro sísmico, esto debido a la existencia de construcciones de varios niveles cuyo movimiento es amplificado; sin embargo, en Estados como Colima, y específicamente en el municipio de Minatitlán, las construcciones características son de 1 o 2 niveles, cuyo comportamiento es afectado en mayor medida por periodos de vibrar cortos.

De acuerdo con el mapa, los valores más bajos (menores a 0.5 s) fueron registrados al norte, sur y sureste de la cabecera municipal. Las zonas del sur y sureste se encuentran deshabitadas, sin embargo, la zona norte se encuentra en proceso de urbanización. A pesar de ser el desarrollo habitacional de la colonia Antorchista, Tipo 1 (menos vulnerable de acuerdo con la clasificación de INEGI) con muros de mampostería y techos rígidos; es recomendable exigir que futuras construcciones en la zona sean ejecutadas por profesionales y sujetándose a lineamientos de resistencia y seguridad estructural.

Aunado a lo anterior, otra importancia de conocer el periodo dominante del suelo en un sitio dado, está en que debe evitarse construir allí estructuras con periodos similares. Cuando el periodo del edificio y el del suelo son iguales o muy parecidos, se presenta un fenómeno de resonancia, el cual implica desplazamientos y deformaciones mucho más grandes y, en consecuencia, una mayor probabilidad de daño.

Figura 95. Zona de mayor peligro sísmico de acuerdo a los periodos naturales de vibración del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

El mapa de peligro sísmico, atendiendo a la regionalización de la Comisión Federal de Electricidad, a los antecedentes y daños por eventos pasados, así como al mapa de isoperiodos elaborado, asigna un nivel de peligro muy alto a la mayoría del municipio, con probabilidad de ocurrencia de sismos con magnitud mayor a 7.

El fenómeno de licuación de arenas no se presenta debido a que el tipo de suelo predominante, de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos, son las arcillas.

5.1.2.4 Vulnerabilidad por sismo y viento

5.1.2.4.1 Vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, del incremento demográfico y de la urbanización acelerada sin planeación, así mismo 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.

La vulnerabilidad social asociada a los desastres naturales 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 misma población.

5.1.2.4.1.1 Características sociales y económicas

Esta primera evaluación representa una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población en base a 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 la *Guía Básica para la Elaboración de*

*Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*establece 18 indicadores con valores entre 0 y 1, donde 1 corresponde al nivel más alto de vulnerabilidad y 0 al nivel más bajo.

Una vez establecido el valor de cada indicador, se obtuvo el promedio simple por rubro, por lo que existe un promedio para salud, uno para educación, uno para vivienda, uno para empleo e ingresos y uno para población. Posteriormente se sumaron los resultados dividiéndolos entre 5 para obtener el promedio total, éste es el valor final para la primera parte de la metodología.

Tabla 47. Indicadores socioeconómicos para evaluación de la vulnerabilidad social.

Categoría	Indicador	Justificación	Resultado	Condición de vulnerabilidad	Valor asignado	Promedio por rubro
Salud	Médicos por cada 1,000 habitantes	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.	2.9	Muy baja	0	0.00
	Tasa de mortalidad infantil	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.	8.6	Muy baja	0	
	Porcentaje de la población no derechohabiente	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.	9	Muy baja	0	
Educación	Porcentaje de analfabetismo	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.	7.2	Muy baja	0	0.17
	Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	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.	96.1	Muy baja	0	
	Grado promedio de escolaridad	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.	7.4	Media	0.5	
Vivienda	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	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.	4.1	Muy baja	0	0.00
	Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	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.	3.2	Muy baja	0	
	Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	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.	2.3	Muy baja	0	
	Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón	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.	0	Muy baja	0	
	Porcentaje de viviendas con piso de tierra	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.	5.7	Muy baja	0	
	Déficit de vivienda	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.	5.8	Muy baja	0	
Empleo e ingresos	Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	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.	90.8	Muy alta	1	0.33
	Razón de dependencia	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.	57	Muy baja	0	
	Tasa de desempleo abierto	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.	2.5	Muy baja	0	
Población	Densidad de población	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.	20	Muy baja	0	0.33
	Porcentaje de la población de habla indígena	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.	0.2	Predominantemente no indígena	0	
	Dispersión poblacional	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.	43.9	Muy alto	1	
Promedio total						**0.17**

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI: Censo de Población y Vivienda 2010 y metodología del CENAPRED.

5.1.2.4.1.2 Capacidad de prevención y respuesta

La segunda etapa de la metodología consistió en la aplicación de un cuestionario que permite conocer de manera general la capacidad de prevención y respuesta ante una emergencia por parte del municipio. Dicho cuestionario fue dirigido al Director de la Unidad de Protección Civil Municipal.

Es importante mencionar que a las respuestas afirmativas se les asignó el valor de 0 y a las negativas 1, ya que entre menor es la capacidad de respuesta del órgano de atención, mayor es la vulnerabilidad de la población y viceversa.

Figura 96. Cuestionario "Capacidad de prevención y respuesta".

Atlas de Peligros y/o Riesgos
Minatitlán 2015

Cuestionario de Capacidad de Respuesta Dirigido a Protección Civil

Nombre: _____ Cargo: _____

N°	Pregunta	SI	NO
1	¿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?		
2	¿Cuenta con un plan de emergencia?		
3	¿Cuenta con un consejo municipal el cual debe de 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?		
4	¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de Protección Civil (p.ej. manual de organización)?		
5	¿Conoce los programas federales de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres?		
6	¿Cuenta con un mecanismo de alerta temprana?		
7	¿Cuenta con canales de comunicación (organización a través de los cuales se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de emergencia?		
8	¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?		
9	¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de emergencia y/o desastre)		
10	¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?		
11	¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de desastre?		
12	¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y placas de lámina de cartón para casos de emergencia?		
13	¿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.)		
14	¿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?		
15	¿Cuenta con un número de personal activo?		
16	¿El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?		
17	¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?		
18	¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.)?		
19	¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?		
20	¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?		
21	¿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?		
22	¿Cuenta con algún sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georreferenciar puntos críticos en su localidad?		
23	¿Cuál es el grado promedio de escolaridad que tiene el personal activo?		
24	¿Qué actividades realizan normalmente?		

Fuente: Elaboración propia con formato de CENAPRED.

En el caso de la Unidad Municipal de Protección Civil de Minatitlán, el puntaje final obtenido en el cuestionario fue de 6.

Dentro de las respuestas negativas resalta la necesidad de contar con un mecanismo de alerta temprana y de establecer un vínculo con centros de asistencia social como DIF, DICONSA, LICONSA para la operación y distribución de recursos en los albergues.

El representante de la unidad cuenta con un teléfono móvil que le fue proporcionado por el municipio, el teléfono fijo de la dependencia se encuentra fuera de servicio y no cuentan con computadora, internet o fax que les facilite la elaboración, procesamiento y consulta de información continua que pudieran recibir de la dependencia estatal.

Consecuentemente, al no contar con una computadora, no tienen la posibilidad de utilizar un Sistema de Información Geográfica (SIG) que les permita procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad.

El número de personal activo en la unidad es de 6 a 7 personas con un grado promedio de escolaridad de secundaria/preparatoria.

Las preguntas 23 y 24 no se tomaron en consideración para proporcionarles una puntuación, ya que con éstas se busca conocer la situación académica del personal y las funciones que realizan.

Las actividades que mayoritariamente desempeñan en la Unidad Municipal de Protección Civil de Minatitlán se enfocan a la atención de emergencias en carreteras y balnearios, así como a la realización de simulacros en instituciones educativas. La atención de desastres geológicos e hidrometeorológicos no es una tarea muy reconocida por los trabajadores.

Más allá de la puntuación obtenida por cada respuesta, cada una de ellas representa por sí misma un indicador sobre las necesidades de la unidad.

Tabla 48. Resultado final de la cédula "Capacidad de prevención y respuesta".

Rangos con respecto a la suma de las respuestas	Capacidad de prevención y respuesta	Valor asignado según condición de vulnerabilidad	Calificación
De 0 a 4	Muy alta	0	0.25
De 4.1 a 8.0	Alta	0.25	
De 8.1 a 12.0	Media	0.50	
De 12.1 a 16.0	Baja	0.75	
16.1 o más	Muy baja	1	

Fuente: CENAPRED.

De acuerdo al resultado obtenido en esta etapa y a la metodología de CENAPRED, se le asignó una calificación de **0.25** y una capacidad de prevención y respuesta "Alta" a la Unidad Municipal de Protección Civil de Minatitlán. Este es el segundo resultado para la obtención del grado de vulnerabilidad social.

5.1.2.4.1.3 Percepción local

La tercera y última etapa está conformada por otro cuestionario que, a diferencia del anterior, fue aplicado a una muestra aleatoria de 243 habitantes mayores de 18 años distribuidos en diferentes localidades del municipio.

Figura 97. Cédula “Percepción local”.

Atlas de Peligros y/o Riesgos
Minatitlán 2015

AVGEOS

Cédula (Percepción local)

Nombre:_____ Edad:_____
Localidad:_____

Nº	Pegunta	Valores			Total
		A	B	C	
1	¿Dentro de los tipos de peligro que existen, cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?	1 a 5	6 a 13	14 o más	
2	Respecto a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 recuerda o ¿sabe si ha habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos años?	Si	No	No sé	
3	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	Si	No	No sé	
4	¿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.)?	Si	No	No sé	
5	¿Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	Si	No	No sé	
6	En caso de que recuerde algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron:	Bajo (sin fatalidades y daño en algunas casas)	Medio (fallecidos y daño total en algunas casas)	Alto (muchos fallecidos y daño total en muchas viviendas)	
7	¿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?	Si	No	No sé	
8	¿Cree que en su comunidad identifica los peligros?	Si	No	No sé	
9	¿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.)?	Si	No	No sé	
10	¿En los centros educativos de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de las consecuencias que trae consigo un fenómeno natural?	Si	No	No sé	
11	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?	Si	No	No sé	
12	En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?	No se enteró/no ha habido	A través de medios impresos	A través de la radio y televisión	
13	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	Si	No	No sé	
16	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural ¿Se le brindó algún tipo de apoyo?	Si	No	No sé	
17	¿Ha sido evacuado a causa a causa de un fenómeno natural? (inundación, sismo, erupción)	Si	No	No sé	
18	De acuerdo con experiencias anteriores, ¿Considera que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	Si	No	No sé	
19	¿Existe en su comunidad localidad/municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastre?	Si	No	No sé	
20	¿Conoce la existencia de la Unidad de Protección Civil?	Si	No	No sé	
21	¿Sabe dónde está ubicada y qué función desempeña la Unidad de Protección Civil?	Sé dónde se encuentra y sé sus funciones	No sé dónde se encuentra y no sé qué hace	Sé que hace pero no sé dónde se encuentra	
22	¿Estaría preparado para enfrentar otro desastre como el que enfrentó?	Si	No	No sé	
23	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Si	No	No sé	
24	¿Qué tanto puede ayudar la Unidad de Protección Civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	Mucho	Nada	Poco	
25	¿Si usted tuviera la certeza que su vivienda se encuentra en peligro, estaría dispuesto a reubicarse?	Si	No		

Fuente: Elaboración propia con formato de CENAPRED.

Cada pregunta tiene un valor, el cual se suma para obtener el total de la hoja. Una vez aplicados los cuestionarios, se suman los totales y se dividen entre el número de cuestionarios realizados. El valor que se obtiene es el número final de esta tercera y última etapa.

Tabla 49. Concentrado de respuestas Cédula “Percepción local”.

Pregunta		1	2	3	4	5
Respuestas	A	167	163	193	147	69
	B	65	54	37	76	157
	C	11	26	13	20	17
	Otro	0	0	0	0	0
Pregunta		6	7	8	9	10
Respuestas	A	87	169	169	126	153
	B	52	63	57	101	55
	C	74	11	17	16	35
	Otro	30	0	0	0	0
Pregunta		11	12	13	14	15
Respuestas	A	107	108	140	148	134
	B	106	80	90	91	106
	C	30	30	12	4	3
	Otro	0	25	1	0	0
Pregunta		16	17	18	19	20
Respuestas	A	112	66	106	136	194
	B	110	160	115	53	28
	C	19	17	22	54	21
	Otro	2	0	0	0	0
Pregunta		21	22	23	24	25
Respuestas	A	146	123	107	100	218
	B	45	93	107	84	20
	C	51	26	34	106	5
	Otro	1	1	0	3	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Resultado final de la cédula “Percepción local”.

Rangos	Percepción Local	Valor según condición de vulnerabilidad	Calificación
De 0 a 5.0	Muy Alta	0	0.50
De 5.1 a 10.0	Alta	0.25	
De 10.1 a 15.0	Media	0.50	
De 15.1 a 20.0	Baja	0.75	
Más de 20.0	Muy Baja	1	

Fuente: CENAPRED.

Ya obtenida la calificación final de los tres aspectos a evaluar (Características socioeconómicas, capacidad de prevención y respuesta, y percepción local de riesgo), se procede con lo estipulado en la metodología, en donde las características socioeconómicas van a determinar en un 50% el Grado de Vulnerabilidad Social, la capacidad de respuesta un 25% y la percepción local de riesgo también 25%.

$$GVS = (R1 * 0.50) + (R2 * 0.25) + (R3 * 0.25)$$

Donde: GVS es el grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres, $R1$ el resultado de la evaluación social y económica, $R2$ el resultado del cuestionario de capacidad de prevención y respuesta y $R3$ el resultado del cuestionario de percepción local de riesgo.

$$GVS = (0.17 * 0.50) + (0.25 * 0.25) + (0.50 * 0.25)$$

Realizadas las operaciones correspondientes se obtuvo el resultado de 0.2725, que una vez cotejado en la Tabla 51 de rangos, determinó que el municipio de Minatitlán tiene un Grado de **Vulnerabilidad Social Bajo.**

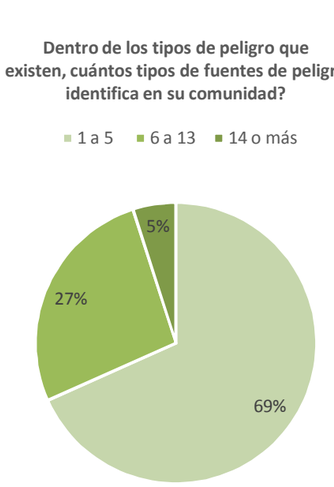
Tabla 51. Rangos de vulnerabilidad social.

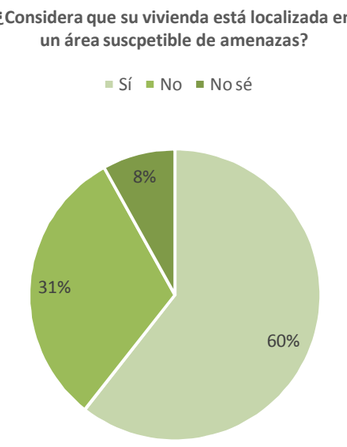
Valor Final	Grado de Vulnerabilidad Social	Resultado Final
De 0 a .20	Muy Bajo	**0.2725**
De .21 a .40	Bajo	
De 0.41 a 0.60	Medio	
De 0.61 a 0.80	Alto	
Más de 0.80	Muy Alto	

Fuente: CENAPRED.

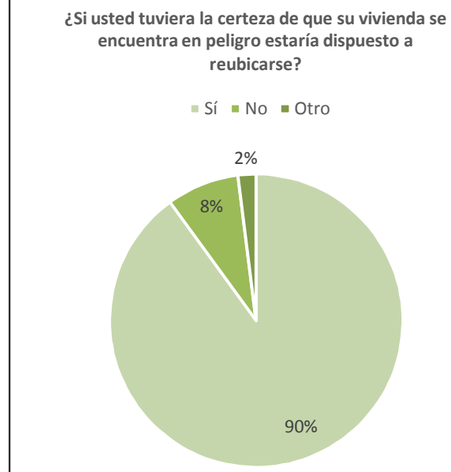
Más allá del resultado obtenido es importante rescatar de la cédula de "Percepción local" lo siguiente.

La mayoría de la población encuestada identifica de 1 a 5 tipos de peligro en su comunidad, consideran que los fenómenos naturales pueden convertirse en desastres y que su vivienda se encuentra en un área susceptible de amenazas. No han sufrido la pérdida de bienes materiales debido a la presencia de desastres naturales y los daños que recuerdan como consecuencia de los mismos son bajos. Reportan el continuo aislamiento de su comunidad a causa de interrupciones en vías de comunicación, añadiendo como comentario los deslaves en la carretera. Reconocen que en los centros educativos se prepara e informa a los niños para hacer frente a fenómenos naturales, sin embargo, consideran que las campañas de información para la población en general son insuficientes. Han participado en simulacros y únicamente el 27% ha tenido que ser evacuado de su vivienda. La gran mayoría conoce la existencia de la Unidad de Protección Civil, saben dónde se localiza y sus funciones, sin embargo afirman que esta dependencia no puede hacer mucho por ellos ante una situación de desastre y que están dispuestos a reubicarse en caso de así requerirse.





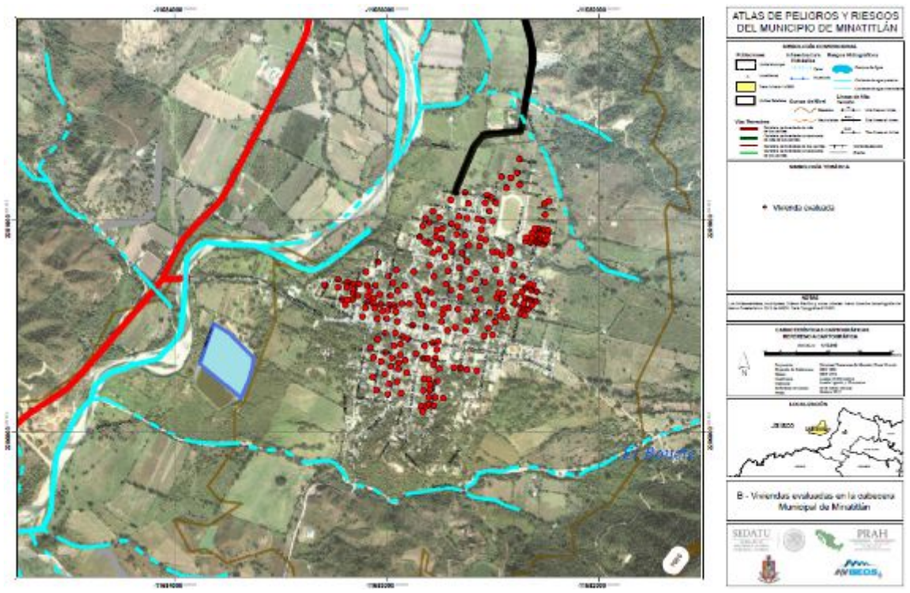




5.1.2.4.2 Vulnerabilidad física

Esta vulnerabilidad se refiere específicamente al daño físico de los sistemas expuestos, los que en la mayoría de los casos son construcciones u obras civiles edificadas por el hombre, ya sea para vivienda o infraestructura y que han sido afectadas en términos generales por algún parámetro de intensidad de peligro.

Figura 98. Ubicación de viviendas evaluadas en la cabecera municipal.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.4.2.1 Formato de levantamiento de tipologías

La fuente de información principal considerada para la evaluación está constituida por inspecciones de campo realizadas en diferentes localidades del municipio. El siguiente formato se utilizó para identificar la tipología de vivienda y posteriormente calcular su índice de susceptibilidad de daño.

Figura 99. Formato para clasificar la vivienda.

Atlas de Peligros y/o Riesgos
Minatitlán 2015

FORMATO PARA TIPOLOGÍA DE VIVIENDA

INFORMACIÓN GENERAL Fecha:

Propietario:

Dirección oficial:

Edad de la construcción: Coordenadas: Longitud:_____ °N Latitud:_____ °O

Modificaciones sufridas:

ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS

Regularidad en planta: buena (simétrica)_____ mala:____ Muros suficientes en dos direcciones: □ SI □ No

Número de niveles:_____ altura del entrepiso: _____m Dimensiones generales: Frente: _____m Largo: _____m

ASPECTOS ESTRUCTURALES

Contó con asesoría profesional: □ si □ no

MUROS

Piezas de mampostería
□ Tabique macizo de barro recocido
□ Tabique hueco de barro recocido (estruido "tabique aparente")
□ Tabique multiperforado de barro recocido
□ Tabique macizo de concreto (tabicón cemento-arena)
□ Bloque hueco de concreto
□ Piedras naturales

Mampostería
□ Simple (sin elementos de refuerzo o confinamiento)
□ Con refuerzo interior dudoso y sin supervisión profesional
□ Reforzada interiormente (hay supervisión profesional)
□ Adecuadamente confinada

Espesor de muros: _____cm

Ligeros o débiles
□ Entramado cubierto de palma o fibra vegetal
□ Entramado cubierto de lodo (en barro)
□ De madera de materiales precarios
□ De madera con diagonales
□ De madera contrachapada (triplay) y diagonales

Adobe
□ Simple (sin elementos de refuerzo)
□ Confinado con castillos y dala o malla y mortero

Concreto
□ Colado en el lugar
□ Paneles prefabricados

TECHOS

Flexible
□ Material de desecho
□ Entramado cubierto de palma o fibra vegetal
□ Madera
□ Lámina de cartón asfáltico
□ Lámina de plásticos o fibra de vidrio
□ Lámina metálica (zinc)
□ Lámina de asbesto
□ Teja de barro

Tipo de anclaje del techo hacia los muros:_____

Rígido
□ Vigas de acero con bóveda de tabique
□ Vigas de acero con delgada de tabique (bóveda catalana)
□ Losa de concreto reforzado
□ Prefabricados (viguetа-bovedilla u otros)

Geometría
□ Plano (horizontal)
□ A un agua
□ Otro: _____

Espesor de la losa de concreto o tabique: _____ cm

CIMENTACIÓN
Descripción:

CLASIFICACIÓN SEGÚN LA TIPOLOGIA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Sismo Núm. niveles:_____

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Viento

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

No. De habitantes: Servicios: □ agua entubada □ drenaje □ luz

Fuente: Elaboración propia con formato de CENAPRED.

Las viviendas que se ha visto que sufren mayor daño son las que no cuentan con elementos estructurales adecuados para resistir las fuerzas laterales como las que produce un sismo. Dos ejemplos de este tipo de construcciones lo conforman las viviendas de adobe y las de mampostería simple, las cuales se suelen construir sin elementos que confinen a los muros (como castillos y dalas). Sin embargo, construcciones con mampostería confinada o reforzada también pueden ser vulnerables si no se cuenta con la cantidad necesaria de muros distribuidos uniformemente en dos direcciones perpendiculares (es decir, a lo largo y ancho de la casa). Mientras más niveles tenga la construcción más vulnerable será.

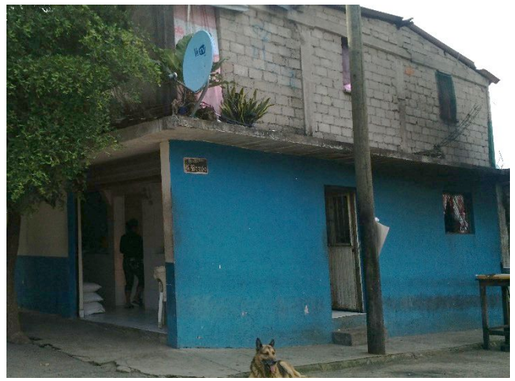







Figura 100. Imágenes ilustrativas del tipo de vivienda en el municipio.

Tabla 52. Clasificación de la vivienda según características usadas por el INEGI.

Tipo	Características de la vivienda
1	Muros de mampostería con techos rígidos
2	Muros de mampostería con techos flexibles
3	Muros de adobe con techos rígidos
4	Muros de adobe con techos flexibles
5	Muros de materiales débiles con techos flexibles

Fuente: CENAPRED.

Tabla 53. Calificación por tipología de vivienda para sismo y viento.

Tipos de vivienda según información de INEGI				
Tipo	S*	V*	Características de la vivienda	Fotografía representativa
1	1	1	Muros de mampostería con techos rígidos. Normalmente cuenta con cimentación, construida con una zapata corrida de concreto o de mampostería.	
2	2.3	2.5	Muros de mampostería con techos flexibles. Su cimentación, es construida con una zapata corrida de concreto o de mampostería.	
3	3.6	2.0	Muros de adobe con techo rígidos. Su cimentación, cuando existe, es de mampostería.	
4	4	5.5	Muros de adobe con techos flexibles. Su cimentación, cuando existe, es de mampostería.	
5	3.3	7.6	Muros de materiales débiles con techos flexibles. Generalmente no cuentan con cimentación.	

Fuente: CENAPRED.

5.1.2.4.2.2 Índice de riesgo por sismo

El índice de riesgo es un indicativo que detecta las zonas de una localidad o municipio que pueden tener mayor susceptibilidad al daño. Si su valor se acerca a uno, significa que la vivienda analizada es la que presenta la mayor susceptibilidad.

El índice tiene dos componentes, el primero relacionado con las características físicas de la vivienda y el segundo con lo social.

La forma de la parte física del índice es la siguiente:

$$I_{VF} = \frac{V_i P_i}{V_p P_M}$$

Donde:

- I_{VF} = Índice que mide la vulnerabilidad física de la vivienda.
- V_i = Calificación según el tipo de vivienda de acuerdo a la Tabla 53.
- V_p = Vivienda con el peor desempeño en relación a su vulnerabilidad (Tabla 53).
- P_i = Nivel de peligro por sismo en la zona de estudio.
- P_M = Nivel de peligro máximo por sismo, toma el valor de **0.80.**

$P_i$es sustituido por **0.80** al localizarse el municipio de Minatitlán en el Estado de Colima y este último a su vez en la zona de riesgo sísmico D, de acuerdo a la regionalización de la CFE.

La experiencia en la evaluación de los desastres en México ha mostrado que las zonas socialmente más desprotegidas resultan ser las más afectadas por la acción de los fenómenos naturales o bien antropogénicos. En el caso de sismo o viento se ha estimado que el aspecto socioeconómico tiene influencia al menos en un 20%.

En este análisis la influencia del factor social se consideró como indicador de la calidad de los materiales de construcción y para tenerlo en cuenta se hizo uso del grado de vulnerabilidad social ante desastres, mismo que ya se ha definido en el apartado de Vulnerabilidad Social. A este valor se le identificó como I_M.

Tabla 54. Valores del grado de vulnerabilidad social ante desastres.

Valor de I_M	Grado de vulnerabilidad social ante desastres
1	Muy Bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy Alto

Integrando la vulnerabilidad física y la social de una vivienda en particular, CENAPRED propone:

$$I_{RF} = I_{VF}\left(0.8 + \frac{I_M}{25}\right)$$

Para su cálculo en una localidad, se obtiene el promedio pesado del I_{RF} asociado a cada tipo de vivienda.

$$I_A = \frac{\sum N_i I_{RFi}}{N_T}$$

Donde:

- N_i = Número de viviendas del tipo i.
- I_{RFi} = Índice de riesgo correspondiente al tipo de vivienda i.
- N_T = Número total de viviendas evaluadas en la localidad.

De esta forma, para las localidades más pobladas en el municipio:

Tabla 55. Cálculo del índice de riesgo por sismo asociado a cada tipo de vivienda.

Tipo de vivienda (INEGI)	V_i	V_p	P_i	P_M	$I_{VF} = \frac{V_i P_i}{V_p P_M}$	I_M	$\left(0.8+\frac{I_M}{25}\right)$	$I_{RF} = I_{VF}\left(0.8+\frac{I_M}{25}\right)$
1	1	4	0.8	0.8	0.25	2	0.88	0.22
2	2.3	4	0.8	0.8	0.58	2	0.88	0.51
3	3.6	4	0.8	0.8	0.90	2	0.88	0.79
4	4	4	0.8	0.8	1.00	2	0.88	0.88
5	3.3	4	0.8	0.8	0.83	2	0.88	0.73

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56. Cálculo del índice de riesgo por sismo asociado a una localidad.

Localidad	N_T	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	$N_1 I_{RF1}$	$N_2 I_{RF2}$	$N_3 I_{RF3}$	$N_4 I_{RF4}$	$N_5 I_{RF5}$	$\frac{I_A}{\sum N_i I_{RFi}}$
Minatitlán	169	134	30	1	1	3	29.48	15.18	0.79	0.88	2.18	0.29
El Poblado	3	3	0	0	0	0	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
Paticajo	6	2	4	0	0	0	0.44	2.02	0.00	0.00	0.00	0.41

Fuente: Elaboración propia.

Una vez calculado el índiceI_A se definió el nivel de riesgo correspondiente a cada localidad haciendo uso de la tabla siguiente:

Tabla 57. Niveles de riesgo establecidos por CENAPRED.

Valor de I_{RF}, I_A, I_M	Nivel de riesgo
$0.0 \leq I_{RF}, I_A, I_{Mun} < 0.2$	Muy Bajo
$0.2 \leq I_{RF}, IA, I_{Mun} < 0.4$	Bajo
$0.4 \leq I_{RF}, IA, I_{Mun} < 0.5$	Medio
$0.6 \leq I_{RF}, IA, I_{Mun} < 0.8$	Alto
$0.8 \leq I_{RF}, IA, I_{Mun} \leq 1.0$	Muy Alto

Fuente: CENAPRED.

Tabla 58. Nivel de riesgo por sismo asociado a cada localidad.

Localidad	Nivel de riesgo
Minatitlán	Bajo
El Poblado	Bajo
Paticajo	Medio

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.4.2.3 Índice de riesgo por viento

La integración de las características físicas de la vivienda que la hacen susceptible al viento se logra aplicando la misma fórmula que en sismo, la diferencia estriba en el valor que toman las variables.

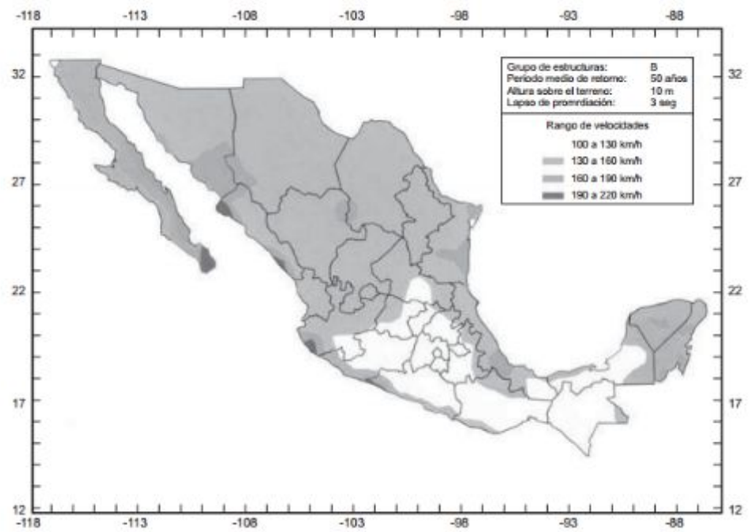
$$I_{VF} = \frac{V_i P_i}{V_p P_M}$$

En este caso:

- I_{VF} = Índice que mide la vulnerabilidad física de la vivienda.
- V_i = Calificación según el tipo de vivienda de acuerdo a la Tabla 53.
- V_p = Vivienda con el peor desempeño en relación a su vulnerabilidad (Tabla 53).
- P_i = Nivel de peligro por viento en la zona de estudio.
- P_M Nivel de peligro máximo por viento, toma el valor de **215 km/h.**

$P_i$fue sustituido por **145 km/h** al localizarse el municipio de Minatitlán en el Estado de Colima y de acuerdo al mapa y tabla siguientes. El periodo de retorno de 50 años es el valor típico considerado para casa habitación.

Figura 101. Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana.



Fuente: CENAPRED.

Tabla 59. Niveles de peligro por viento.

Clasificación del peligro	Intervalo de velocidades (km/hr)	P_i (km/hr)
Bajo	100 a 130	115
Moderado	130 a 160	145
Alto	160 a 190	175
Muy alto	190 a 220	215

Fuente: CENAPRED.

Para tener en cuenta el factor social se hace uso también del grado de vulnerabilidad social ante desastres ($I_M = 2$).

Integrando la vulnerabilidad física y la social de una vivienda:

$$I_{RF} = I_{VF}\left(0.8 + \frac{I_M}{25}\right)$$

Para el cálculo de este mismo índice asociado a una localidad:

$$I_A = \frac{\sum N_i I_{RFi}}{N_T}$$

Donde:

- N_i = Número de viviendas del tipo i.
- I_{RFi} = Índice de riesgo correspondiente al tipo de vivienda i.
- N_T = Número total de viviendas evaluadas en la localidad.

De esta forma, para las localidades más pobladas en el municipio:

Tabla 60. Cálculo del índice de riesgo por viento asociado a cada tipo de vivienda.

Tipo de vivienda (INEGI)	V_i	V_p	P_i	P_M	$I_{vf} = \frac{V_i P_i}{V_p P_M}$	I_M	$\left(0.8 + \frac{I_M}{25}\right)$	$I_{RF} = I_{VF}\left(0.8 + \frac{I_M}{25}\right)$
1	1	7.6	145	215	0.09	2	0.88	0.08
2	2.5	7.6	145	215	0.22	2	0.88	0.20
3	2	7.6	145	215	0.18	2	0.88	0.16
4	5.5	7.6	145	215	0.49	2	0.88	0.43
5	7.6	7.6	145	215	0.67	2	0.88	0.59

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61. Cálculo del índice de riesgo por viento asociado a una localidad.

Localidad	N_T	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	$N_1 I_{RF1}$	$N_2 I_{RF2}$	$N_3 I_{RF3}$	$N_4 I_{RF4}$	$N_5 I_{RF5}$	$\frac{I_A}{\sum N_i I_{RFi}}$
Minatitlán	169	134	30	1	1	3	10.46	5.86	0.16	0.43	1.78	0.11
El Poblado	3	3	0	0	0	0	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
Paticajo	6	2	4	0	0	0	0.16	0.78	0.00	0.00	0.00	0.16

Fuente: Elaboración propia.

Una vez calculado el índiceI_A se definió el nivel de riesgo correspondiente a cada localidad haciendo uso de la Tabla 57.

Tabla 62. Nivel de riesgo por viento asociado a cada localidad.

Localidad	Nivel de riesgo
Minatitlán	Muy Bajo
El Poblado	Muy Bajo
Paticajo	Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.5 Riesgo por sismos

El índice de riesgo obtenido como evaluación de la vulnerabilidad física y social para la localidad de Minatitlán ha sido calificado como bajo, sin embargo, atendiendo a los periodos dominantes del terreno, a las características de las construcciones y a la densidad poblacional, se presenta la microzonificación sísmica de la cabecera municipal.

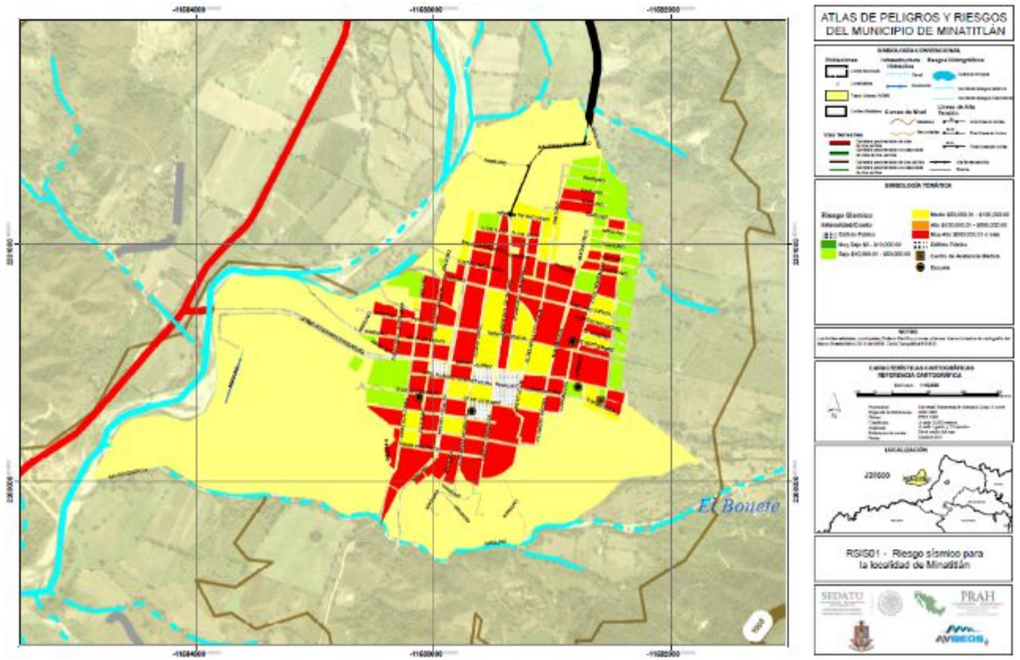
Aunque la distancia al epicentro sea de varios kilómetros a diferencia de otros municipios cercanos a la costa, donde tienen su origen los eventos, los efectos se acentúan por construcciones de 1 o 2 niveles desplantadas en terrenos con periodos dominantes cortos.

Tabla 63. Estimación de vivienda y población afectada por sismos en la localidad de Minatitlán.

Calificación del nivel de riesgo	No. de manzanas	Población (habitantes) INEGI, 2010
Muy alto	88	3,857
Alto	-	-
Medio	19	731
Bajo	15	0 *manzanas deshabitadas
Muy bajo	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Figura 102. Riesgo sísmico para la localidad de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

Existe un riesgo muy alto en la mayoría de las manzanas, incluso en aquellas que albergan centros educativos. De lo anterior se concluye que es fundamental contar con normativas para el diseño y construcción, así como asegurar su aplicación.

5.1.3 Tsunamis

5.1.3.1 Identificación del fenómeno

5.1.3.1.1 Definición del fenómeno perturbador

A la secuencia de olas que se generan cuando cerca o en el fondo del océano ocurre un terremoto, se le denomina tsunami o maremoto. Al acercarse a la costa estas olas pueden alcanzar alturas de varios metros y provocar grandes pérdidas humanas y materiales.

La gran mayoría de los tsunamis tienen su origen en el contorno costero del Pacífico, es decir, en zonas de subducción. Se generan cuando se presenta un movimiento vertical del fondo marino ocasionado por un sismo de gran magnitud cuya profundidad sea menor que 60 km.

Otras causas mucho menos frecuentes de tsunamis son las erupciones de volcanes submarinos, impacto de meteoritos o deslizamientos de tierra bajo el mar.

Los tsunamis se clasifican en locales, cuando el sitio de arribo se encuentra dentro o muy cercano a la zona de generación, regionales, cuando el litoral invadido está a no más de 1000 km, y lejanos, cuando se originan a más de 1000 km. Los locales son los que producen daños más devastadores debido a que no se cuenta con tiempo suficiente para evacuar la zona (generalmente se presenta el fenómeno transcurridos 5 a 20 minutos después del terremoto) y a que el terremoto por sí mismo genera terror y caos que hacen muy difícil la organización de una evacuación ordenada.

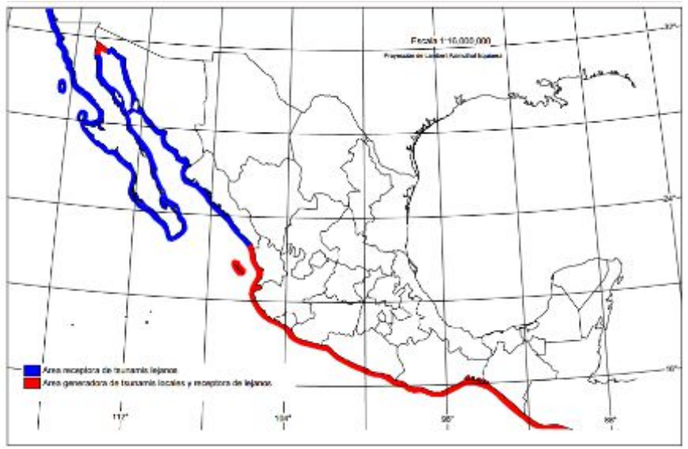
Durante un tsunami el océano es impulsado fuera de su equilibrio normal y, cuando esta inmensa masa de agua trata de recuperar su equilibrio se generan las olas. Debido al movimiento vertical del piso oceánico, la perturbación generada en el agua llega a desplazarse con velocidades de hasta 900 km/h en mar abierto, sin que sea posible percibir cambios de nivel; al llegar a la costa, su velocidad disminuye notablemente pero su altura puede aumentar hasta alcanzar unos 30 metros.

El tamaño del tsunami estará determinado por la magnitud de la deformación del fondo marino, sin embargo, aquellos generados directamente por eventos sísmicos suelen afectar áreas mayores de 25 km.

5.1.3.1.2 Justificación de la inexistencia del fenómeno

En el mapa siguiente se señalan las zonas que, con periodos de retorno muy variables, pueden estar sujetas a la influencia de olas de gran tamaño. El ancho de la franja de color no indica el área de influencia tierra adentro, la penetración de las olas sobre el continente dependerá básicamente de la topografía en el área inmediata a la línea de costa. Las olas asociadas a maremotos pueden incluso penetrar a lo largo de ríos y arroyos.

Figura 103. Peligro por tsunami.



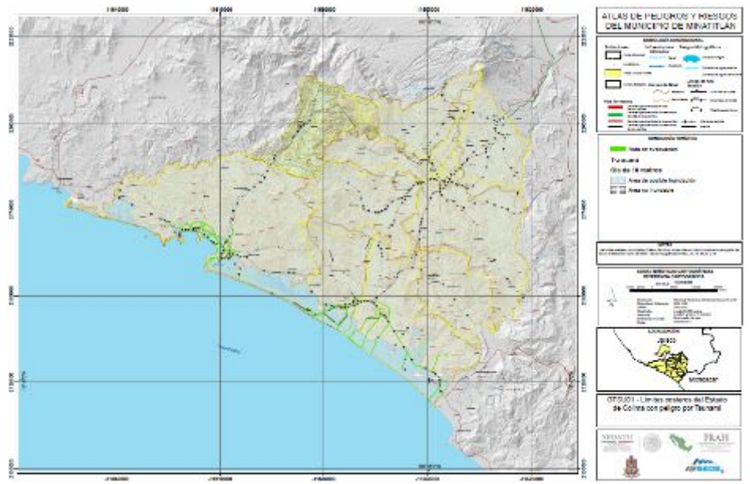
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

En las costas de Baja California, Sonora y Sinaloa la altura máxima esperable de olas es de 3 metros; para el resto de la costa occidental dicha altura puede ser de hasta 10 metros.

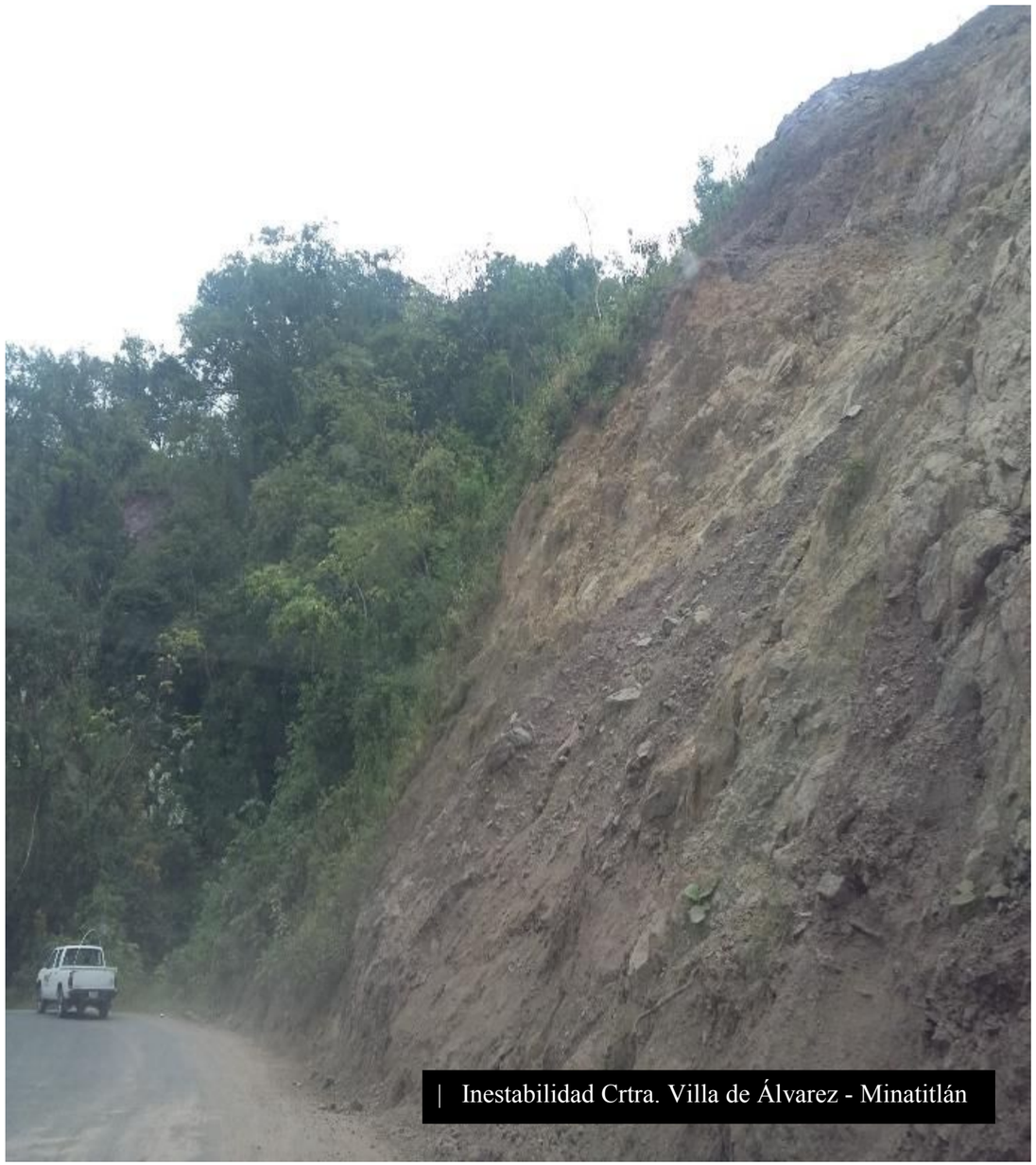
La referencia de máxima penetración de un tsunami en México, conocido como la Ola Verde de Cuyutlán, en las costas de Colima, es de 1 km y corresponde a un sismo ocurrido el 22 de junio de 1932, con magnitud 6.9.

Las costas del Estado de Colima son catalogadas como área generadora de tsunamis locales y receptora de lejanos, sin embargo, el municipio de Minatitlán, al no ser costero, no experimenta la presencia del fenómeno. La cabecera municipal tiene una elevación de 785 msnm y se localiza aproximadamente a 45 km de la costa más cercana.

Figura 104. Distancia de la cabecera municipal a los límites costeros del Estado de Colima.



Fuente: Elaboración propia.



| Inestabilidad Crtra. Villa de Álvarez - Minatitlán

5.1.4 Inestabilidad de laderas

5.1.4.1 Identificación del fenómeno

5.1.4.1.1 Definición del fenómeno perturbador

El problema de inestabilidad se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos del mismo. El movimiento de la masa fallada puede ser por derrumbe o caída, deslizamiento, flujo o desplazamiento lateral, y en cada uno de ellos se pueden involucrar sedimentos no consolidados y fragmentos de roca que pueden ser desde pequeños hasta grandes bloques.

Los deslizamientos son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera. Algunos son rápidos porque ocurren en segundos, mientras que otros pueden tomar horas, semanas, meses, o lapsos mayores para que se desarrollen. Desde luego para la protección civil, fundamentalmente por lo que se refiere a la seguridad de las personas, son de particular preocupación los deslizamientos rápidos.

Factores que determinan la inestabilidad de laderas

Los factores que propician el fenómeno tienen que ver directa o indirectamente con los esfuerzos cortantes actuantes y resistentes que se desarrollan en la potencial superficie de falla o de deslizamiento. En no pocas ocasiones dichos factores se combinan, resultando difícil distinguir la influencia de cada uno de ellos durante la falla de una ladera. Los cambios en el ambiente y las perturbaciones al entorno natural por actividades humanas, son causas que también pueden desencadenar los deslizamientos.

Tomando como referencia los trabajos de Suárez (1998) y Ambalagan (1992), para la evaluación de la susceptibilidad a ese fenómeno deben estudiarse como mínimo los siguientes factores condicionantes: la pendiente de la ladera, sus características geológicas, la cobertura vegetal y el uso de suelo.

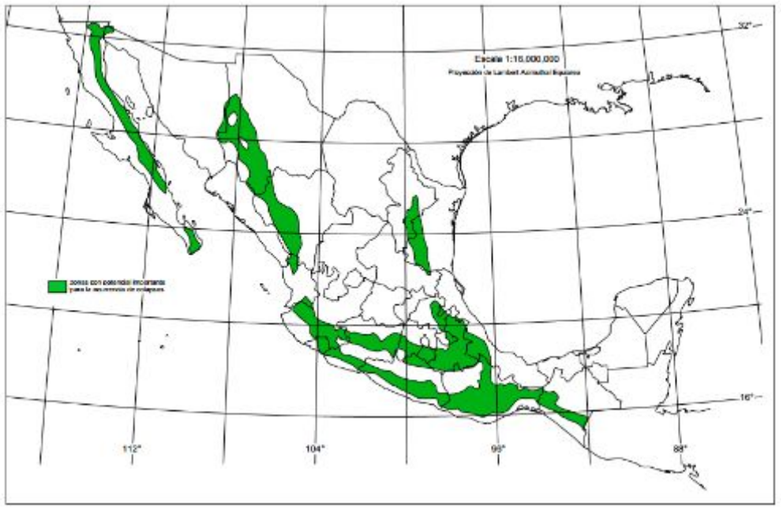
Otro aspecto relevante a considerar es la ocurrencia previa de fenómenos de inestabilidad en el área de estudio.

5.1.4.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

Minatitlán es un municipio de sierras y valles con gran susceptibilidad al deslizamiento de laderas debido a las pendientes que éstas presentan y a la combinación de este factor con otros climáticos (lluvias), geológicos (presencia de fallas y fracturas), antropogénicos (explotación de cerros para extracción minera y grado de deforestación) e hidrológicos (presencia de escorrentías).

Las pendientes de las laderas en el municipio toman valores desde menos de 15° hasta más de 45° y la falla Minatitlán de dirección NW-SE presenta una morfología de falla lateral activa.

Figura 105. Inestabilidad de laderas naturales.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

5.1.4.1.3 Análisis de las características de la zona de estudio

Minatitlán es un municipio de sierras y valles con gran susceptibilidad al deslizamiento de laderas debido a las pendientes que éstas presentan y a la combinación de este factor con otros climáticos (lluvias), geológicos (presencia de fallas y fracturas), antropogénicos (explotación de cerros para extracción minera y grado de deforestación) e hidrológicos (presencia de escorrentías).

Las pendientes de las laderas en el municipio toman valores desde menos de 15° hasta más de 45° y la falla Minatitlán de dirección NW-SE presenta una morfología de falla lateral activa.



Figura 106. Cerro La Otatera (izquierda) y Cerro Los Copales (derecha).

5.1.4.1.4 Metodología

Mediante la compilación de información de antecedentes del fenómeno en el territorio de análisis, la consulta a la población y la consulta a autoridades municipales, se identifican las zonas con inestabilidad.

A través de recorridos de campo se lleva a cabo el reconocimiento del peligro y se realiza el levantamiento de información topográfica, geotécnica, morfológica y ambiental para proceder con la elaboración de cartografía temática.

En función de las variables condicionantes y criterios contemplados en el análisis, se genera el mapa de susceptibilidad, mismo que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones del terreno en el municipio para que pueda ocurrir inestabilidad.

5.1.4.2 Memoria de cálculo

5.1.4.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

La inestabilidad del km. 43 en la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán es la más representativa en el municipio. Basta decir que en un temporal de lluvias el tramo carretero registra más de 5 derrumbes.

Los estudios realizados hasta ahora atribuyen el problema a la presencia de una falla geológica activa y a la explotación de una mina (El Artillero) para la extracción de hierro cercana al lugar.

Se han realizado trabajos de reconstrucción y mantenimiento del talud, así como obras de protección y escalonamientos, sin embargo, las acciones realizadas hasta el momento no atienden íntegramente la problemática en el sitio.

Tabla 64. Registro de derrumbes relacionados con la inestabilidad del km. 43 carretera Villa de Álvarez - Minatitlán.

Fecha	Evento
5 de julio de 2014	Cierre de circulación en km. 43 de la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán por derrumbe de 4 m de alto y 10 m de largo ocasionado por temporal de lluvias. Se traza ruta alterna, camino Rastrojitos-San Antonio vía El Sauz.
30 de julio de 2014	Derrumbes en kilómetro 43 ocasionan el bloqueo de la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán.
4 de septiembre de 2014	Derrumbes en kilómetro 43 de la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán debido a la presencia del huracán Norbert.
16 de marzo de 2015	Derrumbe originado por lluvias causa cierre temporal de tramo carretero (km. 43+200 Villa de Álvarez - Minatitlán).
19 de junio de 2015	Derrumbes en kilómetro 43 de la carretera Villa de Álvarez – Minatitlán.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 107. Derrumbe km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (5 de julio de 2014).



Fuente: AF Medios.

Figura 108. Derrumbe km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (30 de julio de 2014).



Fuente: AF Medios.

Figura 109. Vía alterna por cierre de circulación km. 43 ctra. Villa de Álvarez – Minatitlán.



Fuente: H. Ayuntamiento de Minatitlán.

Figura 110. Trabajos de reparación km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (19 de febrero de 2015).



Fuente: AF Medios.

Figura 111. Trabajos de estabilización del talud Km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (marzo de 2015).



Fuente: AF Medios.

Figura 112. Trabajos de reparación km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (24 de julio de 2015).



Fuente: AF Medios.

5.1.4.2.2 Evidencias identificadas en campo

El kilómetro 43 de la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán (19°24'46.02", 104°00'41.19") presenta taludes con echados y ausencia de vegetación favorables para generar caídos de roca. La inclinación de árboles cercanos a la zona fallada refleja un movimiento pendiente abajo de un espesor de materiales propensos al deslizamiento.

El agrietamiento de la carpeta asfáltica en el tramo carretero es indicativo del movimiento en la ladera y de una posible falla de la vía, esta última condición puede ser acelerada por precipitaciones pluviales y tránsito de carga continuo.

Figura 113. Obra de escalonamiento en talud km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán.



Figura 114. Taludes inestables km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán.





Figura 115. Zona de inestabilidad y daños a carretera km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán.



Figura 116. Falla de carretera km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán.



5.1.4.2.3 Procedimiento estadístico y análisis de mapas

El análisis de susceptibilidad se refiere al proceso de cuantificación relativa de la importancia que puede tener cada uno de los factores intrínsecos o condicionantes en la posibilidad de que se produzcan fenómenos de inestabilidad de laderas. Con la suma de los pesos (contribución) de cada uno de los factores considerados se obtienen diferentes valores de susceptibilidad en una determinada área del territorio. Estos valores se clasifican en categorías genéricas: susceptibilidad muy alta, alta, moderada, baja y muy baja.

El procedimiento utilizado consiste en una combinación de las cartografías de los factores condicionantes, asignando un peso relativo a cada factor según su contribución a la inestabilidad y sumando estas contribuciones para obtener los valores finales de susceptibilidad. La utilización de Sistemas de Información Geográfica (software ArcGIS) facilita el álgebra de mapas y el tratamiento automático de la información.

Tabla 65. Formato empleado para la estimación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas.

Factor	Intervalos o categorías		Atributo relativo
Factores Topográficos e Históricos			
Inclinación de los taludes	Más de 45°		2.0
	35° a 45°		1.8
	25° a 35°		1.4
	15° a 25°		1.0
	Menos de 15°		0.5
Altura	Menos de 50 m		0.6
	50 a 100 m		1.2
	100 a 200m		1.6
	Más de 200m		2.0
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región	No se sabe		0.3
	Algunos someros		0.4
	Sí, incluso con fechas		0.6
Factores Geotécnicos			
Tipo de suelos o rocas	Suelos granulares medianamente compactos a sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción de agua. Formaciones poco consolidadas.		1.5 a 2.5
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas.		1.2 a 2.0
	Suelos arcillosos consistentes o areno limosos compactos.		0.5 a 1.0
	Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc.) y tobas competentes.		0.3 a 0.6
	Rocas ígneas sanas (granito, basalto, riolita, etc.)		0.2 a 0.4
	Espesor de la capa de suelo.	Menos de 5 m	0.5
		5 a 10 m	1.0
		10 a 15 m	1.4
		15 a 20 m	1.8
Aspectos estructurales en formaciones rocosas	Echado de la discontinuidad	Menos de 15°	0.3
		25 a 35°	0.6
		Más de 45°	0.9
	Ángulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud.	Más de 10°	0.3
		0° a 10°	0.5
		0°	0.7
		0° a -10°	0.8
		Más de -10°	1.0
	Ángulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud.	Más de 30°	0.2
		10° a 20°	0.3
		Menos de 5°	0.5
Factores Morfológicos y Ambientales			
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas	Inexistentes		0.0
	Volúmenes moderados		0.5
	Grandes volúmenes faltantes		1.0
Vegetación y uso de la tierra	Zona urbana		2.0
	Cultivos anuales		1.5
	Vegetación intensa		0.0
	Vegetación moderada		0.8
	Rocas con raíces de arbustos en sus fracturas		2.0
	Área deforestada		2.0
Régimen del agua en la ladera	Nivel freático superficial		1.0
	Nivel freático inexistente		0.0
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o la plataforma		1.0

Fuente: CENAPRED.

5.1.4.2.3.1 Mapa de factores topográficos e históricos

Se elaboró el mapa (Figura 118), a partir del MDE obtenido de la página electrónica del INEGI con resolución de 15 metros (cada píxel representa una distancia de 15 metros de lado) y ubicando los sitios específicos, con sus coordenadas, donde se han presentado los principales casos de inestabilidad dentro del área de estudio.

Los antecedentes históricos reflejan las zonas con alta probabilidad de que los daños y condiciones presentadas en el pasado se generen una vez más en el futuro.

Tabla 66. Intervalos de pendientes y sus correspondientes valores relativos de susceptibilidad.

Pendiente	Valor de susceptibilidad relativo	Justificación
Más de 45°	2.0	Las laderas con mayor inclinación son más proclives a inestabilidad que aquellas con pendientes suaves.
35° a 45°	1.8	
25° a 35°	1.4	
15° a 25°	1.0	
Menos de 15°	0.5	

Fuente: CENAPRED.

5.1.4.2.3.2 Mapa de factores geotécnicos

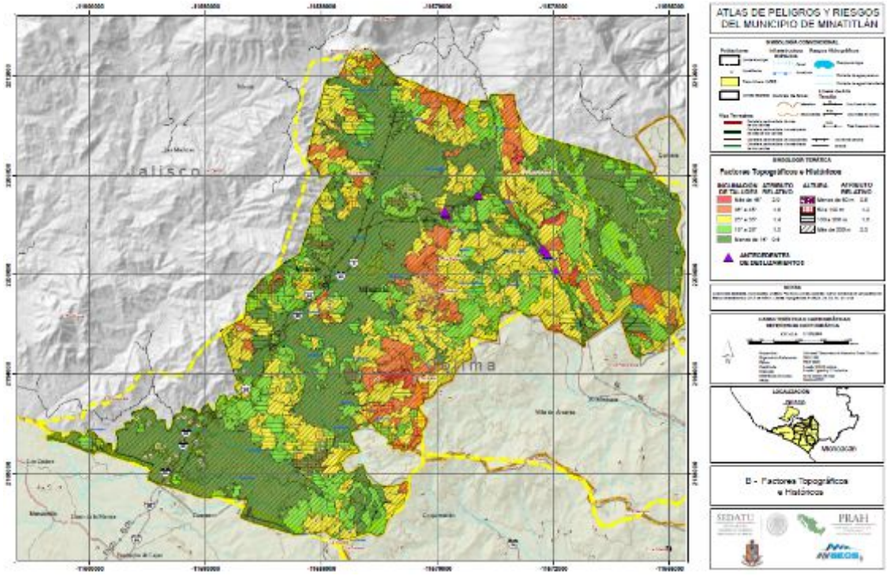
Para el análisis de susceptibilidad por inestabilidad de laderas es muy importante tomar en cuenta las propiedades físicas y de resistencia de los materiales, así como la disposición estratigráfica, las estructuras geológicas y discontinuidades presentes.

Tabla 67. Tipos de roca y sus correspondientes valores relativos de susceptibilidad.

Tipo de roca	Valor de susceptibilidad relativo	Justificación
Ígnea	0.3	Son muy duras y densas debido a su proceso de formación, tienen una resistencia al cortante muy alta y su comportamiento en estado sano o no meteorizado en los taludes es controlado por su estructura.
Sedimentaria	0.5	Presentan la desventaja de desgastarse o deteriorarse al quedar expuesta a condiciones ambientales, presentan agrietamientos e hinchamientos especialmente con la presencia de agua.

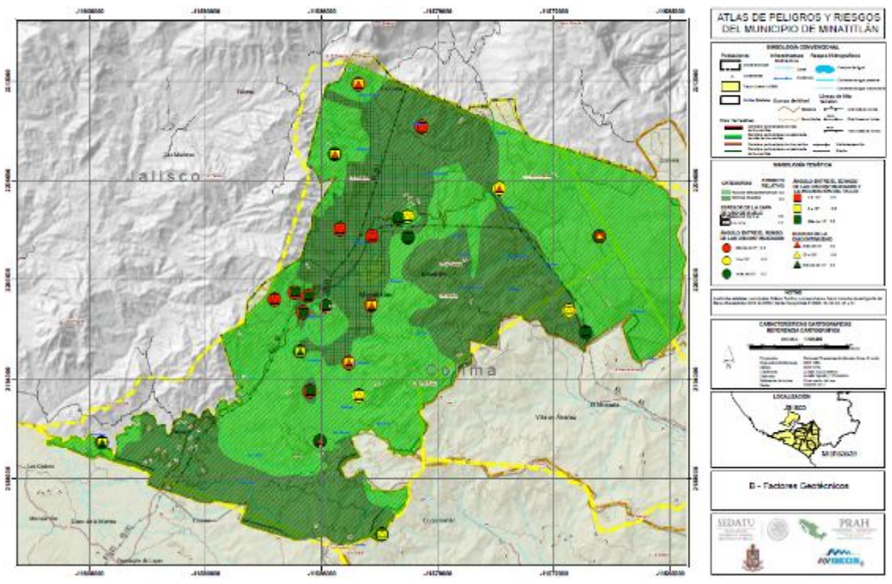
Fuente: CENAPRED.

Figura 117. Mapa de factores topográficos e históricos para la evaluación de susceptibilidad por inestabilidad de laderas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 118. Mapa de factores geológicos para la evaluación de susceptibilidad por inestabilidad de laderas.



Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración del mapa (Figura 119) se consultó cartografía digital de INEGI formato shape Geología.

5.1.4.2.3.3 Mapa de factores morfológicos y ambientales

El asentamiento de poblaciones y en general la acción antropogénica, generan una profunda transformación del paisaje y del medio. Estas modificaciones y la reducción y eliminación de la cobertura vegetal, favorecen la susceptibilidad a inestabilidad de laderas.

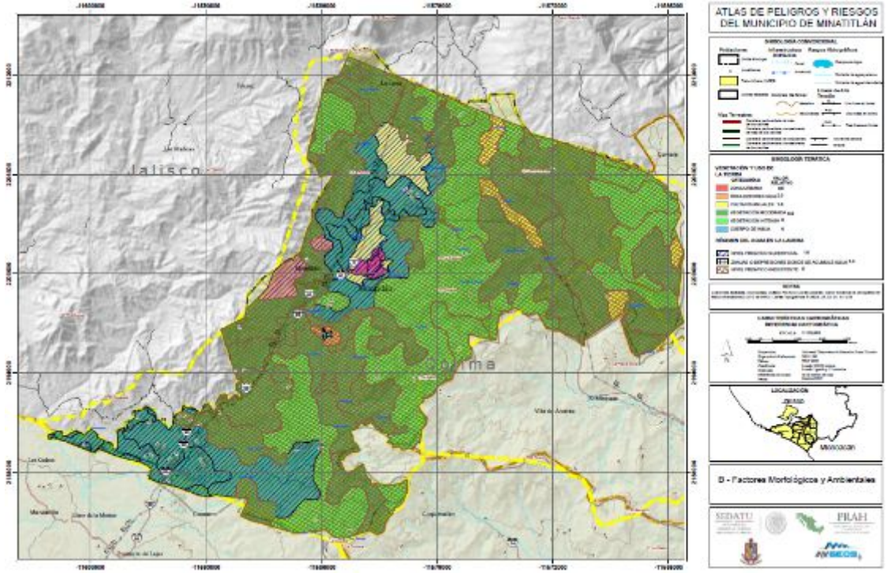
Para considerar la componente ambiental es necesario conocer el uso del suelo, información obtenida para el análisis a través de la consulta de catografía digital de INEGI formato shape Uso de Suelo y Vegetación Serie V.

Tabla 68. Vegetación y uso de tierra con su correspondiente valor relativo de susceptibilidad.

Vegetación y uso de tierra	Valor de susceptibilidad relativo	Justificación
Zona urbana	2.0	La ausencia de estructuras vegetales propicia la erosión del suelo.
Área deforestada	2.0	
Cultivos anuales	1.5	La probabilidad de que se presente un deslizamiento es mayor que en vegetación más densa.
Vegetación moderada	0.8	
Vegetación intensa	0	Amortigua eficientemente el golpe de la lluvia y disminuye la erosión del suelo.
Cuerpo de agua	0	No aplicable.

Fuente: CENAPRED.

Figura 119. Mapa de factores morfológicos y ambientales para la evaluación de susceptibilidad por inestabilidad de laderas.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.4.3 Resultado del análisis

5.1.4.3.1 Mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas

Con la suma aritmética de los tres mapas antes presentados se obtuvo el mapa de susceptibilidad.

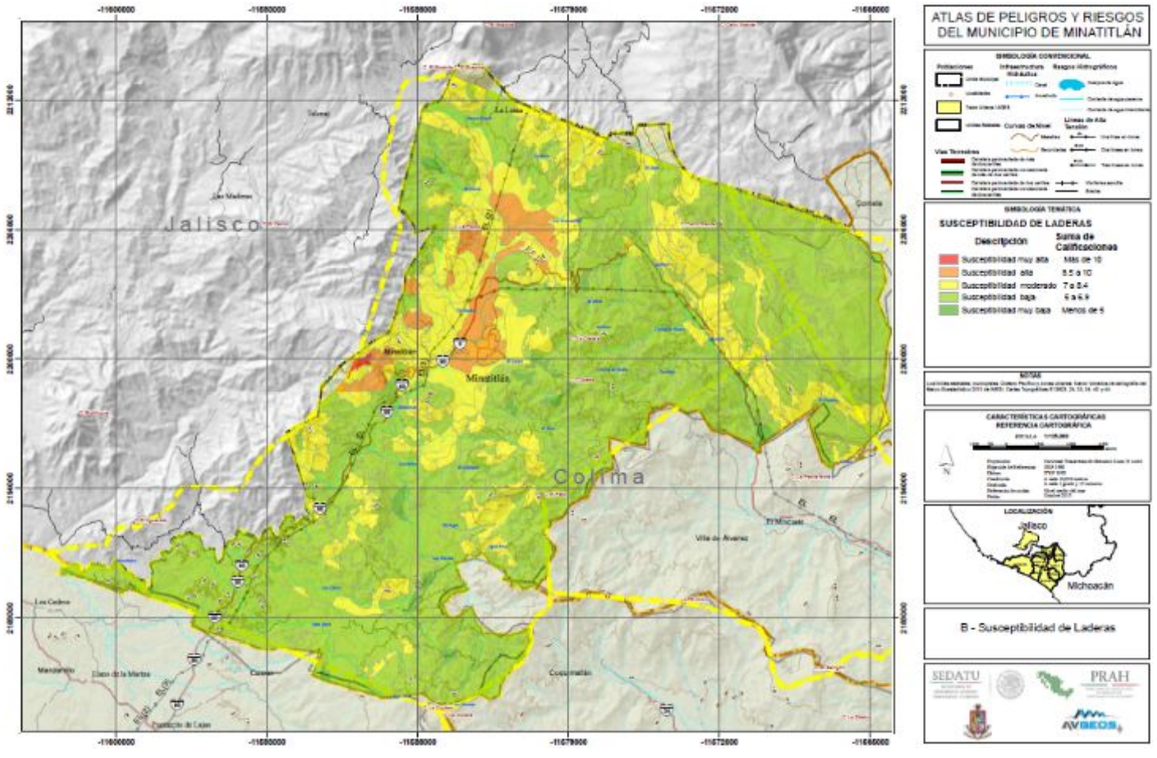
$$IP = Th + G + Ma$$

Donde:

- $IP =$ Índice de peligro
- $Th =$ Suma de los factores topográficos e históricos
- $G =$ Suma de los factores geotécnicos
- $Ma =$ Suma de los factores morfológicos y ambientales

Las categorías de susceptibilidad se representan en una gama de colores del verde al rojo. Los rangos de clasificación se han considerado en una escala del 0 al 10.

Figura 120. Mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas para el municipio de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia

5.1.4.3.2 Descripción del Mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas

En la tabla siguiente se indican las áreas de cada una de las categorías de susceptibilidad por inestabilidad de laderas para el municipio y sus porcentajes respectivos. Se observa que la zona de susceptibilidad muy alta se encuentra en la localidad de Benito Juárez de Peña Colorada, y aunque en general existe un predominio de zonas de baja susceptibilidad (que corresponde a las zonas de color verde claro en el mapa), la traza urbana de la cabecera municipal presenta un peligro alto debido a la presencia de laderas con pendientes pronunciadas en sus alrededores.

Tabla 69. Superficie de cada una de las categorías de susceptibilidad por inestabilidad de laderas para el municipio de Minatitlán.

Susceptibilidad	Área (km^2)	%Área municipal
Muy alta	0.40	0.10
Alta	17.27	4.13
Moderada	95.81	22.89
Baja	300.92	71.89
Muy baja	4.16	0.99

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4.4 Vulnerabilidad por inestabilidad de laderas

La vulnerabilidad física y social de este fenómeno corresponde a la desarrollada en el fenómeno de sismos. Para conocer a detalle el procedimiento es necesario remitirse al apartado "Vulnerabilidad por sismo y viento".

5.1.4.5 Riesgo por inestabilidad de laderas

Partiendo de la ecuación $Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad)$, utilizando la función promedio y asignando las siguientes calificaciones a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo; se tiene para el fenómeno de inestabilidad de laderas un riesgo moderado en la cabecera municipal debido a la vulnerabilidad física y social baja que hace frente al nivel de peligro alto en la zona.

Tabla 70. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de inestabilidad de laderas.

Nivel	Calificación
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia.

$$Riesgo_{Minatitlán} = Promedio(Alto, Baja)$$

$$Riesgo_{Minatitlán} = Promedio(4, 2)$$

$$Riesgo_{Minatitlán} = 3\ "Medio"$$

| Río de escombros, Cerro La Otatera

5.1.5 Flujos

5.1.5.1 Identificación del fenómeno

5.1.5.1.1 Definición del fenómeno perturbador

Los flujos son movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas, granos o fragmentos, tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla.

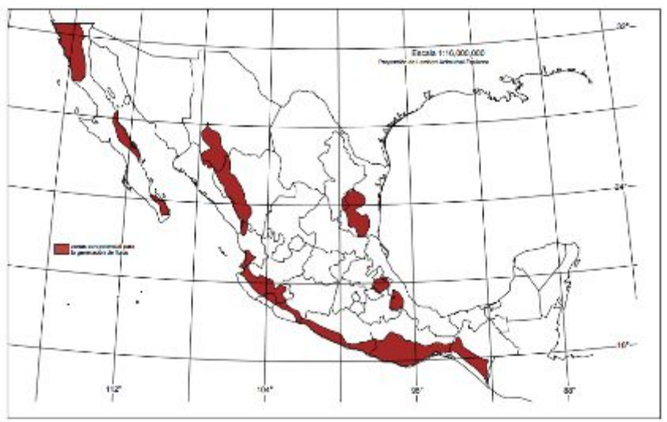
En los flujos existe una superficie fácilmente identificable de separación entre el material que se mueve y el subyacente. Pueden clasificarse de acuerdo con las características del material deslizado en:

a) Flujos de bloques de roca: Están compuestos por bloques y cantos de roca, con o sin presencia de materiales finos. Inicialmente se presentan como caídos o deslizamientos, rápidamente evolucionan y se transforman a flujos o avalanchas. La pendiente de estos taludes comúnmente es muy empinada, mayor a 45°. Su presencia es común en rocas ígneas y metamórficas muy fracturadas, y en rocas sedimentarias con ángulos fuertes de buzamiento de los planos de estratificación.
   Para la formación de grandes flujos de bloques de roca, se necesita que haya planos importantes de debilidad en el macizo rocoso, tales como intercalaciones de areniscas y lutitas, además de fallas geológicas cercanas, con aferencias importantes de roca fracturada, para lo cual se requieren alturas importantes y pendientes grandes de la superficie del talud. A mayor altura y/o pendiente, la velocidad de los flujos de roca es mayor. El tamaño de los bloques depende de los patrones de fracturación del macizo rocoso.
   Los flujos en roca con perfiles de meteorización poco profundos asocian su falla a cambios de esfuerzos y lixiviación, ocasionados por la filtración momentánea del agua en las primeras horas después de una lluvia fuerte.
   Los flujos de bloques de roca ocurren con mucha frecuencia en las zonas tropicales de alta montaña y poca vegetación. Estos flujos tienden a ser ligeramente húmedos y su velocidad va de rápida a muy rápida.
b) Flujos de residuos (detritos): Son movimientos que llegan a ser extremadamente rápidos y están compuestos de materiales gruesos con menos del 50% de finos. Por lo general, un flujo de rocas termina en uno de residuos. Los materiales se van triturando por el mismo proceso del flujo y se observa una diferencia importante de tamaños entre la cabeza y el pie del movimiento.
   Los flujos de escombros o de detritos, generalmente contienen partículas de diferentes tamaños, árboles y material vegetal, así como diversos objetos arrastrados. El movimiento de los flujos de detritos se activa con las lluvias, debido a la pérdida de resistencia por la disminución de la succión al saturarse el material o por el desarrollo de fuerzas debidas al movimiento del agua subterránea.
   Los daños causados por los flujos de detritos abarcan áreas relativamente grandes.
   El flujo típico de detritos es una onda larga de materiales sólidos y líquidos entremezclados que corre, en forma constante, a través de un canal con algunas ondas menores superpuestas que se mueven a velocidades superiores a aquellas del flujo mismo.
   Los movimientos se inician a velocidades moderadas y aumentan a medida que descienden por la ladera o cauce. Al aumentar la velocidad, va arrastrando materiales y objetos de diferentes tamaños. Cuando el canal es más pequeño que el flujo, se forman ondas horizontales o depósitos laterales a los lados del canal.
c) Flujo de suelo o tierra: Son movimientos de materiales con más del 50% de finos y su consistencia es líquida. Se inician comúnmente como desplazamientos de rotación o traslación y al acumularse los suelos sueltos abajo del pie del deslizamiento éstos fluyen sobre la ladera. Los flujos de tierra son rápidos o lentos, de acuerdo con la humedad y la pendiente de la zona de ocurrencia. En las zonas de alta montaña y en las desérticas, se presentan flujos muy secos, por lo general pequeños pero de velocidades altas.
d) Flujos de lodo: Se habla de viscosidad propiamente dicha, llegando al punto de hablar de suelos suspendidos en agua. Los flujos de lodo alcanzan velocidades muy altas y poseen grandes fuerzas destructoras, las cuales dependen de su caudal y velocidad.
   Un flujo de lodo posee tres unidades morfológicas: un origen que generalmente es un deslizamiento, un camino o canal de flujo y una zona de acumulación. El origen consiste en una serie de escarpes de falla o desplazamientos de rotación o traslación; el camino o canal es un área estrecha, recta o una serie de canales a través de los cuales fluye el material viscoso. La anchura, profundidad y pendiente del camino del flujo varía de acuerdo con las condiciones topográficas y morfológicas. La zona de acumulación es un área de menor pendiente en la cual el flujo pierde velocidad y forma un abanico de depósito.

La activación de flujos puede estar relacionada con los siguientes factores:

1. Lluvias. La saturación de los materiales sub superficiales puede convertir el suelo en un fluido viscoso. Algunos suelos como los materiales volcánicos, absorben agua muy fácilmente cuando son alterados, fracturados o agrietados por un deslizamiento inicial y esta saturación puede conducir a la formación de un flujo.
2. Deshielo de nevados. El deshielo de los nevados puede activar flujos de materiales volcánicos conocidos como lahares.
3. Sismos. Los eventos sísmicos y la licuación pueden generar un desprendimiento generalizado de bloques de roca que podrían terminar en un flujo.
4. Alteración de suelos sensitivos. Algunos flujos resultan de la alteración de suelos muy sensitivos, tales como los sedimentos no consolidados.
5. Zonas de alta pendiente. Al presentarse un deslizamiento de traslación o de rotación en una ladera de alta pendiente, existe la tendencia a la formación de un flujo al adquirir velocidad las masas de suelo desprendidas. Con frecuencia se unen varios deslizamientos para conformar un flujo de gran magnitud.

Figura 121. Zonas con potencial para la generación de flujos.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

5.1.5.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

Los flujos en Minatitlán pueden activarse principalmente por las siguientes causas: la existencia de zonas de alta pendiente, la sismicidad del lugar, la alteración de suelos no consolidados y la presencia de lluvias en temporada de huracanes, siendo esta última la más frecuente.

La existencia de fallas geológicas y zonas con poca o nula vegetación en las laderas del municipio, son factores que al combinarse con los primeros incrementan el nivel de susceptibilidad.

El tipo de flujos esperados son de bloques de roca, sobre todo en aquellas zonas donde existen fallas geológicas, flujos de residuos o detritos y flujos de tierra. Los lahares son improbables debido a la orografía y a la distancia existente entre el cráter del Volcán de Colima y la zona de estudio (ver Figura 52).

5.1.5.1.3 Metodología

En primer lugar se estudian los antecedentes del fenómeno y mediante visitas de campo se verifica su ocurrencia.

Con cartografía temática del INEGI, el levantamiento de información en campo y el formato de evaluación del CENAPRED, se definen los sitios con susceptibilidad a flujos.

A través de un análisis de mecánica de suelos se estudia la granulometría, plasticidad, permeabilidad, expansibilidad, estabilidad, cohesión y ángulo de fricción interno en 4 muestras de suelo (estudio adjunto en el apartado de Anexos).

5.1.5.2 Memoria de cálculo

5.1.5.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

+ Flujo de escombros del 59

En 1959 el cerro Los Copales era una montaña de gran tamaño. Iniciaba su elevación hasta los 1,700 m de altitud, a unos 3 km del pueblo de Minatitlán. Las faldas del cerro estaban cubiertas de diversa vegetación tropical, arbustos y matorrales; de la cima del cerro, su vegetación se extendía hasta Minatitlán. Las casas y calles se escondían del sol entre la abundante arboleda y sólo el kiosco y el tempo destacaban por su altura.

El viernes 23 de octubre de 1959 un huracán categoría 5 impactó principalmente los Estados de Colima, Jalisco y Michoacán. A Minatitlán llegaron las nubes y humedecieron poco a poco la tierra. La fuerza del fenómeno se combinó con las condiciones geofísicas del entorno y transcurridos 4 días de lluvia, la madrugada del martes 27, se produjo un flujo de escombros que descendió del cerro y destruyó dos terceras partes de las casas que integraban la cabecera municipal.

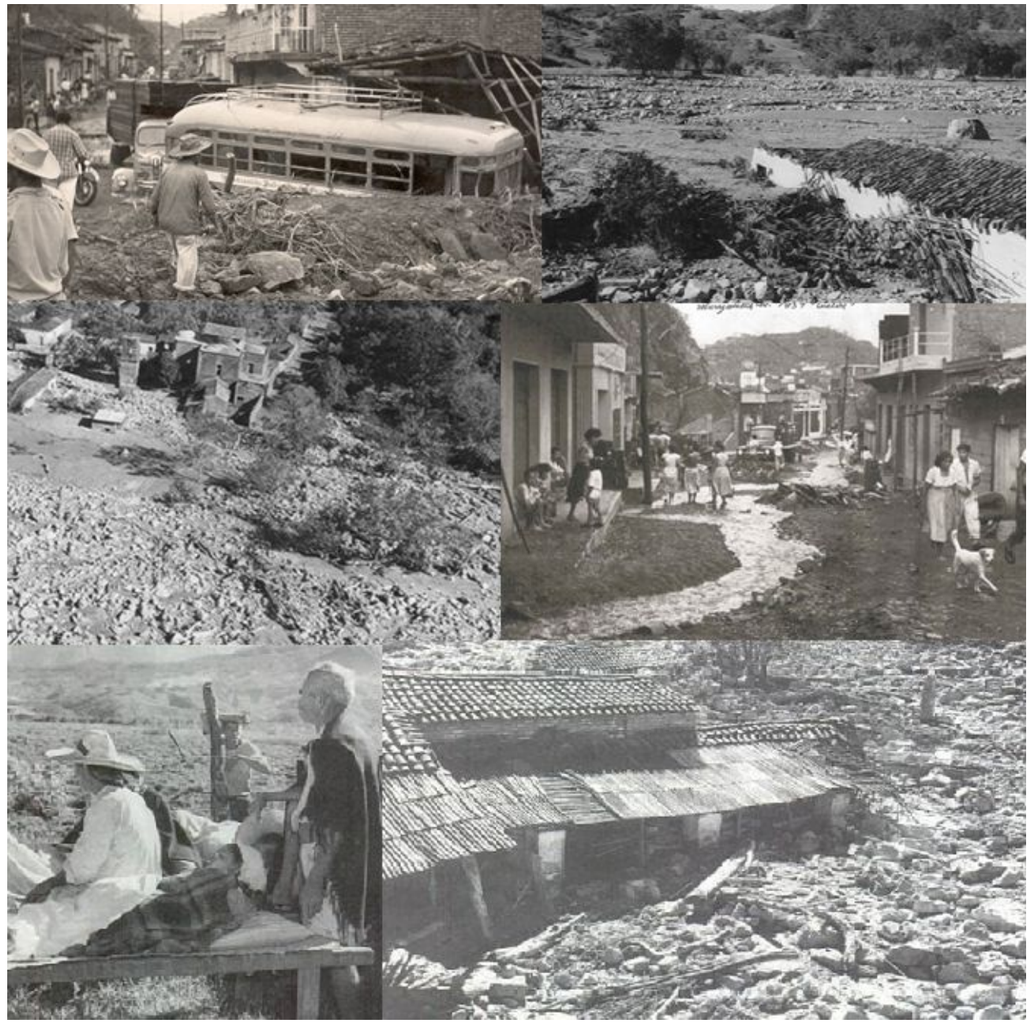
Sobrevivientes mencionan cómo veían caer viviendas arrastradas por piedras muy grandes, árboles y lodo, y otras tantas por la crecida del río. La fuerza del deslave destruía todo a su paso, los niños fueron las principales víctimas. La corriente del río se dividió en dos brazos, uno se cargó por donde era el verdadero arroyo y el otro tomó calles del pueblo.

Una roca de dimensiones colosales arrancada del cerro y arrastrada hacia el pueblo, se detuvo antes de llegar a éste y fue obstáculo al paso de aquella furia en forma de avalancha, evitando así más destrucción.

Al día siguiente aparecieron las cicatrices en los cerros y las grietas en el terreno, se iniciaron las labores de rescate y auxilio.

Se encontraron cerca de 100 cuerpos en la desembocadura del río Marabasco. Los cuerpos rescatados del fango fueron enterrados en fosas comunes que cavaron cuadrillas de minatitlenses. En el cúmulo de documentos con cifras alusivas a los muertos, los fragmentos más recientes difunden que fueron alrededor de 300. Las cifras evidentemente están en desacuerdo y son imprecisas, más de mil millones de pesos en pérdidas materiales fue el saldo trágico de este flujo de escombros. *"Era una avalancha gruesa de lodo, piedras, árboles... La avalancha [...] deslavó todo". José Refugio Figueroa, sobreviviente de la tragedia del 59.*

Figura 122. Imágenes históricas del flujo de escombros que sepultó a Minatitlán en 1959.



Fuente: Colección de Ismael Aguayo Figueroa.

Figura 123. Flujo de escombros que descendió del cerro Los Copales.



Fuente: Colección de Ismael Aguayo Figueroa.

Figura 124. Ruta y zona sepultada por el flujo de escombros en el actual Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

+ Flujo de tierra Peña Colorada. Minatitlán, Colima (1995).

El lunes 9 de octubre de 1995, la fuerza sísmica provocada por el movimiento de las placas tectónicas sobre las que se encuentra el territorio colimense, estremecieron la costa de Colima y Jalisco. El sismo de 7.5 grados Richter provocó un flujo de tierra que culminó en el deslizamiento de la cortina de la presa de Jales en el distrito minero Peña Colorada con distancia epicentral de 55 km. No se cuenta con más datos ni registro de los daños ocasionados.

Tabla 71. Flujos registrados en el municipio de Minatitlán.

Fecha	Tipo	Longitud	Profundidad	Población afectada	Daños causados
27 de Octubre de 1959	Flujo de escombros	>3 km.	2.00 m	Pueblo de Minatitlán	300 pérdidas humanas, heridos y destrucción de 88 viviendas (cifras aproximadas)
9 de Octubre de 1995	Flujo de tierra	S/D	S/D	S/D	S/D

S/D = Sin dato.Fuente: Elaboración propia.

5.1.5.2.2 Evidencias identificadas en campo

Aunque en la actualidad la ruta recorrida por el flujo al descender del cerro Los Copales no es tan perceptible como en la Figura 123 debido al paso de los años y a la presencia de vegetación, el río de escombros que se percibe en el Arroyo El Bonete es una muestra real de la magnitud que tuvo el evento en el municipio.

El cauce del río es ocupado por piedras y árboles que son arrastrados durante los deslaves del cerro. Población del lugar comenta que cuando el material cerril se desprende, se va acumulando al pie de las montañas hasta que en temporal de lluvias fuertes fluye por este cauce, sin alcanzar magnitudes semejantes al evento de 1959.

Figura 125. Piedras y árboles arrastrados por el flujo.



Longitud de flecha: 1.53 m. (referencia para dimensionamiento)

5.1.5.2.3 Procedimiento estadístico

Ante el alto potencial destructivo del flujo de 1959, y tomando en cuenta las características geomorfológicas, geológicas y de mayor probabilidad de incidencia de precipitaciones pluviales que pudieran detonar un nuevo evento del mismo tipo, se señaló el área que se deslavó en aquella fecha como susceptible al fenómeno (L1) y se realizó su análisis de forma similar al presentado en el apartado de inestabilidad de laderas, calificando los factores condicionantes y sumando para cuantificar el grado de susceptibilidad final en el área específica.

Los factores involucrados en la inestabilidad de la ladera con su correspondiente calificación se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 72. Estimación de susceptibilidad por flujos para la ladera (L1).

Factor	Intervalos o categorías		Atributo relativo	Observaciones	Calificación (L1)
Factores Topográficos e Históricos					
Inclinación de los taludes	Más de 45°		2.0	Modelo Digital de Elevación (MDE).	1.4
	35° a 45°		1.8		
	25° a 35°		1.4		
	15° a 25°		1.0		
	Menos de 15°		0.5		
Altura	Menos de 50 m		0.6	Desnivel entre la corona y el valle. MDE.	2.0
	50 a 100 m		1.2		
	100 a 200m		1.6		
	Más de 200m		2.0		
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región	No se sabe		0.3	Reseñas de lugareños y notas periodísticas.	0.6
	Algunos someros		0.4		
	Sí, incluso con fechas		0.6		
Factores Geotécnicos					
Tipo de suelos o rocas	Suelos granulares medianamente compactos a sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción de agua. Formaciones poco consolidadas.		1.5 a 2.5	Cartografía digital de INEGI.	0.5
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas.		1.2 a 2.0		
	Suelos arcillosos consistentes o areno limosos compactos.		0.5 a 1.0		
	Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc.) y tobas competentes.		0.3 a 0.6		
	Rocas ígneas sanas (granito, basalto, riolita, etc.)		0.2 a 0.4		
	Espesor de la capa de suelo.	Menos de 5 m	0.5	Análisis de mecánica de suelos.	0.5
		5 a 10 m	1.0		
		10 a 15 m	1.4		
		15 a 20 m	1.8		
Aspectos estructurales en formaciones rocosas	Echado de la discontinuidad	Menos de 15°	0.3	Considerando planos de contacto entre formaciones, grietas, juntas y planos de debilidad. Trabajo de campo y MDE.	0.9
		25 a 35°	0.6		
		Más de 45°	0.9		
	Ángulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud.	Más de 10°	0.3	Ángulo diferencial positivo cuando el echado es mayor que la inclinación del talud.	0.5
		0° a 10°	0.5		
		0°	0.7		
		0° a -10°	0.8		
		Más de -10°	1.0		
	Ángulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud.	Más de 30°	0.2	Considerando la dirección de las discontinuidades más representativas.	0.5
		10° a 20°	0.3		
		Menos de 5°	0.5		
Factores Morfológicos y Ambientales					
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas	Inexistentes		0.0	Formas de conchas o de embudo (flujos).	1.0
	Volúmenes moderados		0.5		
	Grandes volúmenes faltantes		1.0		
Vegetación y uso de la tierra	Zona urbana		2.0	Considerando la ladera y la plataforma en la cima. Trabajo de campo.	0.8
	Cultivos anuales		1.5		
	Vegetación intensa		0.0		
	Vegetación moderada		0.8		
	Rocas con raíces de arbustos en sus fracturas		2.0		
	Área deforestada		2.0		
Régimen del agua en la ladera	Nivel freático superficial		1.0	Análisis de mecánica de suelos y trabajo de campo.	1.0
	Nivel freático inexistente		0.0		
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o la plataforma		1.0		
				SUMATORIA	**9.7**

Fuente: Formato de CENAPRED.

El resultado de la sumatoria es 9.7 y corresponde a una susceptibilidad alta con grado 4.

Tabla 73. Estimación del grado de susceptibilidad por flujos.

Grado	Descripción	Suma de las calificaciones
5	Susceptibilidad muy alta	Más de 10
4	Susceptibilidad alta	8.5 a 10
3	Susceptibilidad moderada	7 a 8.4
2	Susceptibilidad baja	5 a 6.9
1	Susceptibilidad muy baja	Menos de 5

Fuente: CENPARED.

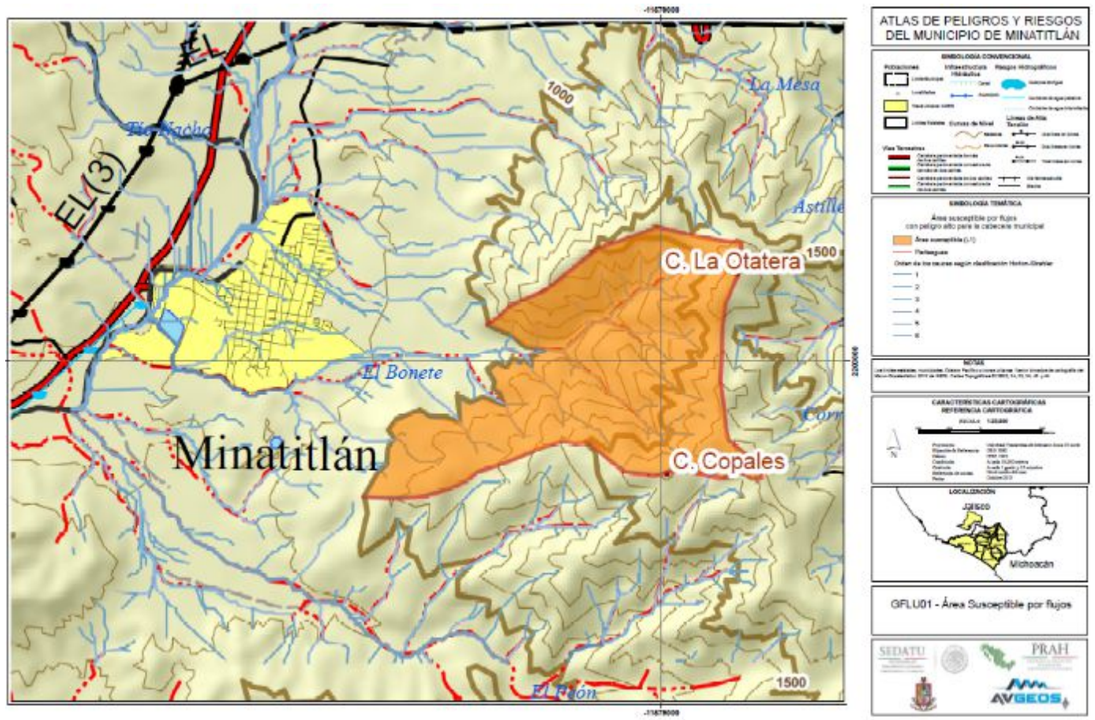
Figura 126. Laderas aledañas a la cabecera municipal.



5.1.5.3 Resultado del análisis

5.1.5.3.1 Mapa de susceptibilidad por flujos

Figura 127. Área susceptible por flujos.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.5.3.2 Descripción del mapa de susceptibilidad por flujos

El área delimitada (4.55 km^2) incluye laderas que forman parte de los cerros Copales y La Otatera. La zona presenta susceptibilidad alta y es aledaña a la cabecera municipal, distante de la misma por sólo 1.3 km aproximadamente.

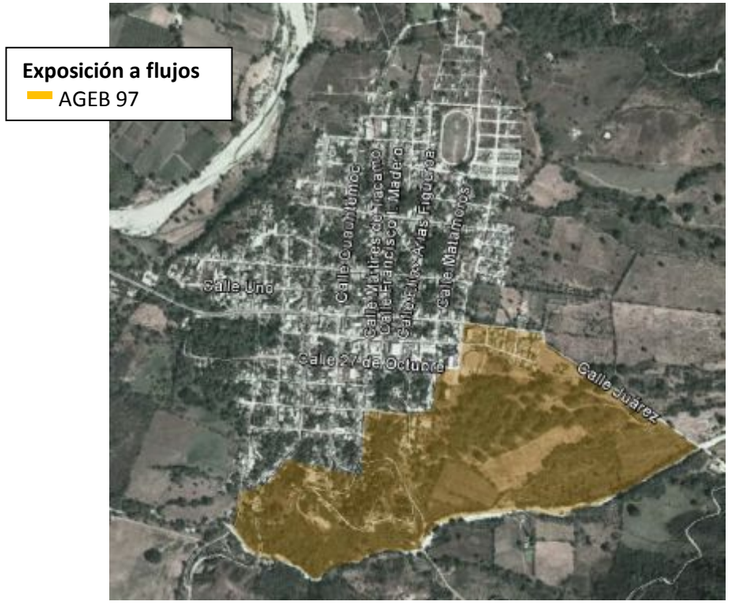
Los flujos históricos y la presencia de escurrimientos en la zona, revelan la muy probable ocurrencia de nuevos eventos originados por lluvias.

5.1.5.4 Vulnerabilidad por flujos

La zona con mayor exposición a este fenómeno debido a su cercanía con el área susceptible es el AGEB 97 en la cabecera municipal, que incluye las colonias Los Copales y La Lomita y tiene una población total de 563 habitantes.

El tipo de vivienda predominante en el lugar es del Tipo 2 (muros de mampostería con techos de lámina), con vulnerabilidad física baja de acuerdo a la clasificación del INEGI.

Figura 128. Exposición a flujos.



Fuente: Elaboración propia

5.1.5.5 Riesgo por flujos

En principio fueron señaladas con riesgo muy alto aquellas manzanas habitadas que se encuentran en las faldas de la montaña y que fueron sepultadas por el evento de 1959, es decir, zonas que ya han experimentado la ocurrencia de flujos y que nuevamente se encuentran ocupadas por asentamientos humanos. El resto de las manzanas son catalogadas con nivel de riesgo medio en función del peligro y vulnerabilidad en las mismas. Se tomó en cuenta la existencia de laderas cercanas en cuya parte alta existe material sólido que, una vez saturado por la ocurrencia de lluvias intensas, presenta el riesgo de colapsar y ser arrastrado por los escurrimientos hasta el centro urbano.

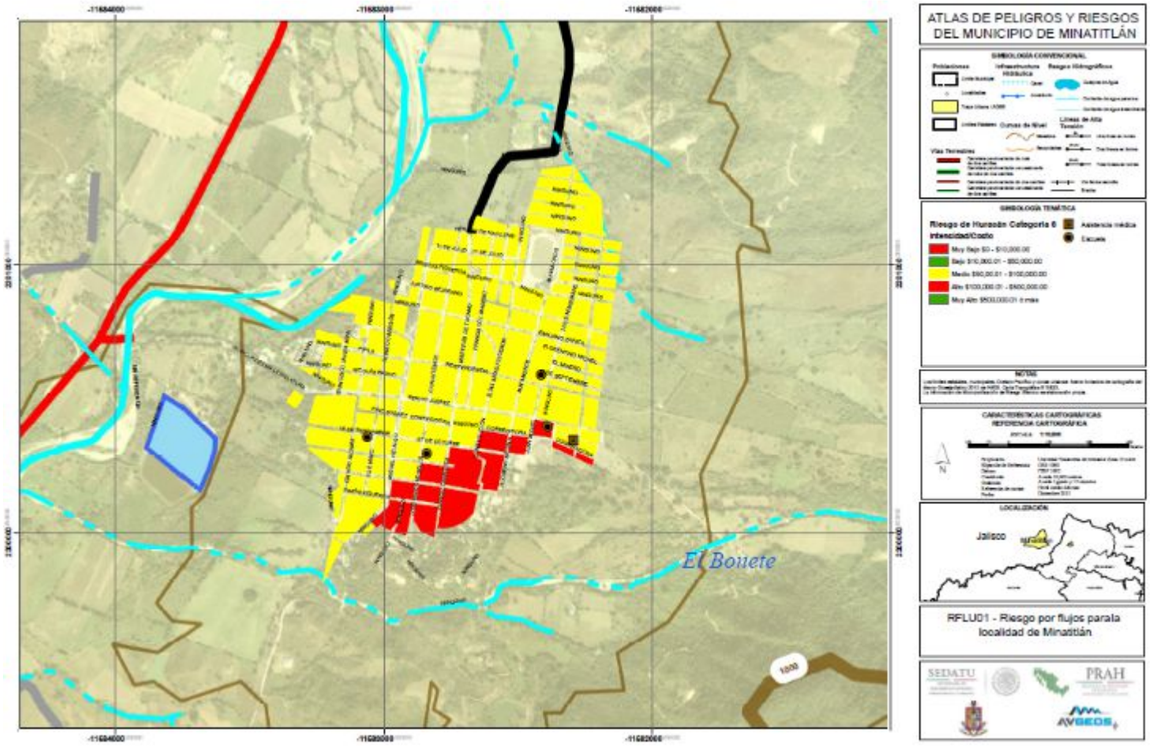
Dentro de la zona de riesgo máximo se ubican dos escuelas, un templo y la plaza de toros municipal, todos ellos lugares con gran afluencia de personas y que por la misma razón es de considerar su reubicación.

Tabla 74. Estimación de vivienda y población afectada por flujos en la localidad de Minatitlán.

Calificación del nivel de riesgo	No. de manzanas	Población (habitantes) INEGI, 2010
Muy alto	14	690
Alto	-	-
Medio	108	3,898
Bajo	-	-
Muy bajo	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Figura 129. Riesgo por flujos para la localidad de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.6 Caídos o derrumbes

5.1.6.1 Identificación del fenómeno

5.1.6.1.1 Definición del fenómeno perturbador

Los derrumbes son movimientos abruptos de suelos y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes muy fuertes y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando; incluyen:

a) Desprendimientos: Caída de suelos producto de la erosión o de bloques rocosos, atendiendo a discontinuidades estructurales (grietas, planos de estratificación o fracturamiento) proclives a la inestabilidad.
b) Vuelcos o volteos: Caída de bloques rocosos con giro hacia adelante y hacia afuera, propiciado por la presencia de discontinuidades estructurales (grietas de tensión, formaciones columnares, o diaclasas) que tienden a la vertical.

Los tipos de eventos que producen caídos son: incremento de la presión de poros en las juntas debido a la lluvia, cambios de temperatura, descomposición química de la roca en climas tropicales húmedos (erosión kárstica), crecimiento de raíces en juntas, movimiento del viento, vibraciones debidas a actividades de construcción o voladuras y sismos.

Factores que afectan la dinámica del derrumbe

Los factores más importantes que controlan la trayectoria de caído de un bloque de roca son la geometría del talud y el tipo de superficie de este talud.

Las superficies de fachada de talud muy limpias son peligrosas, debido a que tienen un alto coeficiente de restitución y por lo tanto, no retardan el movimiento del bloque que cae. Por el contrario, los taludes de materiales sueltos o gravas tienen un bajo coeficiente de restitución y absorben una cantidad considerable de energía, en algunos casos pueden incluso parar el movimiento.

Otros factores tales como tamaño y forma del bloque, fricción de la superficie de la roca y posibilidad de que el bloque se rompa o no; tienen también importancia en la magnitud de la amenaza.

Los eventos de caídos de roca originados en un mismo sitio pueden comportarse en forma diferente, de acuerdo a la interrelación entre factores.

a) Geometría del talud. De los factores geométricos, la pendiente del talud se considera crítica porque define la aceleración y desaceleración de los bloques, la longitud del talud determina la distancia sobre la cual la roca acelera y desacelera y la interacción entre las irregularidades de la superficie del terreno con el bloque de roca afecta la variabilidad de los eventos. El efecto de las irregularidades es el de alterar el ángulo con el cual la roca impacta la superficie del talud y es precisamente ese ángulo de impacto el que, a la larga, determina el carácter del salto.
b) Coeficientes de restitución y de fricción. Mientras los mecanismos primarios son la resistencia al deslizamiento y a la fricción de giro, la elasticidad del talud determina el movimiento normal al mismo. Para determinar los nuevos componentes de la velocidad después del impacto de la roca, se requieren nuevos coeficientes normales y tangenciales.

a. Cuando una roca impacta sobre el talud se pierde energía cinética, debida a los componentes inelásticos de la colisión y la fricción.
b. Las propiedades de la superficie del talud afectan el comportamiento del salto de un bloque de roca. Las representaciones numéricas de estas propiedades se han denominado coeficiente de Restitución (Rn) y coeficiente tangencial de resistencia a la fricción (Rt), donde la dirección normal es perpendicular a la superficie del talud y la dirección tangencial es paralela a esta superficie.

c) Tamaño de los bloques. Como los bloques más grandes de roca tienen mayor momentum, es menos probable que se afecten por las irregularidades del terreno. Por la razón anterior, los bloques de mayor tamaño se desplazan en mayores longitudes que los bloques pequeños.
d) Forma de los bloques. La forma de la roca afecta la distribución de los bloques en forma similar que la rugosidad de la superficie del talud. También influye sobre la parte de energía que es de traslación y la que es de rotación.
e) Fragilidad de la roca. Esta propiedad determina si el bloque se va a romper en el impacto. La fragmentación de la roca disipa una gran cantidad de energía y disminuye el tamaño individual de los bloques. El tamaño de la roca tiene una relación directa con la energía cinética y el momentum.

5.1.6.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

En el municipio, las principales causas que pueden dar origen a caídos o derrumbes son el incremento de la presión de poro debido a las lluvias, la erosión kárstica, el crecimiento de raíces en las laderas por existencia de árboles, las vibraciones debidas a actividades constructivas y de minería, y la presencia de sismos.

La erosión es un proceso de desgaste del suelo debido a fuerzas externas que actúan sobre éste. El agua, el viento, la radiación solar, la gravitación y las actividades de los seres vivos son las fuerzas más comunes que erosionan el suelo.

Se le denomina erosión kárstica al proceso de erosión en paisajes kársticos, éstos son formados principalmente por piedra caliza, dolomita y yeso. La característica común que relaciona estos tipos de rocas es que son solubles en agua.

Dado que el agua que se filtra como consecuencia de las precipitaciones a través del suelo se va acidificando, por lo general el suelo más profundo se erosiona más rápidamente, si la erosión continúa los suelos cavernosos propician derrumbes al volverse el terreno muy débil.

En cualquier zona con paisajes kársticos, caso del municipio de Minatitlán, pueden ser esperados caídos o derrumbes. Se deben revisar a detalle las características del subsuelo antes de realizar actividades pesadas en la superficie o en zonas aledañas de paisajes kársticos.

| Zona de derrumbes, camino al Terrero



5.1.6.1.3 Metodología

La compilación de antecedentes del fenómeno en el territorio municipal, facilita la identificación de sitios susceptibles a caídos o vuelcos, mismos que son reconocidos mediante recorridos de campo.

A través del levantamiento de información topográfica, geotécnica, morfológica y ambiental, se asigna un nivel de peligro a cada una de las zonas identificadas.

5.1.6.2 Memoria de cálculo

5.1.6.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

Minatitlán ha experimentado numerosos casos de caídos y derrumbes que han llegado a afectar comunidades y vías de comunicación.

A pesar de no existir una base de datos que enliste los eventos presentados a lo largo de la historia, las notas periodísticas referentes al tema son muy recurrentes.

Tabla 75. Derrumbes y caídos presentados en el municipio de Minatitlán.

Fecha	Evento	Causa
21 de enero de 2003	Derrumbes y cortes importantes sobre carretera Minatitlán - Manzanillo.	Sismo de Tecomán, Colima magnitud 7.6
12 de octubre de 2011	Severos derrumbes y desgajamientos de cerros que afectaron caminos vecinales y causaron el bloqueo y colapso de la carretera Villa de Álvarez – Minatitlán dejando incomunicado al último municipio.	Huracán Jova
15 de septiembre de 2013	Derrumbes que obstruyeron la circulación de minatitlenses a los municipios de Villa de Álvarez y Manzanillo.	Tormenta Tropical Manuel
30 de septiembre de 2013	Derrumbe que obstaculizó el paso vehicular en el kilómetro 27+200 de la carretera a Minatitlán. Tuvo una longitud de 25 m y una altura de 5 m aproximadamente.	Lluvias
27 de mayo de 2014	Derrumbes leves en el camino que va de Minatitlán a Villa de Álvarez.	Huracán Amanda
2 de julio de 2014	Derrumbes sobre la carretera Minatitlán - Manzanillo.	Ciclón Elida
5 de julio de 2014	Derrumbe en la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán que obstruyó la circulación en ambos sentidos de la vía. El derrumbe presentaba 4 m de alto por 10 m de largo y más de 5,000 m^3 de material entre piedras, troncos y tierra.	Lluvias
30 de julio de 2014	Derrumbe en la carretera a Minatitlán, a la altura del km. 43 obstruye circulación de un carril. El volumen superó los 50,000 m^3 de material.	Lluvias
4 de septiembre de 2014	Derrumbes en la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán limitaron la circulación a un solo carril.	Huracán Norbert
16 de marzo de 2015	Derrumbe causa cierre temporal de tramo carretero km. 43+200 Villa de Álvarez – Minatitlán.	Lluvias
12 de junio de 2015	Derrumbes sin consecuencias en la carretera a Minatitlán.	Huracán Carlos
19 de junio de 2015	Derrumbes en el km. 43 de la carretera Villa de Álvarez – Minatitlán.	Lluvias
4 de octubre de 2015	Derrumbes en la carretera Minatitlán - Manzanillo, a la altura de La Playita.	Lluvias
24 de octubre de 2015	Derrumbes en la carretera Villa de Álvarez – Minatitlán. Arrastre de piedras y lodo.	Huracán Patricia

Fuente: Notas periodísticas diversas.

Los derrumbes debido al reblandecimiento de la tierra en época de lluvias han sido comunes en los kilómetros 27+200 (entre Mixcuate y Rastrojitos) y 43+400 de la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán. A pesar de que no siempre se reportan lesionados o daños materiales a vehículos, sí se ocasiona el bloqueo total de la carretera en repetidas ocasiones.

Figura 130. Derrumbe km. 27+200 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (30 de septiembre de 2013).



Fuente: AF Medios.

Figura 131. Derrumbe km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán (5 de julio de 2014).



Fuente: AF Medios.

Figura 132. Derrumbe km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán.



Fuente: AF Medios.

5.1.6.2.2 Evidencias identificadas en campo

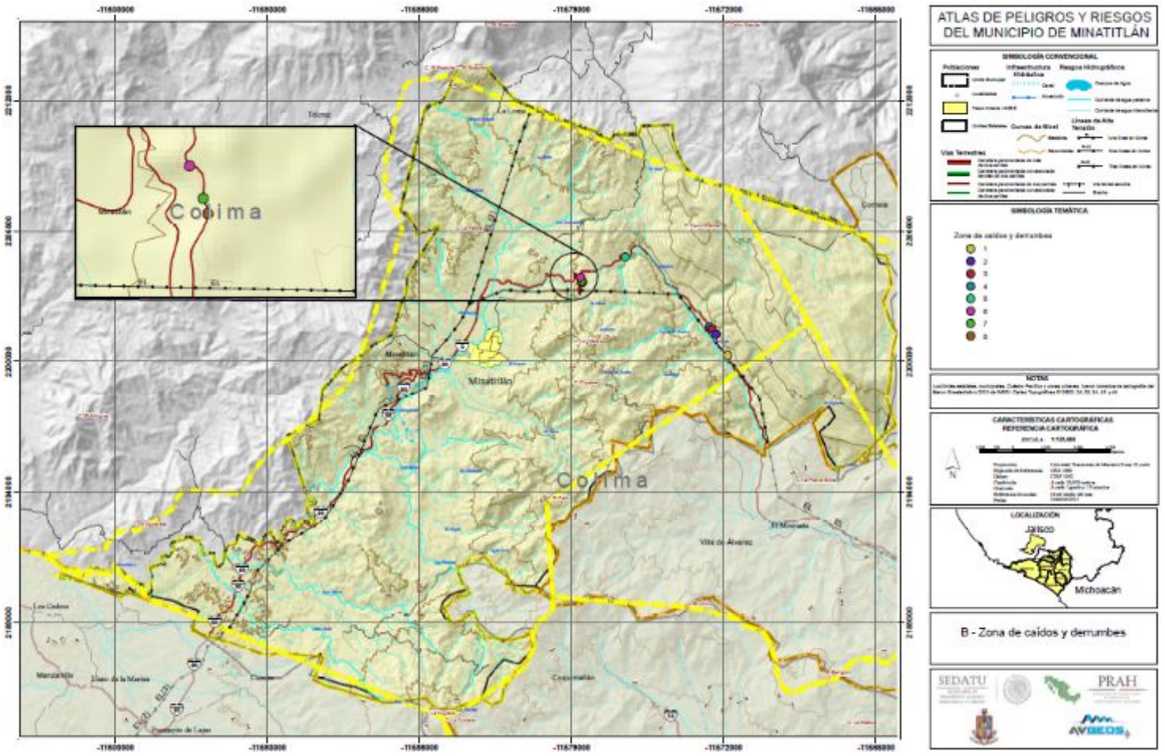
Gran número de laderas sobre la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán presentan condiciones favorables al fenómeno, en varios tramos de la vía se encuentran rocas que con seguridad fueron desprendidas de los macizos expuestos.

Tabla 76. Puntos localizados sobre carretera a Minatitlán con caídos y derrumbes.

Punto	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
1	19°23'4.90"N	103°57'4.96"O
2	19°23'34.97"N	103°57'22.33"O
3	19°23'41.97"N	103°57'28.24"O
4	19°23'44.99"N	103°57'31.85"O
5	19°25'22.87"N	103°59'37.02"O
6	19°24'54.74"N	104° 0'43.69"O
7	19°24'49.73"N	104° 0'41.55"O
8	19°24'47.41"N	104° 0'40.80"O

Fuente: Elaboración propia.

Figura 133. Ubicación de zonas de caídos y derrumbes.



Fuente: Elaboración propia.

Las fotografías mostradas a continuación son representativas de los sitios identificados.

Figura 134. Erosión kárstica km. 33 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto1)



Fuente: Google Earth.

Figura 135. Zona de caídos y derrumbes sobre ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto 2)



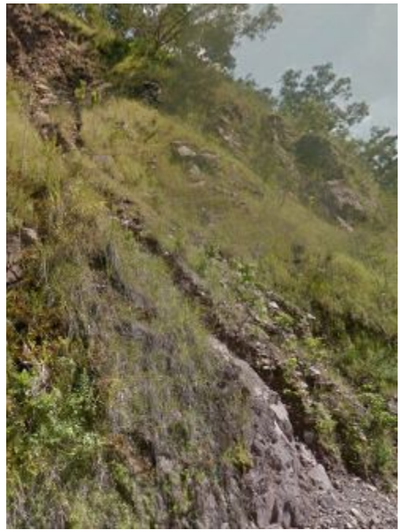
Fuente: Google Earth.

Figura 136. Zona de caídos y derrumbes sobre ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto 4)



Fuente: Google Earth.

Figura 137. Zona de caídos y derrumbes sobre ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto 5)



Fuente: Google Earth.

Figura 138. Zona de caídos y derrumbes sobre ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán. (Punto 8)



Fuente: Google Earth.

5.1.6.2.3 Procedimiento estadístico

Se califican cada uno de los factores condicionantes según su contribución en la ocurrencia de derrumbes, posteriormente se suman las calificaciones y se cuantifica el grado de susceptibilidad final para cada uno de los sitios identificados.

Los factores involucrados con su correspondiente calificación en cada uno de los puntos, se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 77. Estimación de susceptibilidad por derrumbes.

Factor	Intervalos o categorías		Atributo relativo	Calificación							
				P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Factores Topográficos e Históricos											
Inclinación de los taludes	Más de 45°		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	35° a 45°		1.8								
	25° a 35°		1.4								
	15° a 25°		1.0								
	Menos de 15°		0.5								
Altura	Menos de 50 m		0.6	1.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2
	50 a 100 m		1.2								
	100 a 200m		1.6								
	Más de 200m		2.0								
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área o región	No se sabe		0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6
	Algunos someros		0.4								
	Sí, incluso con fechas		0.6								
Factores Geotécnicos											
Tipo de suelos o rocas	Suelos granulares medianamente compactos a sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción de agua. Formaciones poco consolidadas.		1.5 a 2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas.		1.2 a 2.0								
	Suelos arcillosos consistentes o areno limosos compactos.		0.5 a 1.0								
	Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc.) y tobas competentes.		0.3 a 0.6								
	Rocas ígneas sanas (granito, basalto, riolita, etc.)		0.2 a 0.4								
	Espesor de la capa de suelo.	Menos de 5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		5 a 10 m	1.0								
		10 a 15 m	1.4								
		15 a 20 m	1.8								
Aspectos estructurales en formaciones rocosas	Echado de la discontinuidad	Menos de 15°	0.3	0.6	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9
		25 a 35°	0.6								
		Más de 45°	0.9								
	Ángulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud.	Más de 10°	0.3	0.8	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0
		0° a 10°	0.5								
		0°	0.7								
		0° a -10°	0.8								
		Más de -10°	1.0								
	Ángulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud.	Más de 30°	0.2	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5
		10° a 20°	0.3								
		Menos de 5°	0.5								
Factores Morfológicos y Ambientales											
Evidencias geomorfológicas de "huecos" en laderas contiguas	Inexistentes		0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	1.0	1.0
	Volúmenes moderados		0.5								
	Grandes volúmenes faltantes		1.0								

Factor	Intervalos o categorías	Atributo relativo	Calificación							
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Vegetación y uso de la tierra	Zona urbana	2.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	Cultivos anuales	1.5								
	Vegetación intensa	0.0								
	Vegetación moderada	0.8								
	Rocas con raíces de arbustos en sus fracturas	2.0								
	Área deforestada	2.0								
Régimen del agua en la ladera	Nivel freático superficial	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nivel freático inexistente	0.0								
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua en la ladera o la plataforma	1.0								
		SUMATORIA	**8.6**	**9.2**	**8.0**	**8.0**	**8.5**	**8.0**	**10.4**	**11.0**
		Susceptibilidad	**A**	**A**	**M**	**M**	**M**	**M**	**MA**	**MA**

*La calificación se asignó evaluando únicamente el área identificada.

Fuente: Formato de CENAPRED.

Tabla 78. Estimación del grado de susceptibilidad por derrumbes.

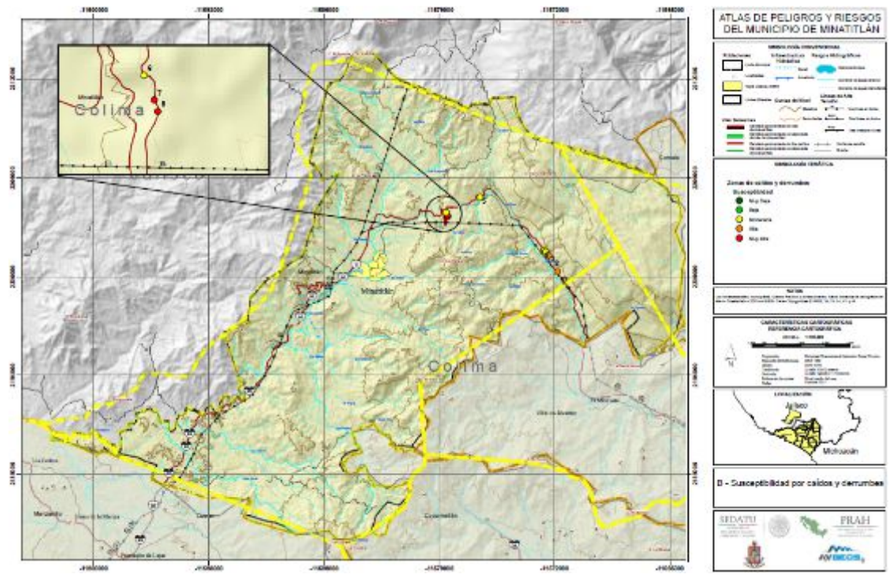
Grado	Descripción	Suma de las calificaciones
5	Susceptibilidad muy alta (MA)	Más de 10
4	Susceptibilidad alta (A)	8.5 a 10
3	Susceptibilidad moderada (M)	7 a 8.5
2	Susceptibilidad baja	5 a 7
1	Susceptibilidad muy baja	Menos de 5

Fuente: CENPARED.

5.1.6.3 Resultado del análisis

5.1.6.3.1 Mapa de susceptibilidad por caídos y derrumbes

Figura 139. Susceptibilidad por caídos y derrumbes.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.6.3.1.1 Descripción del Mapa de susceptibilidad por caídos y derrumbes

Muchos de los taludes naturales aledaños a la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán se encuentran en condición potencialmente inestable.

El peligro que representan los puntos 7 y 8 del mapa es muy alto debido a las condiciones naturales de las laderas, en ellas los movimientos y colapsos se pueden iniciar con facilidad y sin ocurrencia de lluvias extremas.

5.1.6.4 Vulnerabilidad por caídos o derrumbes

Las zonas identificadas como susceptibles al fenómeno se encuentran sobre la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán. Las disfunciones que un caído o derrumbe pueden causar en estos casos son interrupciones inmediatas del tráfico vehicular en la vía, dependiendo del tamaño de las rocas desprendidas.

No existen asentamientos humanos que pudieran ser afectados, únicamente las personas que en su momento se encuentren circulando por el camino.

5.1.6.5 Riesgo por caídos o derrumbes

Partiendo de la ecuación $Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad)$, utilizando la función promedio y asignando las siguientes calificaciones a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo; se tiene para los diferentes puntos:

Tabla 79. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de caídos o derrumbes.

Nivel	Calificación
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia.

$$\boldsymbol{Riesgo}_{1,2} = Promedio(Alto, Baja)$$

$$Riesgo_{1,2} = Promedio(4, 2)$$

$$Riesgo_{1,2} = 3\ "Medio"$$

$$\boldsymbol{Riesgo}_{3,4,5,6} = Promedio(Medio, Baja)$$

$$Riesgo_{3,4,5,6} = Promedio(3, 2)$$

$$Riesgo_{3,4,5,6} = 2.5\ "Medio"$$

$$\boldsymbol{Riesgo}_{7,8} = Promedio(Muy\ Alto, Baja)$$

$$Riesgo_{7,8} = Promedio(5, 2)$$

$$Riesgo_{7,8} = 3.5\ "Alto"$$

La ausencia de asentamientos humanos en las zonas susceptibles es la razón por la que el fenómeno no alcanza su máximo nivel de riesgo, sin embargo, el peligro por derrumbes puede incrementarse con la confluencia de sismos, ciclones o lluvias intensas, que podrían ocasionar accidentes viales severos con tamaños de roca considerables.

5.1.7 Hundimientos

5.1.7.1 Identificación del fenómeno

5.1.7.1.1 Definición del fenómeno perturbador

La sobreexplotación del sistema acuífero de una cuenca sedimentaria que contiene rellenos granulares con potencial de ser consolidados, tiene como consecuencia la generación de hundimientos graduales del suelo.

Debido a que la magnitud de los hundimientos puede ser de sólo unos cuantos centímetros por año y a que afectan superficies muy extensas (del orden de varios kilómetros cuadrados), éstos son casi imperceptibles, sin embargo al cabo de algún tiempo tienden a generar problemas tales como cambios en el drenaje natural del área que se hunde.

Asociado a los hundimientos se puede presentar un fenómeno más espectacular y destructivo: la aparición de grietas en la superficie del valle afectado, las cuales pueden dañar todo tipo de infraestructura civil, desde edificaciones hasta tuberías de agua potable, drenaje, gas, etc.

Los hundimientos y grietas que se presentan como consecuencia de la sobreexplotación del agua del subsuelo (y de cualquier sólido o fluido) traen consigo problemas, no sólo económicos por los daños que causan directamente sobre las propiedades de los particulares y en la infraestructura urbana, sino también sociales por el riesgo que conlleva habitar en una zona donde los hundimientos provocan cada vez más frecuentes inundaciones, y donde la aparición de una nueva zona de grieta es latente.

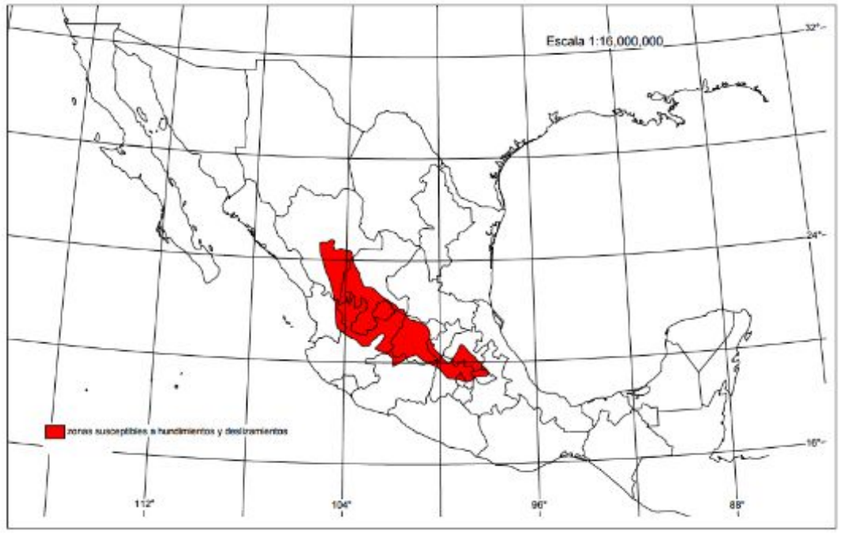
Concretamente, la magnitud del encogimiento o reducción volumétrica de los sedimentos no consolidados depende directamente de dos factores:

1. Compresibilidad de los suelos. Mientras más compresible sea el suelo, los efectos de hundimiento serán de mayor magnitud y el problema de agrietamiento de la superficie será más crítico.

2. Intensidad de la extracción de agua subterránea. Mientras mayor sea el volumen de agua que se extrae del subsuelo, los estragos de la compresión volumétrica serán de mayor proporción, llegando a manifestarse no solamente por el hundimiento del terreno, sino por desplazamientos relativos en el sentido horizontal que originan la formación de grietas de tensión de manera alarmante y peligrosa.

Los efectos más devastadores del fenómeno se presentan en las orillas del terreno afectado, donde además de agrietamientos se forman escalonamientos de la superficie.

Figura 140. Hundimientos regionales y agrietamientos por sobreexplotación de acuíferos.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

5.1.7.1.2 Justificación de la inexistencia del fenómeno

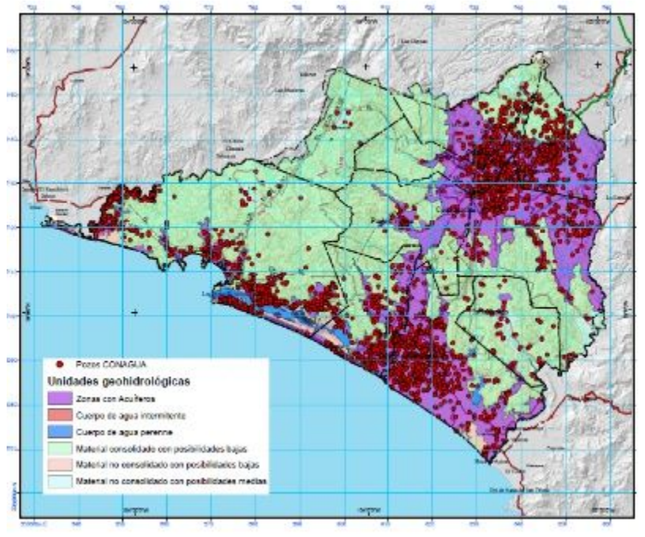
El municipio de Minatitlán no tiene antecedentes de hundimientos históricos ni recientes. Por una parte no existen grandes construcciones que sometan al suelo a grandes esfuerzos y por otra, la extracción de agua subterránea se realiza de forma adecuada y racional.

Tabla 80. Extracción de agua subterránea en el municipio de Minatitlán.

Localidad	Coordenadas		Uso del agua			Volumen concesionado por uso			Características de obra		Acuífero
	Latitud	Longitud	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Uso 1	Uso 2	Uso 3	Profundidad (m)	Diámetro (m)	
El Sauz (Los Sauces)	19°26'40"	103°39'26"	Agrícola	-	-	10,368	0	0	7.5	260.0	Colima
Minatitlán-El Mamey	19°20'32"	104°0'46"	Industrial	-	-	1,080,000	0	0	48.0	50.8	Minatitlán
Minatitlán-El Mamey	19°20'33"	104°0'47"	Industrial	-	-	1,080,000	0	0	48.0	50.0	Minatitlán
Minatitlán-El Mamey	19°20'34"	104°0'48"	Industrial	-	-	1,080,000	0	0	60.0	50.8	Minatitlán
Minatitlán-El Mamey	19°20'35"	104°0'49"	Industrial	-	-	1,080,000	0	0	60.0	50.4	Minatitlán
Minatitlán-El Mamey	19°20'36"	104°0'50"	Industrial	-	-	1,100,000	0	0	60.0	50.4	Minatitlán
Minatitlán-El Mamey	19°20'36"	104°0'51"	Industrial	-	-	1,080,000	0	0	60.0	50.8	Minatitlán
El Sauz (Los Sauces)	19°26'27"	103°39'8"	Pecuario	-	-	456	0	0	3.0	100.0	Zona de serranía
Cerro de Los Juanillos	19°22'55"	104°2'3"	Agrícola	-	-	40,000	0	0	150.0	0.0	Minatitlán
Minatitlán-El Mamey	19°24'16.8"	104°3'50.9"	Agrícola	-	-	75,000	0	0	120.0	0.0	Minatitlán
El Terrero	19°26'58"	103°55'50"	Pecuario	-	-	365	0	0	12.0	0.0	Colima
Minatitlán	19°23'9"	104°2'47.4"	Público urbano	-	-	246,000	0	0	0.0	0.0	Minatitlán
La Joya	19°24'19"	104°2'20"	Agrícola	Pecuario	Doméstico	3,000	274	182	28.0	0.0	Minatitlán
La Escarbada	19°22'32.3"	104°4'9.3"	Agrícola			12,000	0	0	4.0	0.0	Minatitlán

Fuente: CONAGUA.

Figura 141. Hidrología subterránea del Estado de Colima.



Fuente: PEOT Colima 2014.

Con la participación de la sociedad se recolectó información acerca de la presencia o ausencia de este fenómeno en el municipio, y de acuerdo a las vivencias de la población, los únicos casos de hundimiento hacen referencia a aquellos que ocurren en las carreteras que comunican al municipio con Manzanillo y Villa de Alvarez, como consecuencia de la temporada de lluvias, el tránsito de unidades de carga y la baja calidad de la carpeta asfáltica. Los vehículos pesados que se dirigen a la mina transitan por las carreteras saturadas provocando la consolidación de los suelos limo-arcillosos que existen en el municipio.

Figura 142. Vehículos pesados que transitan por la carretera Minatitlán - Manzanillo.



5.1.8 Subsidencia

5.1.8.1 Identificación del fenómeno

5.1.8.1.1 Definición del fenómeno perturbador

La subsidencia describe el progresivo hundimiento de superficies amplias con movimientos verticales lentos o muy lentos (metros o centímetros / año). Sus causas pueden ser, entre otras:

1) La actividad minera subterránea.
2) La respuesta de los materiales geológicos ante los esfuerzos tectónicos.
3) Las variaciones en el nivel freático o en el estado de humedad del suelo a consecuencia de la explotación de acuíferos y del flujo de agua en el subsuelo.

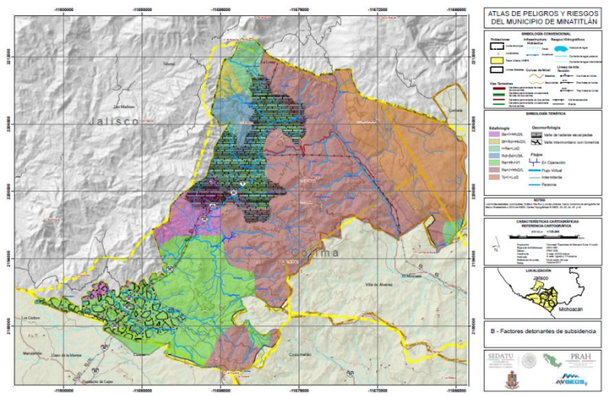
Los costos económicos ocasionados por el fenómeno son muy difíciles de evaluar y cuantificar debido principalmente a lo complicado que es inventariar la totalidad de las zonas que son afectadas, además de la dificultad para identificar los daños directos e indirectos que causan debido a que son muy poco perceptibles. Se suma también a esto la complejidad de evaluar los daños al medio ambiente y lo subjetivo que es determinar la pérdida del valor de los predios afectados.

5.1.8.1.2 Justificación de la inexistencia del fenómeno

No existen evidencias de subsidencia en el municipio y las zonas habitadas no presentan condiciones geomorfológicas, hidrológicas o edafológicas que detonen el fenómeno. La extracción minera en Minatitlán se realiza a cielo abierto y no en galerías que puedan causar hundimientos por huecos en el suelo.

Las modificaciones antrópicas subterráneas en el área de estudio no son de importancia, como ya se expuso en el apartado de hundimientos.

Figura 143. Factores detonantes de subsidencia.



Fuente: Elaboración propia.

No se presenta la convergencia de valles limo-arenosos con escurrimientos que pudieran ocasionar subsidencia, las corrientes se encuentran bien establecidas en hidrología superficial.

5.1.9 Agrietamientos

5.1.9.1 Identificación del fenómeno

5.1.9.1.1 Definición del fenómeno perturbador

El agrietamiento del suelo es la manifestación superficial, y en ocasiones a profundidad, de una serie esfuerzos de tensión y distorsiones que se generan debido a las fuerzas y deformaciones inducidas por el hundimiento regional, la desecación de los suelos, los deslizamientos de laderas, la aplicación de sobrecargas, la ocurrencia de sismos, la presencia de fallas geológicas, la licuación de suelos, la generación de flujos subterráneos, las excavaciones subterráneas, entre otros.

Se trata de un fenómeno cuyo origen siempre está ligado a otro que lo detona y por lo tanto es muy difícil de predecir. Su determinación requiere del conocimiento preciso de las propiedades mecánicas de resistencia y deformación del subsuelo, de su distribución estratigráfica, de las variaciones o anomalías subterráneas, de la determinación de la forma y distribución del basamento, del nivel freático y su variación con el tiempo, y de la determinación de las propiedades hidráulicas del terreno.

Algunas observaciones referentes a los agrietamientos son:

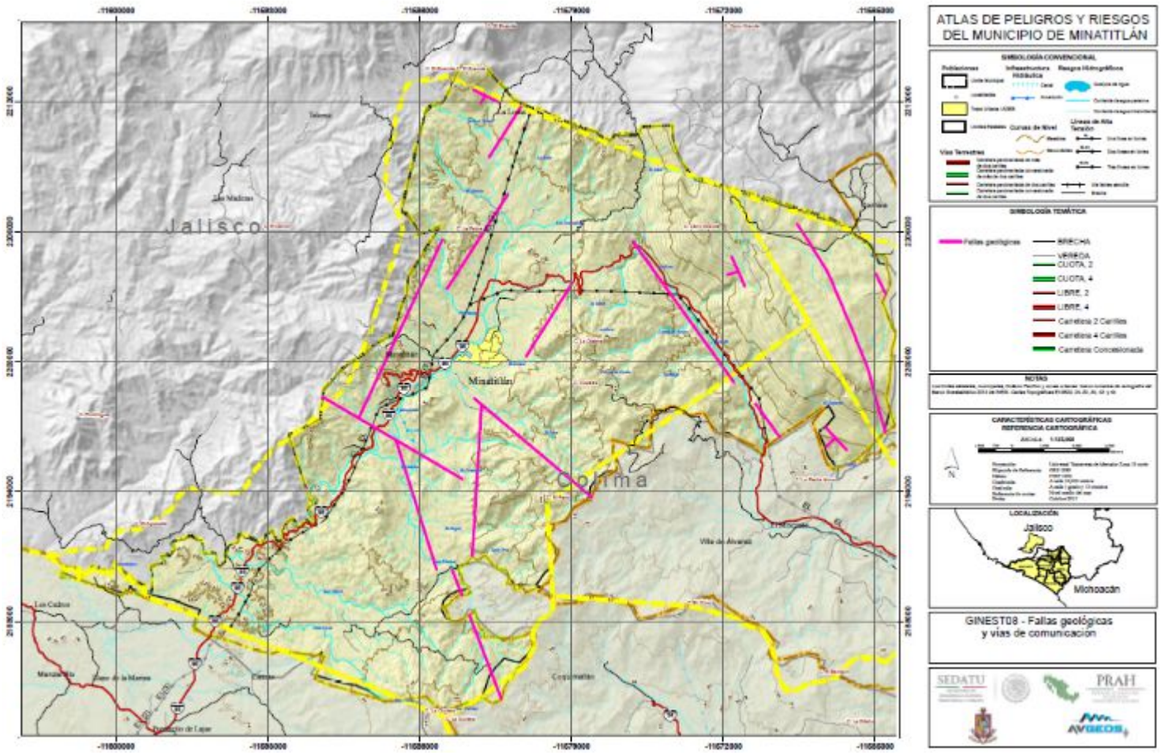
- Generalmente coinciden con fallas geológicas sepultadas por aluviones.
- Pueden alcanzar varios kilómetros de extensión.
- Aparecen súbitamente en la superficie del terreno en donde se presentaron asentamientos diferenciales previos.
- Nuevos agrietamientos pueden aparecer en dirección paralela a los primeros.
- El ancho inicial del agrietamiento puede ser de uno a dos centímetros, sin embargo, generalmente se ensanchan debido a la erosión.
- La evolución de un agrietamiento depende de la velocidad a la que se abate el nivel freático. Si éste declina rápidamente, los agrietamientos también se desarrollan rápidamente.

5.1.9.1.2 Justificación de la inexistencia del fenómeno

Al ser los agrietamientos consecuencia de hundimientos regionales, la inexistencia de este último fenómeno indica la ausencia del primero.

Estructuras en general y obras de servicio en el municipio no presentan daños por agrietamientos. El fenómeno es reportado únicamente en tramos carreteros debido a la inestabilidad de los taludes aledaños a la vía y a la presencia de fallas geológicas (km. 43 ctra. Villa de Álvarez - Minatitlán).

Figura 144. Fallas geológicas y red carretera.



Fuente: Elaboración propia.

5.2 Fenómenos hidrometeorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos son aquellos que dependen mayormente de las modificaciones del vapor de agua atmosférica. La magnitud de los daños que generan difiere ampliamente por su origen, naturaleza, grado de predictibilidad, probabilidad y control, así como por la velocidad con la que aparecen, por su alcance y por los efectos destructivos en la población, en los bienes materiales y en la naturaleza.

En México, los peligros hidrometeorológicos son abundantes y frecuentes, el país está situado en una zona de convergencia de eventos atmosféricos tales como tormentas tropicales, huracanes, ondas del Este, monzón, masas de aire frío y caliente, corrientes en chorro, El Niño, entre otros.

Además de la manifestación de estos fenómenos, se generan otros como sequías, heladas, temperaturas máximas, nevadas, vientos fuertes, etc. Todos estos eventos deben ser estudiados, analizados y cartografiados considerando diversas escalas con el fin de comprender su dinámica espacial, para que de esta manera sea posible advertir a la población sobre sus efectos ambientales, tanto negativos como positivos.

En el país entre 2000 y 2012, se sumaron 22,971.2 millones de pesos en eventos documentados con daños y pérdidas en el sector vivienda. Los mayores montos fueron en 2010, 2007 y 2005 a consecuencia de los remanentes de los huracanes Karl y Matthew en Veracruz (2010), seguido de las inundaciones en Tabasco (2007) y el ciclón Stan en Chiapas (2005).

De igual forma, de los fenómenos naturales que periódicamente azotan al Estado de Colima, frecuentemente los hidrometeorológicos son los que más daños causan, al originar inundaciones de diversas magnitudes y duración, aún en áreas donde no parecería factible su ocurrencia.

5.2.1 Ondas cálidas y gélidas

5.2.1.1 Identificación del fenómeno

5.2.1.1.1 Definición del fenómeno perturbador

El calor y frío excesivo son una amenaza para la salud pública. Por cada grado centígrado superior o inferior de un cierto nivel, los fallecimientos pueden aumentar entre el 2 y 5%.

Las **ondas de calor** son ocasionadas por temperaturas muy altas que se presentan por la llegada de masas de aire tropical continental a latitudes medias. Elevan los riesgos principalmente en las personas de mayor edad, los enfermos crónicos, la población socialmente aislada, aquellas que trabajan en ambientes expuestos y la población infantil.

En México, Jáuregui (2009) delimita a la onda de calor como la ocurrencia de tres o más días con temperaturas que exceden ciertos umbrales, los cuales varían geográficamente, por ejemplo, para el caso de la Ciudad de México se adopta el umbral de 30°C, sin embargo, en Mexicali y Hermosillo, la temperatura debe exceder los 40°C. En ambos casos, los mayores eventos ocurren entre marzo y julio. De manera similar, Vidal y Ortiz (2010) indican que una onda cálida está determinada por un periodo de tres o más días cuya temperatura excede los 26°C, debido a que éste es el límite de la temperatura entre los climas templados y cálidos en México. Por su parte, Herrera-Alanís (2012) señalan que una onda de calor se presenta cuando la temperatura máxima y mínima sobrepasan el percentil 90 en al

menos dos días consecutivos y, el Servicio Meteorológico Nacional la entiende cuando la temperatura máxima diaria excede más de cinco días a la temperatura máxima media.

El fenómeno de ondas cálidas se incrementa de manera particular en zonas urbanas a medida que transcurre el tiempo, debido a la sustitución del suelo natural por elementos que componen la ciudad (pavimento, asfalto, más contaminación, entre otras).

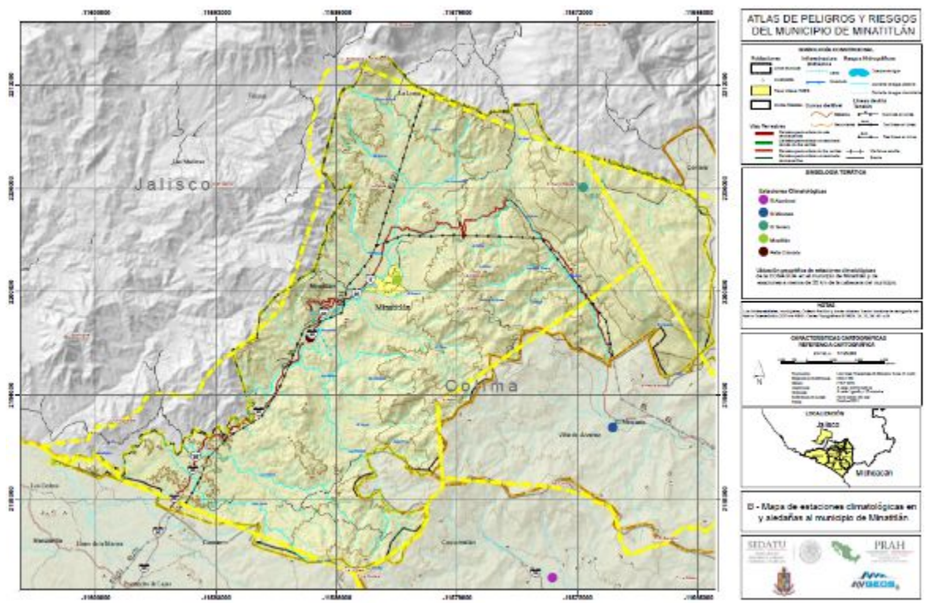
La actividad agrícola es perjudicada por temperaturas anormalmente altas que destruyen los cultivos de temporada y ocasionan trastornos en los organismos vivos por la deshidratación que originan. Los espacios cultivados y las personas soportan con dificultad temperaturas superiores a 40°C, que resultan letales para la mayoría de los cultivos cuando rebasan los 50°C.

Según la Organización Meteorología Mundial (OMM) la **onda de frío** se define como un fuerte enfriamiento del aire (helada de irradiación) o una invasión de aire muy frío (helada de advección) que se extiende sobre un amplio territorio. Su desarrollo es breve de 3 a 4 días, aunque se puede prolongar a una semana. Las olas de frío no sólo son bajas temperaturas sino que se acompañan de agua nieve y nevadas.

5.2.1.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

Las temperaturas medias y extremas en el municipio se exponen en la Tabla 82 y fueron consultadas en los registros de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), específicamente en las estaciones llamadas Minatitlán, Peña Colorada, El Terrero, El Mixcoate y El Algodonal, mencionadas en orden de cercanía a la cabecera municipal. Únicamente tres de éstas se encuentran dentro del municipio, el resto se localizan a menos de 20 km de la cabecera.

Figura 145. Estaciones climatológicas en y aledañas al municipio de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81. Relación de estaciones climatológicas en el municipio de Minatitlán y aledañas a éste.

Estación	Latitud	Longitud	Distancia a la cabecera (km)	Dirección desde la cabecera	Altura (msnm)	Primer dato de temperatura (año)	Municipio
Minatitlán	19°23'18"N	104°02'49"O	0	-	766	1964	Minatitlán
El Terrero	19°26'01"N	103°57'00"O	11.35	NE - 63°	2220	1984	Minatitlán
Peña Colorada	19°21'35"N	104°05'33"O	5.74	SO - 236°	720	2002	Minatitlán
El Mixcoate	19°18'56"N	103°56'05"O	14.27	SE - 124°	765	1984	Villa de Álvarez
El Algodonal	19°14'30"N	103°57'58"O	18.32	SE - 152°	407	1984	Coquimatlán

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82. Temperatura media normal y extremas mensuales en grados Celsius registradas por estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010).

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Minatitlán	Máxima	32.2	33.6	35.5	37.3	36.8	36.8	34.3	34.8	33.1	33.0	34.0	32.5	31.6
	Promedio	20.1	20.7	21.7	23.5	24.9	25.0	24.0	24.6	24.1	23.5	22.0	20.7	22.9
	Mínima	5.6	6.8	8.0	8.9	9.7	11.0	9.5	12.8	6.9	10.6	6.1	6.2	14.3
El Terrero	Máxima	34.6	33.1	34.8	35.1	35.3	34.0	33.6	33.7	33.7	33.6	33.8	33.5	21.8
	Promedio	13.1	13.0	14.7	16.0	16.9	16.8	16.1	15.9	16.4	15.1	14.6	12.2	15.1
	Mínima	1.3	1.4	2.5	2.1	3.6	5.2	6.5	6.4	6.6	2.9	2.6	1.6	8.4
El Mixcoate*	Máxima	38.0	38.9	39.2	39.6	38.9	38.2	37.9	38.9	36.4	36.3	36.6	38.1	33.4
	Promedio	20.5	20.7	22.3	22.7	24.3	25.5	25.5	25.5	25.8	24.6	23.5	22.1	23.6
	Mínima	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	11.2	11.0	11.3	11.1	9.6	6.9	13.8
El Algodonal*	Máxima	36.0	36.5	37.0	37.2	38.9	37.1	34.9	35.2	34.6	34.1	35.1	35.1	33.5
	Promedio	22.4	23.2	23.9	25.5	26.5	27.1	26.1	26.1	25.7	25.6	25.1	23.5	25.1
	Mínima	10.3	11.2	12.6	14.3	16.0	15.8	16.5	16.6	17.5	16.5	15.2	12.0	17.4
Peña Colorada (2002-14)	Máxima	30.3	30.3	31.5	32.9	33.3	32.2	31.1	31.3	31.2	30.2	30.0	29.2	31.1
	Promedio	20.5	20.9	22.1	23.9	24.7	24.8	24.2	24.3	24.3	23.4	22.2	20.8	23.0
	Mínima	10.8	11.4	12.7	15.0	16.0	17.4	17.3	17.3	17.4	16.5	14.3	12.3	14.9

*Estaciones fuera del municipio de Minatitlán y a menos de 20 km de la cabecera municipal.

Fuente: CONAGUA.

5.2.1.1.3 Metodología

Utilizando Sistemas de Información Geográfica y con los datos climatológicos de tres décadas de temperaturas máximas y mínimas extremas mensuales, se trazan isolíneas por interpolación. Una vez trazadas se establecen los rangos de los isotermas y se evalúa la susceptibilidad al fenómeno.

5.2.1.2 Memoria de cálculo

5.2.1.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

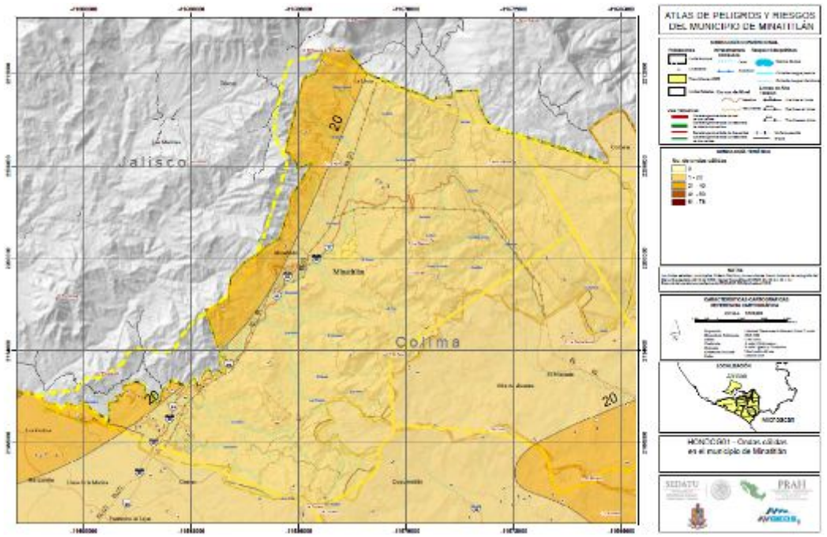
Entendiendo que una onda de calor se presenta cuando la temperatura máxima diaria excede más de cinco días a la temperatura máxima media y recurriendo a los registros climatológicos de años atrás (1981-2010), se identificaron 8.6 ondas cálidas promedio por año en el municipio.

Tabla 83. Número de ondas cálidas (1981-2010).

Año	No. de ondas cálidas	Año	No. de ondas cálidas
1981	12	1996	3
1982	6	1997	13
1983	5	1998	9
1984	8	1999	9
1985	7	2000	8
1986	12	2001	12
1987	10	2002	6
1988	4	2003	13
1989	10	2004	7
1990	10	2005	4
1991	11	2006	10
1992	10	2007	13
1993	8	2008	S/D
1994	12	2009	S/D
1995	4	2010	S/D

S/D = Sin dato.Fuente: Elaboración propia con datos de Estación Minatitlán.

Figura 146. Presencia de ondas cálidas en el municipio de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

De la presencia de ondas gélidas no se encontraron antecedentes.

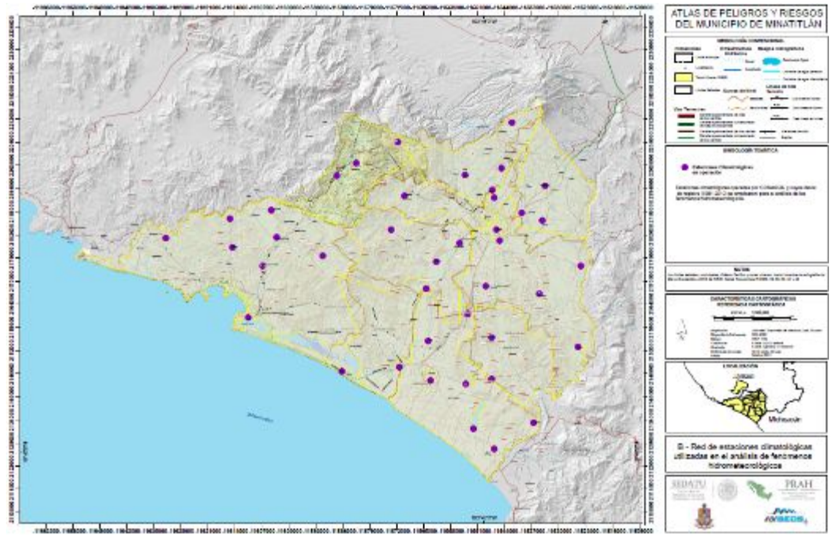
5.2.1.2.2 Evidencias identificadas en trabajo de campo

No existe evidencia de presencia ni daños por ondas extremas en el municipio.

5.2.1.2.3 Procedimiento estadístico

Se conformó una base de datos a partir de las 42 estaciones climatológicas que se encuentran operando en territorio estatal, abarcando principalmente el periodo de registro 1981-2010.

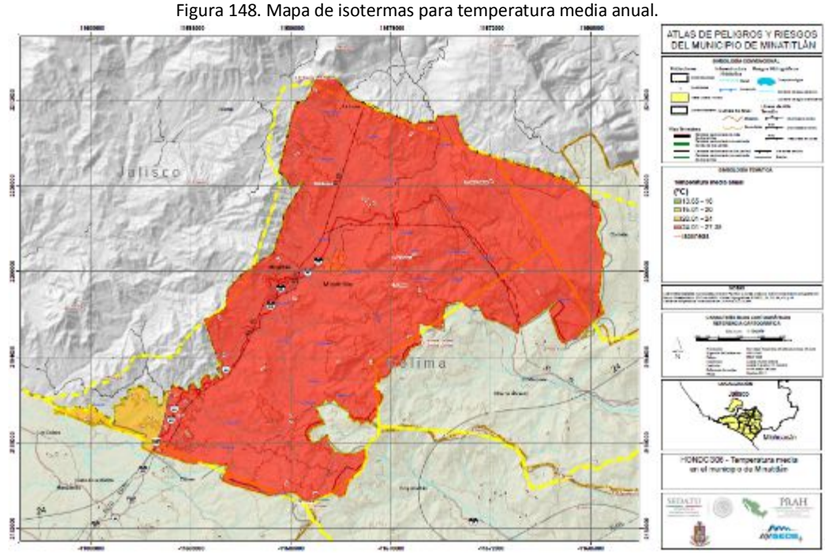
Figura 147. Estaciones utilizadas en el análisis de fenómenos hidrometeorológicos.



Fuente: Elaboración propia.

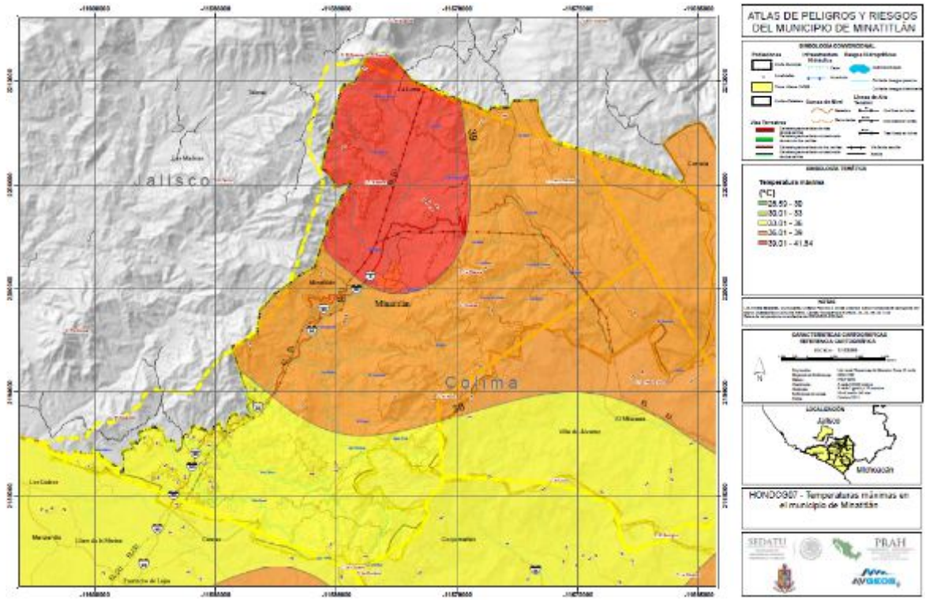
Interpolando se obtuvieron los mapas de isolíneas de temperaturas medias y extremas (máximas y mínimas).

Figura 148. Mapa de isotermas para temperatura media anual.



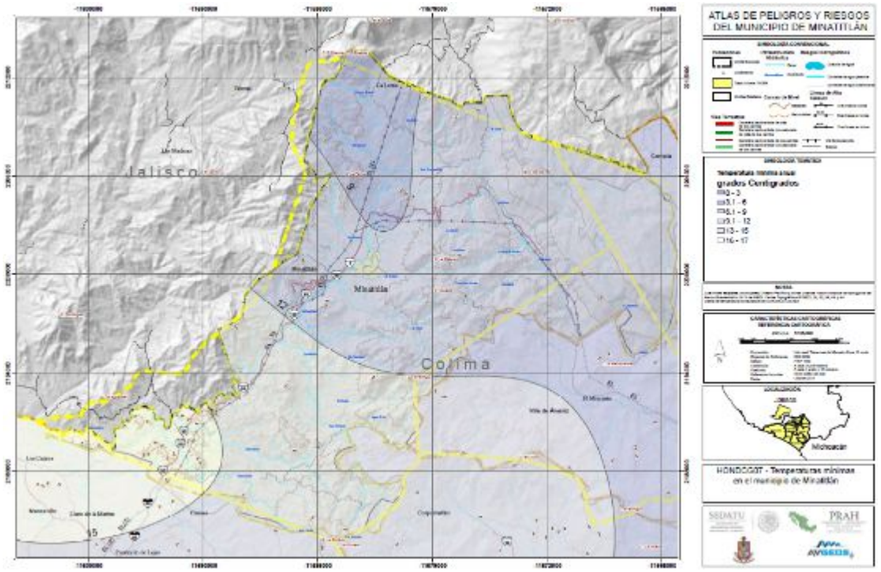
Fuente: Elaboración propia.

Figura 149. Mapa de isotermas para temperaturas máximas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 150. Mapa de isotermas para temperaturas mínimas.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con CENAPRED, los siguientes umbrales representan los límites de temperatura para emitir alertas por ondas extremas.

Tabla 84. Límites de temperatura para emitir alertas por ondas cálidas.

Umbral de temperatura	Severidad	Designación
26°C	Baja	Incomodidad
30°C	Media	Incomodidad extrema
34°C	Alta	Condición de estrés
40°C	Muy Alta	Límite superior de tolerancia

Fuente: CENAPRED.

Tabla 85. Límites de temperatura para emitir alertas por ondas gélidas.

Umbral de temperatura	Severidad
0°C	Muy Alta
3°C	Alta
6°C	Media
9°C	Baja
12°C	Muy Baja

Fuente: CENAPRED.

De la interpretación de las Figuras 150 y 151 y el análisis las tablas anteriores, se generan los mapas de peligro.

5.2.1.3 Resultado del análisis

5.2.1.3.1 Peligro por ondas extremas

De acuerdo con el mapa de ondas cálidas, la cabecera municipal presenta un nivel de peligro muy alto al fenómeno, alcanzando temperaturas extremas superiores a los 40°C (límite superior de tolerancia). A pesar de ser un municipio con climas cálidos y templados, su susceptibilidad a la presencia de ondas de calor es predominantemente alta (más del 50% de la superficie municipal).

La presencia de ondas gamenaza importante para el municipio.

5.2.1.4 Vulnerabilidad por ondas extremas

5.2.1.4.1 Vulnerabilidad por ondas cálidas

Las personas más vulnerables a las ondas de calor son los niños menores de 5 años, los adultos mayores de 65 años (porque tienen mayor probabilidad de enfermedades crónicas), los trabajadores agrícolas y los migrantes. Los efectos en la salud también son notables en las áreas de bajo nivel socioeconómico, por carecer de recursos para la instalación de aire acondicionado y porque el acceso al cuidado sanitario es mínimo.

Para definir la vulnerabilidad ante el fenómeno se hace referencia al índice de rezago social. Las localidades más vulnerables en el municipio son Las Agujas, El Terrero, El Aparejito, Las Pesadas y El Platanar, con un nivel moderado; a las anteriores le siguen 9 localidades con nivel bajo y finalmente 11 localidades con nivel muy bajo.

El grado de vulnerabilidad a nivel municipal es bajo.

Tabla 86. Índice y grado de rezago social.

Localidad	Índice de rezago social	Grado de vulnerabilidad
Minatitlán	-1.373796	Muy Bajo
Agua Fría	-0.66144	Bajo
Agua Salada	-0.856292	Bajo
Las Agujas	0.779564	Medio
El Arrayanal	-0.644887	Bajo
El Convento	-1.505534	Muy Bajo
Las Guásimas	-1.01568	Muy Bajo
La Loma	-0.87903	Bajo
El Nogal	-0.884704	Bajo
Platanarillos	-1.100806	Muy Bajo
La Playa (La Playita)	-0.69803	Bajo
Potrero Grande	-1.141436	Muy Bajo
Ranchitos	-0.945639	Muy Bajo
Rastrojitos	-0.723903	Bajo
San Antonio	-0.919445	Muy Bajo
El Sauz	-0.639225	Bajo
El Terrero	-0.145077	Medio
El Aparejito	-0.187763	Medio
La Coconal	-0.37886	Bajo
Paticajo	-1.223716	Muy Bajo
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	-1.786194	Muy Bajo
El Fresno	-1.078784	Muy Bajo
Las Pesadas	-0.291616	Medio
El Platanar	-0.194393	Medio
Minatitlán	-1.974817	Muy Bajo

Fuente: CONEVAL (2010).

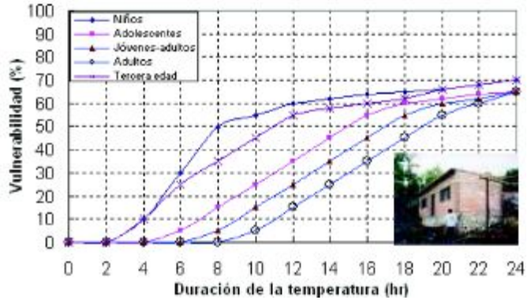
5.2.1.4.2 Vulnerabilidad por ondas gélidas

La consideración de la vulnerabilidad en este apartado está relacionada específicamente con el umbral de temperatura de cinco a cero grados centígrados, debido a que se considera que a partir de este rango ocurren problemas en la salud de la población.

La vulnerabilidad por bajas temperaturas es función de la edad de la población, la duración de la baja temperatura y el tipo de vivienda habitada, de modo que a mayor duración de la helada y peores condiciones de vivienda, mayor grado de vulnerabilidad.

De acuerdo con la evaluación de tipología de vivienda, en el municipio predominan las construcciones con muros de mampostería y techos rígidos (Tipo 1). Atendiendo a esta condición tenemos que la función de vulnerabilidad gobernante en Minatitlán es la siguiente.

Figura 151. Función de vulnerabilidad muy baja.

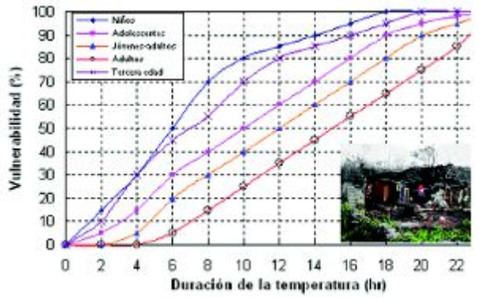


Fuente: CENAPRED.

A nivel mundial se considera a la niñez y a la tercera edad como los grupos etarios con mayor probabilidad de afectación por bajas temperaturas.

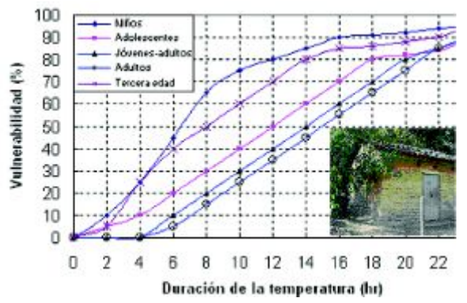
Debido a que la construcción con muros de mampostería y techo rígido es la predominante en el municipio pero no la única, se anexan las funciones de vulnerabilidad para las viviendas tipo 2, 3, 4 y 5.

Figura 152. Función de vulnerabilidad muy alta.



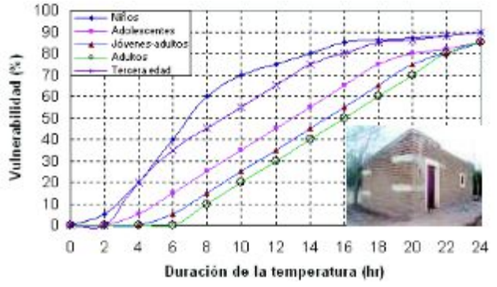
Fuente: CENAPRED.

Figura 153. Función de vulnerabilidad alta.



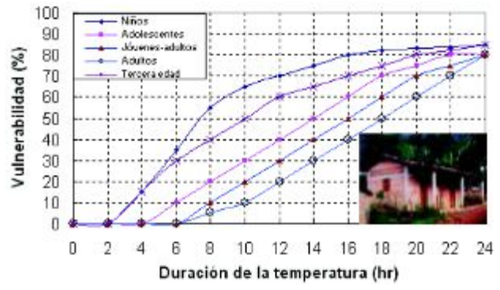
Fuente: CENAPRED.

Figura 154. Función de vulnerabilidad media.



Fuente: CENAPRED.

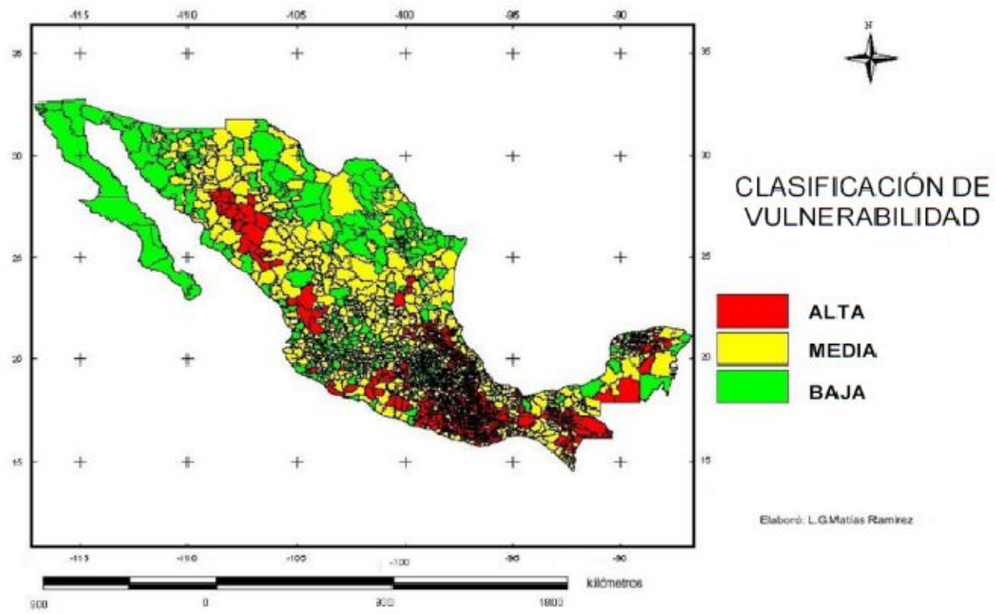
Figura 155. Función de vulnerabilidad baja.



Fuente: CENAPRED.

Considerando las variables de vivienda, ingresos, educación y distribución de la población, se asignó una categoría de vulnerabilidad a cada municipio de México y se elaboró el mapa de vulnerabilidad por bajas temperaturas mostrado a continuación. En el listado, el municipio de Minatitlán, Colima tiene asignado un nivel de vulnerabilidad medio.

Figura 156. Condición de vulnerabilidad por bajas temperaturas en México.



Fuente: CENAPRED.

5.2.1.5 Riesgo por ondas extremas

5.2.1.5.1 Riesgo por ondas cálidas

Considerando el nivel de peligro, el grado de vulnerabilidad y el grado de exposición, se tienen los niveles de riesgo expuestos en la Tabla 90 para las localidades del municipio.

$$Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad, Exposición)$$

Tabla 87. Grado de exposición en función del número de personas susceptibles a ser afectadas por el fenómeno.

Grado de exposición	Población (habitantes)
Muy Alto	3,601-más
Alto	2,701-3,600
Medio	1,801-2,700
Bajo	901-1,800
Muy Bajo	1-900

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 88. Grado de exposición por localidad.

Localidad	Población (habitantes) INEGI, 2010	Grado de exposición
Minatitlán	4,588	Muy Alto
Agua Fría	15	Muy Bajo
Agua Salada	278	Muy Bajo
Las Agujas	12	Muy Bajo
El Arrayanal	99	Muy Bajo
El Convento	17	Muy Bajo
Las Guásimas	41	Muy Bajo
La Loma	309	Muy Bajo
El Nogal	16	Muy Bajo
Platanarillos	17	Muy Bajo
La Playa (La Playita)	118	Muy Bajo
Potrero Grande	67	Muy Bajo
Ranchitos	86	Muy Bajo
Rastrojitos	16	Muy Bajo
San Antonio	205	Muy Bajo
El Sauz	134	Muy Bajo
El Terrero	121	Muy Bajo
El Aparejito	14	Muy Bajo
La Coconal	87	Muy Bajo
Paticajo	718	Muy Bajo
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	918	Bajo
El Fresno	7	Muy Bajo
Las Pesadas	72	Muy Bajo
El Platanar	164	Muy Bajo
Minatitlán	8	Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 89. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad, exposición y riesgo para la evaluación del fenómeno de ondas cálidas.

Nivel	Calificación
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 90. Nivel de riesgo por localidad debido a la presencia de ondas cálidas.

Localidad	Grado de exposición	Nivel de peligro	Grado de vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Minatitlán	5	5	1	Alto
Agua Fría	1	4	2	Bajo
Agua Salada	1	5	2	Medio
Las Agujas	1	5	3	Medio
El Arrayanal	1	4	2	Bajo
El Convento	1	4	1	Bajo
Las Guásimas	1	4	1	Bajo
La Loma	1	5	2	Medio
El Nogal	1	4	2	Bajo
Platanarillos	1	4	1	Bajo
La Playa (La Playita)	1	4	2	Bajo
Potrero Grande	1	4	1	Bajo
Ranchitos	1	4	1	Bajo
Rastrojitos	1	4	2	Bajo
San Antonio	1	5	1	Bajo
El Sauz	1	4	2	Bajo
El Terrero	1	4	3	Medio

Localidad	Grado de exposición	Nivel de peligro	Grado de vulnerabilidad	Nivel de riesgo
El Aparejito	1	4	3	Medio
La Coconal	1	4	2	Bajo
Paticajo	1	4	1	Bajo
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	2	4	1	Bajo
El Fresno	1	4	1	Bajo
Las Pesadas	1	5	3	Medio
El Platanar	1	4	3	Medio
Minatitlán	1	5	1	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.5.2 Riesgo por ondas gélidas

Empleando el mismo procedimiento que para ondas cálidas, se han obtenido los siguientes niveles de riesgo para las diferentes localidades en el municipio.

$$Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad, Exposición)$$

Tabla 91. Nivel de riesgo por localidad debido a la presencia de ondas gélidas.

Localidad	Grado de exposición	Nivel de peligro	Grado de vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Minatitlán	5	1	3	Medio
Agua Fría	1	1	3	Bajo
Agua Salada	1	2	3	Bajo
Las Agujas	1	2	3	Bajo
El Arrayanal	1	1	3	Bajo
El Convento	1	1	3	Bajo
Las Guásimas	1	1	3	Bajo
La Loma	1	2	3	Bajo
El Nogal	1	1	3	Bajo
Platanarillos	1	1	3	Bajo
La Playa (La Playita)	1	1	3	Bajo
Potrero Grande	1	1	3	Bajo
Ranchitos	1	1	3	Bajo
Rastrojitos	1	1	3	Bajo
San Antonio	1	2	3	Bajo
El Sauz	1	1	3	Bajo
El Terrero	1	1	3	Bajo
El Aparejito	1	1	3	Bajo
La Coconal	1	1	3	Bajo
Paticajo	1	1	3	Bajo
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	2	1	3	Bajo
El Fresno	1	1	3	Bajo
Las Pesadas	1	1	3	Bajo
El Platanar	1	1	3	Bajo
Minatitlán	1	1	3	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

La única localidad con riesgo medio es Minatitlán, esto debido al número de habitantes que residen en la cabecera municipal (grado de exposición muy alto), el resto del municipio presenta riesgo bajo.

5.2.2 Sequías

5.2.2.1 Identificación del fenómeno

5.2.2.1.1 Definición del fenómeno perturbador

La sequía es el fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un periodo de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas. Cada vez con mayor frecuencia se presentan en el mundo y es considerada uno de los fenómenos naturales que más daños causa en lo que se refiere al aspecto económico, ya que grandes hectáreas de cultivos se pierden y numerosas cabezas de ganado mueren durante las mismas.

La magnitud, duración y severidad de una sequía se pueden considerar como relativos, ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas, es decir, si no hay requerimientos por satisfacer, aun habiendo carencia total del agua, la sequía y su presencia son discutibles desde el punto de vista de sus efectos.

Se ha llegado a mencionar que la sequía es un "no evento" debido a que su ocurrencia, sobre todo en su inicio, no es fácilmente detectable como tal, sino que se le reconoce por los efectos que provoca.

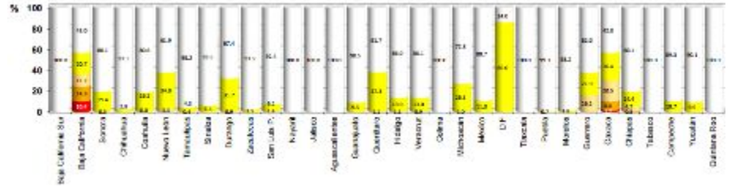
5.2.2.1.2 Justificación de la inexistencia del fenómeno

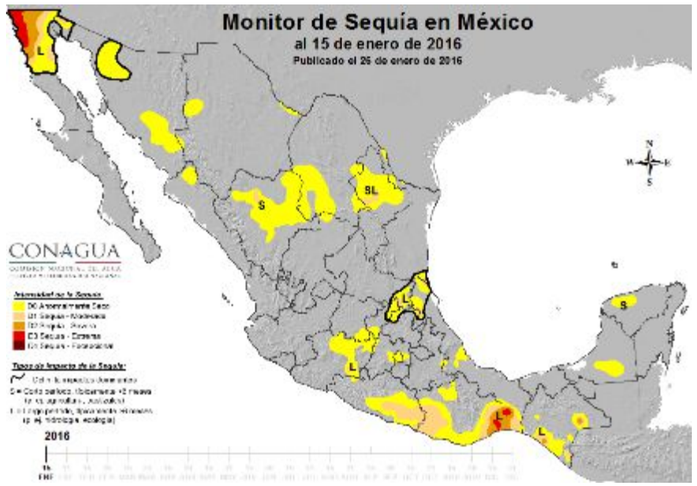
Las sequías pueden presentarse en cualquier tiempo y en cualquier lugar, pero existen áreas específicas sensibles al fenómeno, definidas básicamente por su localización geográfica, ya que a partir de la línea del Ecuador hacia los polos, en forma alterna, se presentan las franjas de baja y alta presión atmosférica, donde las primeras corresponden a las áreas lluviosas y húmedas en el planeta (desde el Ecuador hacia los 60º de latitud Norte y Sur) y las segundas corresponden a zonas donde los vientos son secos y descendentes, que no proporcionan lluvia y están alrededor de los 30º Norte y Sur, y en los polos.

Así, México tiene gran parte de su territorio en la franja de alta presión de latitud Norte, por lo que estas zonas son áridas y semiáridas, coincidiendo en latitud con las zonas de los grandes desiertos africanos y asiáticos, al igual que los desiertos australianos. Los Estados que más padecen del fenómeno son, en orden de magnitud: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala.

La sequía es monitoreada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) bajo el marco del proyecto Monitor de Sequía en México, éste describe el fenómeno en el país y los municipios afectados, el Estado de Colima y específicamente el municipio de Minatitlán, no registran daños por alguna categoría de sequía.

Figura 157. Sequía en las entidades federativas.



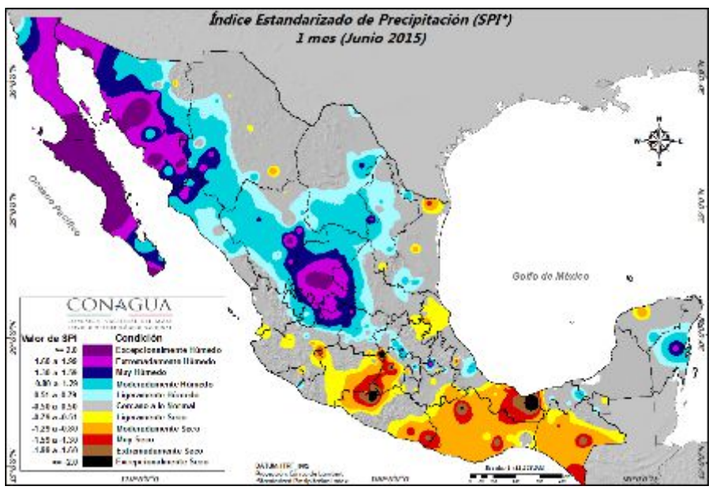


Fuente: Servicio Meterológico Nacional.

Por otra parte, el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) es un índice de normalización de la precipitación histórica que permite identificar condiciones de déficit y exceso a corto y largo plazo. Sus valores son representativos de la variabilidad de la precipitación con respecto a su historial, en donde los valores negativos indican déficit y los positivos superávit.

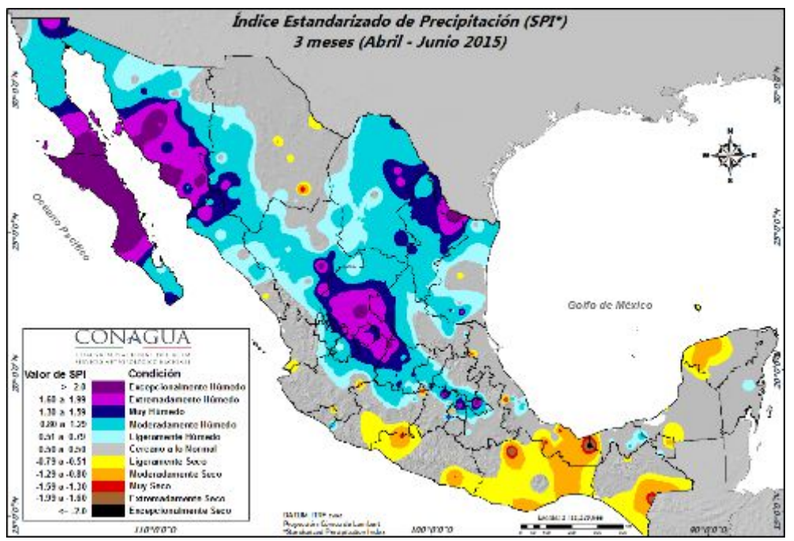
A continuación se muestran los mapas publicados por CONAGUA para la época más caliente del año. Las imágenes señalan las condiciones de humedad del suelo (1 mes), la estimación de la precipitación estacional (3 meses) y los impactos en los niveles de reserva de agua (6/9/12/24 meses) en el país.

Figura 158. Condiciones de humedad del suelo.



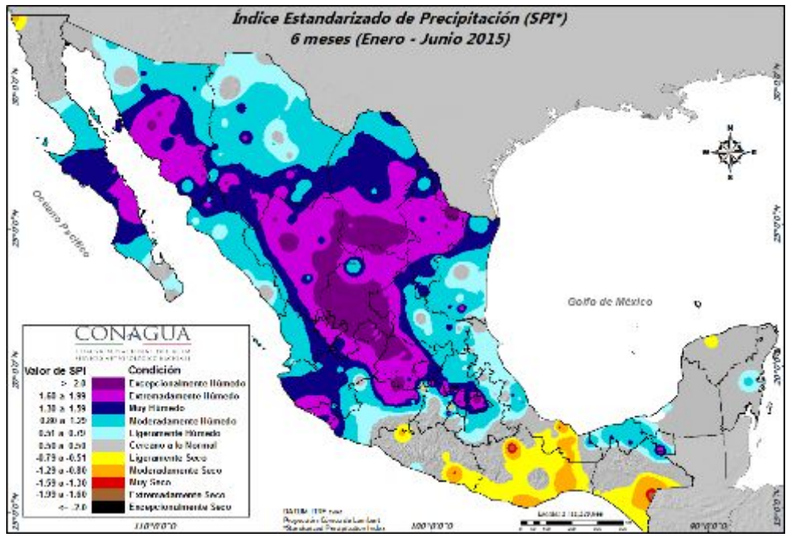
Fuente: CONAGUA.

Figura 159. Estimación de la precipitación estacional.



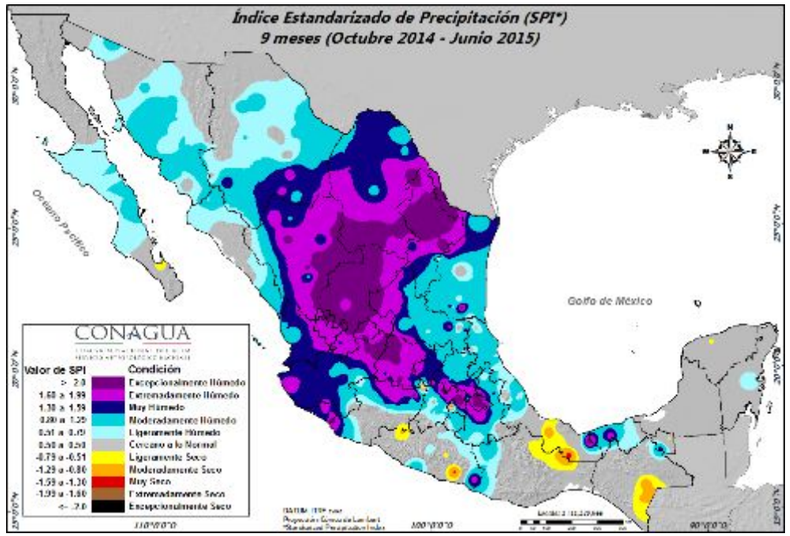
Fuente: CONAGUA.

Figura 160. Impactos en los niveles de reserva de agua (6 meses).



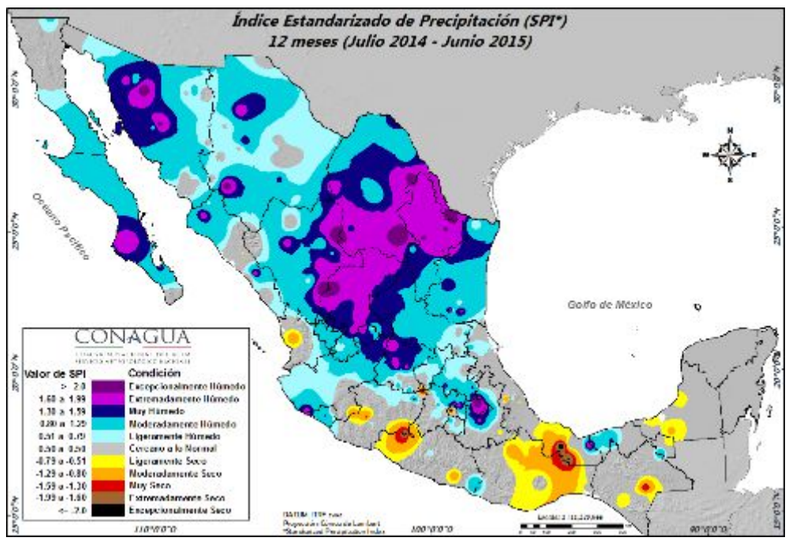
Fuente CONAGUA.

Figura 161. Impactos en los niveles de reserva de agua (9 meses).



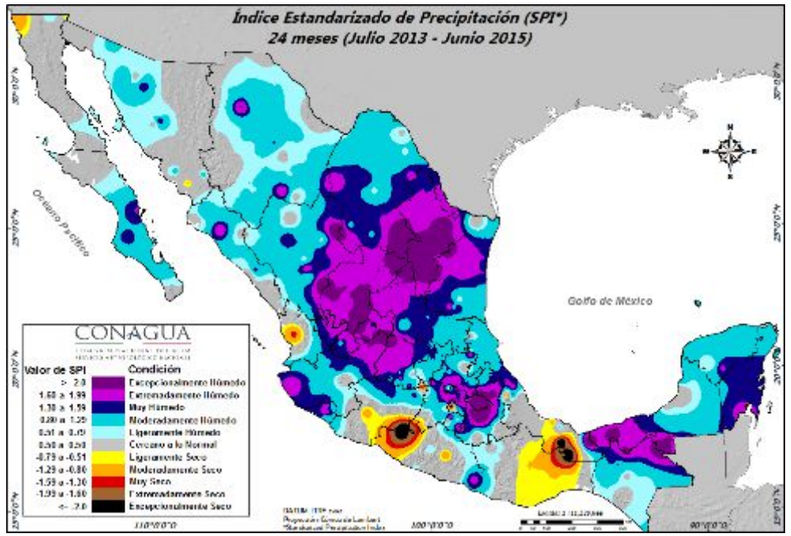
Fuente: CONAGUA.

Figura 162. Impactos en los niveles de reserva de agua (12 meses).



Fuente: CONAGUA.

Figura 163. Impactos en los niveles de reserva de agua (24 meses).



Fuente: CONAGUA.

La condición de humedad del suelo en Minatitlán y la condición de precipitación estacional fueron cercanas a la normal (-0.5 a 0.5), los impactos en los niveles de reserva de agua tienen un SPI positivo en los cuatro casos; esto demuestra que el fenómeno de sequías no representa una amenaza para el municipio.



| Vegetación, El Terrero

5.2.3 Heladas

5.2.3.1 Identificación del fenómeno

5.2.3.1.1 Definición del fenómeno perturbador

Una helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua (0°C). Se presenta particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva y una de sus formas, producida por la sublimación del vapor de agua, es la cubierta de hielo sobre los objetos.

Los principales elementos del tiempo que influyen en la formación de las heladas son el viento, la nubosidad, la humedad atmosférica y la radiación solar.

- Viento: El viento es fundamental para que se desarrolle una helada. Cuando hay corrientes de aire se mezcla el aire frío, que se encuentra cercano al suelo, con el más caliente que está en niveles superiores, lo que hace más difícil el desarrollo del fenómeno (a menor viento, mayor ocurrencia de heladas).

- Nubosidad: Cuando el cielo está cubierto por nubes, éstas disminuyen la pérdida de calor del suelo por radiación hacia la atmósfera y devuelven parte de ese calor a la Tierra (a menor nubosidad, mayor ocurrencia de heladas).

- Humedad atmosférica: Cuando disminuye la temperatura a los 0° C o menos y el viento es escaso, el vapor de agua contenido en el aire se condensa; si la humedad es abundante se produce niebla, y si el contenido de humedad es poco se forma la helada (a menor humedad, mayor ocurrencia de heladas).

- Radiación Solar: Una cantidad de radiación solar es absorbida por la superficie de la Tierra y otra es devuelta desde su superficie a la atmósfera (radiación reflejada). Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde; estos procesos dependen de la nubosidad y del viento que existan sobre ciertas regiones del planeta. Cuando los días son más cortos y las noches más largas, aumenta la ocurrencia de heladas; aunque exista una menor acumulación de calor en el suelo, habrá un mayor tiempo para que se transmita hacia el aire.

Efectos de las heladas

La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella. Las afectaciones más propensas a ser identificadas cuando las temperaturas atmosféricas bajan lo suficiente (alrededor de 0°C), son el deterioro de la vegetación natural y los cultivos agrícolas, aunque las capas de hielo o escarcha se presentan en cualquier otro objeto.

Daños en la flora y agricultura

Los cultivos son vulnerables a la helada cuando la temperatura del aire desciende hasta formar cristales de hielo en el interior de sus células durante cierto tiempo. El proceso de deterioro de las plantas depende del estado vegetativo en que se encuentren.

Daños en la ganadería

Las heladas afectan los medios de vida y condiciones de salud de las crianzas. Además del daño ocasionado a la salud de los animales, los pastizales de los cuales se alimenta el ganado son quemados por el hielo resultando inútiles, al igual que el agua congelada en los abrevaderos.

Daños en la ganadería

Las heladas afectan los medios de vida y condiciones de salud de las crianzas. Además del daño ocasionado a la salud de los animales, los pastizales de los cuales se alimenta el ganado son quemados por el hielo resultando inútiles, al igual que el agua congelada en los abrevaderos.

Daños a la población

Las heladas podrían ser causa de daño a la salud si los medios de vida de la población no son los adecuados para afrontar el fenómeno. Las bajas temperaturas disminuyen las defensas y producen cambios en el organismo que conllevan a la aparición de enfermedades como gripe, bronquitis y neumonías, empeorando los problemas respiratorios que sufren algunas personas.

5.2.3.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

Las bajas temperaturas se encuentran bordeando las zonas más altas de México, es decir, sobre las sierras más importantes.

Las heladas en Minatitlán se presentan en las sierras donde predomina el clima templado, específicamente en la localidad El Terrero (2,220 msnm) donde las temperaturas mínimas diarias han alcanzado los -3°C.

Tabla 92. Temperatura mínima diaria en grados Celsius registrada por estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010).

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Minatitlán	Mínima diaria	0.0	3.0	4.0	3.0	6.0	4.0	1.0	8.0	1.5	8.0	4.0	4.0
El Terrero	Mínima diaria	-3.0	-1.0	-2.0	-1.0	-1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0 0	0.0	-3.0
El Mixcoate*	Mínima diaria	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	11.0	11.0	10.0	3.0	3.0
El Algodonal*	Mínima diaria	5.0	0.9	7.0	8.0	10.0	10.0	1.0	11.0	6.5	9.0	8.0	0.8
Peña Colorada (2002-14)	Mínima diaria	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

Fuente: CONAGUA.

5.2.3.1.3 Metodología

Con los registros climatológicos de temperaturas mínimas para el periodo 1981-2010, la interpolación de datos y la consulta de mapas de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos, se elabora el mapa de susceptibilidad.

El fortalecimiento de la metodología se logra a partir de experiencias de la población con respecto al fenómeno.

5.2.3.2 Memoria de cálculo

5.2.3.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

No existen registros de afectaciones ocurridas por heladas en Minatitlán. La presencia de escarcha sobre objetos en la localidad El Terrero en invierno de 2011 y los registros climatológicos de la Tabla 92 son los únicos antecedentes del fenómeno en el municipio.

5.2.3.2.2 Evidencias identificadas en campo

Los habitantes de la localidad El Terrero confirman la ocurrencia de heladas, además, la vegetación en el lugar es característica de climas fríos (bosque).

Figura 164. El Terreno, Minatitlán.

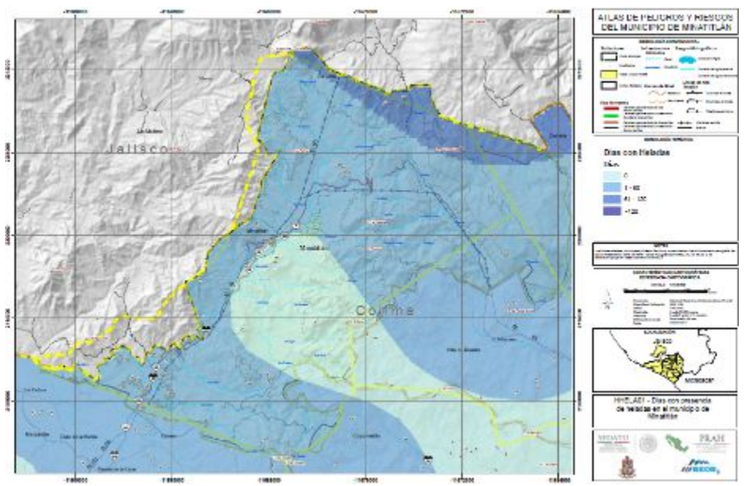


5.2.3.2.3 Procedimiento estadístico y análisis de mapas

Se recopilaron los datos de días con heladas en las 42 estaciones climatológicas que operan en territorio estatal, abarcando principalmente el periodo de registro 1981-2010. Con esta información se elaboró el mapa de la Figura 166.

Los rangos establecidos para la evaluación del peligro por heladas se definieron tomando como base las categorías de temperatura del Servicio Meteorológico Nacional (2008), de acuerdo a las cualidades gélidas ambientales de las heladas y a los efectos que pudieran originar.

Figura 165. Días con presencia de heladas.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 93. Valoración de la susceptibilidad por heladas.

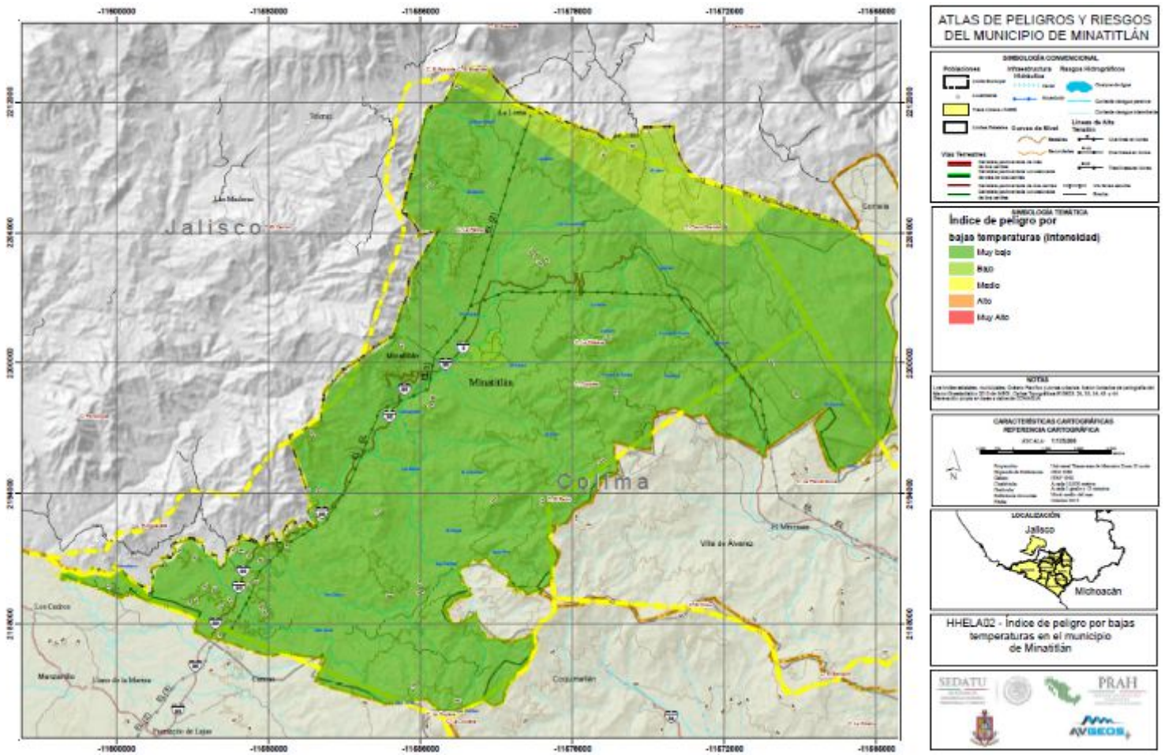
Temperatura	Designación	Efectos	Grado de susceptibilidad
0 a -3.5°C	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad el ambiente se torna blanco por la escarcha.	Bajo
-3.6 a -6.4°C	Moderada	Los pastos, las hierbas y las hojas de plantas se marchitan 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.	Medio
-6.5 a -11.5°C	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen del hielo. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.	Alto
< -11.5°C	Muy severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños son elevados en las zonas tropicales.	Muy Alto

Fuente: CENAPRED.

5.2.3.3 Resultado del análisis

5.2.3.3.1 Mapa de susceptibilidad por heladas

Figura 166. Susceptibilidad por heladas.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.3.2 Descripción del Mapa de susceptibilidad por heladas

Las heladas no representan una amenaza importante para el municipio.

El grado de susceptibilidad en la mayor parte del territorio es muy bajo. Las localidades del Terrero y La Loma, son las que presentan mayor amenaza en época invernal y en un grado bajo.

5.2.3.4 Vulnerabilidad por heladas

La vulnerabilidad por heladas corresponde a la definida para ondas gélidas, esto debido a la relación de ambos fenómenos con las bajas temperaturas. De acuerdo al análisis realizado, el municipio presenta un nivel de vulnerabilidad medio.

5.2.3.5 Riesgo por heladas

Con el mismo procedimiento empleado para definir el riesgo por ondas extremas, se han obtenido los siguientes niveles de riesgo para las localidades del municipio.

$$Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad, Exposición)$$

Tabla 94. Nivel de riesgo por localidad debido a la presencia de ondas gélidas.

Localidad	Grado de exposición	Nivel de peligro	Grado de vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Minatitlán	5	1	3	Medio
Agua Fría	1	1	3	Bajo
Agua Salada	1	1	3	Bajo
Las Agujas	1	1	3	Bajo
El Arrayanal	1	1	3	Bajo
El Convento	1	1	3	Bajo
Las Guásimas	1	1	3	Bajo
La Loma	1	2	3	Bajo
El Nogal	1	1	3	Bajo
Platanarillos	1	1	3	Bajo
La Playa (La Playita)	1	1	3	Bajo
Potrero Grande	1	1	3	Bajo
Ranchitos	1	1	3	Bajo
Rastrojitos	1	1	3	Bajo
San Antonio	1	1	3	Bajo
El Sauz	1	1	3	Bajo
El Terrero	1	2	3	Bajo
El Aparejito	1	1	3	Bajo
La Coconal	1	1	3	Bajo
Paticajo	1	1	3	Bajo
Benito Juárez de Peña Colorada (El Poblado)	2	1	3	Bajo
El Fresno	1	1	3	Bajo
Las Pesadas	1	1	3	Bajo
El Platanar	1	1	3	Bajo
Minatitlán	1	1	3	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

La única localidad con riesgo medio es Minatitlán, esto debido al número de habitantes que residen en la cabecera municipal (grado de exposición muy alto), el resto del municipio presenta riesgo bajo.

5.2.4 Tormentas de granizo

5.2.4.1 Identificación del fenómeno

5.2.4.1.1 Definición del fenómeno perturbador

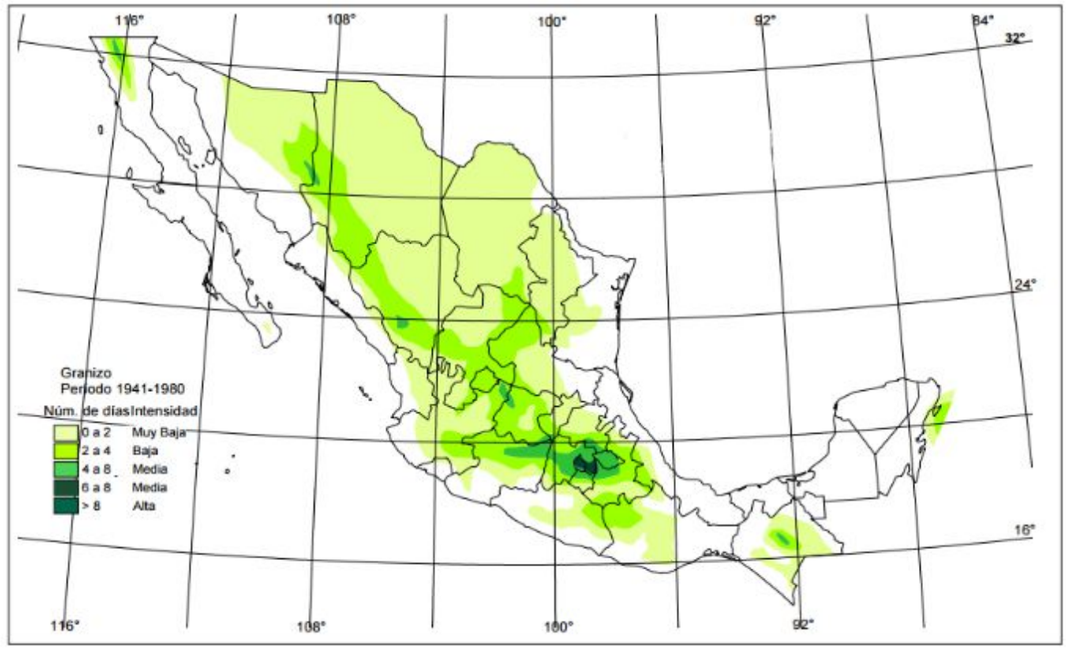
El granizo es un tipo de precipitación consistente en granos de hielo aproximadamente esféricos con diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm.

Las verdaderas piedras de granizo sólo se producen al inicio de alguna tormenta y cuando la temperatura del suelo es bastante inferior a la de congelación. Las gotas de agua formadas en las nubes de tipo "Cumulonimbo" son arrastradas verticalmente por corrientes de aire turbulento con características de tormenta, y cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por el aire caen hacia el suelo.

En México los daños más importantes por granizadas se presentan principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, causando en ocasiones, la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas, vías de transporte y áreas verdes, cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño.

Figura 167. Granizadas en México.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

5.2.4.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

En la República Mexicana se producen granizadas principalmente en la región del altiplano, particularmente en los valles de la porción sur de éste y en la Sierra Madre Occidental, así como en la Sierra Madre del Sur y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora. Entre las ciudades que con mayor frecuencia son afectadas por el fenómeno se encuentran Puebla, Pachuca, Tlaxcala, Zacatecas y el Distrito Federal.

En Colima las granizadas no son muy frecuentes, ocurren por lo regular en temporada de lluvias y en poca cantidad, principalmente en las zonas altas, fronterizas y selvas.

5.2.4.1.3 Metodología

Se estudian los antecedentes del fenómeno en el municipio.

Con la recopilación de datos climatológicos y la consulta de los mapas de índice de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos (CENAPRED), se determina la susceptibilidad al fenómeno.

5.2.4.2 Memoria de cálculo

5.2.4.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

En Minatitlán los días con granizo acumulados han sido muy pocos con respecto al periodo de registro (1981-2010).

Con información de las estaciones Minatitlán, Peña Colorada, El Terrero, El Mixcoate y El Algodonal, la tabla siguiente muestra la presencia del fenómeno en la zona de estudio.

Tabla 95. Días con granizo registrados por estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán, Colima (1981-2010).

	Enero-Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Minatitlán	0	0	1	0	0	1	2	4
El Algodonal**	0	0	1	0	0	0	0	1

*Las estaciones El Terrero y Peña Colorada en el municipio de Minatitlán no reportan granizo en su historia.
**Estación fuera del municipio de Minatitlán y a menos de 20 km de la cabecera municipal.

Fuente: CONAGUA.

Añadido a lo anterior, la consulta de notas periodísticas revela daños importantes debidos a la ocurrencia de una granizada el día 10 de marzo de 2015. La Secretaría de Desarrollo Rural (Seder) reportó afectaciones en 10 hectáreas de maíz, 40 hectáreas de aguacate y 15 hectáreas de zarzamora en el municipio.

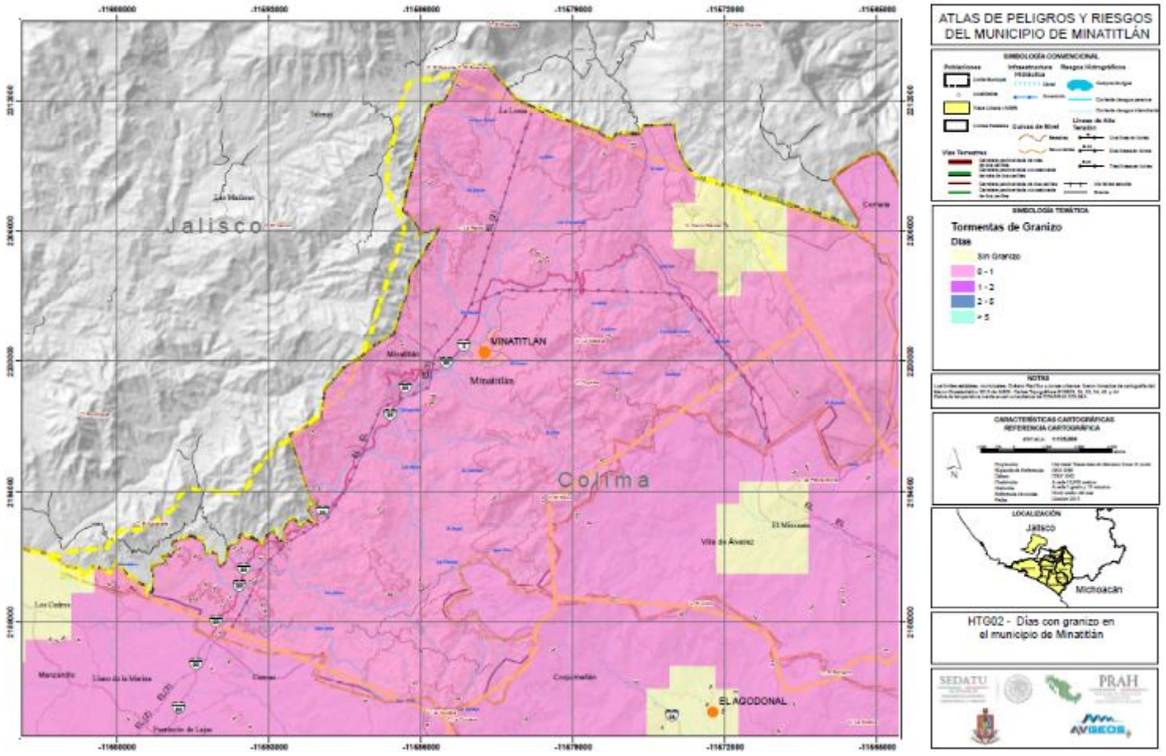
5.2.4.2.2 Evidencias identificadas en campo

No existen evidencias del daño causado por caída de granizo en el municipio, sin embargo, habitantes del Terrero reportan la presencia del fenómeno una vez al año en la localidad.

5.2.4.2.3 Procedimiento estadístico y análisis de mapas

Con el registro de las 42 estaciones climatológicas que operan en territorio estatal y abarcando el periodo 1981-2010, se elaboró el mapa de días con granizo para el municipio. El procedimiento utilizado fue el trazo de isolíneas por medio de interpolación.

Figura 168. Días con granizo.

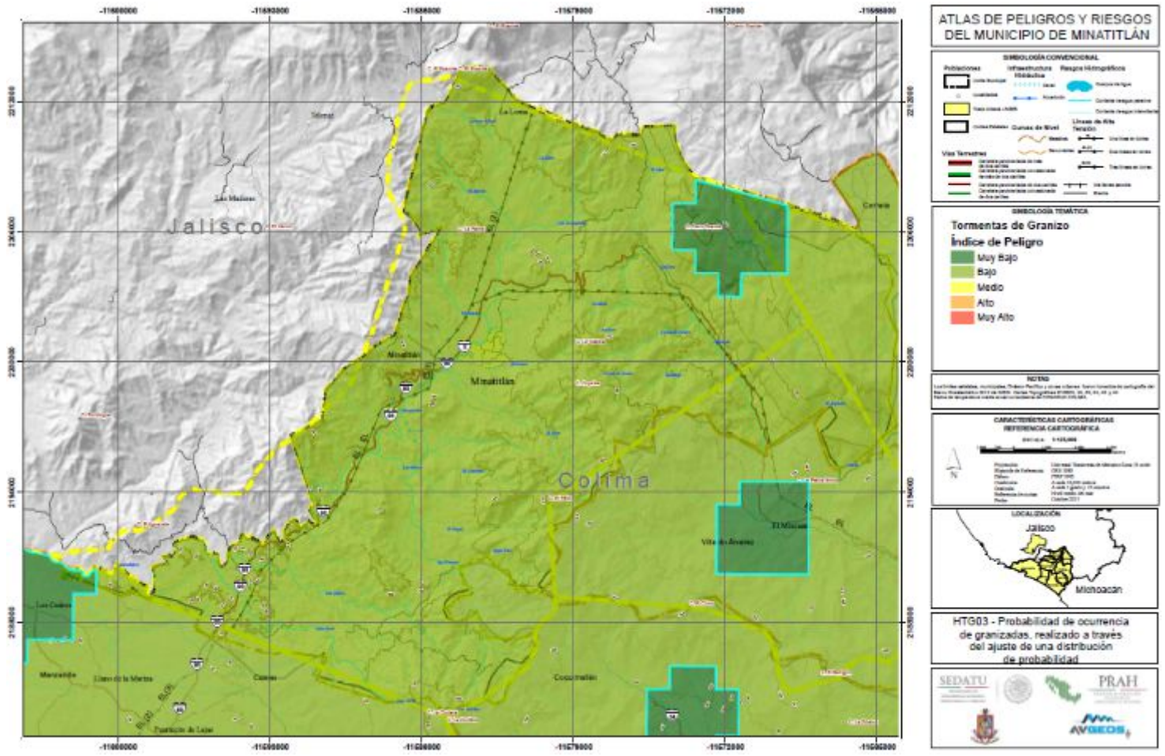


Fuente: Elaboración propia.

5.2.4.3 Resultado del análisis

5.2.4.3.1 Mapa de susceptibilidad por tormentas de granizo

Figura 169. Susceptibilidad por tormentas de granizo.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.4.3.2 Descripción del Mapa de susceptibilidad por tormentas de granizo

El municipio presenta susceptibilidad baja a las tormentas de granizo, el promedio de granizadas por año varía de 0 a 1 y por lo tanto la amenaza del fenómeno no es importante.

5.2.4.4 Vulnerabilidad por tormentas de granizo

La vulnerabilidad de este fenómeno está relacionada directamente con la tipología de vivienda. El procedimiento corresponde al desarrollado en el fenómeno de sismos por lo que es necesario remitirse al apartado "Vulnerabilidad por sismo y viento".

5.2.4.5 Riesgo por tormentas de granizo

Partiendo de la ecuación $Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad)$, utilizando la función promedio y asignando las siguientes calificaciones a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo; se tiene para el fenómeno de granizadas un riesgo bajo como función directa de un peligro y vulnerabilidad bajos.

Tabla 96. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de tormentas de granizo.

Nivel	Calificación
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia.

$$Riesgo = Promedio(Bajo, Baja)$$

$$Riesgo = Promedio(2, 2)$$

$$Riesgo = 2\ "Bajo"$$

5.2.5 Tormentas de nieve

5.2.5.1 Identificación del fenómeno

5.2.5.1.1 Definición del fenómeno perturbador

Las tormentas de nieve 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. Los copos tienen diferentes formas y tamaño, ello depende de la temperatura y humedad de la atmósfera, aunque todos presentan estructuras hexagonales debido a la manera en cómo se agrupan las moléculas de oxígeno e hidrógeno al congelarse el agua.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son los que ocurren generalmente durante el invierno, como 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.

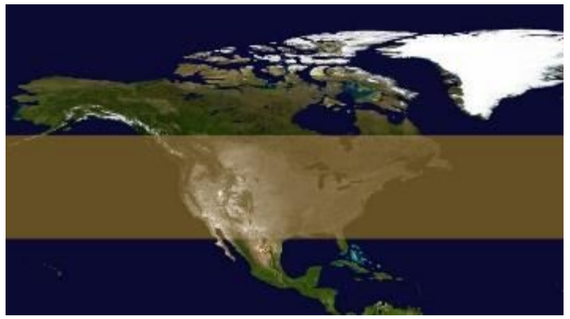
Daños generados por las nevadas

Los efectos negativos de las nevadas en la población son las bajas temperaturas que se asocian a ellas, que pueden provocar enfermedades en las vías respiratorias o en el peor de los casos muerte por hipotermia, lo cual ocurre sobre todo a indigentes o personas de bajos recursos económicos por habitar en viviendas precarias. En las ciudades, las nevadas pueden ocasionar graves daños como son: el desquiciamiento del tránsito, apagones y taponamiento de drenajes, acumulación de nieve en los techos de las casas y su colapso, bloqueo de caminos, congelamiento de la red de agua potable, suspensión de las actividades aéreas, suspensión de labores y clases en escuelas. En las zonas rurales, si el fenómeno es de poca intensidad, no provoca daños importantes a la agricultura; en cambio, si la nevada es fuerte, la afectación puede ser extensa, dependiendo del tipo de cultivo y de la etapa de crecimiento en la que se encuentre, el ganado que está a la intemperie puede morir congelado, etc.

5.2.5.1.2 Justificación de la inexistencia del fenómeno

Las nevadas suelen formarse gracias al aire ascendente en los ciclones extra tropicales. Este tipo de ciclones sólo se presenta en regiones fuera de los trópicos (Figura 171) ya que requieren la presencia de aire sumamente frío que sólo se encuentra en la corriente de chorro polar, entre las latitudes 30° y 60° N.

Figura 170. Zona de formación de ciclones extra tropicales en Norte América.

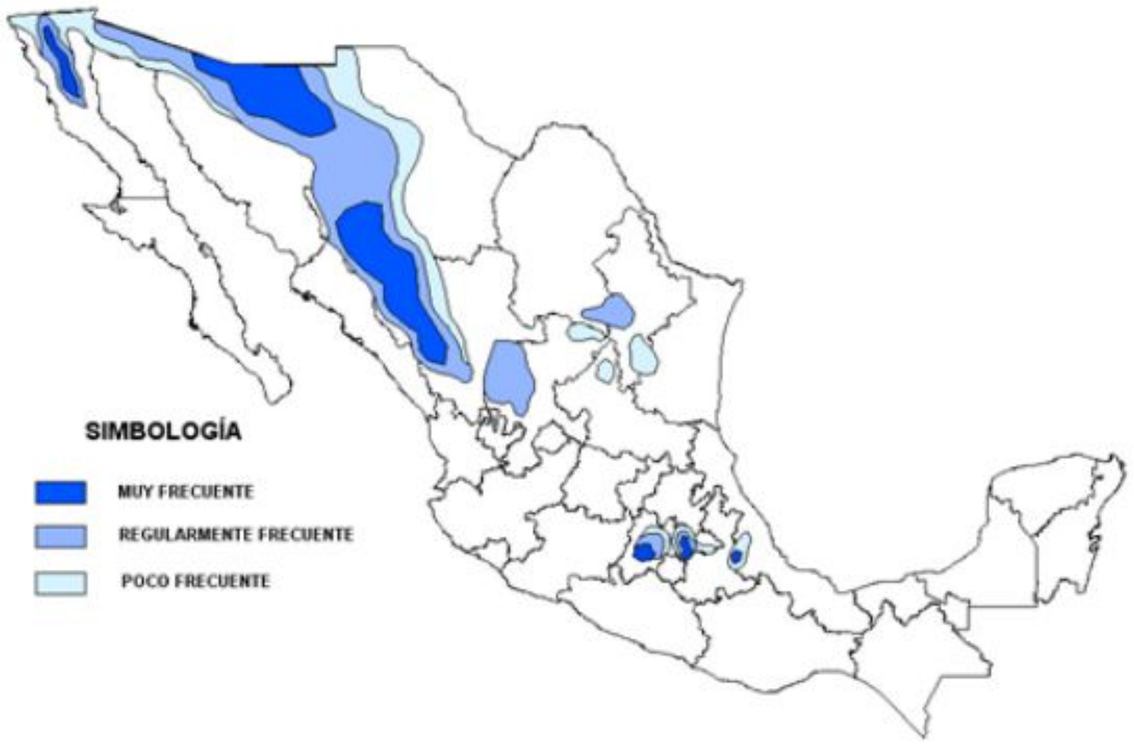


Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

El fenómeno ocurre principalmente en el norte del país y en las regiones altas, y rara vez se presenta en el sur. Durante la estación invernal en las sierras del estado de Chihuahua suceden en promedio más de seis nevadas al año, mientras que en algunas regiones al norte de Durango y Sonora, las nevadas tienen una frecuencia de tres veces al año.

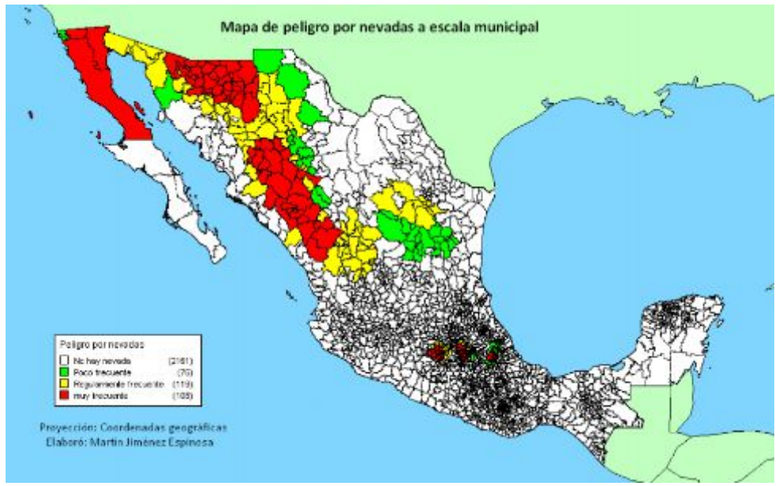
También se han registrado eventos menos frecuentes que han afectado a ciudades del centro como Toluca, México, Puebla, Tlaxcala y San Luis Potosí. Históricamente las zonas donde su ocurrencia es más frecuente son los volcanes como el Pico de Orizaba, Popocatépetl, Iztaccíhuatl y Nevado de Toluca; también en las sierras de Chihuahua, Durango, Sonora, Coahuila, Baja California y Nuevo León y, en menor frecuencia, en la zona del Bajío (Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Jalisco), así como en las partes altas del Valle de México, como es el Ajusco.

Figura 171. Ocurrencia de nevadas en México.



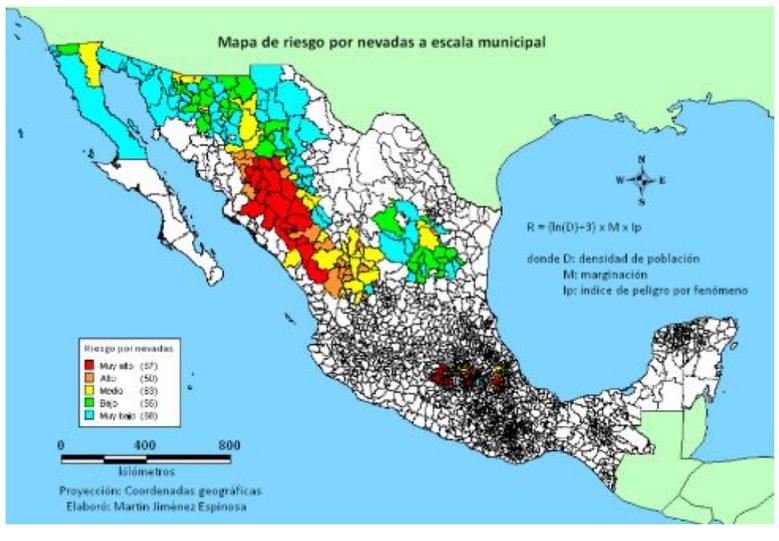
Fuente: CENAPRED.

Figura 172. Peligro por nevadas a escala municipal.



Fuente: CENAPRED.

Figura 173. Riesgo por nevadas a escala municipal.



Fuente: CENAPRED.

Aunado a lo anterior se cuestionó a los pobladores de Cerro Grande (elevación máxima municipal) sobre la presencia de nevadas. La falta de evidencia reflejó que el fenómeno no representa una amenaza en la zona de estudio.

5.2.6 Ciclones tropicales

5.2.6.1 Identificación del fenómeno

5.2.6.1.1 Definición del fenómeno perturbador

Ciclón tropical es el término genérico para designar una inestabilidad atmosférica asociada a un área de baja presión, la cual propicia vientos convergentes en superficie que fluyen en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Se origina sobre las aguas tropicales o subtropicales y se clasifica por su intensidad de vientos en depresión tropical, tormenta tropical y huracán.

Los eventos principales que se derivan del hidrometeoro son las inundaciones, vientos violentos, lluvias tropicales y la marea de tormenta.

I. Depresión tropical. Los vientos máximos sostenidos alcanzan una velocidad menor o igual a 62 km/h.

II. Tormenta tropical. Los vientos máximos sostenidos alcanzan velocidades entre los 63 y 118 km/h. Las nubes se distribuyen en forma espiral y comienza a desarrollarse un "ojo" pequeño. Cuando un ciclón alcanza esta intensidad, se le asigna un nombre preestablecido por la Asociación regional IV de la Organización Meteorológica Mundial.

III. Huracán. Sin duda, el más devastador de los fenómenos de origen hidrometeorológico, ya que frecuentemente desencadena en lluvias intensas, desbordamiento de ríos, granizadas, temperaturas extremas, vientos fuertes y deslaves.Es un ciclón tropical en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 119 km/h. El área nubosa correspondiente cubre una extensión entre los 500 y 900 kilómetros de diámetro produciendo lluvias intensas. El centro del huracán, denominado ojo, alcanza normalmente un diámetro que varía entre los 20 y 40 kilómetros, sin embargo, puede llegar hasta cerca de 100 kilómetros. En esta etapa se clasifica de acuerdo a la escala Saffir-Simpson.

Numerosas observaciones a lo largo del tiempo han demostrado que las condiciones necesarias para el desarrollo de tormentas tropicales y huracanes son:

a) Una superficie oceánica con temperatura mayor a los 26° C.
b) Cambios pequeños en la dirección y rapidez del viento con la altura en la capa de la atmósfera que va de la superficie hasta unos 15 km de altura.
c) Una distribución vertical de humedad y temperatura que permita la formación de nubes cumulonimbus.
d) Una perturbación inicial consistente en la existencia de una concentración de rotación ciclónica en las partes bajas y medias de la troposfera.
e) Una localización en las zonas oceánicas tropicales del planeta, en donde la fuerza de Coriolis no sea demasiado pequeña, es decir, más allá de los 4 ó 5 grados de latitud hacia el polo del hemisferio en que se encuentran. Generalmente se forman en latitudes entre los 5 y 25°.

Escala Saffir-Simpson

Corresponde a una escala que indica los daños potenciales que puede provocar un huracán, teniendo en cuenta la presión mínima, los vientos y la marea de tormenta causada por el sistema. Los grados de vulnerabilidad de esta escala son aceptados internacionalmente.

Tabla 97. Escala Saffir-Simpson.

Escala	Daños
1	Considerables daños a vegetación, árboles, follaje, viviendas sin cimientos y señalamientos mal construidos, inundaciones en zonas costeras bajas y daños menores en muelles, probablemente algunas embarcaciones pequeñas se sueltan de las amarras. Vientos sostenidos: 118-152 km/h, marejadas de 1.20 a 1.50 metros.
2	Caída de árboles, considerables daños en los techos de los edificios, ventanas y puertas, zonas costeras y rutas de escape cerradas por el aumento del nivel del agua 2 o 4 horas antes del paso del ojo del huracán, daños considerables a muelles, vientos sostenidos de 153 a 176 km/h, marejadas de 1.80 a 2.40 metros.
3	Daños estructurales en edificios pequeños, graves inundaciones en la costa, destrucción de estructuras cercanas a ésta por el embate de la olas y escombros flotantes, derrumbe total de los techos de algunas viviendas pequeñas, vientos sostenidos de 177 a 208 km/h, marejadas de 2.70 a 3.60 metros.
4	Inundaciones en zonas bajas situadas a menos de 3 metros sobre el nivel del mar, a una distancia de 9.5 kilómetros de la costa, erosión mayor en las playas, posiblemente se requiera el desalojo de todas las viviendas situadas a 500 metros de la playa o a 3 kilómetros de la costa, derrumbe de los techos de muchas casas y fábricas, vientos sostenidos de 209 de 248 km/h, marejadas de 3.90 a 5.40 metros.
5	Daños en cristales de puertas y ventanas, derrumbe total de algunos edificios, daños mayores en las plantas bajas de las estructuras situadas a menos de 500 metros de la playa. Es importante aclarar, que los efectos destructivos de este agente perturbador, dependen en gran medida de su proximidad a las zonas costeras o a que penetren en tierra firme.

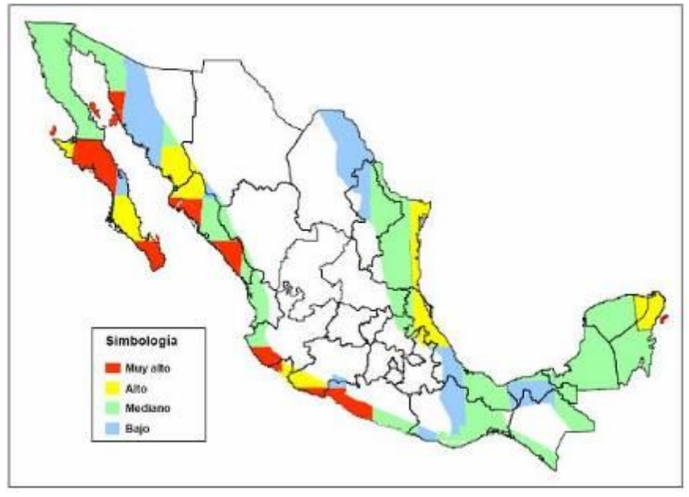
Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

La República Mexicana, debido a su ubicación entre los paralelos 16° y 32° latitud norte y por la gran extensión de litorales con que cuenta, es afectada por ciclones tanto en las costas del océano Pacífico como en las del Golfo de México y el Caribe.

La costa sur del Pacífico, incluyendo las costas del Estado de Colima, mantiene temperaturas de la superficie del mar (mayores a 26°C) que permiten sustentar ciclones tropicales durante todo el año.

Figura 174. Mapa de peligro de incidencia de ciclones.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Minatitlán, por su ubicación geográfica en la entidad, no tiene costas en cuyas aguas pueda tener origen el fenómeno, sin embargo, el alcance de un ciclón tropical, con sus lluvias y vientos, sí pueden afectar al municipio.

5.2.6.1.3 Metodología

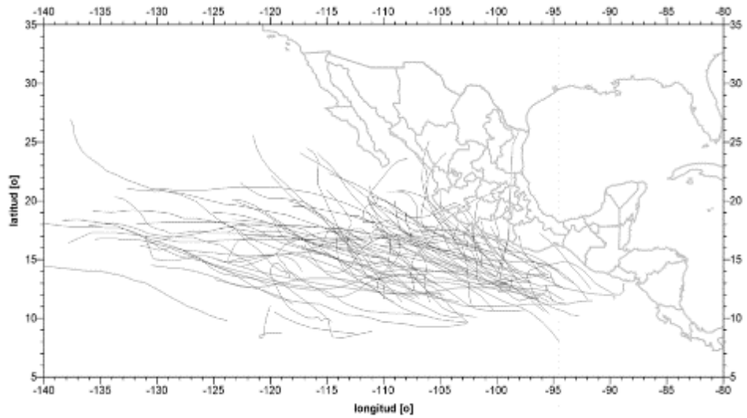
Se presentan las trayectorias de los ciclones tropicales históricos con influencia en el área de estudio, caracterizados con la escala Saffir-Simpson.

Consultando los mapas de índice de riesgo a escala municipal (CENPARED) y analizando los datos de trayectorias y frecuencias, que se encuentran en los boletines del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), se elabora el mapa de peligro.

5.2.6.2 Memoria de cálculo

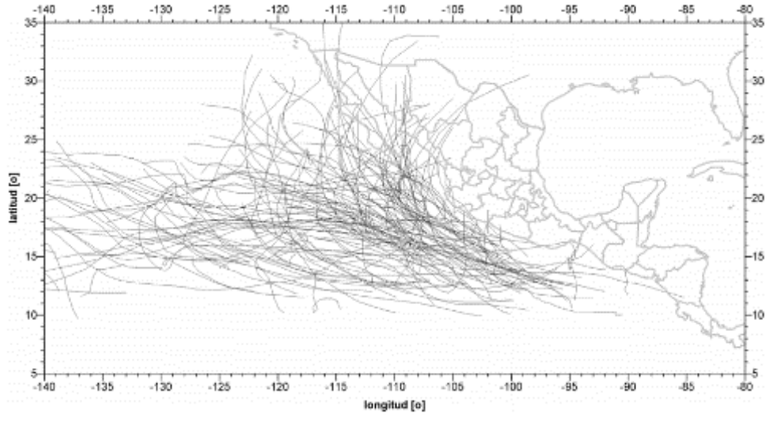
5.2.6.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

Figura 175. Trayectorias del mes de junio de los ciclones tropicales que han recorrido el océano Pacífico, periodo 1951-2000.



Fuente: CENAPRED.

Figura 176. Trayectorias del mes de septiembre de los ciclones tropicales que han recorrido el océano Pacífico, periodo 1951-2000.



Fuente: CENAPRED.

La temporada de ciclones tropicales inicia el 15 de mayo y termina el 30 de noviembre. Históricamente México se ve afectado por el fenómeno desde el inicio de la temporada. Los meses de julio, agosto y septiembre son los que presentan un mayor número de ciclones, y de ellos septiembre afecta directamente a todo el país en vecindad con el Océano Pacífico.

En el mes de junio la mayoría de los ciclones que recurvan a tierra afectan las costas centrales.

Ciclones tropicales en el Estado de Colima

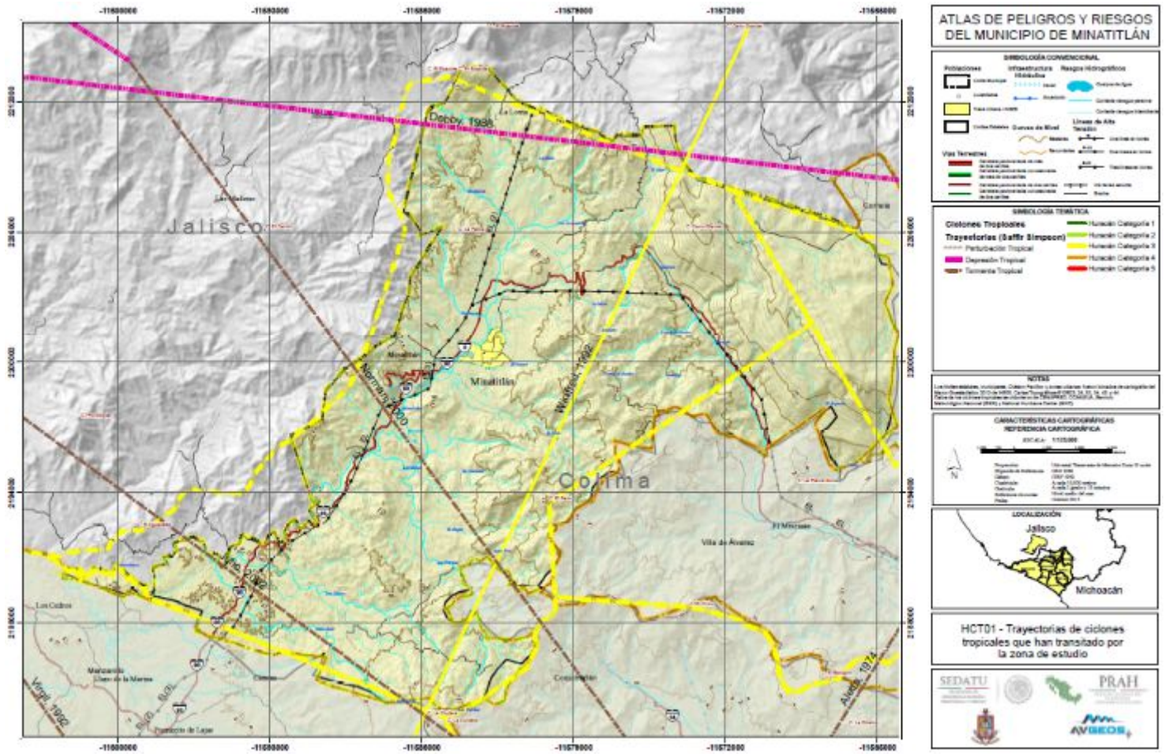
La CONAGUA a través del Servicio Meteorológico Nacional ha reportado información histórica de los ciclones tropicales presentados en el país a partir de 1970. Un resumen de estos eventos con afectación en el Estado de Colima se muestra a continuación.

Tabla 98. Información histórica de ciclones tropicales con afectación directa en Colima.

Evento	Fecha	Afectaciones en el Estado	Afectaciones en Minatitlán, Colima
Huracán	27 de octubre de 1959	Volcadura de 3 barcos comerciales en Manzanillo, deslave del cerro Copales en Minatitlán y más de 300 defunciones.	Flujo de escombros que sepultó dos terceras partes del pueblo.
Huracán Greg	1999	Daños intensos.	
Tormenta tropical Norman	2000	Lluvias atípicas, desbordamiento de ríos e inundaciones.	
Tormenta tropical Julio	26 de septiembre de 2002	Entrada de humedad, así como viento y oleaje.	
Huracán Marty	2003	Daños menores con viento y oleaje	
Tormenta tropical Olaf	7 de octubre de 2003	Inundaciones con importantes daños materiales en viviendas, carreteras, zonas agrícolas y servicios de energía eléctrica y telefonía.	
Tormenta tropical Dora	4 de julio de 2005	Daños a carreteras y caminos.	
Depresión tropical Norman	15 de octubre de 2006	Afectó directamente las costas de Manzanillo, Col. y se registraron lluvias intensas en el Estado.	
Huracán Lane	16 de septiembre de 2006	Lluvias extremas, inundaciones y viento.	Declaración de zona de desastre.
Depresión tropical 5-E	6 de julio de 2008	Lluvias fuertes que generaron deslaves e inundaciones aisladas, sin decesos reportados oficialmente.	
Tormenta tropical Odile	11 de octubre de 2008		
Tormenta tropical Andrés	23 de junio de 2009	No se reportaron daños ni decesos.	
Tormenta tropical Jimena	29 de agosto de 2009	Efectos de oleaje elevado, viento y lluvia.	
Depresión tropical Rick	20 de octubre de 2009	Lluvias intensas sin daños.	
Huracán Jova	12 de octubre de 2011	Daños materiales significativos con inundaciones.	Severos derrumbes y desgajamientos de cerros que afectaron caminos vecinales y causaron el bloqueo y colapso de la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán dejando incomunicado al municipio.
Huracán Beatriz	21 de junio de 2011	Lluvias significativas, además de vientos y oleaje elevado.	
Depresión tropical 8-E	31 de agosto de 2011	Afectaciones directas por convección.	
Tormenta tropical Manuel	15 de septiembre de 2013	Lluvia severa que dañó hectáreas de cultivos y ocasionó muertes.	Declaratoria de emergencia para el municipio. Derrumbes que obstruyeron la circulación a los municipios de Villa de Álvarez y Manzanillo.
Huracán Amanda	27 de mayo de 2014	Lluvias intensas que ocasionaron derrumbes en carreteras que conectan a las ciudades de la entidad.	Derrumbes leves en el camino que va de Minatitlán a Villa de Álvarez
Huracán Elida	2 de julio de 2014	Lluvias y viento.	Derrumbes sobre la carretera a Manzanillo.
Huracán Norbert	4 de septiembre de 2014	No se reportaron daños considerables por lluvia, oleaje o viento, sólo derrumbes en el municipio de Minatitlán.	Derrumbes en la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán limitaron la circulación a un solo carril.
Tormenta tropical Carlos	12 de junio de 2015	Lluvias, viento y oleaje sin daños importantes.	Árboles derribados en la carretera a Minatitlán y pequeños derrumbes sin consecuencias en la misma vía.
Huracán Patricia	26 de octubre de 2015	Tres mil quinientas viviendas afectadas y numerosos daños agrícolas.	Declaración de zona de desastre por lluvia severa e inundación. Derrumbes en carretera Villa de Álvarez - Minatitlán. Afectación severa a la agricultura y algunas viviendas.

Fuente: CONAGUA.

Figura 177. Trayectorias de ciclones tropicales que han afectado al municipio de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.2.2 Evidencias identificadas en campo

El río de escombros en el cauce del Arroyo El Bonete, la orografía actual del cerro Los Copales y la rotonda construida como homenaje a las víctimas del ciclón de 1959, son muestra clara de la existencia del fenómeno en el municipio.

De igual forma, el aspecto actual de la vegetación en algunas localidades como El Terrero, es el resultado del huracán más reciente presentado en la zona (Huracán Patricia).

Figura 178. Cauce de arroyo "El Bonete".



Figura 179. Homenaje a las víctimas del ciclón de 1959.



Figura 180. Árboles derrumbados por los fuertes vientos e intensa lluvia del Huracán Patricia (El Terrero).



5.2.6.2.3 Procedimiento estadístico y análisis de mapas

Del historial de ciclones tropicales presentado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se define el número total de eventos que han afectado al municipio por año.

$$TC = DT + TT + H1 + H2 + H3 + H4 + H5$$

Donde:

- $TC = Total\ de\ ciclones$
- $DT = Número\ de\ depresiones\ tropicales$
- $TT = Número\ de\ tormentas\ tropicales$
- $H1 = Número\ de\ huracanes\ categoría\ 1$
- $H2 = Número\ de\ huracanes\ categoría\ 2$
- $H3 = Número\ de\ huracanes\ categoría\ 3$
- $H4 = Número\ de\ huracanes\ categoría\ 4$
- $H5 = Número\ de\ huracanes\ categoría\ 5$

La probabilidad de que se presente el fenómeno en un año es del 32%.

Tabla 99. Niveles de amenaza por ciclón tropical.

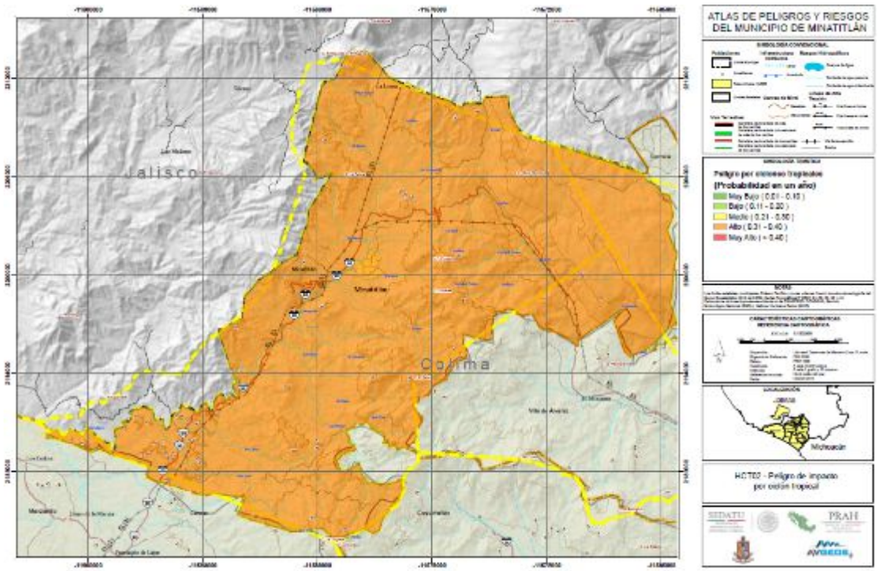
Probabilidad de ciclón tropical en un año	Nivel de amenaza
Mayor a 0.40	Muy Alta
0.31 – 0.40	Alta
0.21 – 0.30	Moderada
0.11 – 0.20	Baja
0.01 – 0.10	Muy Baja

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.3 Resultado del análisis

5.2.6.3.1 Mapa de peligro por ciclones tropicales

Figura 181. Peligro de impacto de ciclón tropical.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.3.2 Descripción del Mapa de peligro por ciclones tropicales

El peligro de impacto de ciclones tropicales se ha calificado con un nivel alto debido a la frecuencia con que el fenómeno se presenta en el Estado.

Los aspectos destructivos (vientos y precipitaciones) de los ciclones que transitan por costas colimenses pueden tener consecuencias importantes en Minatitlán, como ocurrió en 1959 al combinarse este fenómeno con la inestabilidad de laderas.

Debido a que la distancia existente entre el área de estudio y la costa es de 45 km en línea recta, la probabilidad de que el municipio sea impactado por un huracán es menor a la probabilidad de impacto por una tormenta o depresión tropical. Lo anterior se atribuye a que el ciclón se forma en las aguas tropicales y toma fuerza de ellas, sin embargo, una vez que éste se ha desplazado y tocado tierra firme, comienza a perder intensidad.

5.2.6.4 Vulnerabilidad por ciclones tropicales

La vulnerabilidad ante ciclones tropicales está definida como el grado de pérdida que una sociedad experimenta como consecuencia del impacto del fenómeno atmosférico en una región determinada. El grado de daños que se pueden sufrir por huracanes depende de la categoría de evolución, relacionada ésta sobre todo con la fuerza de los vientos y lluvias torrenciales.

La vulnerabilidad por vientos en el municipio, de acuerdo al análisis presentado en el apartado "Vulnerabilidad por sismo y viento", es muy baja.

Las lluvias provocan erosión en las montañas, los cultivos se inundan y las viviendas mal construidas se dañan por el exceso de humedad, sin embargo, los decesos por el fenómeno son escasos.

5.2.6.5 Riesgo por ciclones tropicales

Partiendo de la ecuación $Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad)$, utilizando la función promedio y asignando las siguientes calificaciones a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo; se tiene para el fenómeno de ciclones tropicales un riesgo mediocomo función directa de un peligro alto y vulnerabilidad muy baja.

$$Riesgo = Promedio(Alto, Muy\ baja)$$

$$Riesgo = Promedio(4, 1)$$

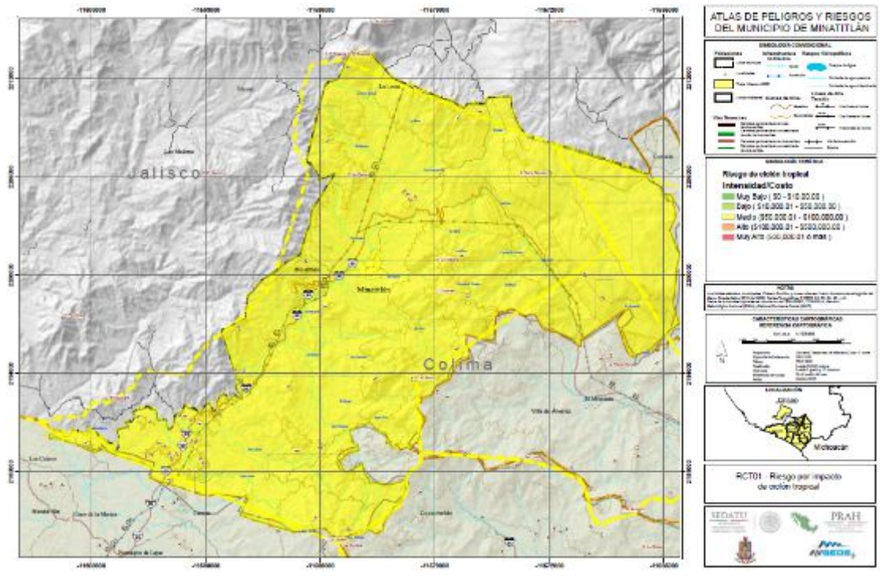
$$Riesgo = 2.5\ "Medio"$$

Tabla 100. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de ciclones tropicales.

Nivel	Calificación
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 182. Riesgo por impacto de ciclón tropical.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.7 Tornados

5.2.7.1 Identificación del fenómeno

5.2.7.1.1 Definición del fenómeno perturbador

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice. Aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, resultado de una gran inestabilidad provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. De acuerdo con el Servicio Meteorológico de los EUA (NWS), los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad.

Cuando se observa un tornado se puede distinguir una nube de color blanco o gris claro, mientras que el vórtice se encuentra suspendido de ésta; cuando el vórtice hace contacto con la tierra se presenta una nube de color gris oscuro o negro debido al polvo y escombros que son succionados del suelo por la violencia del remolino. Los vórtices llamados también chimeneas o mangas, generalmente rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en sentido opuesto en el hemisferio sur. En algunas ocasiones se presentan como un cilindro, con dimensiones que pueden ser desde decenas de metros hasta un kilómetro; el diámetro puede variar ligeramente entre la base de la nube y la superficie del suelo.

Algunos tornados están constituidos por un solo vórtice, mientras que otros forman un sistema de varios de ellos. Estos vórtices se pueden formar y desaparecer en segundos.

El fenómeno puede ser local, pero la rapidez con que se desarrolla lo hace muy peligroso para la gente. Los daños que ocasiona son diversos y entre ellos destacan: pérdidas económicas a la agricultura, a las viviendas, a la infraestructura urbana, lesiones, cortaduras y pérdidas humanas.

Tabla 101. Principales características de los tornados.

Origen	Se origina sobre la superficie de la tierra o en un cuerpo de agua. Se desarrolla por una inestabilidad atmosférica.
Latitud	Se forman entre 15° y 50° Norte y Sur.
Velocidad del viento (km/h)	La velocidad del viento varía entre 60 y 420 km/h, en algunos casos excede los 500 km/h.
Diámetro	El promedio es de 250 metros, oscilando entre los 100 metros y 1 km.
Ciclo de vida	Los tornados tienen una duración que va desde unos minutos a algunas horas en casos muy excepcionales.
Asociados a otros fenómenos	Se producen en conexión con líneas de inestabilidad, frentes o nubes de tormentas. Los puede originar un huracán.

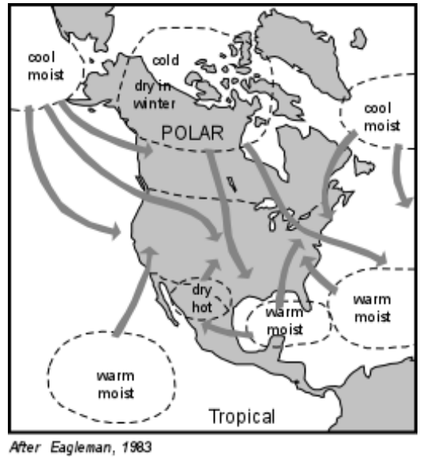
Fuente: CENAPRED.

5.2.7.1.2 Justificación de la inexistencia del fenómeno

Para que un tornado se origine es necesario que dos masas de aire con diferentes características choquen. El encuentro de masas de aire frío y caliente forma células nubosas que pueden derivar en la formación del fenómeno.

Los tornados destructivos por lo general son propiciados por una gran diferencia de temperaturas entre las corrientes de aire, como en el caso del corredor de tornados en EUA, donde se encuentran corrientes polares con corrientes tropicales. En México, las corrientes tropicales (calientes) del Golfo, el Pacífico y las zonas desérticas se dirigen hacia el norte, sin embargo, las masas de aire polar que se dirigen hacia el sur van elevando su temperatura y por lo general sus efectos no son importantes. Durante la temporada invernal las corrientes de aire polar llegan a México en la forma de frentes fríos, pero las corrientes tropicales del Pacífico y los desiertos mexicanos sólo se manifiestan en verano. Por esta situación temporal de las corrientes de aire en México la aparición de tornados al sur del Trópico de Cáncer es sumamente improbable.

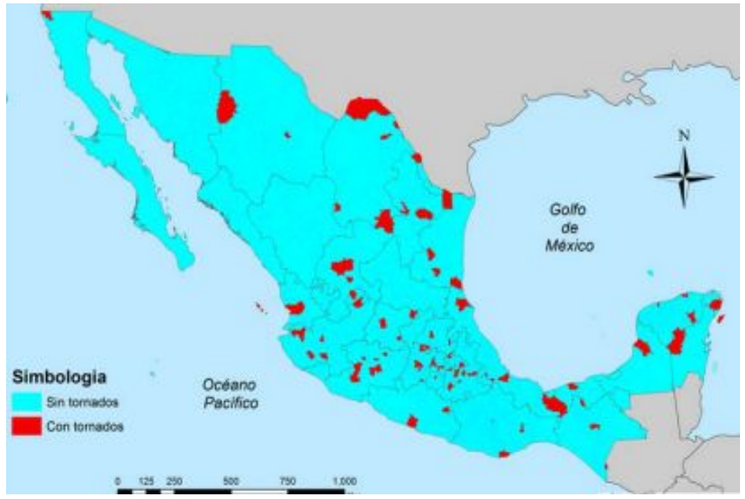
Figura 183. Diagrama de formación de tornados.



Fuente: After Eagleman.

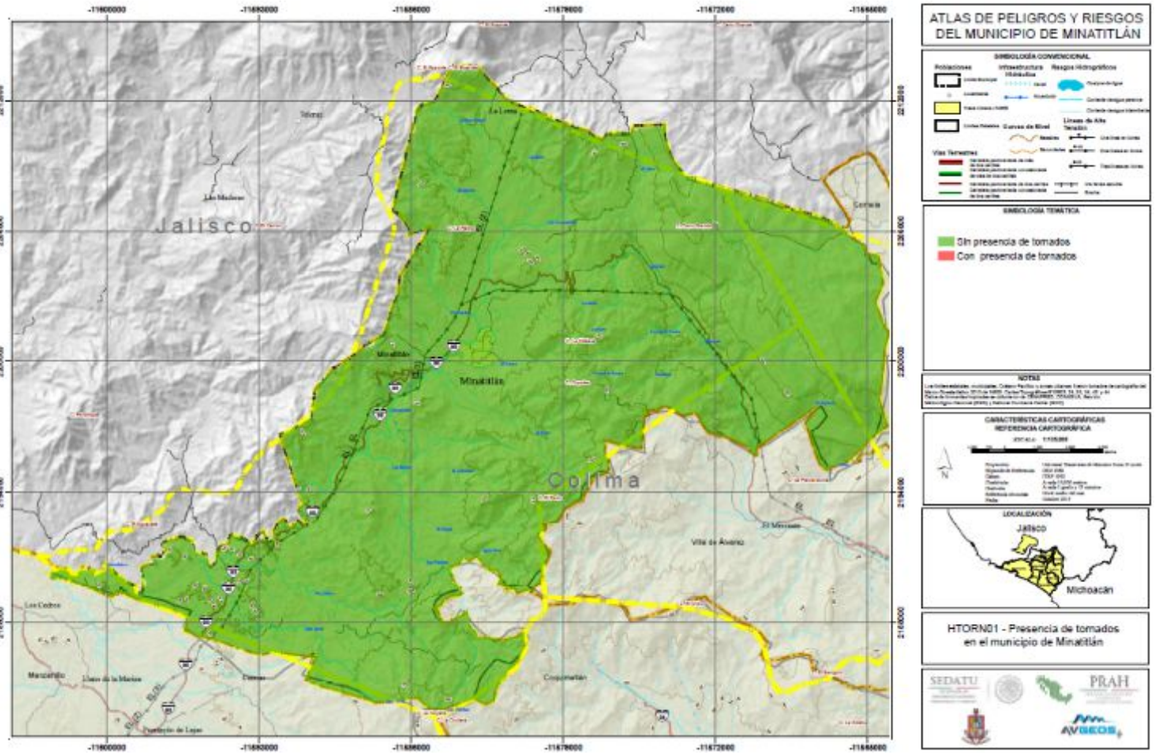
En la actualidad, los registros que se han logrado recabar para conocer la frecuencia e intensidad de estos fenómenos, además de su localización geográfica, se remiten a una recopilación de información existente entre testimonios históricos en la época de 958-1822, siglo XIX-XX, notas periodísticas 2000-2007 e información popular obtenida en campo, de estas fuentes ninguna sostiene la presencia de tornados en el Estado de Colima.

Figura 184. Presencia de tornados en México. Fuente: CENAPRED.



Fuente: CENAPRED.

Figura 185. Presencia de tornados en el municipio de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.8 Tormentas eléctricas

5.2.8.1 Identificación del fenómeno

5.2.8.1.1 Definición del fenómeno perturbador

Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Se asocian a nubes convectivas (cumulunimbus) y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos, son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados.

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar a éste, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente, en grupos o en líneas.

El rayo es una descarga electrostática que resulta de la acumulación de cargas positivas y negativas dentro de una nube de tormenta. Cuando las cargas adquieren la fuerza suficiente, aparecen los rayos, cuya manifestación visible es el relámpago, es decir, un destello de luz que se produce dentro de las nubes o entre éstas y el suelo.

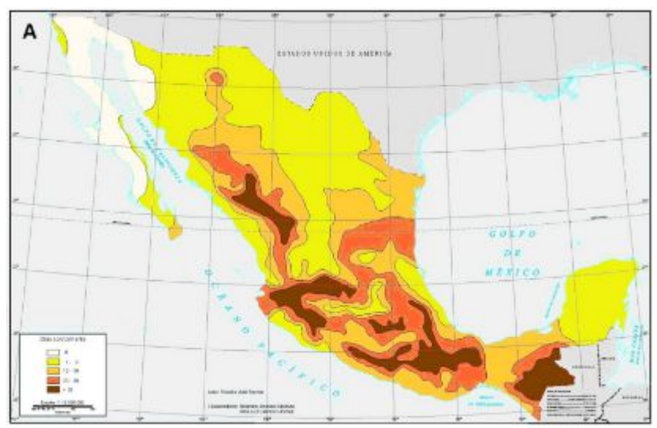
El ciclo de duración de una tormenta es de sólo una o dos horas y empieza cuando una porción de aire está más caliente que el de su entorno, o bien, cuando el aire más frío penetra por debajo de ella.

En México se llegan a presentar en promedio 220 pérdidas humanas por el alcance de un rayo. La entidad con mayores decesos producidos por el alcance de éstos es el Estado de México, que durante el periodo 1985-2006 superó los 10,000 decesos.

5.2.8.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

En nuestro país el fenómeno se presentan con mayor frecuencia durante las horas de la tarde o de la noche, principalmente sobre las sierras Madre Oriental, Madre Occidental, Madre del Sur, Madre de Chiapas, Montañas del Norte de Chiapas y Sistema Volcánico Transversal.

Figura 186. Promedio anual de días con tormenta eléctrica en México.



Fuente: CENPARED.

Debido al relieve montañoso de Minatitlán, éste presenta mayor recurrencia de tormentas eléctricas que otros municipios del Estado. El promedio anual de días con tormenta es de 30 y el máximo de 100 sobre la Sierra Madre Occidental.

5.2.8.1.3 Metodología

Se consulta el informe Mapas de índices de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos elaborado por el CENAPRED.

Con los datos climatológicos de varias décadas del número de días con tormentas eléctricas mensuales de cada una de las estaciones en y aledañas a la zona de estudio, se crea una base de datos y, utilizando sistemas de información geográfica, se elabora el mapa de peligro relacionado con la frecuencia del fenómeno en el municipio.

5.2.8.2 Memoria de cálculo

5.2.8.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

Las tormentas eléctricas ocurren entre mayo y octubre y se presentan con mayor frecuencia durante horas de la tarde o de la noche.

Con información de las estaciones Minatitlán, Peña Colorada, El Terrero, El Mixcoate y El Algodonal, la tabla siguiente muestra la presencia del fenómeno en el municipio durante el periodo 1981-2010.

Tabla 102. Días con tormentas eléctricas registrados por estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Minatitlán**	0	1	0	0	0	13	0	44	17	3	1	2	81
El Algodonal*** (1984-2010)	0	0	0	0	0	0	3	10	4	4	0	0	21

*Las estaciones El Terrero y Peña Colorada en el municipio de Minatitlán no reportan tormentas eléctricas en su historia.
**Esta estación no reporta tormentas eléctricas entre 1981 y 1984 por lo que puede compararse correctamente con la estación El Algodonal.
***Estación fuera del municipio de Minatitlán y a menos de 20 km de la cabecera municipal.

Fuente: CONAGUA.

5.2.8.2.2 Evidencias identificadas en campo

La ocurrencia de tormentas eléctricas en la zona de estudio es monitoreada minuciosamente por el CMBJ Peña Colorada a través de una alerta auditiva, esto debido al alto riesgo al que se ven expuestos los trabajadores con la presencia del fenómeno.

Los operarios de la mina, habitantes de la localidad El Poblado, reportan la incidencia de tormentas eléctricas muy comúnmente en época de lluvias.

Entre los daños causados por el fenómeno, la población hace referencia a la muerte de ganado como consecuencia de los rayos.

5.2.8.2.3 Procedimiento estadístico y análisis de mapas

Con los registros del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) referentes al número de días con tormenta eléctrica y la interpolación de datos, se trazaron isolíneas y se elaboró el mapa de peligro.

Los niveles de peligro se establecen de acuerdo al promedio anual de días con tormenta eléctrica.

Tabla 103. Niveles de peligro por tormentas eléctricas.

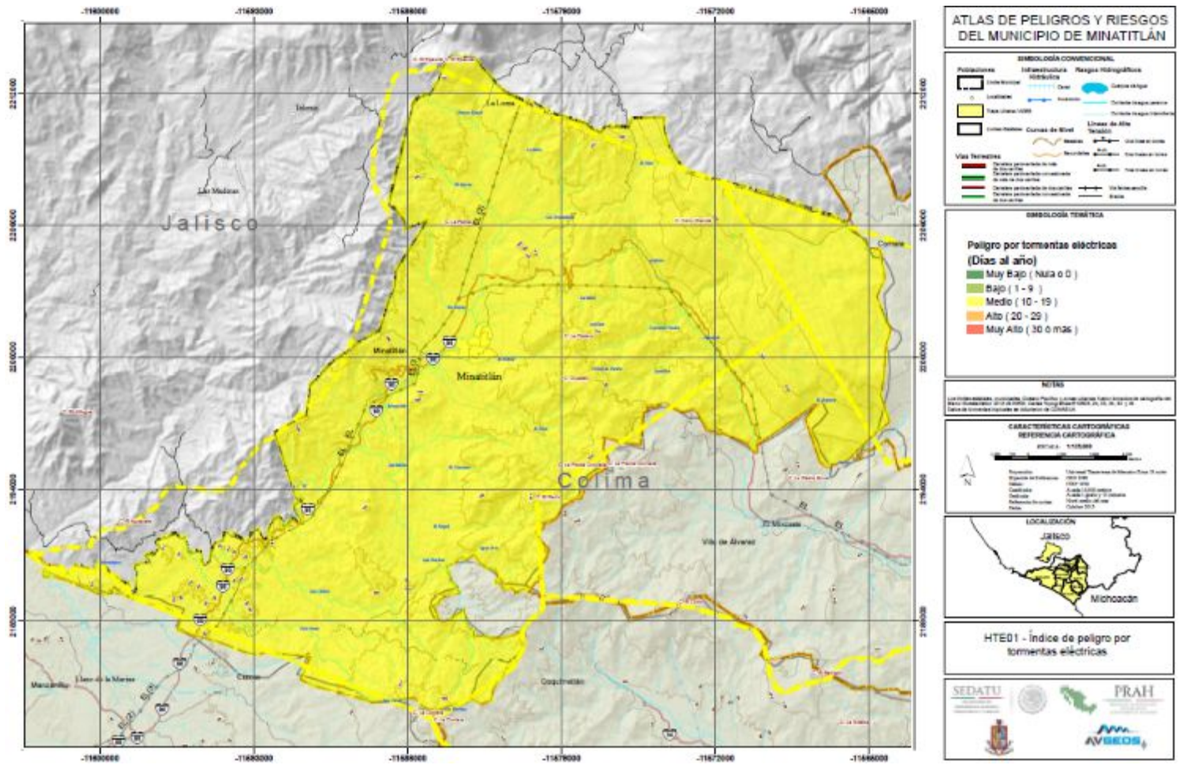
Promedio anual de días con tormenta eléctrica	Nivel de peligro
0	Muy Bajo
1-9	Bajo
10-19	Medio
20-29	Alto
30 - más	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

5.2.8.3 Resultado del análisis

5.2.8.3.1 Mapa de peligro por tormentas eléctricas

Figura 187. Peligro por tormentas eléctricas.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.8.3.2 Descripción del Mapa de peligros por tormentas eléctricas

El promedio anual de días con tormenta eléctrica se encuentra dentro del rango de 10-19, lo que le confiere un nivel de peligro medio a la totalidad del municipio.

El relieve montañoso de la zona de estudio es un factor determinante en la ocurrencia del fenómeno.

5.2.8.4 Vulnerabilidad por tormentas eléctricas

Las principales pérdidas ocasionadas por una tormenta eléctrica son daños materiales en viviendas (como en aparatos electrodomésticos), muerte de ganado y decesos humanos. Las poblaciones infantil y juvenil entre 10 y 19 años son las más vulnerables porque realizan trabajos o actividades al aire libre.

Para definir la vulnerabilidad ante el fenómeno se hace referencia al índice de rezago social, que de acuerdo con CONAPO a nivel municipal tienen una condición baja.

5.2.8.5 Riesgo por tormentas eléctricas

Partiendo de la ecuación $Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad)$, utilizando la función promedio y asignando las siguientes calificaciones a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo; se tiene para el fenómeno de tormentas eléctricas un riesgo medio en la totalidad del municipio.

Tabla 104. Calificación asignada a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para la evaluación del fenómeno de tormentas eléctricas.

Nivel	Calificación
Muy Alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia.

$$Riesgo = Promedio(Medio, Baja)$$

$$Riesgo = Promedio(3, 2)$$

$$Riesgo = 2.5 \ "Medio"$$



| Río Minatitlán

5.2.9 Inundaciones

5.2.9.1 Identificación del fenómeno

5.2.9.1.1 Definición del fenómeno perturbador

Se entiende por inundación aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar escurriendo ésta sobre el terreno y llegando a alcanzar en ocasiones varios metros.

Entre los factores importantes que condicionan a las inundaciones están la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, el uso del suelo, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos.

Clasificación de las inundaciones

Obedeciendo su origen, el fenómeno puede clasificarse en:

- Inundaciones pluviales.- Son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte (por ejemplo de la parte alta de la cuenca).
  La República Mexicana es afectada por precipitaciones originadas por diferentes fenómenos hidrometeorológicos. En verano (de junio a octubre) las lluvias más intensas están asociadas con la acción de ciclones tropicales que afectan gran parte del territorio nacional, en cambio, durante el invierno los frentes fríos son la principal fuente de lluvia.
- Inundaciones fluviales.- Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada. Es importante observar que el volumen que escurre sobre el terreno a través de los cauces, se va incrementando con el área de aportación de la cuenca, por lo que las inundaciones fluviales más importantes se darán en los ríos con más desarrollo (longitud) o que lleguen hasta las planicies costeras.
- Inundaciones costeras: Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno. La marea de tormenta es generada por los vientos de los ciclones tropicales sobre la superficie del mar y por la disminución de la presión atmosférica en el centro de estos meteoros. Por su parte, el oleaje en el océano puede ser provocado por diferentes factores; sin embargo, su causa más común es el viento.

5.2.9.1.2 Análisis de las características de la zona de estudio

La pendiente del terreno y la cobertura vegetal del mismo no son condiciones favorables a la presencia de inundaciones en el municipio, sin embargo, la ubicación del río Minatitlán en combinación con precipitaciones intensas puede ser una detonante importante del fenómeno.

Con información de las estaciones Minatitlán, Peña Colorada, El Terrero, El Mixcoate y El Algodonal, las tablas siguientes muestran la presencia de lluvias en días y milímetros precipitados para el periodo 1981-2010.

Tabla 105. Promedio mensual de días con lluvia para estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Minatitlán	1.9	0.8	0.2	0.2	0.5	8.2	15.3	16.3	15.0	6.0	1.1	1.0	66.4
El Terrero	1.9	1.3	0.3	0.5	2.6	11.6	16.8	16.0	15.1	9.0	3.8	2.9	81.8
El Mixcoate*	1.8	0.3	0.0	0.0	0.4	5.8	10.6	10.5	9.6	2.7	0.1	0.9	42.7
El Algodonal*	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	6.8	9.8	9.5	9.6	4.6	0.5	0.4	41.7

*Estaciones fuera del municipio de Minatitlán y a menos de 20 km de la cabecera municipal. Los datos de estas estaciones consideran en promedio 13 y 16.5 años, respectivamente.

Fuente: CONAGUA.

Tabla 106. Promedio mensual de precipitación en milímetros para estaciones en y aledañas al municipio de Minatitlán (1981-2010).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Minatitlán	19.8	16.6	2.9	1.0	14.5	148.4	302.0	331.9	356.1	119.4	19.9	14.0	1339.9
El Terrero	37.3	10.9	2.4	2.5	13.9	150.9	258.3	191.1	190.4	97.5	25.3	16.9	997.4
El Mixcoate*	48.2	1.4	0.0	0.0	4.0	93.1	194.5	172.0	183.0	66.8	4.5	3.5	771.0
El Algodonal*	0.0	0.0	0.3	0.0	2.3	92.2	141.2	138.7	169.4	49.9	3.8	4.1	601.9
Peña Colorada (2002-2014)	35.2	28.4	2.1	0.0	27.9	298.7	404.8	415.2	330.1	220.2	37.6	19.1	1819.2

*Estaciones fuera del municipio de Minatitlán y a menos de 20 km de la cabecera municipal. Los datos mensuales de estas estaciones consideran en promedio 13 y 16.5 años por mes, respectivamente.

Fuente: CONAGUA.

5.2.9.1.3 Metodología

Se estudian los antecedentes de inundaciones en el municipio mediante la consulta de fuentes bibliográficas y encuestas a la población.

Con los valores de precipitación máxima para los periodos de retorno de 2, 5, 10 y 25 años se elabora cartografía y se mapean las posibles zonas inundables.

5.2.9.2 Memoria de cálculo

5.2.9.2.1 Antecedentes de la existencia del fenómeno

No se cuenta con un registro de las inundaciones ocurridas hasta ahora en la zona de estudio, sin embargo, recurriendo a la consulta de información periodística y a la recopilación de datos proporcionados por la población, se rescatan los siguientes eventos como los más severos presentados en el municipio.

Tabla 107. Inundaciones ocurridas en el municipio de Minatitlán.

Fecha	Evento	Daños ocasionados
27 de octubre de 1959	Desbordamiento del caudaloso río Minatitlán debido a huracán.	Arrastre de 88 viviendas en el poblado y destrucción de grandes áreas de cultivo.
12 de octubre de 2011	Desbordamiento del río Minatitlán a consecuencia del huracán Jova.	Arrastre de puente que comunica al municipio.
15 de septiembre de 2013	Crecida del río Marabasco y desbordamiento del río Minatitlán debido a la presencia de la tormenta tropical Manuel.	Inundaciones con afectaciones económicas importantes.
26 de octubre de 2015	Lluvia severa que causó inundaciones en el municipio debido a la presencia del huracán Patricia.	Derrumbes en la carretera Villa de Álvarez - Minatitlán y afectaciones severas en agricultura y viviendas.

Fuente: Notas periodísticas diversas.

Figura 188. Afectación a carretera por Huracán Jova el 12 de octubre de 2011.



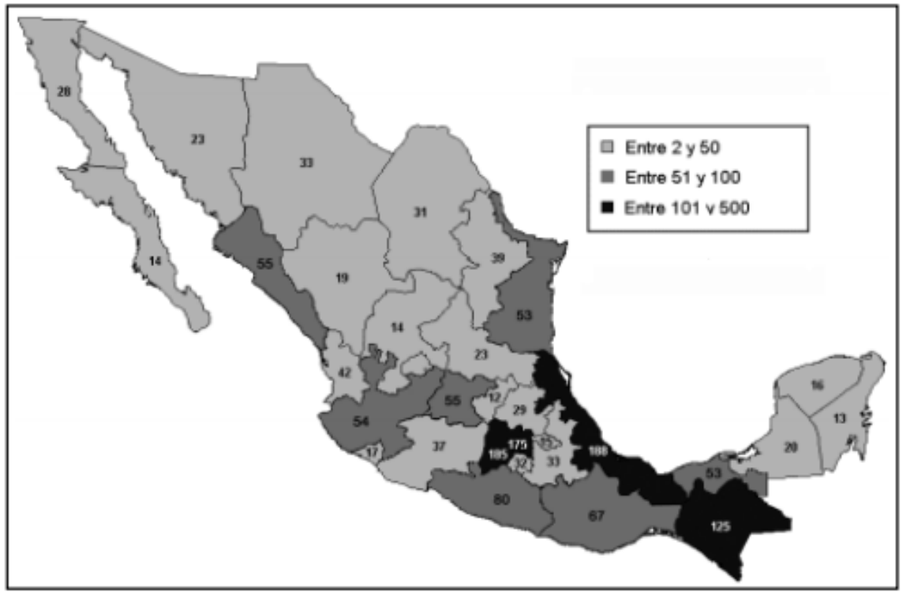
Fuente: AF Medios.

Figura 189. Incremento del caudal del río Minatitlán por tormenta tropical Manuel.



Fuente: AF Medios.

Figura 190. Inundaciones registradas en México durante el periodo 1950-2000.



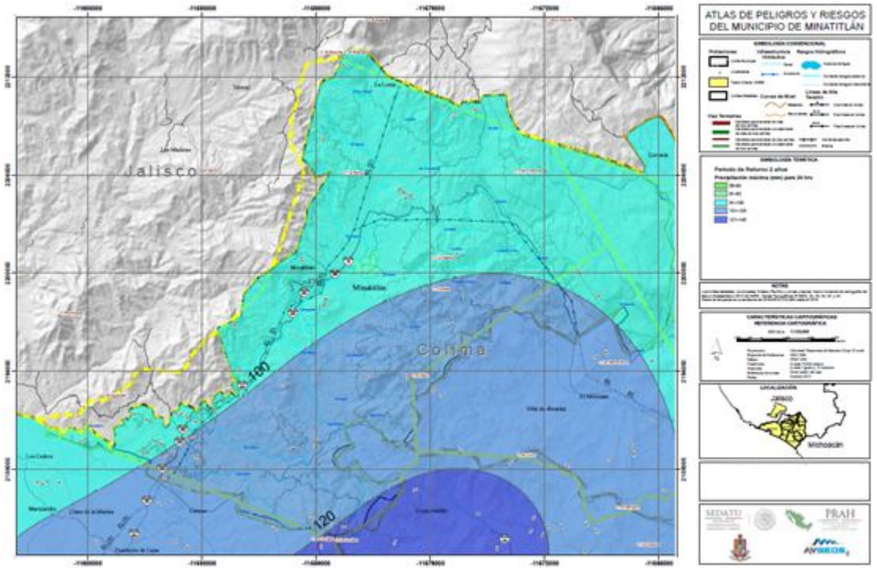
Fuente: Base de datos del área de Riesgos Hidrometeorológicos, CENAPRED.

5.2.9.2.2 Evidencias identificadas en campo

Algunos residentes de viviendas cercanas al cauce del río Minatitlán señalan inundaciones en sus hogares sin daños importantes. La altura máxima alcanzada por la lámina de agua fue de 10 cm en temporal de ciclones.

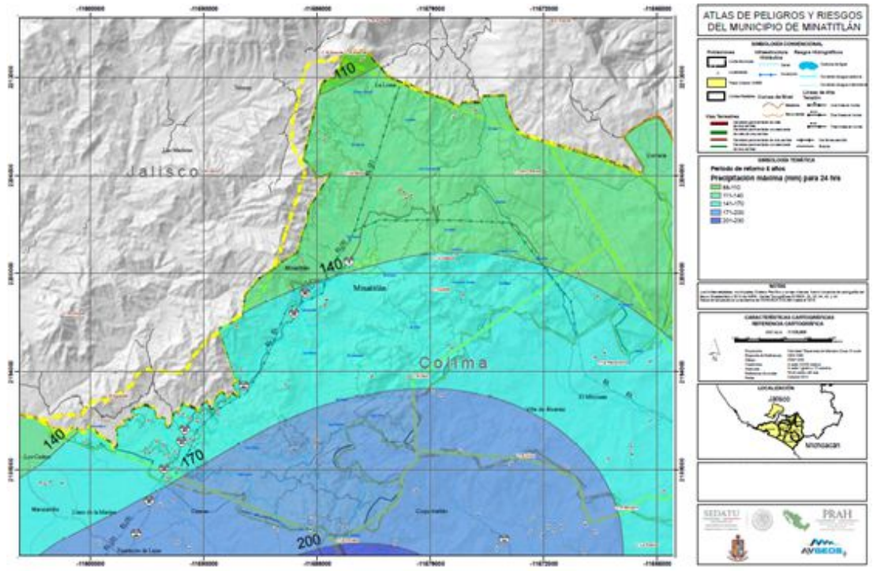
5.2.9.2.3 Procedimiento estadístico y análisis de mapas

Figura 191. Precipitación máxima para un periodo de retorno de 2 años.



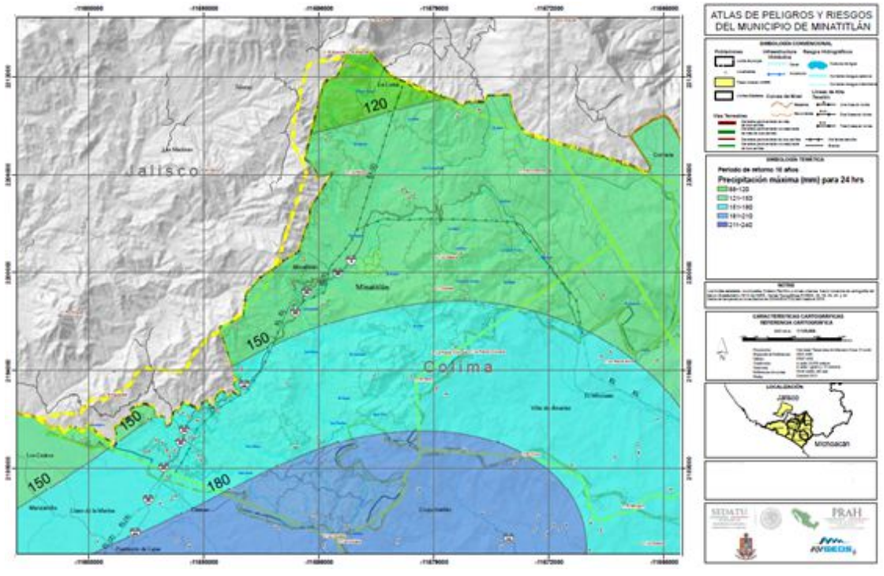
Fuente: Elaboración propia.

Figura 192. Precipitación máxima para un periodo de retorno de 5 años.



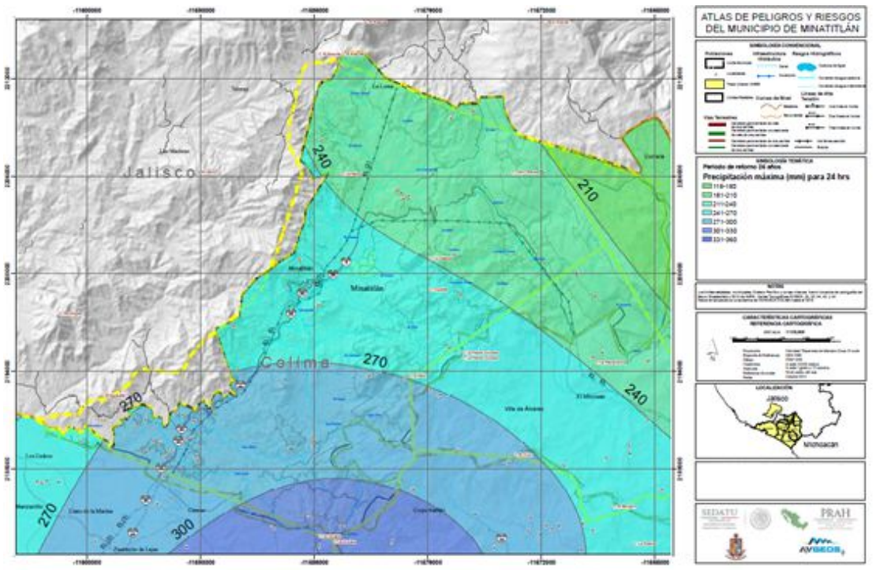
Fuente: Elaboración propia.

Figura 193. Precipitación máxima para un periodo de retorno de 10 años.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 194. Precipitación máxima para un periodo de retorno de 25 años.

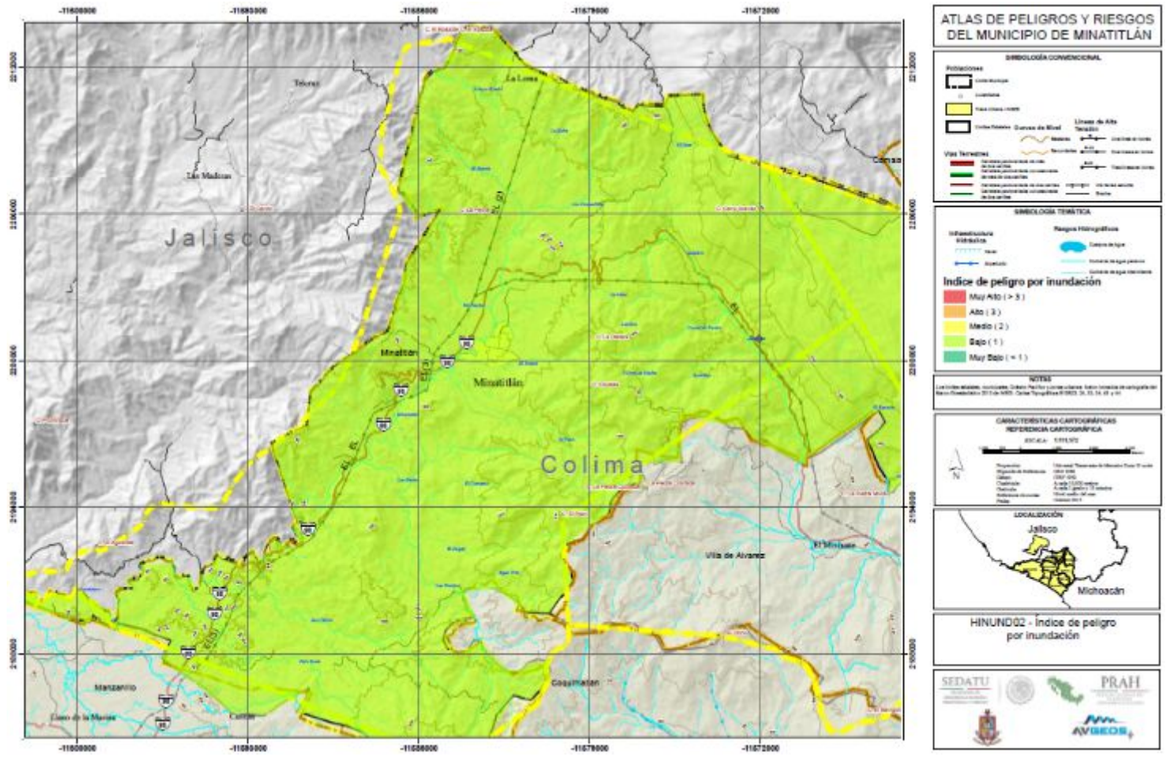


Fuente: Elaboración propia.

5.2.9.3 Resultado del análisis

5.2.9.3.1 Mapa de peligro por inundaciones

Figura 195. Peligro por inundaciones.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.9.3.2 Descripción del Mapa de peligro por inundaciones

Las inundaciones en Minatitlán presentan un nivel de peligro bajo, lo anterior atendiendo a las cantidades de precipitación y al posible desbordamiento del río Minatitlán cuando su caudal máximo sea rebasado.

A diferencia de las inundaciones pluviales y fluviales, las inundaciones costeras no representan una amenaza para el municipio por su ubicación geográfica.

5.2.9.4 Vulnerabilidad por inundaciones

La presente metodología permite estimar el grado de vulnerabilidad a partir de las características de las viviendas.

La medición se refiere solamente a los bienes que tiene la población dentro de sus casas, conocidos como “menaje” o “enseres”, por lo que se considera que las inundaciones ocurren lentamente, es decir, hay tiempo suficiente para que las personas puedan desalojar sus viviendas de modo tal que sus vidas no sufran peligro.

5.2.9.4.1 Índice de vulnerabilidad

Las viviendas podrán clasificarse en cinco niveles de acuerdo con el material y tipo de construcción, para inferir su capacidad de respuesta ante una inundación.

Tabla 108. Clasificación del tipo de vivienda según el material usado en techos y muros.

Número de combinación	Tipo de vivienda	Combinaciones entre tipo de material para techo y muro
1	I	Vivienda con muros de cartón o plástico y techo de cartón o plástico
2	II	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
3	III	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de palma
4	I	Vivienda con muros de láminas de cartón y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
5	II	Vivienda con muros de bahareque y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
6	III	Vivienda con muros de bahareque y techo de palma
7	II	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
8	III	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de palma
9	III	Vivienda con muros de adobe sin repellado y techo de teja
10	IV	Vivienda con muros de madera y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
11	IV	Vivienda con muros de madera y techo de palma
12	IV	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
13	IV	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de palma
14	IV	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de teja
15	V	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
16	IV	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
17	IV	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de palma
18	IV	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de teja
19	V	Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
20	IV	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
21	IV	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de palma
22	IV	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de teja
23	V	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
24	V	Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto ligada

Fuente: CENAPRED.

Tabla 109. Índice de vulnerabilidad según el tipo de vivienda.

Tipo	Índice de vulnerabilidad
I	Alto
II	Medio-alto
III	Medio
IV	Medio-bajo
V	Bajo

Fuente: CENAPRED.

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla 110), la vulnerabilidad de las viviendas en el municipio frente al fenómeno de inundación es predominantemente baja.

Tabla 110. Concentrado de resultados para la elaboración del mapa de riesgo por inundación. Vulnerabilidad de la vivienda.

No. de viviendas	Material		Tipo	Vulnerabilidad
	Muros	Techo		
3	Materiales débiles	Flexible	I	Alto
1	Adobe	Flexible	II	Medio-alto
1	Adobe	Rígido	III	Medio
34	Mampostería	Flexible	IV	Medio-bajo
139	Mampostería	Rígido	V	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

5.2.9.5 Riesgo por inundaciones

El azolve de materiales en el fondo de los cauces de ríos y arroyos y la crecida de estos últimos en temporada de lluvias y ciclones, es el motivo de que en ocasiones las zonas contiguas a estos cuerpos de agua sufran inundaciones leves; a estas áreas se les ha clasificado como de riesgo medio.

Atendiendo al nivel de peligro y vulnerabilidad por inundaciones, el resto del municipio presenta un nivel de riesgo bajo.

$$Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad)$$

$$Riesgo = Promedio(Bajo, Baja)$$

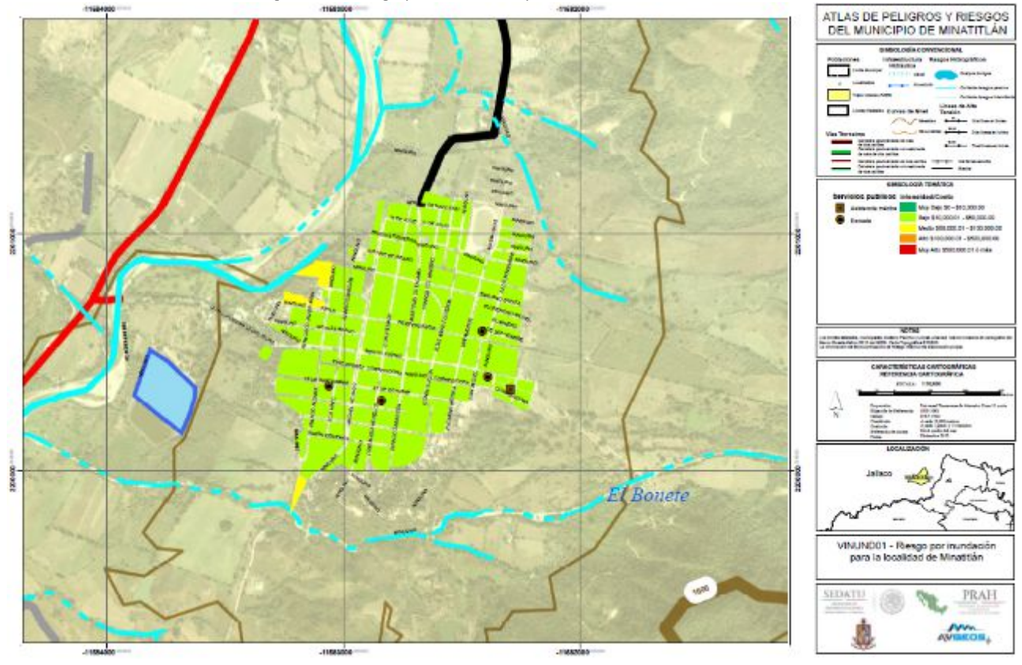
$$Riesgo = Bajo$$

Tabla 111. Estimación de vivienda y población afectada por inundaciones en la localidad de Minatitlán.

Calificación del nivel de riesgo	No. de manzanas	Población (habitantes) INEGI, 2010
Muy alto	-	-
Alto	-	-
Medio	3	173
Bajo	119	4,415
Muy bajo	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Figura 196. Riesgo por inundación para la localidad de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

| Tanque espesador y presa de jales, CMBJ Peña Colorada

5.3 Fenómenos químico-tecnológicos

Los riesgos químico-tecnológicos son agentes perturbadores que se generan por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprenden fenómenos destructivos tales como: incendios, explosiones, radiaciones, derrames y fugas tóxicas.

Estos riesgos están relacionados con el desarrollo industrial y tecnológico y afectan principalmente a las grandes concentraciones humanas e industriales.

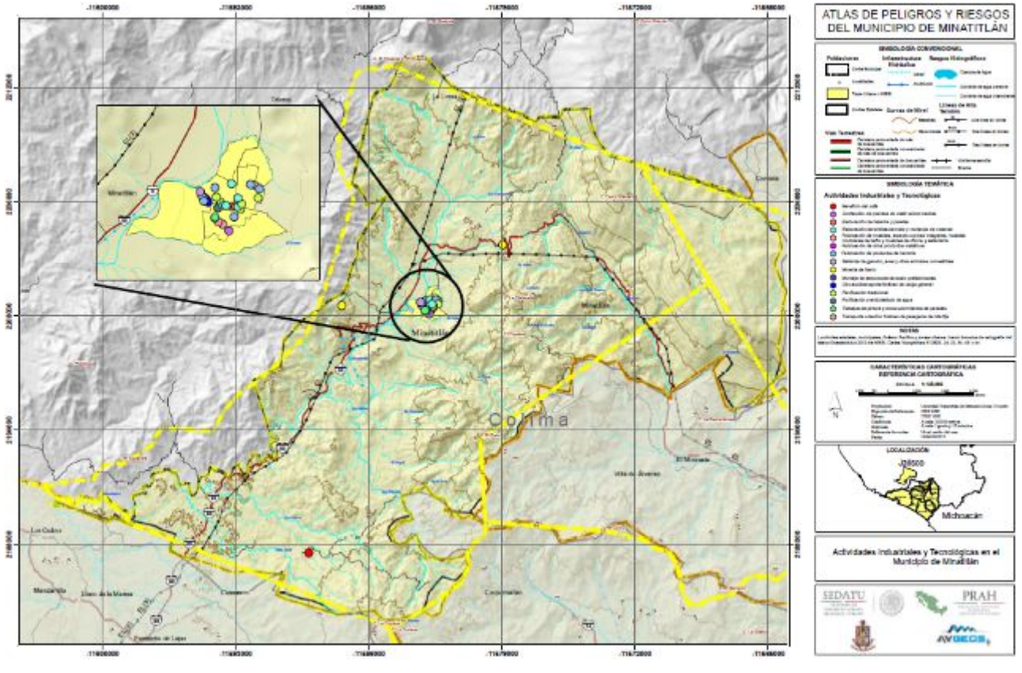
Recopilando información obtenida mediante visitas de campo y el *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas,* se ha localizado la industria, talleres, almacenes y fábricas en el municipio.

Tabla 112. Actividades industriales y tecnológicas en el municipio de Minatitlán.

Nombre de Unidad Económica	Actividad	Ubicación	Personal ubicado
Compañía minera Suizo-Mexicana S.A. de C.V. (Ardica)	Minería de Hierro	Carretera Colima-Minatitlán Km. 49	51-100
Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada S.A. de C.V. (Mina)	Minería de Hierro	Colonia Cerro de los Juanes C.P. 28750	251 y más
Agua Purificada Cristamina	Purificación y embotellado de agua	Calle Pino Suárez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Cafetaleros Del Arrayanal	Beneficio del café	Carretera Minatitlán-El Arrayanal margen izquierdo	0-5
Lonchería La Cajita	Panificación tradicional	Calle Álvaro Obregón Colonia Rastro C.P. 28750	0-5
Molino de nixtamal	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Benito Juárez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Molino de nixtamal	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Cuauhtémoc 45 Col. Centro C.P. 28750	0-5
Molino de nixtamal	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Melchor Ocampo 7 Barrio Monumento C.P. 28750	0-5
Peletería Oasis	Elaboración de helados y paletas	Calle Benito Juárez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Paletería Ringo's	Elaboración de helados y paletas	Calle Benito Juárez Col. Centro C.P. 2850	0-5
Panadería El Cisne	Panificación tradicional	Calle El Minero 11 Col. Carlos de la Madrid Veja C.P. 28750	0-5
Panadería Los Ángeles	Panificación tradicional	Av. Miguel Hidalgo Barrio El Rastro C.P. 28750	0-5
Panadería	Panificación tradicional	Calle Constitución 6 Col. Centro C.P. 28750	0-5
Pizzería y pastelería "Nelly"	Panificación tradicional	Calle Elías Arias Figueroa 8 Col. Centro C.P. 28750	0-5
Rastro municipal	Matanza de ganado, aves y otros animales comestibles	Calle Pípila Barrio El Rastro C.P. 28750	0-5
Taller de Costurera Quiñonez	Confección de prendas de vestir sobre medida	Calle Ignacio Zaragoza Barrio La Lomita C.P. 28750	0-5
Tortillería La Guadalupana	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Benito Juárez Col. Centro CP. 28750	0-5
Tortillería Mina 1	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Benito Juárez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Tortillería Mina 2	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	Calle Independencia Col. Centro C.P. 28750	6-10
Carpintería Castillo	Fabricación de muebles	Calle Manuel Álvarez Col. Centro C.P. 28750	0-5
Herrería El Chivo	Fabricación de productos de herrería	Calle Nicolás Bravo 28 Barrio Rastro C.P. 28750	0-5
Herrería	Fabricación de productos de herrería	Barrio Rastro C.P. 28750	0-5
Herrería	Fabricación de productos de herrería	Calle Florentino Michel 5 Barrio Los Mangos C.P. 28750	0-5
Taller de carpintería Vázquez	Fabricación de muebles	Colonia Monumento C.P. 28750	0-5
Taller de Herrería Don Memo	Fabricación de productos de herrería	Calle 20 de Noviembre Barrio Los Mangos C.P. 28750	0-5
Taller de Herrería El Tabachín	Fabricación de productos de herrería	Calle Juan Álvarez 13 Barrio El Progreso C.P. 28750	0-5
Taller de soldadura, pailería y montaje	Fabricación de otros productos metálicos	Calle Francisco Javier Mina Barrio Rastro C.P. 28750	6-10
Taller de soldadura y pailería Zúñiga	Fabricación de productos de herrería	Col. Centro C.P. 28750	6-10
Taller TCEO	Transporte colectivo foráneo de pasajeros de ruta fija	Calle Florentino Michel 13 Barrio Los Mangos C.P. 28750	11-30
TRUCAFI S.A. de C.V.	Autotransporte Foráneo de Carga General	Calle Quincuagésima Legislatura 21 Interior 1 Col. Centro C.P. 28750	6-10
Montaje de estructuras de acero prefabricadas	Montaje de estructuras de acero prefabricadas	Calle Nicolás Bravo 25 Col. Centro C.P. 28750	31-50
Servicios generales en mantenimiento	Trabajos de pintura y otros cubrimientos de paredes	Calle Melchor Ocampo Col. Centro C.P. 28750	11-30

Fuente: DENUE.

Figura 197. Actividades industriales y tecnológicas en el municipio de Minatitlán.



Fuente: Elaboración propia.

5.3.1 Incendios

5.3.1.1 Metodología

Se elabora un inventario de incendios forestales ocurridos en el municipio.

5.3.1.2 Base de datos de incendios forestales

El municipio carece de un cuerpo de bomberos oficial que regule y registre los eventos ocurridos en la zona, sin embargo, cuenta con dos torres de detección de incendios forestales que se ubican en el Cerro del Ocote y El Terrero, respectivamente, que han permitido la cuantificación general de los incendios ocurridos durante los años 2013 y 2015.

Minatitlán es el municipio que registra mayor número de incendios en el Estado de Colima desde años atrás. En 2013 se presentaron 22 incendios forestales que afectaron 378 hectáreas de arbustos, matorrales y pastizales, y durante el año 2015 el municipio registró 6 incendios forestales con 36.01 hectáreas afectadas (Conafor).

Tabla 113. Incendios forestales registrados en el municipio de Minatitlán.

Año	Incendios forestales registrados	Hectáreas afectadas
2013	22	378
2014	S/D	S/D
2015	6	36.01
TOTAL	28	414.01

S/D = Sin dato.Fuente: Elaboración propia con datos de CONAFOR.

Como se observa, en dos años más de 400 hectáreas fueron devastadas. No se tienen datos del año 2014 ni de fechas de ocurrencia, coordenadas, superficie, vivienda y población dañada por evento, lo que refleja una debilidad del municipio y una importante área de oportunidad para la formación de un cuerpo de bomberos que, además de atender los fenómenos, realice un inventario de los mismos.



5.3.2 Explosiones

5.3.2.1 Metodología

Mediante la consulta del listado de sustancias peligrosas se identifica cuáles de ellas se presentan en la zona de estudio, sea en su carácter de almacenamiento o transporte y haciendo énfasis en aquellas consideradas como inflamables y explosivas.

En la zona de estudio se identifican las zonas de polvorines, parques industriales, gaseras, gasolineras y ductos.

Con el apoyo de protección civil y bomberos se realiza un inventario de zonas de almacenamiento y transporte y una base de datos de explosiones ocurridas en el pasado.

5.3.2.2 Inventario de zonas de almacenamiento y transporte

El municipio de Minatitlán presenta un perfil químico particular, derivado de la actividad económica local (industrial y minera).

Tabla 114. Sustancias peligrosas en el municipio de Minatitlán.

Sustancia	Fórmula	Tipo	Fuente fija	Peligrosidad	Ruta de transporte
Nitrato de amonio (polvorín)	NH_4NO_3	Sal explosiva no inflamable	Almacén de polvorín dentro de las instalaciones de la empresa minera Peña Colorada		Carretera Minatitlán - Manzanillo
Gasolina	Mixto	Líquido inflamable	Estación de servicio municipal		Carretera Minatitlán - Manzanillo
Gasolina	Mixto	Líquido inflamable	Estación de servicio para el CMBJ Peña Colorada		Carretera Minatitlán - Manzanillo

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente el Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada realiza voladuras en el municipio para la fragmentación de roca y extracción de mineral de hierro mediante explosivos que contienen nitrato de amonio y que dejan atrás bancos de 14 metros de altura. La sustancia es transportada y vigilada por el Ejército Nacional desde el municipio de Manzanillo hasta su almacén. El material explotado es acarreado con maquinaria pesada para su trituración. Por medios magnéticos y a través de poleas y cobbers se eliminan los materiales de poco valor y se procede a la molienda y concentración, primero se muele el mineral en agua para formar una pulpa, luego, con magnetismo, se separa el material ferroso y los residuos se depositan en una presa de jales por tiempo indefinido. El material ferroso es transportado hasta la planta peletizadora en el municipio de Manzanillo a través de tuberías para la fabricación de pelets (ferroducto señalado en el mapa de Rutas de distribución y transporte de sustancias peligrosas).

En Minatitlán se localizan dos gasolineras de PEMEX, una se encuentra sobre la carretera a Villa de Álvarez y otra dentro de las instalaciones del CMBJ Peña Colorada, para uso exclusivo de la empresa. Los depósitos subterráneos de ambas gasolineras son alimentados con pipas procedentes de Manzanillo que transportan el combustible por la carretera sin transitar por el centro urbano municipal.

Figura 198. Ingreso a zona de almacenamiento de polvorín.



Figura 199. Zona de almacenamiento de polvorín.



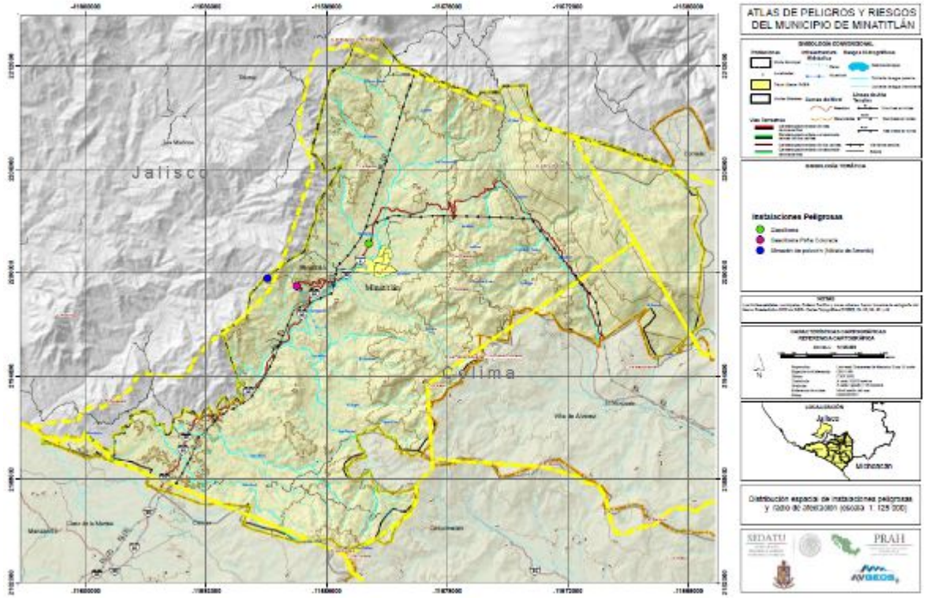
Figura 200. Interior de almacén de polvorín.



Figura 201. Exterior de almacén de polvorín.

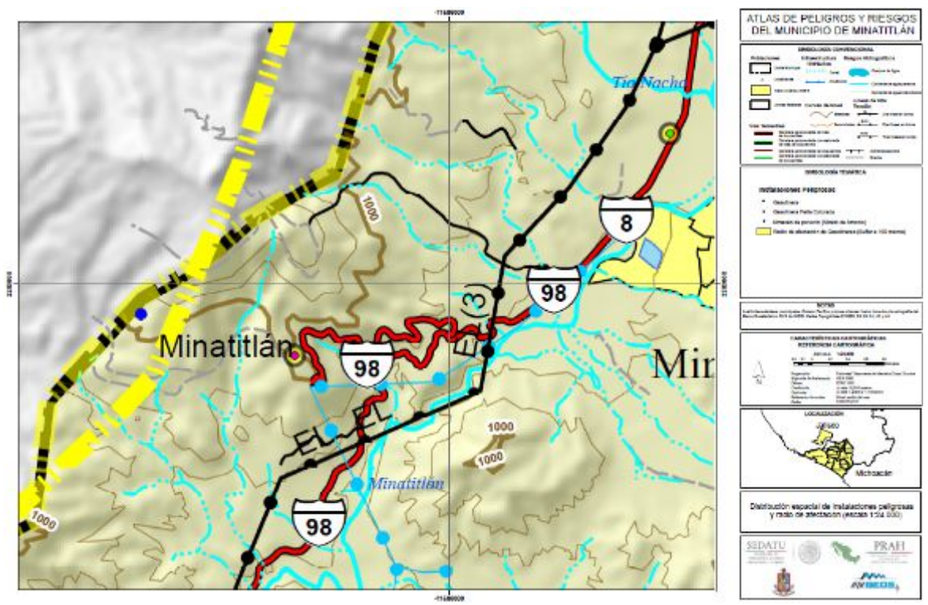


Figura 202. Distribución espacial de instalaciones peligrosas y radio de afectación (Esc. 1:125 000).



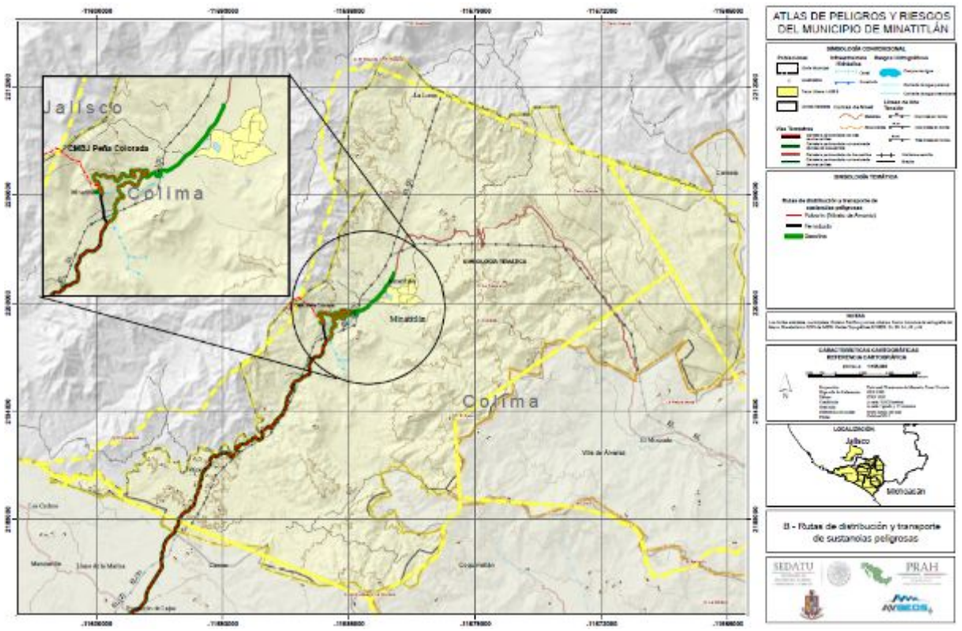
Fuente: Elaboración propia.

Figura 203. Distribución espacial de instalaciones peligrosas y radio de afectación (Esc. 1:24 000)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 204. Rutas de distribución y transporte de sustancias peligrosas.



Fuente: Elaboración propia.

5.3.2.3 Base de datos de explosiones

La Unidad de Protección Civil de Minatitlán no cuenta con registro de explosiones en el municipio.

Figura 205. Ferroducto.



5.3.3 Derrames y fugas tóxicas

5.3.3.1 Metodología

Con la consulta del listado de sustancias peligrosas se identifican cuáles de ellas se presentan en la zona de estudio, sea en su carácter de almacenamiento o transporte.

Son localizadas las industrias, talleres y demás instalaciones que involucran estas sustancias y que pueden generar daño a la población y a la infraestructura.

Con el apoyo de protección civil y bomberos se realiza un inventario de zonas de almacenamiento y transporte y una base de datos de fugas ocurridas en el pasado.

5.3.3.2 Inventario de zonas de almacenamiento y transporte

Desde el inicio de sus operaciones, el CMBJ Peña Colorada dispuso cerca de 300 hectáreas para la construcción de una presa de desechos mineros en la localidad de "Las Guásimas", sin embargo, al alcanzar ésta su vida útil en 2008, comenzó la construcción de un segundo embalse.

La presa de jales "El Arrayanal" fue construida en 2010 y proyectada para una vida útil de 15 años; es el depósito donde se almacenan actualmente los desechos sólidos que se generan al procesar los minerales extraídos por el consorcio minero. Autoridades de la PROFEPA y SEMARNAT aseguran que la empresa no genera desechos tóxicos durante la extracción, los jales son clasificados como NO PELIGROSOS por su toxicidad ya que, de acuerdo a muestreos realizados en pruebas piloto, no contienen elementos potencialmente tóxicos solubles en concentraciones superiores a lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003 (Tabla 116).

A pesar de lo anterior, es importante señalar estas dos instalaciones como de atención y vigilancia continua.

La laguna de oxidación situada en el municipio también es de importancia debido a que su localización es cercana al caudal del río Marabasco, mismo que recibe filtraciones de agua residual con metales pesados en concentraciones superiores a las máximas permisibles, de acuerdo a los análisis del suelo en el lugar presentados en la publicación de *Pineda* (2004)[14].

Tabla 115. Sustancias peligrosas en el municipio de Minatitlán.

Sustancia	Fuente	Cantidad almacenada
Jales	Presa de jales del CMBJ Peña Colorada "Las Guásimas" (Latitud 19°21'06.69" N– Longitud 104°04'33.96" O)	S/D
	Presa de jales del CMBJ Peña Colorada "El Arrayanal" (Latitud 19°17'30.97" N– Longitud 104°08'13.01" O)	El vaso de almacenamiento tiene capacidad de 30.15 millones de metros cúbicos que ocupan un área de 150.9124 Has.
Metales pesados (plomo, cadmio, cromo, zinc, cobre)	Laguna de oxidación del municipio de Minatitlán (Latitud 19°23'05.53" N– Longitud 104°03'31.75" O)	S/D

S/D = Sin dato.Fuente: Elaboración propia.

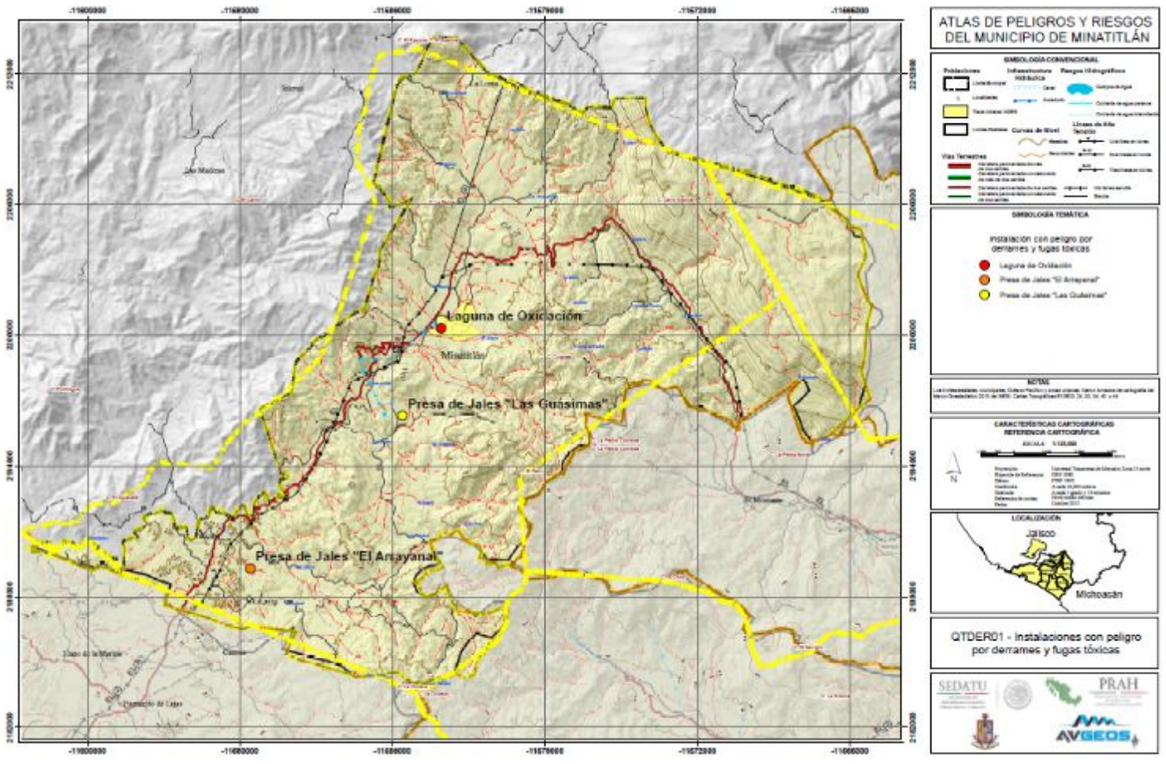
[14] http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Rosario%20Pineda%20Hernandez%20doctorado.pdf

Tabla 116. Límites máximos permisibles de las concentraciones solubles de elementos potencialmente tóxicos que hacen a los jales peligrosos por su toxicidad.

Constituyentes inorgánicos (metales)	Límite máximo permisible (mg/L)
Arsénico	5.0
Bario	100.0
Cadmio	1.0
Cromo	5.0
Mercurio	0.2
Plata	5.0
Plomo	5.0
Selenio	1.0

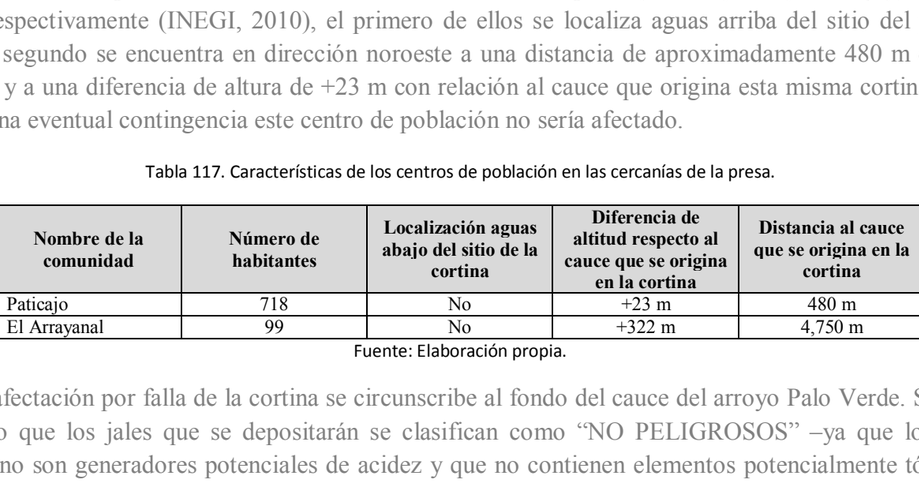
Fuente: NOM-141-SEMARNAT-2003.

Figura 206. Instalaciones con peligro por derrames y fugas tóxicas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 207. Presa de jales del CMBJ Peña Colorada.



Fuente: Elaboración propia.

5.3.3.3 Potencial de daño

El potencial de daño de la presa de jales "El Arrayanal" ha sido evaluado identificando centros de población, cuerpos de aguas superficiales, ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios que puedan ser afectados en caso de derrame o fuga por falla parcial o total de la cortina contenedora.

Existen dos centros de población localizados en las cercanías de la presa (El Arrayanal y Paticajo), con 99 y 718 habitantes respectivamente (INEGI, 2010), el primero de ellos se localiza aguas arriba del sitio del proyecto, en tanto que el segundo se encuentra en dirección noroeste a una distancia de aproximadamente 480 m de la cortina contenedora y a una diferencia de altura de +23 m con relación al cauce que origina esta misma cortina, por lo que en caso de una eventual contingencia este centro de población no sería afectado.

Tabla 117. Características de los centros de población en las cercanías de la presa.

Nombre de la comunidad	Número de habitantes	Localización aguas abajo del sitio de la cortina	Diferencia de altitud respecto al cauce que se origina en la cortina	Distancia al cauce que se origina en la cortina
Paticajo	718	No	+23 m	480 m
El Arrayanal	99	No	+322 m	4,750 m

Fuente: Elaboración propia.

La zona de afectación por falla de la cortina se circunscribe al fondo del cauce del arroyo Palo Verde. Sin embargo, considerando que los jales que se depositarán se clasifican como "NO PELIGROSOS" –ya que los resultados indican que no son generadores potenciales de acidez y que no contienen elementos potencialmente tóxicos (EPT) debido a que provienen de la explotación de un yacimiento de magnetita con poco contenido de sulfuros–, la afectación del cauce mencionado, por una eventual contingencia, consistiría únicamente en un incremento temporal del grado de turbidez del agua.

No se identificaron zonas agropecuarias que pudieran ser afectadas en caso de derrame o fuga por falla parcial o total de la cortina contenedora, tampoco ecosistemas frágiles o únicos que pudieran ser dañados.

Los ecosistemas presentes en el área del proyecto corresponden en gran parte a vegetación secundaria. También se tienen bosque de encino caducifolio y bosque tropical subcaducifolio. En toda el área se identificó la presencia de 218 especies de vertebrados que se distribuyen en 74 familias y 161 géneros de las cuales 175 especies son aves, 4 son especies de anfibios, 18 especies de mamíferos entre medianos y grandes y 21 especies de reptiles. Solamente se encontraron 42 especies que son endémicas de México, y 39 que se encuentran bajo algún estado de protección por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Se estima que estas especies no serán afectadas en caso de derrame o fuga.

Por otra parte, el potencial de daño de la laguna de oxidación es función de las concentraciones de metales pesados en el efluente de la misma. En el transcurso del río Marabasco los habitantes aledaños utilizan sus aguas para riego y en ocasiones consumo, la concentración excedente de contaminantes en ellas puede dar lugar a afectaciones importantes en el organismo de personas y ganado. Las localidades que podrían verse afectadas comprenden todas aquellas ubicadas aguas abajo del punto donde el río recibe el aporte de la laguna, El Poblado y Paticajo entre ellas.

5.3.3.4 Base de datos de derrames y fugas tóxicas

La Unidad de Protección Civil no tiene registro de derrames y fugas tóxicas en la zona de estudio, sin embargo, a través de fuentes bibliográficas se detectó la ocurrencia de un deslizamiento de la cortina de la presa de jales “Las Guásimas” durante el sismo de 1995 y un derrame en la presa “El Arrayanal” en 2012 a consecuencia de las lluvias, sin conocer el área, número de viviendas y población afectada.

Sobre las filtraciones de agua residual con concentraciones excedentes de metales pesados al río Marabasco, únicamente se cuenta con análisis de laboratorio realizados a las aguas del cauce que demuestran la situación, sin existir una relación de fechas de ocurrencia.

Tabla 118. Base de datos de derrames y fugas tóxicas.

Fecha de ocurrencia	Coordenadas	Tipo de sustancia peligrosa	Cantidad o volumen	Descripción	Viviendas e infraestructura dañada	Población afectada
9 de octubre de 1995	19°21’06.69” N, 104°04’33.96” O	Jales	No se cuenta con registro.	Deslizamiento de la cortina por sismo de 7.5 grados Richter con distancia epicentral de 55 km.	No se cuenta con registro.	No se cuenta con registro.
Septiembre de 2012	19°17’30.97” N, 104°08’13.01” O	Jales	Miles de toneladas de desechos.	Las lluvias causaron un derrumbe y consecuente derrame en el lugar.	No se cuenta con registro.	No se cuenta con registro.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4 Radiaciones

5.3.4.1 Metodología

Consultando el listado de sustancias peligrosas se identifican aquellas que se presentan en la zona de estudio, sea en su carácter de uso de equipo conteniendo una fuente radioactiva.

Con el apoyo de protección civil se estudian antecedentes de fugas, emisiones y robo de material radioactivo.

5.3.4.2 Inventario de zonas de almacenamiento y transporte

No se tienen localizadas zonas que originen la presencia de este fenómeno en el municipio.

5.3.4.3 Base de datos de incidentes radioactivos

La Unidad de Protección Civil Municipal no tiene registro de fugas, emisiones o robo de material radioactivo.

FASE V

ESTUDIOS, OBRAS Y ACCIONES

| Olla de agua, El Terrero

6 Propuesta de estudios, obras y acciones

En este apartado se presenta la propuesta de obras, acciones y estudios específicos que coadyuvan a disminuir los niveles de riesgo en el municipio.

6.1 Planteamiento de propuestas

Tabla 119. Propuestas generadas para la mitigación del riesgo en el municipio de Minatitlán.

Fenómeno perturbador	Obra, acción o estudio	Localidad
Vulcanismo	• Plantear alternativas de captación hídrica debido a la contaminación del recurso almacenado en ollas de agua por caída de ceniza. • Desarrollar talleres informativos sobre los efectos, medidas de prevención y recuperación por caída de ceniza con fines de aumento de capacidad de resiliencia.	El Terrero El Terrero
Sismos	• Elaborar reglamento de construcción municipal. • Realizar sondeos de mecánica de suelos a profundidades mayores de 2.5 m, sobre todo en zonas de reserva territorial. • Apoyar el reforzamiento de viviendas ubicadas en zonas con niveles de riesgo alto y muy alto.	Municipio Municipio Municipio
Inestabilidad de laderas	• Normar y regular la explotación minera como causa de inestabilidad de taludes. • Monitorear permanentemente las laderas municipales y delimitar con anuncios el peligro de residir en la zona. • Estabilizar talud en Km. 43 de la carretera Villa de Álvarez – Minatitlán. • Construir muro de contención para prevenir daños por deslizamiento de ladera. • Conservar la cobertura vegetal en laderas mediante reforestación que sirva de barrera natural. • Desarrollar talleres informativos sobre los efectos, medidas de prevención y recuperación por deslizamientos con fines de aumento de capacidad de resiliencia.	Municipio Municipio Carretera Villa de Álvarez – Minatitlán Minatitlán Minatitlán Minatitlán
Flujos	• Actualizar el Plan de Desarrollo Urbano (1997) considerando los resultados del estudio de mecánica de suelos para el ordenamiento territorial y restringiendo principalmente las zonas susceptibles a deslizamientos y flujos. • Realizar estudio técnico justificativo para la reubicación de viviendas en zonas de riesgo por flujos. • Construir escalonamientos al pie de zona cerril aledaña al pueblo. • Limpiar y mantener el cauce del arroyo El Bonete considerando la posibilidad de flujos de escombros futuros.	Municipio Municipio Minatitlán Arroyo El Bonete
Caídos o derrumbes	• Proteger taludes inestables con concreto y mallas.	Carretera Villa de Álvarez - Minatitlán
Lluvias extremas	• Establecer un programa permanente de desazolve y limpieza del cauce en forma previa al temporal de lluvias y ciclones.	Río Minatitlán
Inundaciones	• Reubicar construcciones que alteren o disminuyan el área hidráulica de ríos y arroyos. • Elaborar los estudios hidrológicos a detalle del río Minatitlán para precisar con criterios técnicos las obras más adecuadas para prevenir inundaciones.	Municipio Río Minatitlán
Incendios	• Formar un cuerpo de bomberos municipal. • Crear un plan de prevención contra incendios forestales que controle la quema en actividades agropecuarias y establezca las condiciones óptimas para realizarla (dirección y velocidad del viento, época, técnica de ignición).	Municipio El Terrero
Explosiones	• Definir el nivel de riesgo y radio de afectación por uso de explosivos en minas en coordinación con la Secretaría de Defensa Nacional.	Benito Juárez de Peña Colorada

Fuente: Elaboración propia.

1. Capacitar y proveer de herramientas básicas a personal de protección civil municipal.
2. Crear programas de sensibilización para organismos y autoridades asociados a la respuesta ante desastres.
3. Crear un fondo municipal para contingencias que permita en principio prevenir y dar respuesta a los eventos generadores de desastre.
4. Desarrollar un plan de barrio que contenga las principales estrategias y acciones a realizar ante un evento de riesgo.
5. Identificar los puntos vitales y rutas de evacuación en caso de emergencia, estudiando su vulnerabilidad estructural y asociada.
6. Proveer de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo a las zonas con peligro alto y muy alto (aplica para todos los fenómenos perturbadores).
7. Impulsar la creación de un manual gráfico con criterios generales para la autoconstrucción de vivienda de acuerdo a las características de la localidad El Terrero (suelo, clima, recursos naturales, etc.).
8. Instrumentar el presente, a categoría de reglamento, con la finalidad de que sea considerada su consulta y aplicación como requisito para la construcción de nuevos conjuntos habitacionales en el municipio.

6.2 Evaluación de propuestas y priorización de acciones

Se desarrolló una metodología que permitiera analizar la factibilidad de cada propuesta en función de la población beneficiada, el costo estimado de la obra y el nivel de impacto (directo – indirecto).

Para la estimación del costo se tomaron como base las *Reglas de Operación del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos para el ejercicio fiscal 2016.*

Tabla 120. Evaluación de propuestas y priorización de acciones.

Fenómeno	Obra, acción o estudio	Población beneficiada (habitantes)	Costo esperado (pesos)	Nivel de impacto	Evaluación de propuesta	Nivel de riesgo por fenómeno	Priorización
		30	10	60			
Vulcanismo	Plantear alternativas de captación hídrica debido a la contaminación del recurso almacenado en ollas de agua por caída de ceniza.	300	$800,000	9	5.62	1	5.82
	Desarrollar talleres informativos sobre los efectos, medidas de prevención y recuperación por caída de ceniza con fines de aumento de capacidad de resiliencia.	300	$100,000	7	5.29	1	5.49
Sismos	Elaborar reglamento de construcción municipal.	8,500	$800,000	7	6.88	3	7.48
	Realizar sondeos de mecánica de suelos a profundidades mayores de 2.5 m, sobre todo en zonas de reserva territorial.	8,500	$800,000	6	6.28	3	6.88
	Apoyar el reforzamiento de viviendas ubicadas en zonas con niveles de riesgo alto y muy alto.	1,500	$5,000,000	9	5.87	3	6.47
Inestabilidad de laderas	Normar y regular la explotación minera como causa de inestabilidad de taludes.	500	$800,000	7	4.48	3	5.08
	Monitorear periódicamente las laderas municipales y delimitar con anuncios el peligro de residir en la zona.	8,500	$1,500,000	8	7.42	3	8.02
	Estabilizar talud en Km. 43 de la carretera Villa de Álvarez – Minatitlán.	8,500	$6,000,000	10	8.57	3	9.17

Fenómeno	Obra, acción o estudio	Población beneficiada (habitantes)	Costo esperado (pesos)	Nivel de impacto	Evaluación de propuesta	Nivel de riesgo por fenómeno	Priorización
		30	10	60			
	Construir muro de contención para prevenir daños por deslizamiento de ladera.	4,500	$5,000,000	10	7.37	3	7.97
	Conservar la cobertura vegetal en laderas mediante reforestación que sirva de barrera natural.	4,500	$1,000,000	7	5.65	3	6.25
	Desarrollar talleres informativos sobre los efectos, medidas de prevención y recuperación por deslizamientos con fines de aumento de capacidad de resiliencia.	4,500	$700,000	7	5.69	3	6.29
Flujos	Actualizar el Plan de Desarrollo Urbano (1997) considerando los resultados del estudio de mecánica de suelos para el ordenamiento territorial y restringiendo principalmente las zonas susceptibles a deslizamientos y flujos.	8,500	$500,000	8	7.55	3	8.15
	Realizar estudio técnico justificativo para la reubicación de viviendas en zonas de riesgo por flujos.	1,000	$800,000	9	5.83	3	6.43
	Construir escalonamientos al pie de zona cerril aledaña al pueblo.	3,000	$5,000,000	7	5.12	3	5.72
	Limpiar y mantener el cauce del arroyo El Bonete considerando la posibilidad de flujos de escombros futuros.	3,000	$2,000,000	6	4.55	3	5.15
Caídos o derrumbes	Proteger taludes inestables con concreto y mallas.	8,500	$5,000,000	9	7.97	2	8.37
Lluvias extremas	Establecer un programa permanente de desazolve y limpieza del cauce en forma previa al temporal de lluvias y ciclones.	2,000	$5,000,000	8	5.42	1	5.62
Inundaciones	Reubicar construcciones que alteren o disminuyan el área hidráulica de ríos y arroyos.	1,000	$5,000,000	8	5.12	1	5.32
	Elaborar los estudios hidrológicos a detalle del río Minatitlán para precisar con criterios técnicos las obras más adecuadas para prevenir inundaciones.	2,000	$800,000	7	4.93	1	5.13
Incendios	Formar un cuerpo de bomberos municipal.	8,500	$2,000,000	7	6.80	1	7.00
	Crear un plan de prevención contra incendios forestales que controle la quema en actividades agropecuarias y establezca las condiciones óptimas para realizarla (dirección y velocidad del viento, época, técnica de ignición).	300	$500,000	8	5.09	1	5.29
Explosiones	Definir el nivel de riesgo y radio de afectación por uso de explosivos en minas en coordinación con la Secretaría de Defensa Nacional.	1,000	$800,000	7	4.63	1	4.83

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la calificación (Evaluación de la propuesta) se asignaron los porcentajes de 30% a población beneficiada (P.B.), 10% a costo estimado (C.E.) y 60% a nivel de impacto (N.I.). La ecuación utilizada fue la siguiente:

$$Evaluación\ de\ la\ propuesta = \left(\frac{P.B.}{1{,}000} * 0.3\right) + \left(\frac{1'000{,}000}{C.E.} * 0.1\right) + (N.I. * 0.6)$$

La razón de las cantidades de 1,000 y 1'000,000 es únicamente obtener una calificación entre 0 y 10. El costo económico es inversamente proporcional debido a que a mayor inversión requerida menor posibilidad de ejecutar la obra a corto plazo.

Para la priorización de las acciones se consideró el impacto del fenómeno en la zona de estudio, de modo que a los fenómenos catalogados con nivel de riesgo (N.R.) bajo se les asignó el valor de 1, a los de riesgo medio valor de 2 y a los de riesgo alto 3.

Así, aplicando la siguiente ecuación se obtuvo la calificación final de la obra, acción o estudio.

$$Priorización = Evaluación\ de\ la\ propuesta + \frac{N.R.}{5}$$

La razón de introducir el nivel de riesgo expresado en quintos es solamente conservar un valor entre 0 y 10.

6.3 Cuadro de estudios, obras y acciones

De la priorización de las acciones, se presenta el cuadro siguiente con detalles de ubicación, causa, observaciones, costo y población beneficiada para las obras con mayor calificación. Lo anterior con el fin de que las propuestas sean evaluadas por las autoridades locales y se considere su ejecución.

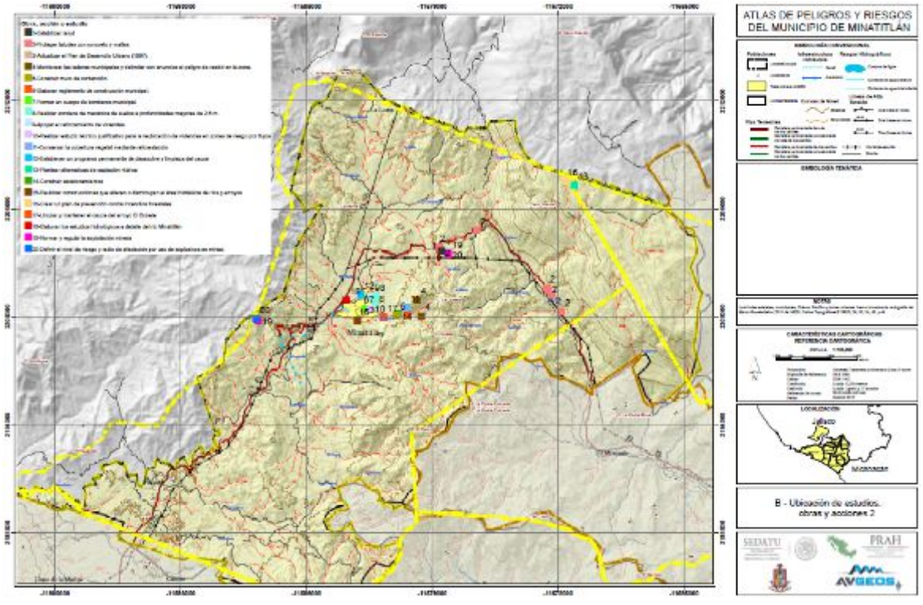
Tabla 121. Cuadro de estudios, obras y acciones.

Riesgo	Ubicación	Causa	Obra	Observaciones	Costo (mdp)	Población
Inestabilidad de laderas	Km. 43 Carretera Villa de Álvarez-Minatitlán	Reblandecimiento del terreno por precipitación pluvial.	Estabilización de talud	Consrucción de terraza y estabilizanción de talud con concreto lanzado.	6	8,500
Caídos o derrumbes	Carretera Villa de Álvarez – Minatitlán Coordenadas: 19°23'4.90"N 103°57'4.96"O 19°23'34.97"N 103°57'22.33"O 19°23'41.97"N 103°57'28.24"O 19°23'44.99"N 103°57'31.85"O 19°25'22.87"N 103°59'37.02"O 19°24'54.74"N 104° 0'43.69"O 19°24'49.73"N 104° 0'41.55"O 19°24'47.41"N 104° 0'40.80"O	Reblandecimiento del terreno por precipitación pluvial.	Protección de taludes	Colocación de mallas de triple torsión y concreto.	5	8,500
Flujos	Dirección de Desarrollo Urbano del Municipio de Minatitlán	Plan de Desarrollo Urbano anterior obsoleto (1997).	Actualización de plan municipal	Actualizar el Plan de Desarrollo Urbano (1997) considerando los resultados del estudio de mecánica de suelos para el ordenamiento territorial y restringiendo principalmente las zonas susceptibles a deslizamientos y flujos.	0.5	8,500

Riesgo	Ubicación	Causa	Obra	Observaciones	Costo (mdp)	Población
Inestabilidad de laderas	Cerro Los Copales y Cerro La Otatera	Reblandecimiento del terreno por precipitación pluvial.	Estudios geotécnicos y geofísicos	Monitorear periódicamente las laderas municipales y delimitar con anuncios el peligro de residir en la zona.	1.5	8,500
Inestabilidad de laderas	Río de escombros El Bonete	Reblandecimiento del terreno por precipitación pluvial.	Construcción de muro de contención	Construir muro de contención para prevenir daños por deslizamiento de ladera.	5	4,500

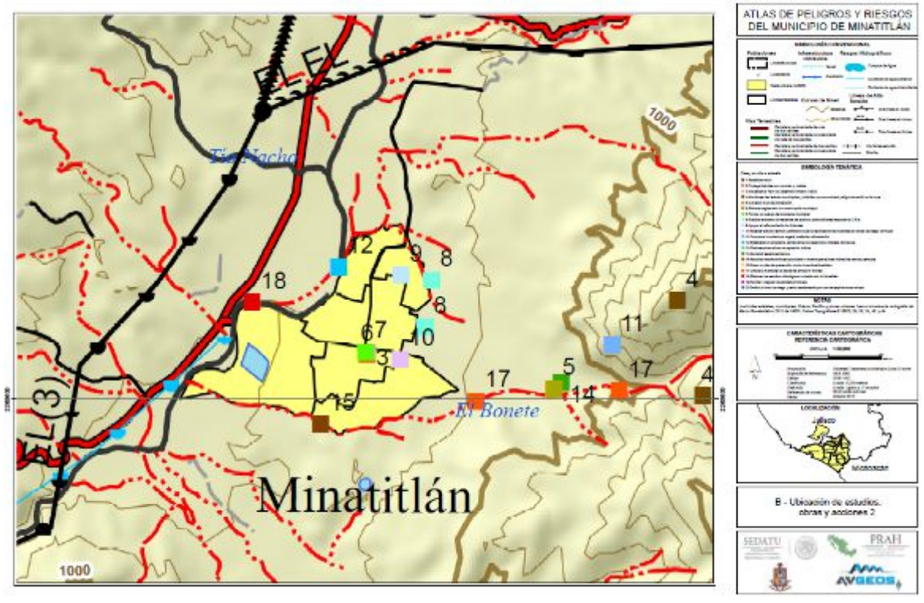
Fuente: Elaboración propia.

Figura 208. Ubicación de estudios, obras y acciones (Esc. 1:120 000).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 209 Ubicación de estudios, obras y acciones (Esc. 1:20 000)



Fuente: Elaboración propia.

Bibliografía

CDI. “Indicadores Sociodemográficos de La Población Total Y La Población Indígena, 2010.” *Comisión Nacional Para El Desarrollo de Los Pueblos Indígenas*, 2010. http://www.cdi.gob.mx/cedulas/2010/COLI/06008-10.pdf.

CENAPRED. “Infografías Volcán de Colima.” *CENAPRED*. Accessed January 7, 2016. http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/Infografias/InfografiaVolcan_colima/.

Censo de Población y Vivienda (2010). *Panorama Sociodemográfico de Colima*. INEGI, 2011. http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/col/Panorama_Col.pdf.

Centro Universitario de Estudios e Investigaciones de Vulcanología. “Volcán de Colima.” *Universidad de Colima*. Accessed January 7, 2016. http://portal.ucol.mx/cueiv/Volcan-colima.htm.

Cidecol. “Análisis Demográfico Municipal En El Estado de Colima: Comparativo 2005-2010.” *Gobierno Del Estado de Colima*, 2012. http://siplade.col.gob.mx/ns/estudiosanalisis/pdf/2012/Censo%20y%20conteo%20-%20Completo.pdf.

CONAGUA. “Normales Climatológicas.” *CONAGUA*, 2015. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75.

CONAPO. *Índice de Marginación Urbana 2010*. México: CONAPO, 2010. http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/862/4/images/06_C_AGEB.pdf.

CONEVAL. “Informe Anual Sobre La Situación de Pobreza Y Rezago Social.” *SEDESOL*. Accessed January 7, 2016. http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Informes_pobreza/2014/Municipios/Colima/Colima_008.pdf.

Consultoría e Investigación en Medio Ambiente, S.C. “Informe Preventivo Del Proyecto: Presa de Jales ‘El Arrayanal.’” MBJ Peña Colorada, S.A. de C.V., March 2010. http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/col/estudios/2010/06CL2010M0003.pdf.

Diccionario de Datos Climáticos. Base de Datos Geográficos. México: INEGI, 2000. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/clima/doc/dd_climaticos_1m_250k.pdf.

DIGAOHM. “Historia de Los Tsunamis Locales Ocurridos En México.” *DIGAOHM - SEMAR*. Accessed January 7, 2016. http://digaohm.semar.gob.mx/CAT/imagenes/CAT/Historia_tsunamis.pdf.

Flores Corona, Leonardo, Oscar López Bátiz, Miguel Ángel Pacheco Martínez, Carlos Reyes Salinas, Darío Rivera Vargas, Norlang García Arróliga, Rafael Marín Cambranis, and Karla Méndez Estrada.*Guía Básica Para La Elaboración de Atlas Estatales Y Municipales de Peligros Y Riesgos: Evaluación de La Vulnerabilidad Social*. Atlas Nacional de Riesgos. México: CENAPRED - SEGOB, 2006. http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf.

García Jiménez, Fermín, Óscar Arturo Fuentes Mariles, and Lucía Guadalupe Matías Ramírez. *Sequías*. Primera. Fascículos. México D.F.: CENAPRED - SEGOB, 2002. http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/8-FASCCULOSEQUAS.PDF.

Garduño-Monroy, Víctor Hugo, Ricardo Saucedo-Girón, Zenón Jiménez, Juan Carlos Gavilanes-Ruiz, Abel Cortés-Cortés, and Rosa María Uribe-Cifuentes. “La Falla Tamazula, Límite Suroriental Del Bloque Jalisco, Y Sus Relaciones Con El Complejo Volcánico de Colima, México.” *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 15, no. 2 (1998): 132–44.

Guevara Ortiz, Enrique, Roberto Quaas Weppen, and Georgina Fernández Villagómez. *Guía Básica Para La Elaboración de Atlas Estatales Y Municipales de Peligros Y Riesgos*. Atlas Nacional de Riesgos. México D.F.: CENAPRED - SEGOB, 2004. http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieEspecial/metodologiasAtlas.pdf.

H. Ayuntamiento de Minatitlán. “Cédula Para La Promoción Municipal: Minatitlán.” *SEFOME*. Accessed January 7, 2016. http://www.sefome.gob.mx/docs/2012/cedula_pdf/Minatitlan.pdf.

INEGI. “Censo de Población Y Vivienda 2010.” *INEGI*, 2010. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/.

INEGI. *Diccionario de Datos Del Continuo Nacional Geológico INEGI-SGM*. INEGI, 2013. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/doc/dd_contnacgeol_250k.pdf.

INEGI. *Diccionario de Datos de Uso Del Suelo Y Vegetación 1:250 000 (Vectorial)*. Base de Datos Geográficos. México: INEGI, 2007. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usosuelo/doc/dd_usyv_v1_250k.pdf.

INEGI. *Diccionario de Datos Fisiográficos 1:1 000 000 (Vectorial)*. Base de Datos Geográficos. México: INEGI, 2000. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/fisiografia/doc/dd_fisiograficos_1m.pdf.

INEGI. *Guías para la Interpretación de Cartografía: Edafología*. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2004.

INEGI. “Prontuario de Información Geográfica Municipal de Los Estados Unidos Mexicanos: Minatitlán, Colima.” *INEGI*, 2009. http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/06/06008.pdf.

Matías Ramírez, Lucía Guadalupe, Óscar Arturo Fuentes Mariles, and Fermín García Jiménez. *Heladas*. Primera. Fascículos. México D.F.: CENAPRED - SEGOB, 2001. http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/heladas.pdf.

Morcillo Ortega, Juan Gabriel, and Teresa Pérez Portabeles. “Tipos de Rocas: Las Rocas Sedimentarias.” *Universidad Compultense de Madrid*, 2001. http://pendientedemigracion.ucm.es/info/diciex/programas/las-rocas/tiposderocas/sedimentarias.html.

Pineda Hernández, Rosario. “Presencia de Hongos Micorrízicos Arbusculares Y Contribución de Glomus Intraradices En La Absorción Y Translocación de Cinc Y Cobre En Girasol (Helianthus Annuus L.) Crecido En Un Suelo Contaminado Con Residuos de Mina.” Tesis Doctoral, Universidad de Colima, 2004. http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Rosario%20Pineda%20Hernandez%20doctorado.pdf.

Prieto González, Ricardo Prieto, Ma. Asunción Avendaño García, Lucía Guadalupe Matías Ramírez, and Héctor Eslava Morales. *Tormentas Severas*. Fascículos. México D.F.: CENAPRED - SEGOB, 2010. http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/189-FASCCULOTORMENTASSEVERAS.PDF.

Rodríguez-Elizarrarás, Sergio R. “Consideraciones Preliminares sobre Riesgo en el Volcán de Colima, México.” *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 12, no. 1 (1995): 47–51.

Rosengaus Moshinsky, Michel, Martín Jiménez Espinosa, and María Teresa Vázquez Conde. *Atlas Climatológico de Cilcones Tropicales En México*. México D.F.: Dirección de Difusión del Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2002. http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/37.pdf.

Salas Salinas, Marco Antonio, and Martín Jiménez Espinosa. *Inundanciones*. Primera. Fascículos. México D.F.: CENAPRED - SEGOB, 2004. http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF.

SEDATU. “Reglas de Operación del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos, para el ejercicio fiscal 2015 y subsecuentes.” Diario Oficial, December 28, 2014. http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/439/ROP_PRAH_2015.pdf.

SEDUR. “Descripción Del Medio Físico Y Natural Del Estado de Colima.” *Gobierno Del Estado de Colima*. Accessed January 7, 2016. http://www.sedur.col.gob.mx/ecologia/secciones/caracterizacion.php.

Servicio Geológico Mexicano. “Vulcanismo.” *SGM*, 2013. http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/vulcanismo.

Servicio Meteorólogico Nacional. “Información Histórica.” *CONAGUA*, 2015. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=46.

SIATL. “Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.” *INEGI*, 2011. http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#app=f4c9&e312-selectedIndex=0&7b02-selectedIndex=0.

Suárez Plascencua, Carlos, and Gustavo Saacedra de la Cruz. “Análisis y Mapa de Riesgo Del Volcán Colima, México.” Centro de Investigación de la Facultad de Geografía - Universidad de Guadalajara. Accessed January 7, 2016. http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal4/Nuevastecnologias/Cartografiatematica/01.pdf.

Zepeda Ramos, Oscar, and Susana González Martínez. *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres En México*. México D.F.: Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2001. http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieEspecial/diagnostico.pdf.

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

Lic. Jesús Murillo Karam
Secretario de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano

Lic. Oscar Gustavo Cárdenas Monroy
Subsecretario de Ordenamiento Territorial

Lic. Aurelio Gancedo Rodríguez
Encargado del Despacho de la Dirección General de Ordenamiento Territorial y de Atención a Zonas de Riesgo

MUNICIPIO DE MINATITLÁN

Ing. Horacio Mancilla González
Presidente Municipal

C. Edgar Lázaro Camacho
Director de Protección Civil

EQUIPO ASESOR

ING. ALEJANDRO VENTURA RAMÍREZ
Director General AVGEOS

M.C. JOSÉ FRANCISCO VENTURA RAMÍREZ
Responsable de Proyecto

ING. JULIO CÉSAR ROJAS MIRANDA
Experto en Mecánica de Suelos

M.C. JUSTO OROZCO ROJAS
Asesor en Análisis de Vibración Ambiental

M.C. SEBASTIAN GONZÁLEZ ZEPEDA
Responsable de Cartografía Digital

Equipo de Trabajo
ING. ROCÍO DEL CARMEN MOLINA AGUIRRE
ING. ZULEIMA VANESSA VALADEZ GARCÍA
ING. KAREN EUNICE CERNAS SÁNCHEZ
ING. OSCAR MIGUEL BAUTISTA ZEPEDA
ARQ. MOISÉS JOSUÉ ARAIZA AMEZCUA

CHRISTIAN ULISES VILLA VILLICAÑA

Fotografía Volcán de Colima

SEDATU

SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO