



SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de San José del Rincón 2013



Diciembre de 2013
Informe final

San José del Rincón, Estado de México



Master Planning, S.A. de C.V.

Colima 410-202 Col. Roma México, D.F. 06700 Tel. (55) 5256 2025

mp_masterplanning@yahoo.com.mx

“ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA”



Índice

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN	8
1.1. Introducción	8
1.2. Antecedentes.....	8
1.3. Objetivo.....	12
1.4. Alcances.....	12
1.5. Metodología General.....	13
1.6. Contenido del Atlas de Riesgos	14
CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	15
2.1. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación gráfica	16
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	25
3.1. Fisiografía	25
3.2. Geomorfología.....	26
3.3. Geología.....	28
3.3.1. Fallas y Fracturas	29
3.4. Edafología.....	29
3.5. Hidrografía.....	31
3.6. Cuencas y Subcuencas	33
3.7. Clima.....	35
3.8. Usos del suelo y vegetación	36
3.9. Áreas Naturales Protegidas	37
CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS	40
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.....	40
4.2. Características sociales (escolaridad, hacinamiento, población con discapacidad, marginación, pobreza)	44
4.3. Principales actividades económicas en la zona.....	50
4.4. Características de la Población Económicamente Activa	51
4.5. Reserva territorial	51
CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL	52
5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico.....	52
5.2.1. Erupciones volcánicas	52



5.2.2.	Sismos	63
	Fallas y fracturas	68
5.2.3.	Tsunamis	71
5.2.4.	Inestabilidad de laderas.....	73
5.2.5.	Flujos	77
5.2.6.	Caídos o Derrumbes.....	79
5.2.7.	Hundimientos	81
5.2.8.	Subsidencia	83
5.2.9.	Agrietamientos.....	85
5.2.10.	Erosión.....	88
5.2.11.	Riesgos, vulnerabilidad y medidas preventivas	94
5.2.	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	120
5.2.1.	Ondas cálidas y gélidas.....	121
5.2.2.	Sequías.....	123
5.2.3.	Heladas.....	124
5.2.4.	Tormentas de granizo.....	126
5.2.5.	Tormentas de nieve	128
5.2.6.	Ciclones Tropicales	128
5.2.7.	Tornados.....	129
5.2.8.	Tormentas de polvo	131
5.2.9.	Tormentas eléctricas	131
5.2.10.	Lluvias extremas.....	134
5.2.11.	Inundaciones	137
5.2.12.	Medidas preventivas.....	153



Ilustraciones

Figura 1. Localización del Municipio de San José del Rincón, Estado de México.	9
Figura 2. Esquema conceptual de la metodología.	14
Figura 3. Croquis, ejemplo de Mapa base a nivel municipal escala 1:50000	16
Figura 4. Croquis, ejemplo de Mapa base de la Cabecera Municipal escala 1:7500	17
Figura 5. Croquis, ejemplo de Mapa base de las localidades de Guarda la Lagunita y San Miguel agua Bendita, escala 1:10000	17
Figura 6. Mapa de Fisiografía del municipio de San José del Rincón	26
Figura 7. Mapa de Geomorfología del municipio de San José del Rincón	27
Figura 8. Mapa de Geología del municipio de San José del Rincón	29
Figura 9. Mapa de Edafología del municipio de San José del Rincón	30
Figura 10. Mapa de Afluentes del Río San José. Municipio de San José del Rincón	31
Figura 11. Mapa de Afluentes del Río Garatachea. Municipio de San José del Rincón	32
Figura 12. Mapa de Hidrología del municipio de San José del Rincón	33
Figura 13. Mapa de Hidrología del municipio de San José del Rincón	34
Figura 14. Mapa de Climas del municipio de San José del Rincón	35
Figura 15. Mapa de Usos del Suelo del municipio de San José del Rincón	37
Figura 16. Áreas Naturales Protegidas del municipio de San José del Rincón	39
Figura 17. Localidades del municipio según tamaño de su población, 2010.	43
Figura 18. Densidad de Población en las localidades urbanas, 2010.	44
Figura 19. Mapa de grado de marginación en el municipio de San José del Rincón, 2010.	49
Figura 20. Plano de Clasificación del Territorio	51
Figura 21. Ubicación del municipio José del Rincón dentro del CVM.	53
Figura 22. En esta figura se muestran las formaciones volcánicas pertenecientes al municipio de San José del Rincón delimitado por el polígono en color verde.	54
Figura 23. Al centro de la imagen se muestra el Cerro de Jaltepec. El cual es un domo de composición acida (alta viscosidad), que permitió su crecimiento sobre la vertical generando altas pendientes.	55
Figura 24. Tipo de erupciones volcánicas de acuerdo a su explosividad y comportamiento.	55
Figura 25. Mapa de Peligro por avalancha de escombros.	56
Figura 26. Vista hacia el sur del volcán Jocotitlán (Jo) y el municipio de San José del Rincón.	57
Figura 27. Mapa de Peligro por caída de ceniza.	58
Figura 28. Depósitos de caída de pómez en el poblado Las Rosas de hasta 7 metros de altura.	59
Figura 29. Mapa de Peligro por flujos piroclásticos.	60
Figura 30. Mapa de Peligro por Lahares.	62
Figura 31. Perfil altitudinal entre municipio y el volcán Jocotitlán.	63
Figura 32. Mapa de zonas sísmicas de acuerdo con la zona sismogeneradora en el país. El Municipio de San José del Rincón se encuentra en la zona moderada de peligrosidad sísmica	64



Figura 33. Mapa de peligros sísmicos	67
Figura 34. Muestra la tectónica regional y geodinámica (tomado de Salinas y López-Blanco 2010).	69
Figura 35. Mapa de peligros por Fallas	70
Figura 36. En la figura se ilustra cómo se genera un tsunami a partir de la actividad sísmica, sismos generados la interacción de placas o fallas tectónicas.	71
Figura 37. Mapa de peligros por Tsunamis	72
Figura 38. Ilustración de los tipos de deslizamientos.	74
Figura 39. Mapa de peligro por Deslizamientos	76
Figura 40. Mapa de peligro por Flujos	78
Figura 41. Mapa de peligro por Derrumbes	80
Figura 42. Mapa de Peligro por Hundimientos	82
Figura 43. Mapa de Peligro por Subsistencia	84
Figura 44. Mapa de Peligro por Agrietamientos	87
Figura 45. Diagrama de flujo para la elaboración del mapa de erosión de suelo del municipio de San José del Rincón.	90
Figura 46. Mapa de Peligro por Erosión	91
Figura 47. Cárcavas localizadas dentro del Barrio La Puerta San Miguel del Centro.	93
Figura 48. Mapa del trabajo de campo y los fenómenos observados en cada punto de verificación.	94
Figura 49. Mapa de Riesgos por Remoción en Masa.	100
Figura 50. Foto A, depósitos de caída de Ceniza (pómez), clastos no consolidados y pómez. Foto B depósitos de andesita y paleosuelo y Foto C tobas volcánicas y depósitos de ceniza.	102
Figura 51. Foto A, Falla a la orilla de la carretera que se está desprendiendo y avanzando aguas abajo, en la foto B se notan bloques que están por caer y hacer más grande la grieta; la foto C llantas para contener la erosión y el desprendimiento del terreno.	105
Figura 52. Laderas con alto grado de peligro Foto A y B se aprecia la costra de deslizamiento del año 2010. Foto C el deslizamiento aguas abajo, la terracería fue reconstruida.	107
Figura 53. Foto A viviendas del Paraje Las Rosas, tipo precarias asentadas a orilla de depósitos muy deleznales; foto B viviendas a lo largo de una zona inestable.	107
Figura 54. Foto A Carretera a Barrio El Lijadero-La Mesa, derrumbes en las laderas del corte de carretera, en la foto B se puede apreciar la costra del derrumbe y foto C los escombros de bloques y tierra.	109
Figura 55. Foto A Carretera estatal libre a la altura de Paraje Las Rosas, derrumbes en las laderas del corte de carretera, en la foto B y C se puede apreciar la costra del derrumbe, de peligro para los automovilistas y transporte pesado por las vibraciones que generan.	109
Figura 56. Foto A ladera del Río La Cañada con alto grado de peligro producto de un derrumbe en al año 2010, en la foto B se pueden apreciar grietas de desecación que pueden provocar derrumbes aguas debajo del camino de terracería y foto C escombros del derrumbe que se pueden volver a reactivar.	110
Figura 57. Foto A ladera derrumbada con alto grado de peligro, en la foto B se pueden apreciar un derrumbe de un tramo de avenida y foto C se aprecia un grieta que puede provocar el desprendimiento total del asfalto cerca del poblado conocido como El Cable.	110
Figura 58. La foto A y B muestra el tipo de agrietamientos en ancho y profundidad; la foto C muestra cómo se derrumban bloques de suelo debido a que son más pesados que la Pómez que se encuentra en el estrato bajo y genera que la grieta vaya creciendo, en el Barrio Pundereje Ejido El Deposito.	112



Figura 59. La foto A en La Guarda Las Canoas una grieta que daña directamente la estructura y B muestra el movimiento del terreno en San Miguel Chisda, la cancha dentro de la escuela en muy malas condiciones.	112
Figura 60. Barrio El Lijadero-La Mesa, se observan agrietamientos en la ladera y a pie de viviendas que pueden ser afectadas, en la foto B un auditorio cerca de una costra de deslizamiento.	113
Figura 61. Rellenos de arcillas donde se construyeron canchas de futbol rápido y están bajo el proceso de erosión.	114
Figura 62. Presa de malla ciclónica.	116
Figura 63. Cabeceo de cárcavas. Las cárcavas presentan un crecimiento constante en área y profundidad hacia aguas arriba, disminuyendo con esto el área útil del suelo y en algunos casos poniendo en peligro las construcciones que se encuentran en las zonas vecinas.	117
Figura 64. Terrazas de formación paulatina. Son estructuras de defensa, que generalmente consisten en una zona de captación y un promontorio, que se construyen transversalmente a la pendiente del terreno.	118
Figura 65. Una práctica que ha cobrado impulso en los últimos años, es la denominada agroforestal, que básicamente consiste en sembrar barreras de árboles o arbustos, espaciadas unos metros (4 m a 10 m), y en el espacio que queda entre ellas se siembran cultivos (SMA-GEM, 2008).	119
Figura 66 Esquema de peligros hidrometeorológicos	120
Figura 67. Nivel de Peligro por Ondas Cálidas	122
Figura 68. Nivel de Peligro por Sequia Meteorológica	124
Figura 69. Mapa de Heladas	126
Figura 70. Mapa de Granizo	127
Figura 71. Mapa de Tormentas de Nieve	128
Figura 72 Ciclones tropicales en México (las líneas indican el número de ciclones tropicales promedio que se presentan cada año).	129
Figura 73. Mapa de Peligro por Tornado	130
Figura 74. Mapa de Peligro por Tormentas de Polvo	131
Figura 75. Ubicación de Estaciones Meteorológicas en el Municipio de San José del Rincón	132
Figura 76. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas	133
Figura 77. Mapa de Precipitación Media anual en mm.	134
Figura 78. Mapa de Precipitación	136
Figura 79. Vivienda en zona inundable en San Onofre. Los pilares anti inundación de la vivienda en la ilustración denotan más de 2m de tiro de agua en este punto.	137
Figura 80. Delimitación de zonas inundables en ArcView 3.2	138
Figura 81. Inundaciones ribereñas	139
Figura 82. Escurrimiento cerca de La Puerta San Miguel del Centro hacia la presa Brockman (14 Q 385837.82 m E 2181047.03 m N), tiene un peligro medio-alto de inundaciones repentinas. Ver rocas en el cauce.	139
Figura 83. En la mayor parte de la Cabecera municipal no hay peligro de inundación debido a sus pendientes que no permiten que el agua se estanque.	140
Figura 84. Mapa de pendientes de San José del Rincón.	140
Figura 85. Zonas inundables en San José del Rincón	141
Figura 86. Localidad de El Pintal afectado por avenidas repentinas del río del mismo nombre.	142
Figura 87. Mapa de avenidas repentinas.	142



Figura 88. Zonas inundables según atlas de riesgos San José del Rincón CAEM 2008	143
Figura 89. Perfil de elevación desde la punta del cerro Jaltepec (A) hasta el sur de Agua Bendita (A'). Nótese en desnivel en el punto más bajo correspondiente al río La Purísima.	144
Figura 90. Vista de zona inundable. San Onofre Centro.	145
Figura 91. Zona de inundación desde San Francisco de La Loma hasta el Llano San Miguel del Centro.	145
Figura 92. Mapa de inundaciones (repentinas y por desbordamiento) en la cabecera municipal	146
Figura 93. Zona inundable en la Soledad.	147
Figura 94. Vista del río San José. Puente en la entrada de la cabecera.	147
Figura 95. Zona inundable al sur de la cabecera municipal a la altura de la secundaria V. Gómez Farías (alcantarilla de arroyo tributario al San José que agudiza la acumulación de agua)	147
Figura 96. Mapa de inundaciones en la localidad de Agua Bendita.	148
Figura 97. Vivienda en zona baja, junto a cauce en Ejido La Soledad.	149
Figura 98. Cauce de río en zona deprimida al sur del municipio	149
Figura 99. Cauce de río en zona deprimida al sur del municipio (río Los Lobos) y vivienda en zona de riesgo.	150
Figura 100. Cauce de río en zona deprimida al sur del municipio (río Los Lobos)	150
Figura 101. Cauce de ríos Chocoti y Purungueo.	151
Figura 102. Cauce de río en zona deprimida al oriente del municipio (río La Purísima).	151
Figura 103. Cauce de río en zona deprimida al sur del municipio.	152

Gráficas

Gráfica 1.- Municipio de San José del Rincón. Crecimiento demográfico 2005-2010 y estimaciones al 2030.	40
Gráfica 2.- Municipio de San José del Rincón. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, 2005 - 2010.	41

Cuadros

Cuadro 1. Contenido del Atlas de Riesgos Naturales	14
Cuadro 2. Fisiografía del municipio de San José del Rincón	25
Cuadro 3. Geomorfología del municipio de San José del Rincón	27
Cuadro 4. Geología del municipio de San José del Rincón	28
Cuadro 5. Edafología del municipio de San José del Rincón	30
Cuadro 6. Cuencas y subcuencas, Municipio de San José del Rincón	34
Cuadro 7. Usos de suelo, Municipio de San José del Rincón	36
Cuadro 8. Áreas Naturales Protegidas, Municipio de San José del Rincón	38
Cuadro 9. Mortalidad en San José del Rincón, 2010.	41
Cuadro 10. Población del municipio según tamaño de la localidad, 2010.	42



Cuadro 11. Localidades según Grado de Marginación, 2005.	46
Cuadro 12. Sismos de mayor magnitud en el estado de México	65
Cuadro 13. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	66
Cuadro 14. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	75
Cuadro 15. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	79
Cuadro 16. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	92
Cuadro 17. Clasificación de riesgo de acuerdo a los valores de vulnerabilidad y peligros encontrados en San José del Rincón, Estado de México.	98
Cuadro 18. Localidades con Riesgo Alto, Medio y Bajo.	99
Cuadro 19. Registro de temperaturas máximas	121
Cuadro 20. Registro de Heladas	124
Cuadro 21. Registro de Granizo por Estación Meteorológica	127
Cuadro 22. Registro de tormentas eléctricas por estación meteorológica	133



CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

El presente Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de San José del Rincón se inscribe dentro del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU).

Este instrumento brindará a las autoridades municipales el insumo básico para diseñar y definir las estrategias y proyectos pertinentes en el territorio ante posibles contingencias; también coadyuvará a la planeación, elaboración e implementación de acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad de la población frente a amenazas de diversos orígenes y mejorar la calidad de vida en zonas específicas del municipio, permitiendo identificar a la población en condición de riesgo

Para ello, el Atlas incorpora información geográfica de los riesgos de origen natural que se presentan en el municipio, para identificar zonas expuestas a peligro y definir las características de la población y sus viviendas ubicadas en estas zonas.

En primera instancia, se presenta el universo de los fenómenos que integran al peligro (agente perturbador), entendiéndose como el sistema capaz de originar calamidades que pueden impactar a la comunidad y su entorno. Los agentes perturbadores considerados en el estudio, incluyen los fenómenos de origen geológico e hidrometeorológico.

Los fenómenos geológicos consideran: la sismicidad; el deslizamiento; el colapso de suelos; los hundimientos y agrietamientos. Dentro de los fenómenos hidrometeorológicos se incluyen: las lluvias torrenciales; las granizadas y nevadas; las inundaciones y flujos de lodo; las tormentas eléctricas; las temperaturas extremas y la erosión.

Asimismo, se vinculan los peligros con las repercusiones que éstos tendrían en el Municipio de San José del Rincón, que puede ser siniestrado por diversos peligros en más de un sentido, por lo que este trabajo aborda a la población afectada como un todo, denominado como el sistema afectable (éste comprende a la población, sus bienes y el ecosistema). Para determinar el riesgo, se identifican las condiciones socioeconómicas de las familias y las viviendas emplazadas en las zonas consideradas críticas por el Atlas.

1.2. Antecedentes

El Municipio de San José del Rincón se localiza en la porción Noroeste del Estado de México, en la Región II Atlacomulco integrada por 16 Municipios. Su territorio se ubica al interior de las coordenadas extremas 100°0'52" y 100° 33'19" de longitud oeste; y los 19°33'19" y 19° 40' 20" de latitud norte, con una altura que va de los 2,500 a los 3,700 m.s.n.m. en tanto que la Cabecera Municipal se ubica a los 19°39'39" de latitud norte y los 100°09'09" de longitud oeste.

Consta de una superficie de 494.917 kilómetros cuadrados, representando el 2.18 % de la superficie del Estado de México, lo que lo ubica en el 8º lugar a nivel estatal. Colinda al norte con el Estado de Michoacán de Ocampo y los municipios de El Oro y San Felipe del Progreso; al este con los municipios de San Felipe del Progreso y Villa Victoria; al sur con los municipios de Villa Victoria y Villa de Allende; al oeste con el Estado de Michoacán de Ocampo.



Figura 1. Localización del Municipio de San José del Rincón, Estado de México.



Fuente: Elaboración propia con base en información del IGECEM.

Administrativamente el Municipio de San José del Rincón está conformado por su cabecera municipal, San José del Rincón Centro con la categoría de Pueblo; asimismo en la demarcación municipal se cuenta con 132 Localidades / Delegaciones y con 53 Núcleos Ejidales de conformidad con el listado siguiente:

A. Pueblos

1. San José del Rincón Centro

B.- Localidades / Delegaciones

- | | | |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Agua Zarca Pueblo Nuevo | 45. Concepción Del Monte | 89. Los Lobos Segunda Sección |
| 2. Barrio Canoas Guarda La Lagunita | 46. Concepción La Venta | 90. Minita Del Cedro I |
| 3. Barrio Canoas San Felipe de Jesús | 47. Ejido El Consuelo | 91. Minita Del Cedro Ii |
| 4. Barrio Chivatí La Mesa | 48. Ejido La Soledad | 92. Monte Alto |
| 5. Barrio El Calvario Concepción La Venta | 49. Ejido Los Pintados | 93. Palo Amarillo |
| 6. Barrio El Fresno El Depósito | 50. El Cable Ejido El Depósito | 94. Pancho Maya |
| 7. Barrio El Lijadero La Mesa | 51. El Capulín San Miguel Del Centro | 95. Pathe Mula De Los Cedros |
| 8. Barrio El Llano de Las Rosas | 52. El Huizache | 96. Providencia Ejido El Depósito |
| 9. Barrio El Llano Grande Jaltepec | 53. El Porvenir | 97. Purungueo |
| 10. Barrio El Llano San Juan Palo Seco | 54. El Puente Barrio De Las Rosas | 98. Ramejé Ejido El Depósito |
| 11. Barrio El Ocho El Pintal | 55. El Salto La Venta | 99. Ranchería De Los Dolores |
| 12. Barrio El Pintado Pueblo Nuevo | 56. El Valerio | 100. Ranchería Las Rosas |
| 13. Barrio El Pintal El Depósito | 57. Estación La Trinidad | 101. Ranchería Los Pintados |
| 14. Barrio El Quelite Pueblo Nuevo | 58. Fábrica Concepción | 102. Rancho El Guarda Ejido |
| 15. Barrio El Rancho Jaltepec | 59. Fábrica Pueblo Nuevo | 103. Rosa De La Palma |
| 16. Barrio El Tepetate Guarda de San Antonio Buenavista | 60. Falda Loma | 104. Rosa De Palo Amarillo |
| 17. Barrio El Toril Ejido La Soledad | 61. Garatachea | 105. Sabaneta Quintana |



B.- Localidades / Delegaciones

18. Barrio Fundereje El Depósito	62. Guadalupe Buenavista	106. San Antonio Palo Seco Barrio La Mesa
19. Barrio La Magdalena San Juan Palo Seco	63. Guadalupe Chico	107. San Antonio Pueblo Nuevo
20. Barrio La Mesa La Lagunita	64. Guadalupe Del Pedregal	108. San Felipe De Jesús
21. Barrio La Palma El Depósito	65. Guadalupe Del Pedregal La Palma	109. San Francisco De La Loma
22. Barrio Las Escobas del Agua San Jerónimo de Los Dolores	66. Guadalupe Las Cabras	110. San Francisco De La Loma Segunda Sección
23. Barrio Las Rosas San Miguel del Centro	67. Guarda De Guadalupe	111. San Francisco Solo
24. Barrio Loma Bonita Guarda La Lagunita	68. Guarda De San Antonio Buenavista	112. San Isidro La Trinidad
25. Barrio Loma Grande San Antonio Pueblo Nuevo	69. Guarda La Lagunita El Pueblito	113. San Jerónimo De Los Dolores
26. Barrio Los Cedros San Juan Palo Seco	70. Guarda La Lagunita El Potrero	114. San Jerónimo Pilitas
27. Barrio Puenteillas El Depósito	71. Guarda San Antonio Plaza De Gallos	115. San Joaquín Del Monte
28. Barrio Rosa San Antonio Concepción Del Monte	72. Jaltepec	116. San Joaquín Lamillas
29. Barrio San Antonio El Depósito	73. Jesús Carranza	117. San José Del Rincón Ejido
30. Barrio San Bartolo Guarda La Lagunita	74. La Chispa	118. San Juan Evangelista Fracción X
31. Barrio San Diego Pueblo Nuevo	75. La Cuadrilla San Miguel Del Centro	119. San Juan Palo Seco Centro
32. Barrio San Joaquín Lamillas	76. La Curva El Depósito	120. San Miguel
33. Barrio San Ramón Las Rosas	77. La Esperanza	121. San Miguel Agua Bendita
34. Barrio Santa Ana Pueblo Nuevo	78. La Mesa	122. San Miguel Chisda
35. Barrio Santa Cruz Pueblo Nuevo	79. La Puerta San Miguel Del Centro	123. San Miguel Del Centro
36. Barrio Santa Juanita El Depósito	80. La Soledad El Guarda	124. San Onofre Centro
37. Buenavista Casablanca	81. La Trampa Chica	125. San Onofre Ejido
38. Buenavista Casablanca Ejido	82. La Trampa Grande	126. Sanacoche Centro
39. Cañada Del Sauco	83. La Trinidad Concepción	127. Sanacoche Ejido
40. Cedro De La Manzana	84. Las Rosas	128. Santa Cruz Del Rincón
41. Cevatí	85. Loma Del Cedro El Depósito	129. Santa Cruz Del Tejocote
42. Cieneguillas	86. Loma Del Cedro Segunda Sección	130. Santiago Gigante Jaltepec
43. Colonia Benito Juárez	87. Loma Del Rancho	131. Yondece Del Cedro
44. Colonia Emiliano Zapata Ampliación La Mesa	88. Los Lobos Centro	132. Yondece El Grande



C.- Núcleos Ejidales

1. Buenavista Casablanca	19. Jesús Carranza	37. San Antonio Pueblo Nuevo
2. Cañada Del Saúco	20. La Chispa	38. San Juan Evangelista Fracción X
3. Cedro De La Manzana	21. La Esperanza	39. San Felipe De Jesús
4. Concepción La Venta	22. La Loma Del Rancho	40. San Francisco De La Loma
5. Concepción Del Monte	23. La Mesa	41. San Francisco Solo
6. El Calvario De Guadalupe (Guadalupe Del Pedregal)	24. La Mesa Cuarta Ampliación Colonia Emiliano Zapata	42. San Jerónimo De Los Dolores
7. El Consuelo	25. La Soledad	43. San Jerónimo Pilitas
8. El Depósito	26. La Trampa	44. San Joaquín Del Monte
9. El Guarda	27. La Trinidad Concepción	45. San Joaquín Lamillas
10. El Valerio	28. Las Rosas	46. San José Del Rincón
11. Fábrica Concepción	29. Los Lobos	47. San Miguel Agua Bendita
12. Fábrica Pueblo Nuevo	30. Los Pintados	48. San Onofre Ejido
13. Falda Loma	31. Minita Del Cedro	49. Sanacoche
14. Guadalupe Buenavista	32. San Juan Palo Seco	50. Santa Cruz Del Rincón
15. Guadalupe Chico	33. Pathe Mula De Los Cedros	51. Santa Cruz Del Tejocote
16. Guarda De San Antonio Buenavista	34. Rosa De La Palma	52. Yondece Del Cedro
17. Guarda La Lagunita	35. Rosa De Palo Amarillo	53. Yondece El Grande
18. Jaltepec	36. Sabaneta Quintana	

Fuente: Bando Municipal 2013.

El presente Atlas tiene su fundamento legal a nivel federal en los artículos 1°, 3°, 4°, 9°, 10o, 83°, 84°, 85°, y 86° de la Ley General de Protección Civil.

Respecto a la Legislación Estatal, destacan los Artículos 6.1, 6.2 y 6.3, 6.4, 6.6 y 6.7, del Libro Sexto del Código Administrativo del Estado de México; y 2o, 3° y 8° del Reglamento del Libro Sexto del Código Administrativo del Estado de México, así como los Artículos 31, Fracción XXI Quáter y 81 TER de la Ley Orgánica Municipal del Estado de México.

De acuerdo con el Atlas de Riesgos del Estado de México, el grado de riesgo por actividad sísmica en el territorio municipal va de bajo a medio, en tanto que el Municipio no presenta actividad volcánica aunque dentro del territorio municipal existen cinco aparatos volcánicos inactivos.

Por su parte, en el Atlas de Riesgos del Municipio de San José del Rincón se registra que en el Oeste y Norte del Municipio específicamente en la Sierra Rancho Verde y Sierra El Campanario se presentan fracturas, presentando zonas de riesgo en las comunidades de El Depósito Puenteillas, El Depósito, San Juan Palo Seco, El Depósito Providencia, Los Lobos, Las Canoas y San Felipe de Jesús. Existe también una fractura que corre en dirección Norte – Sur en las cercanías de la Cabecera Municipal, en su parte Oeste y en la parte Norte se localizan dos fallas geológicas cerca de la comunidad de San Miguel del Centro y otra en la localidad de Guarda La Lagunita.

En cuanto a deslizamientos de tierra el Municipio es propicio a este tipo de fenómenos debido a sus condiciones climáticas y su geomorfología sobre todo en temporada de lluvias, generando vulnerabilidad para la población y afectando también a la infraestructura carretera y la red de agua potable. Las localidades con riesgo de este tipo de fenómenos son el Barrio San Juan, Barrio El, Pintado, Los Pintados, Jaltepec, La Soledad Ejido, La Chispa, Cañada Del Saucó, Rameje, San José Del Rincón Ejido, Fundereje, El



Valerio, Los Lobos, Barrio La Mesa, San Miguel Agua Bendita, Palo Amarillo y La Trinidad Concepción, en las que se registra un total de 245 viviendas vulnerables.

En lo concerniente a erosibilidad, la erosión que presenta el Municipio se caracteriza por ser de nivel medio y severo.

En cuanto a los peligros hidrometeorológicos y de acuerdo con el citado Atlas, en el municipio se presentan granizadas anualmente con una frecuencia de 0 a 1 día en el 68.90% de la superficie municipal; de 2 a 3 días en el 23.32%; de 4 a 5 en el 7.58%, y de 5 a 7 días en el 0.20% restante; se presentan principalmente en las zonas de mayor altitud y resultan perjudiciales para las cosechas. La frecuencia con la que se presentan las heladas se da de la siguiente manera: de 60 a 79 días, afectando al 0.80% del territorio; de 80 a 99 días al 45.80%; de 100 a 119 días al 27.24%; de 120 a 139 días al 22.67%, y de 140 a 159 días al 3.49% del territorio restante.

Respecto a los peligros por inundaciones, estos se registran en las orillas de los ríos el Pintal, Los Lobos, Arroyo Grande y Jaltepec por lo que se recomienda evitar el desarrollo urbano en estas zonas. En particular se tiene registro de afectación en un total de 78 viviendas en las localidades de San Miguel Agua Bendita, San Joaquín Lamillas, Santa Cruz Del Rincón, San Antonio Pueblo Nuevo, Las Tinajas y Guadalupe Del Pedregal.

1.3. Objetivo

Contar con un documento de análisis espacial que diagnostique, pondere y detecte los peligros naturales y la vulnerabilidad presentes en el municipio de San José del Rincón, a través de criterios estandarizados, catálogos y bases de datos homologadas, compatibles y complementarias para generar zonificaciones y cartografía de riesgos, a fin de contar con una herramienta que sirva de base para la adopción de estrategias territoriales y el diseño de medidas y acciones de prevención de desastres y reducción de riesgos.

1.4. Alcances

El Atlas de Peligros Naturales de San José del Rincón, previo análisis-síntesis de la situación de peligros y riesgos ocasionados por eventos naturales en conjunción con las variables de vulnerabilidad del sistema afectable, identificará por medio de mapas y cuantificará por medio de tablas y descripciones analíticas dentro del texto, la afectabilidad del municipio ante distintos fenómenos de la naturaleza.

Los alcances que tendrá el presente documento se apegarán a las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2013 de la SEDATU tanto en la elaboración de cartografía, sus diccionarios de datos y metadatos como en el tipo de documento técnico en donde se describa el atlas de riesgos con antecedentes e introducción, determinación de la zona de estudio, caracterización de los elementos del medio natural y de los elementos sociales, económicos y demográficos y por último se realizará la parte central de este documento que consiste en la identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural. Adicionalmente se incluirán en un documento anexo los metadatos, memoria fotográfica, fichas de campo, glosarios, bibliografía y demás información de apoyo empleada para la conformación de este documento.

En particular se realizarán las actividades siguientes:

- Recopilar la información cartográfica y georeferenciarla en un mapa base.
- Incorporar información reciente e histórica sobre la ocurrencia de desastres o situaciones de peligro en el municipio.
- Delimitar, zonificar y ponderar las zonas de peligros hidrometeorológicos y geológicos presentes en el municipio.
- Recabar información sobre las características de la población y las viviendas ubicadas en zonas de peligro.



- Estimar los niveles de vulnerabilidad de cada peligro y definir las zonas de riesgos, peligros y vulnerabilidad.
- Identificar las zonas de conflicto, en las que la ocupación y el aprovechamiento del suelo resulten incompatibles con los riesgos detectados.
- Identificar las medidas preventivas y acciones de mitigación por tipo de peligro y elaborar una matriz de corresponsabilidad de las obras y acciones de mitigación propuestas.

Cabe señalar que la fuente inicial de información la constituye el “Atlas de Riesgos San José del Rincón”, elaborado bajo la metodología establecida por la Dirección General de Protección Civil del Gobierno del Estado de México y el Ayuntamiento de San José del Rincón en el año 2009.

Por su parte, dada la escala de trabajo del Atlas de Riesgos del Estado de México, se tomará como referencia para localizar los fenómenos naturales que pueden afectar grandes zonas, tales como la sismicidad o las temperaturas extremas.

1.5. Metodología General

El presente Atlas se desarrolló utilizando de manera general la siguiente metodología:

Identificación de peligros

- Compilación y análisis del contenido de la documentación hemerográfica, técnica y científica disponible en relación a la incidencia previa de contingencias en el municipio.
- Detección de información útil para la identificación de peligros en el municipio que se encuentre incluida en estudios, diagnósticos y mapas de riesgo ya existentes.
- Identificación primaria de los peligros naturales (geológicos, e hidrometeorológicos) existentes, así como sus orígenes y componentes.
- Reconocimiento en campo e identificación de los niveles de peligros a través de sistemas de geoposicionamiento global para la georreferenciación de los peligros.
- Identificación complementaria de otros peligros concurrentes en el municipio, así como sus orígenes, componentes y causas.

Diagnóstico de Riesgos

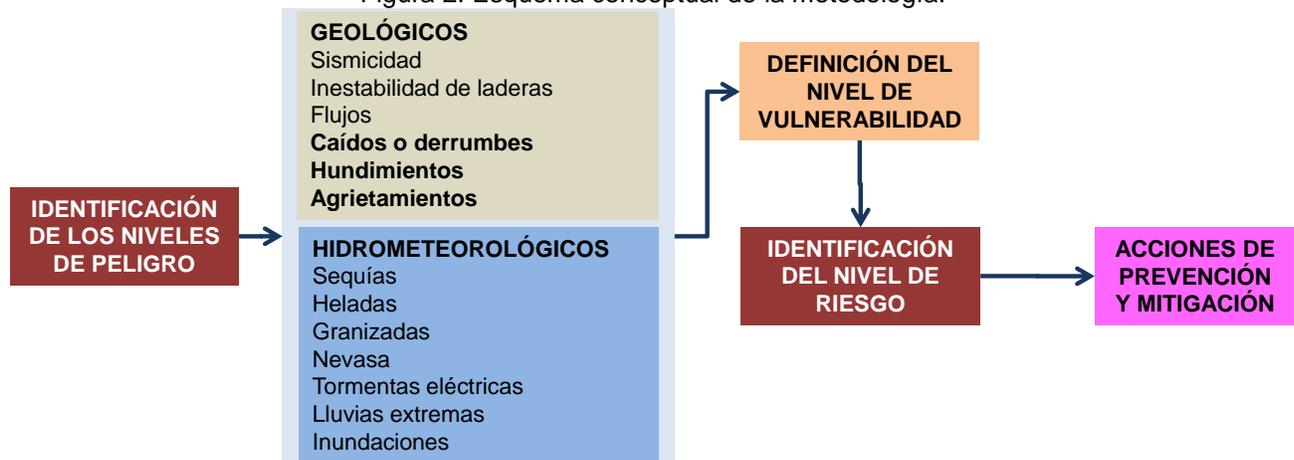
- Una vez delimitadas las zonas de peligro se realizará una estimación del nivel de vulnerabilidad de la población ante cada una de las amenazas.
- La determinación de los niveles de vulnerabilidad de la población, será realizada considerando como elemento base de análisis los aspectos socioeconómicos de las familias y la calidad de los materiales de la vivienda.
- Obtenida la vulnerabilidad y el nivel de peligro se realizará la estimación del riesgo y se clasificarán las zonas por riesgos, peligros y vulnerabilidad.
- Se delimitarán Zonas de Riesgo Mitigable y Zonas de Riesgo no Mitigable, según tipo de peligro, partiendo de considerar el riesgo como mitigable cuando su reducción o minimización aparece como un proceso factible o alcanzable mediante la ejecución de medidas de prevención definidas según sea el caso; las áreas de riesgo no mitigable representan espacios donde el asentamiento humano no debe permitirse, dado que cualquier medida de mitigación es físicamente inadmisibles o financieramente inviable.



Sistema de Información Geográfica de Riesgos

- Con base en la información vectorial y raster se realizará una estandarización y homogenización de la información, para proporcionar una serie de mapas georreferenciados, ligados a una base de datos que pueda ser actualizada, y accesibles para su consulta en formato de imagen.

Figura 2. Esquema conceptual de la metodología.



Fuente: Elaboración propia a partir de SEDESOL. Metodología de los Atlas de Riesgos.

1.6. Contenido del Atlas de Riesgos

El contenido del presente documento se enmarca en el capitulado que marcan las citadas Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDATU y se menciona en la siguiente tabla.

Cuadro 1. Contenido del Atlas de Riesgos Naturales

CAPÍTULO 1. Antecedentes e introducción	Introducción Antecedentes Objetivo Alcances Metodología General Contenido del Atlas de Riesgos
CAPÍTULO 2. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica	Determinación de niveles de análisis y escalas de representación gráfica
CAPÍTULO 3. Caracterización de los elementos del medio natural	Fisiografía Geomorfología Geología Edafología Hidrografía Cuencas y subcuencas Clima Usos del suelo y vegetación Áreas Naturales Protegidas



CAPÍTULO 4. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	Elementos demográficos Características sociales Principales actividades económicas en la zona Reserva territorial
CAPÍTULO 5. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico Erupciones volcánicas Sismos Inestabilidad de laderas Flujos Caídos o derrumbes Hundimientos Agrietamientos Riesgos, vulnerabilidad y medidas preventivas
	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico Ondas cálidas y gélidas Sequías Heladas Tormentas de granizo Tormentas de nieve Ciclones tropicales Tornados Tormentas polvo Tormentas eléctricas Lluvias extremas Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres Riesgos, vulnerabilidad y medidas preventivas
CAPÍTULO 6. Anexo	Glosario de Términos Bibliografía Cartografía empleada Metadatos Fichas de campo Nombre de la consultoría y personas que elaboran el Atlas

CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

En este apartado se establecerán los niveles geográficos de aproximación a la problemática municipal del peligro o riesgo. Se definirán, por medio de aproximaciones y condiciones específicas de las localidades estudiadas. A continuación se explica cómo se llegó a los niveles escalares propuestos en el presente atlas de riesgos.

La determinación de la zona de estudio, es un instrumento técnico geográfico que determina las áreas de tratamiento para desarrollar las acciones de nivel territorial que permitan configurar y delimitar representaciones territoriales óptimas. Para la elaboración del mapa de zonificación, se realizó una evaluación integrada de las zonas de peligro y unidades geográficas funcionales; dentro de un análisis de



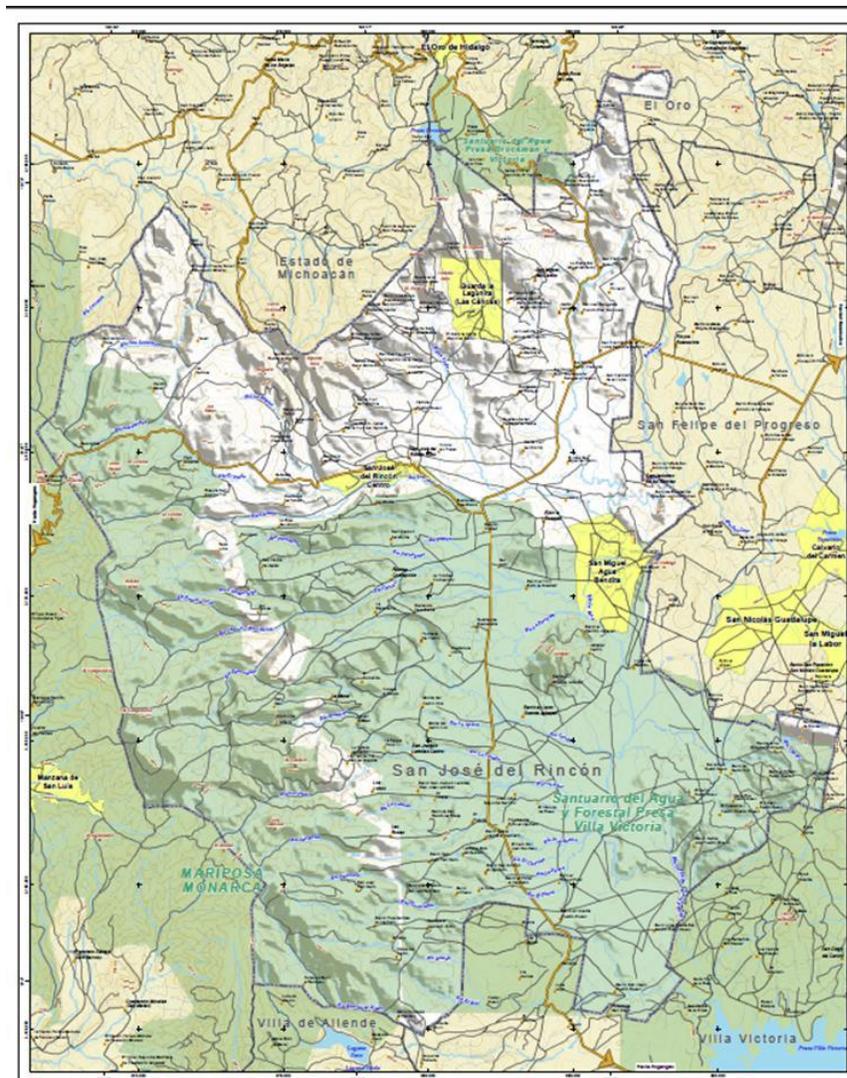
superposición que incluye el mapa base en conjunción con los diferentes temas que se abordarán en el atlas.

2.1. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación gráfica

La metodología utilizada para la determinación de las escalas de representación gráfica del presente atlas, ha sido estructurada a partir de la aplicación de métodos y técnicas de análisis y la organización territorial, cuya finalidad es definir y delimitar y/o redelimitar el número apropiado de niveles y escalas de estudio.

San José del Rincón es un municipio con características geográficas de superficie y forma que hacen posible el estudiarlo integralmente en escala a 1:50,000 para representaciones cartográficas impresas en 90cm por 60cm, como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 3. Croquis, ejemplo de Mapa base a nivel municipal escala 1:50000



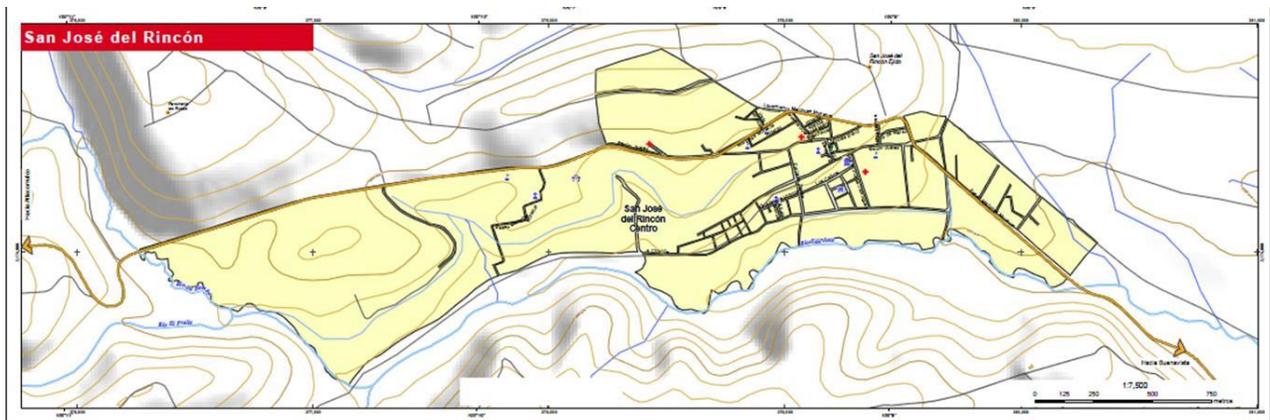
Fuentes: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.



En áreas que son potencialmente susceptibles a ser afectadas por algún tipo de evento o fenómeno natural, lo cual las hace vulnerables, se orientará la zonificación hacia áreas susceptibles y a la evaluación de niveles de vulnerabilidad por fenómenos naturales, por lo que a partir del mapa base municipal se analizarán las características propias del territorio municipal en relación con sus condiciones y propensión a ser impactado por alguno de los fenómenos naturales que se especificarán más adelante. Con base a este nivel de análisis, la representación cartográfica será adecuada a cada una de las condiciones mencionadas para visualizar los fenómenos desde una perspectiva a mayor detalle que será expresada gráficamente en el espacio con mapas a nivel centro de población en los que se emplearán escalas 1:10,000 o mayores.

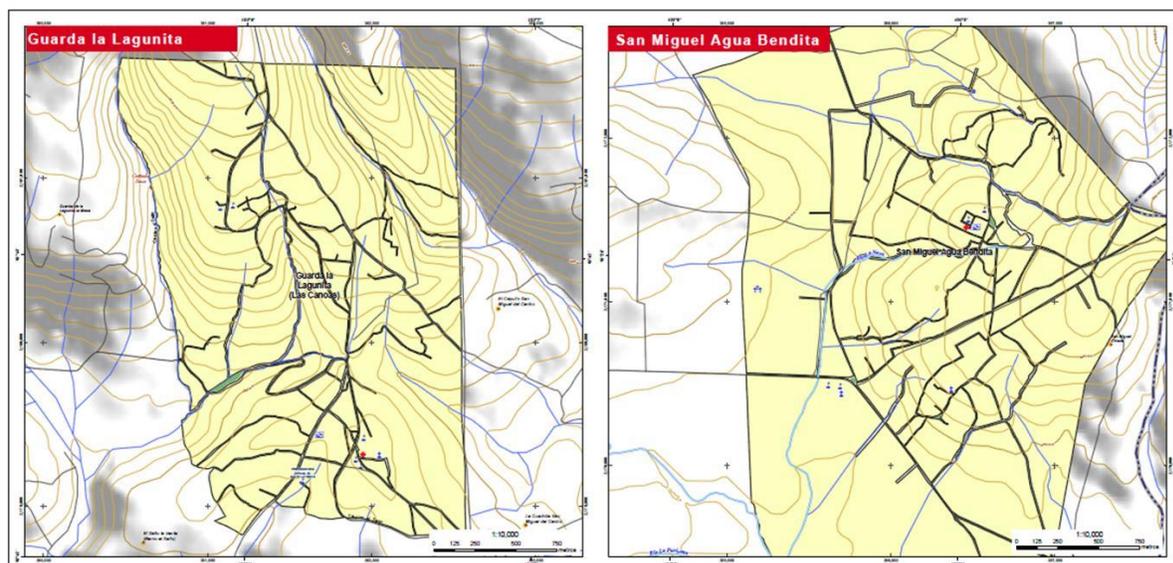
En las figuras siguientes se ilustra el nivel de los mapas urbanos en el que se puede representar a nivel de manzanas el peligro o riesgo de la población ante determinados fenómenos, con este nivel de detalle se permitirá establecer bases para futuros estudios de riesgo y también para evaluar otras áreas con características semejantes además de localizar de forma puntual las obras propuestas para mitigar la vulnerabilidad del sistema afectable.

Figura 4. Croquis, ejemplo de Mapa base de la Cabecera Municipal escala 1:7500



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

Figura 5. Croquis, ejemplo de Mapa base de las localidades de Guarda la Lagunita y San Miguel Agua Bendita, escala 1:10000



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.



En lo referente a la profundidad del estudio, se le dio mayor detalle en las temáticas que representan mayor riesgo para la zona de estudio.

Los siguientes datos muestran el nivel de análisis que se realizarán en el presente Atlas de acuerdo con las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo de la SEDATU.

Fallas y fracturas

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Determinación de la Presencia del fenómeno perturbador fallas y fracturas. Reconocimiento del sitio en cuestión, en busca de evidencia de la presencia de fracturas-fallas, mediante caminamientos en sus tres dimensiones (largo, ancho y profundidad).	Las evidencias suelen presentarse en calles, banquetas, guarniciones, bardas, casas habitación, líneas de conducción y otras obras civiles.; en paredes de cortes de terreno en barrancas, caminos, zanjas, etcétera, donde pueden apreciarse diferentes capas geológicas, con la traza de estas estructuras.
Escala inicial de trabajo: 1:50000	

Sismos

NIVEL 3 MÉTODO	EVIDENCIAS
Ubicación de la zona en cuestión en el Mapa de Periodos de Retorno para Aceleraciones de 15% de g o Mayores. Aplicando este nivel de análisis se determinará el periodo promedio de repetición de una aceleración mínima que puede producir daños importantes a las construcciones. Si se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos del sismo, pueden definirse prioridades para estudios específicos de seguridad estructural, actualización de reglamento de construcción, etcétera.	La ubicación de la zona en cuestión en este mapa, dará evidencia del periodo de retorno esperado en años, de un sismo que genere aceleraciones mayores o iguales a 15% de g, que pueda generar serios daños en construcciones.
Escala inicial de trabajo: 1:50000	



Inestabilidad de laderas (Deslizamientos)

NIVEL 4. MÉTODO	EVIDENCIAS
Perfiles de pendiente: análisis geométrico de perfiles longitudinales de las laderas y macizos montañosos en los cuales se revisan los cambios en la forma y las rupturas de pendiente.	Cartografía regional de PRM a escala, 1:50,000 o mayores Diseño e implementación de sistemas de información geográfica.
Escala inicial de trabajo: 1:10000	

Flujos (lodo, tierra y suelo, avalancha de detritos, creep, lahar)

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Evaluación e ocurrencia de procesos Los procesos relacionados con diferentes tipos de flujos presentan una morfología especial en el territorio, la cual puede ser observada y cartografiada. Los mapas que ayudan en el estudio de los flujos son los siguientes: <ul style="list-style-type: none">- Carta altimétrica- Carta de pendientes- Carta geomorfológica	Las principales evidencias se encuentran en la deformación del terreno que es susceptible a la ocurrencia de diferentes tipos de flujos. Los perfiles generales del terreno presentan características distintivas tales como: Pendientes pronunciadas Materiales inestables Suelos con alta capacidad de retención de agua Importantes fuentes de agua que permiten la saturación del suelo (Precipitación, manantiales, corrientes perennes de agua, fugas de agua, erupciones con altas concentraciones de vapor de agua). Cartografía a detalle de los procesos. Registros fotográficos.
Escala inicial de trabajo: 1:10000	



Caídos o derrumbes

NIVEL 4. MÉTODO	EVIDENCIAS
Perfiles de pendiente: análisis geométrico de perfiles longitudinales de las laderas y macizos montañosos en los cuales se revisan los cambios en la forma y las rupturas de pendiente.	Cartografía regional de derrumbes a escala, 1:50,000 o mayores Diseño e implementación de sistemas de información geográfica.
Escala inicial de trabajo: 1:10000	

Hundimientos

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Cartografía general de hundimientos: levantamiento general de infraestructura dañada y se registra en un mapa con escala a detalle.	Información de antecedentes de estudios realizados. Mapas con información de zonas de hundimientos, agrietamientos, deformación de la superficie. Fichas de registro de la información levantada en campo. Fotografías que muestren: Escarpes rocosos, sobreescarpado, procesos de socavamiento en la base del escarpe, eventos anteriores.
Escala inicial de trabajo: 1:10000	



Erosión

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
<p>Modelo Cualitativo de Erosión-Deposición.</p> <p>Se utiliza para suelos cultivados, se basa en el principio que explica que la erosión es más activa que la edafización lo que provoca la desaparición de los horizontes superficiales del perfil en las partes altas de las laderas y en las zonas de acumulación en la base.</p>	<p>Cartografía base, mapas topográficos con diferentes escalas.</p> <p>Cartografía geomorfológica temática:</p> <p>Carta de pendientes</p> <p>Carta de sistemas de drenaje</p> <p>Carta de profundidad de la disección</p> <p>Carta de densidad de la disección</p> <p>Valoración de la pérdida de la cobertura vegetal.</p> <p>Verificación del aumento de flujos de agua en las corrientes fluviales</p> <p>Verificación de la disminución de filtración de agua (abatimiento de mantos freáticos).</p>
Escala inicial de trabajo: 1:50000	

Temperaturas máximas extremas (ondas cálidas y gélidas)

NIVEL 2. MÉTODO	EVIDENCIAS
<p>Gradientes térmicos verticales: se Identificó el gradiente térmicos considerando las diversas altitudes del terreno.</p> <p>Trazar isotermas tomando en cuenta también zonas de solana y de umbría, así como de sotavento y barlovento.</p> <p>Identificar las vertientes expuestas al sol, a la sombra, a la humedad y a la relativa aridez.</p>	<p>Mapa de gradientes térmicos.</p> <p>Mapa de zonas de probabilidad de temperaturas extremas.</p>
Escala inicial de trabajo: 1:50000	



Sequías

NIVEL 2. MÉTODO	EVIDENCIAS
<p>Determinar los porcentajes de sequía intraestival (disminución de las lluvias durante el verano) de acuerdo a método de Pedro Mosiño y Enriqueta García, el cual consiste en la utilización de cuatro ecuaciones que representan los grados de sequía.</p> <p>Se usan datos de precipitación media mensual, con preferencia de mayo a octubre. Elaborar gráficas para identificar el comportamiento de la sequía intraestival.</p>	<p>Gráficas de comportamiento de la sequía intraestival.</p> <p>Mapa de grados de intensidad de la sequía intraestival.</p>
Escala inicial de trabajo: 1:50000	

Masas de aire. Heladas

NIVEL 2. MÉTODO	EVIDENCIAS
<p>Temperaturas mínimas extremas: con una base de datos climatológicos con los valores medios de las temperaturas iguales o inferiores a 0°C, de cada una de las estaciones meteorológicas de la región en estudio.</p>	<p>Datos meteorológicos diarios, mensuales y anuales de las estaciones de un estado, una región o de un municipio. Climatológicas de la zona de estudio, considerando las estaciones más cercanas y con mejor calidad de la información.</p> <p>Mapa con valores medios mensuales o anuales, y las isotermas para mostrar su distribución espacial.</p> <p>Mapa de distribución de heladas.</p>
Escala inicial de trabajo: 1:50000	



Masas de aire. Nevadas

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Visualización ambiental: Durante la época fría del año se observan las regiones donde precipitan las nevadas para definir coberturas y alturas de ocurrencia.	Informe de campo. Consiste en salir a los espacios donde se llevaron a cabo las bajas temperaturas y registrar las distribuciones afectadas. Mapa de campo con registro de puntos georreferenciados donde se realizaron las observaciones.
Escala inicial de trabajo: 1:50000	

Masas de aire. Tormentas eléctricas

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Registros históricos de tormentas eléctricas: cálculo los valores medios de las tormentas de un periodo determinado, que puede ser un mes, una estación del año o los valores medios anuales. Trazar isoyetas de un espacio dado o pueden usarse rangos representados de varios colores para mostrar la distribución espacial del hidrometeoro. Determinar periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.	Mapas de frecuencia de tormentas eléctricas. Mapa de isoyetas, que tiene que ver con precipitaciones turbulentas típicas de la ocurrencia y recurrencia de sistemas tropicales. Gráficas.
Escala inicial de trabajo: 1:50000	



Inundaciones

NIVEL 3 MÉTODO	EVIDENCIAS
<p>Se realizará el análisis estadístico de las variables precipitación máxima y caudal máximo. Encuestas entre la población y un levantamiento general de infraestructura dañada y se registra en un mapa con escala a detalle. La cartografía deberá tener un detalle suficiente para poder llegar a estimar los daños ocasionados.</p> <p>La escala de información de por lo menos 1: 50,000.</p> <p>Se obtienen los valores de Precipitación y caudal máximo para los periodos de retorno de 2,10, 50, 100 y 200 años.</p> <p>Elaboración de cartografía de zonas inundables.</p> <p>Análisis y resumen de los otros datos encuestados.</p> <p>Cartografía general de inundaciones históricas.</p>	<p>Cartografía de la inundación por evento y superposición con manzanas. Estimación de daños ocasionados por cada evento.</p> <p>Inventario de enfermedades ocasionadas por el evento y a consecuencia de éste.</p> <p>Determinación de parámetros fisiográficos de la cuenca y subcuencas por tributario de orden 5 en la clasificación de Horton- Strahler (Llamas, 1993).</p> <p>Delimitación real de cuencas urbanas en función de la red de colectores existente.</p> <p>Inventario de la infraestructura hidráulica existente (con influencia en el régimen pluvial). Colección de imágenes de satélite de la zona de estudio. Memoria del análisis estadístico de caudales máximos (Díaz-Delgado et al., 2005).</p> <p>Empleo de modelos hidrológicos e hidráulicos para la determinación del caudal e hidrograma de análisis, tales como el HEC-RAS, HMS, MIKE 11, SWMM u otros equivalentes (Chow et al., 1994).</p> <p>Delimitación de zonas inundables para los periodos de retorno analizados.</p> <p>Colección de cartografía digital de la zona de estudio.</p> <p>Topografía de campo con resolución de curvas de nivel a cada metro en las zonas</p>
<p>Escala inicial de trabajo: 1:10000</p>	



CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

3.1. Fisiografía

El Municipio de San José del Rincón se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, caracterizada por comprender a los volcanes más representativos de México, como el Pico de Orizaba y Popocatepetl, así como enormes masas de rocas volcánicas de todos tipos. El relieve del municipio va de 2,570 msnm en la zona sureste, hasta la zona montañosa de la zona oeste con elevaciones de hasta 3,620 msnm. Al interior de esta provincia, se presentan dos subprovincias fisiográficas: La Subprovincia Mil Cumbres en 27,128.9 ha, al poniente, equivalentes al 54.8% del territorio municipal y la Subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac que domina el este del municipio con 22,362.8 ha, el 45.2% del municipio.

La subprovincia Mil Cumbres, abarca a la Sierras del Campanario y Rancho Verde en la parte oeste del municipio, ambas consideradas como Área de Protección de Flora y Fauna, Santuario de la Mariposa Monarca. En esta subprovincia se localizan las elevaciones más importantes como son los cerros El campanario (3,620m), Rancho Verde (3,490m), Las Cebollas (3,365m), Los Capulines (3,325m), Lomas Pelada (3,310m), El Ochcón (3,300m) entre otros. Las localidades más importantes dentro de esta subprovincia son la cabecera municipal San José del Rincón (1,638 hab.), Fabrica Concepción (2,071 hab.), Los Lobos (1,779 hab.), San Joaquín Lamillas Centro (1,769 hab.), Las Rosas (1,763 hab.), La Mesa (1,675 hab.), El Depósito Ejido (1,272 hab.) y Concepción del Monte (1,192 hab.)

Cuadro 2. Fisiografía del municipio de San José del Rincón

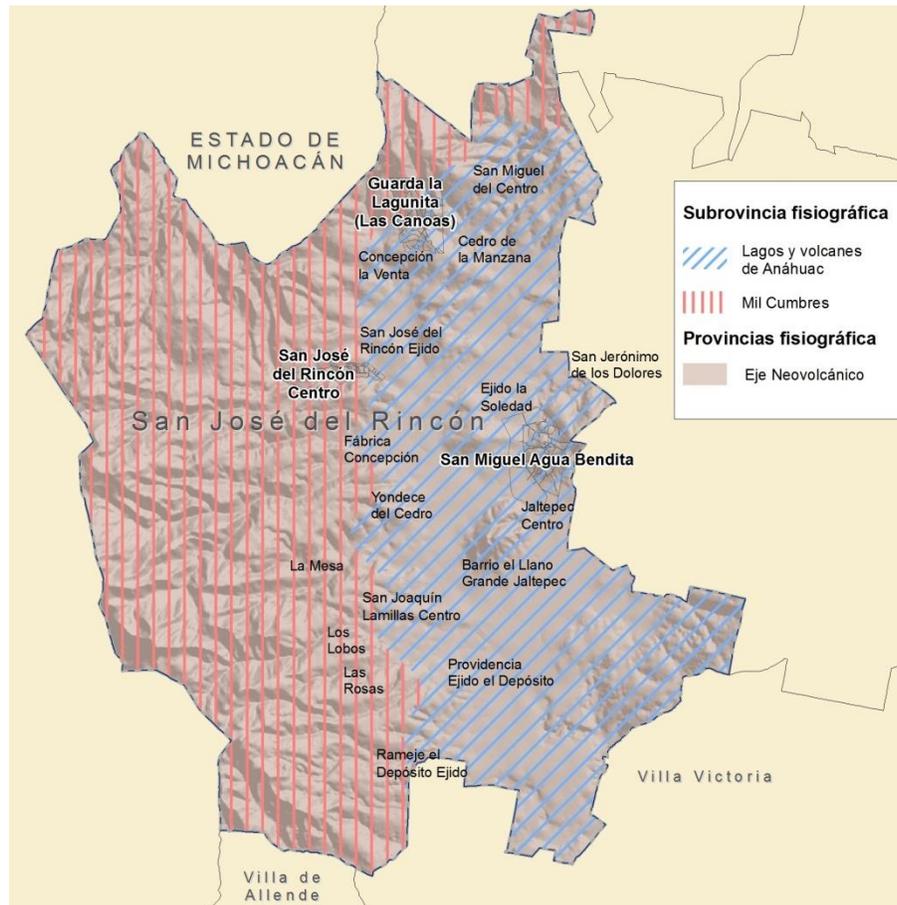
PROVINCIA	SUBPROVINCIA	SUPERFICIE (HA)	PARTICIPACIÓN DEL TOTAL MUNICIPAL
Provincia Eje Neovolcánico		49,491.7	100.0%
	Mil Cumbres	27,128.9	54.8%
	Lagos y Volcanes del Anáhuac	22,362.8	45.2%
	TOTAL	49,491.7	100.0%

Fuente: Elaboración propia en base al conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Escala 1:250,000. INEGI

La subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac comprende la zona este de San José del Rincón, las elevación más importantes son los cerros de Jaltepec (2,965m), Pata de Mula (2,864 m) y Porvenir (2,870m). En esta subprovincia se encuentran los asentamientos humanos con mayor población, Guarda La Lagunita con 2,543 hab, San Miguel Agua Bendita con 2,500 hab y Ejido La Soledad con 2,379 hab.



Figura 6. Mapa de Fisiografía del municipio de San José del Rincón



Fuente: Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Escala 1:250,000. INEGI

3.2. Geomorfología

El relieve del municipio está compuesto cuatro topoformas: sierras, mesetas, lomeríos y valles; aunque las topoformas dominantes son las Sierras con más de la mitad del territorio.

Al oeste del municipio se localiza la topoforma Sierra compleja con el 53.1% (26,263.6 ha) compuesta por las sierras del Campanario y Rancho Verde, la pendiente predominante en esta región es del orden de 15 a más de 30%, cabe mencionar que más de la mitad de la superficie territorial de la cabecera municipal se encuentra en esta región, además de las localidades Fábrica Concepción, Los Lobos, San Joaquín Lamillas Centro, Las Rosas, La Mesa y Concepción del Monte.

La topoforma Escudo Volcanes con una superficie de 2.2% (1,086.9 ha) se ubica al sureste de municipio formando parte de está el cerro Suchitepec; las pendientes son del rango de 10 a más de 30%, donde se ubican las localidades Agua Zarca, Barrio Pintado y El Lindero.

Meseta basáltica con lomerío, se distribuye en 1.7% (865.4 ha) al noreste del municipio, con un rango de pendiente de 5 a 15%. Las localidades asentadas son La Soledad el Guarda y Rancho el Guarda Ejido.

Lomerío de basalto compone el 4.4% (2,169.5 ha) distribuido al norte de San José del Rincón, en esta zona se encuentran las localidades Guarda la Lagunita, San Francisco Solo, Guarda de Guadalupe y El Capulín San Miguel del Centro. Las pendientes son del 5 a 15% en la cimas de lomeríos y de 15 a 30% en la laderas del Cerro Pata de Mula.



Valle de laderas tendidas se extiende en 38.6% del territorio municipal (19,106.3 ha) en esta región la pendiente predominante es de 2 a 5%, por lo que es la zona con mayor aptitud para el desarrollo de asentamientos humanos y actividades agrícolas; actualmente se ubican las localidades de San Miguel Agua Bendita, Ejido La Soledad, San Jerónimo de los Dolores, Barrio el Llano Grande Jaltepec, Jaltepec Centro y Cedro de la Manzana entre otras.

Cuadro 3. Geomorfología del municipio de San José del Rincón

TOPOFORMAS	NOMBRE	SUPERFICIE (HA)	PARTICIPACIÓN DEL TOTAL MUNICIPAL
Sierra	Sierra compleja	26,263.6	53.1%
Sierra	Escudo volcanes	1,086.9	2.2%
Meseta	Meseta basáltica con lomerío	865.4	1.7%
Lomerío	Lomerío de basalto	2,169.5	4.4%
Valle	Valle de laderas tendidas	19,106.3	38.6%
TOTAL		49,491.7	100%

Fuente: Elaboración propia en base al conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Escala 1:250,000. INEGI

Figura 7. Mapa de Geomorfología del municipio de San José del Rincón



Fuente: Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Escala 1:250,000. INEGI



3.3. Geología

El territorio municipal se conforma principalmente por rocas ígneas, correspondientes al Cenozoico y al periodo terciario superior. Las rocas ígneas se forman a partir del enfriamiento del magma y se solidifican o cristalizan, pertenecen principalmente a lavas superficiales de épocas pasadas; en San José del Rincón se encuentran del tipo extrusiva básica, extrusiva intermedia y extrusiva ácida, diferenciadas principalmente por su contenido de sílice.

El 27.2% del municipio (13,483.5 ha) corresponde a rocas ígneas extrusivas básicas situadas en las zonas serranas al oeste y noreste de San José del Rincón. Las rocas ígneas extrusivas intermedias componen 28.8% del territorio (14,255.3 ha) halladas al norte de la cabecera municipal, las localidades con esta clase de roca son Guarda la Lagunita y San Miguel Centro.

Las rocas ígneas extrusivas ácidas forman el 40.5% (20,065.6 ha) del suelo municipal, esta clase de roca abunda en la zona de valles de laderas tendidas; los esquistos se localizan solo en 3.4% del territorio municipal, (1,687.3 ha) se hallan en las localidades San Francisco Solo y Pata de Mula.

En cuanto a los principales tipos de roca ígnea identificada sobresalen los siguientes:

Basaltos, son rocas predominantes en la corteza terrestre compuesta de minerales oscuros, originando por tal motivo su color negro o gris.

Brechas andesíticas, son rocas sedimentarias compuestas por Andesita, es proveniente de magmas profundos y compuestos principalmente de (labradorita andesina y pixenos) que experimentaron un rápido enfriamiento.

Toba riolíticas, son rocas ligeras y de textura porosa, creada por la acumulación de cenizas y un enfriamiento rápido.

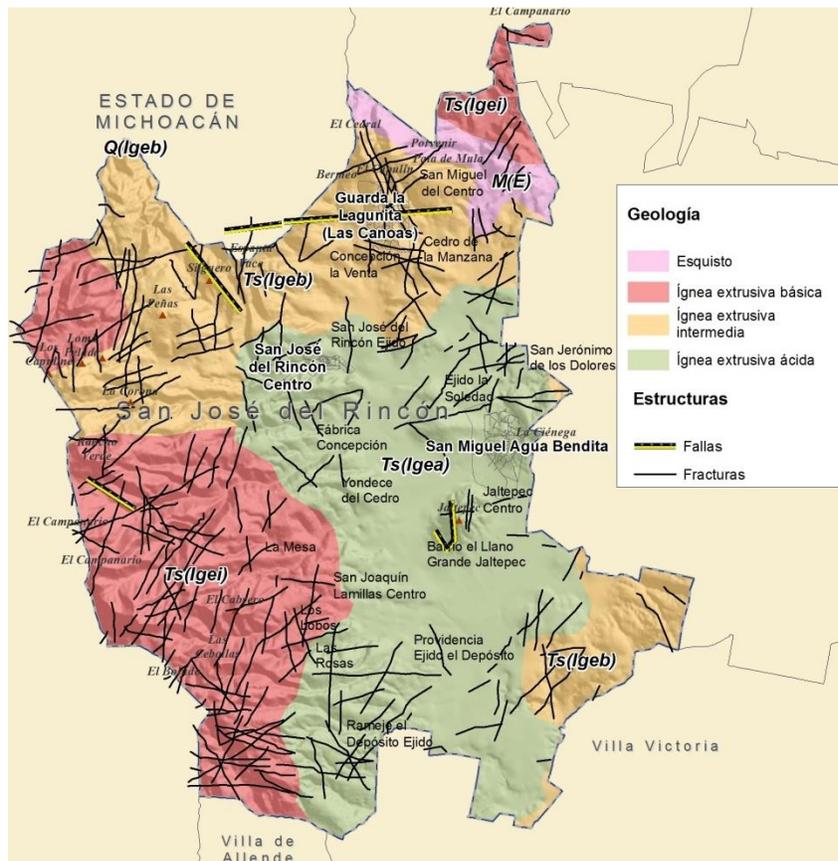
Cuadro 4. Geología del municipio de San José del Rincón

TIPO DE ROCA	SUPERFICIE (HA)	PARTICIPACIÓN DEL TOTAL MUNICIPAL
Esquisto	1,687.3	3.4%
Ígnea extrusiva básica	13,483.5	27.2%
Ígnea extrusiva intermedia	14,255.3	28.8%
Ígnea extrusiva ácida	20,065.6	40.5%
TOTAL	49,491.7	100%

Fuente: Elaboración propia en base a la Carta Geológica. Escala 1:50,000. INEGI



Figura 8. Mapa de Geología del municipio de San José del Rincón



Fuente: Carta Geológica. Escala 1:50,000. INEGI

3.3.1. Fallas y Fracturas

En las zonas boscosas de las sierras Rancho Verde y El Campanario existen numerosas fracturas, así como dos fallas geológicas, ambas ubicadas al Norte del municipio, una que se encuentra en la parte suroeste de la comunidad de San Miguel del Centro y otra en las cercanías de San Jerónimo Pilitas y Guarda La Lagunita, las fallas que se presentan en el territorio son del tipo inversas, es decir que se producen cuando las rocas se comprimen unas con otras; además de existir cinco aparatos volcánicos, dos de los cuales se encuentran en las proximidades de dichas fallas.

3.4. Edafología

El territorio municipal de San José del Rincón se distingue por tener cuatro tipos de suelo: acrisol, andosol, litosol y luvisol; los suelos predominantes son de origen volcánico, constituidos principalmente de ceniza volcánica, las características de cada suelo se describen a continuación.

Acrisol se halla en 34.9% (17,281.1 ha) del territorio, configurando la zona montañosa en el oeste del municipio. El acrisol es un suelo ácido que se presenta principalmente en zonas templadas, se caracteriza por tener una acumulación de arcilla, que origina sus colores, rojo y amarillo. Posee un rendimiento bajo para la agricultura, aunque se puede usar para la ganadería con pastos inducidos, presenta una susceptibilidad moderada a la erosión.

Andosol conforma el 31.7% del suelo (15,697.5 ha), esta clase se localiza en la parte este del Municipio, en la zona de valles; las localidades asentadas en esta región son San Miguel Agua Bendita, Jaltepec, San Jerónimo de los Dolores y Ejido la Soledad. Las particularidades del suelo Andosol son su color obscuro,



formados principalmente por la acumulación de ceniza volcánica, tiene una alta capacidad de retención de agua; en condiciones naturales su vegetación es bosque y selva, presenta bajos niveles de producción agrícola, la susceptibilidad a la erosión es alta.

Luvisol se encuentra en la zona intermedia localizada entre los valles de la zona este y las sierras del Campanario y Rancho Verde, así como en los lomeríos localizados al norte de la localidad San Miguel Centro, sumando una superficie correspondiente al 33.2% del suelo municipal (16,430.5 ha). Los Luvisoles son suelos arcillosos característicos de las zonas templadas; en agricultura presentan un rendimiento moderado, muestran un alto grado de erosión.

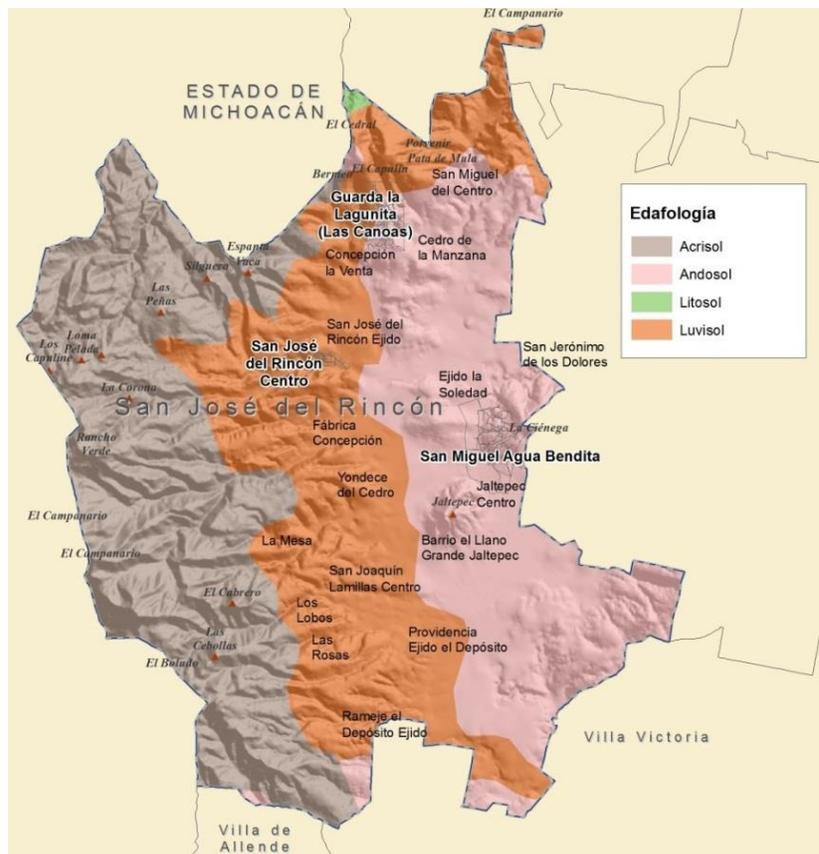
Litosol esta clase de suelo forma las laderas del Cerro el Cedral, al norte del municipio, ocupa el 0.2% (82.4 ha). Son suelos delgados de una profundidad no mayor a 10 cm, con presencia de roca, es poco utilizado para agricultura por lo delgado del suelo.

Cuadro 5. Edafología del municipio de San José del Rincón

TIPO DE SUELO	SUPERFICIE (HA)	PARTICIPACIÓN DEL TOTAL MUNICIPAL
Acrisol	17,281.1	34.9%
Andosol	15,697.5	31.7%
Luvisol	16,430.5	33.2%
Litosol	82.4	0.2%
TOTAL	49,491.7	100%

Fuente: Elaboración propia en base al Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos escala 1:250,000. INEGI

Figura 9. Mapa de Edafología del municipio de San José del Rincón



Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos escala 1:250,000. INEGI



3.5. Hidrografía

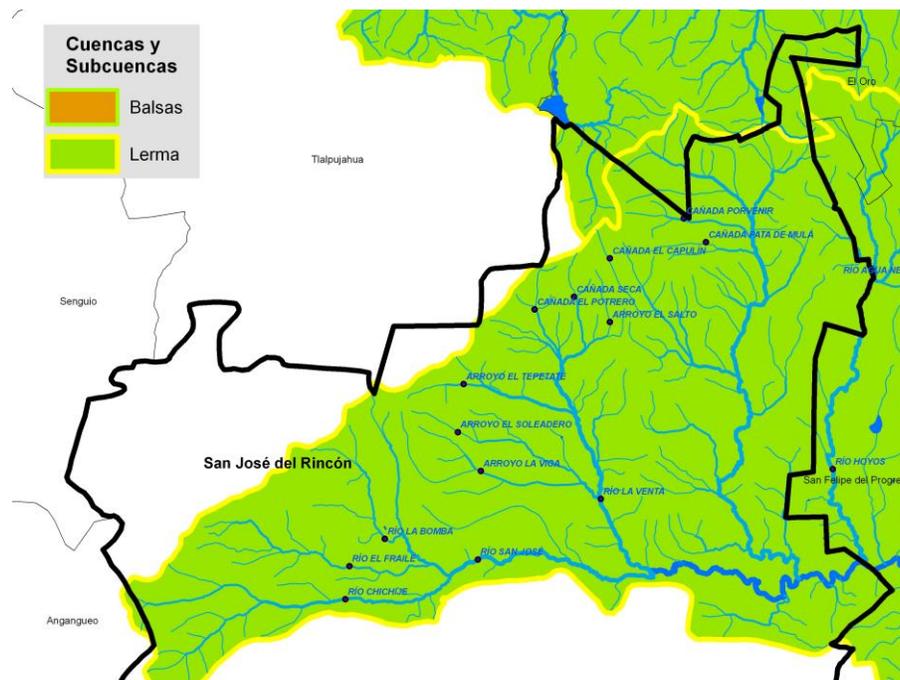
El Municipio de San José del Rincón pertenece a dos Regiones Hidrológicas la del Río Lerma-Santiago o RH12 y la del Río Balsas o RH18.

El parteaguas corre en dirección este-oeste y separa al municipio en dos porciones: norte y sur. Así, en la parte norte del territorio prevalece la Región Lerma-Santiago o RH12, correspondiendo a la cuenca del mismo nombre y al sur, la del Río Balsas o RH18 correspondiendo a la cuenca denominada Cutzamala.

El municipio de San José del rincón no posee cuerpos de agua como presas o lagos, pero sí un número importante de corrientes de agua perennes originados en la serranías de Rancho Verde, El Campanario y Angangueo, los ríos corren en dirección Oeste- Este, de acuerdo a su extensión los más importantes son: Los Lobos, San José, Chocoti, Rechivati, Jaltepec, Las Rosas, Purungueo, Chichije, La Cañada, Tamaje entre otros que desembocan en Arroyo Grande.

En la parte noreste del municipio el río San José discurre hacia la cuenca del Lerma, este rio atraviesa de oeste a este a la cabecera municipal; en los últimos años los ríos que han afectado a algún asentamiento humanos han sido, el rio Chocati, Pimrejé, Jaltepec, La Nava y Rechivati que en la durante la temporada de lluvias de 2010 afectaron 750 habitantes, con fenómenos como deslaves e inundaciones en las localidades de Fabrica La Concepción, Trinidad la Concepción, San Miguel Agua Bendita y La Mesa.

Figura 10. Mapa de Afluentes del Río San José. Municipio de San José del Rincón



Fuente: Elaboración propia en base a Carta Hidrológica. Escala 1:250,000. INEGI

En el extremo septentrional del municipio, el río Garatachea (tributario del Balsas) desplaza hacia el norte los escurrimientos

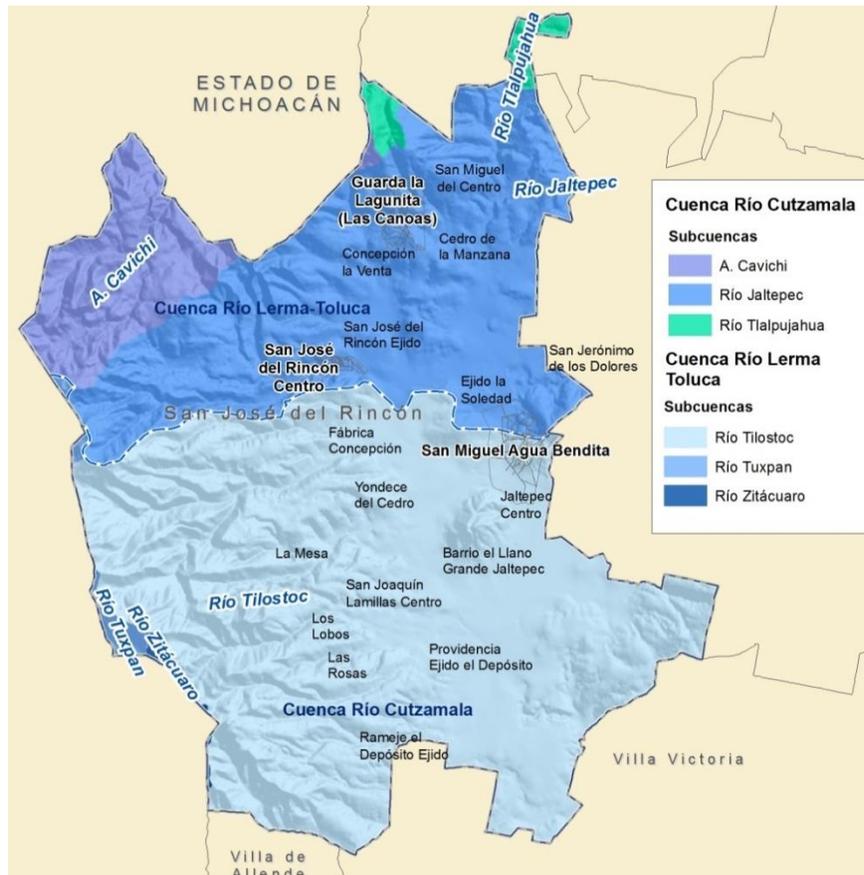


Cuadro 6. Cuencas y subcuencas, Municipio de San José del Rincón

CUENCA	SUPERFICIE CUENCA (HA)	SUBCUENCA	SUPERFICIE SUBCUENCA (HA)	PARTICIPACIÓN DEL TOTAL MUNICIPAL
Río Cutzamala	29,431.7	Río Tuxpan	381.1	0.8%
		Río Zitácuaro	103.1	0.2%
		Río Tilostoc	29,005.9	58.5%
Río Lerma-Toluca	20,060.0	Río Tlalpujahua	655.6	1.3%
		A. Cavichi	4,083.5	8.2%
		Río Jaltepec	15,360.6	31.0%
TOTAL	49,491.7	TOTAL	49,491.7	100%

Fuente: Elaboración propia en base a Simulador de Flujos de agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.INEGI

Figura 13. Mapa de Hidrología del municipio de San José del Rincón



Fuente: Elaboración propia con base en el Simulador de Flujos de agua de Cuencas Hidrográficas SIATL.INEGI



3.7. Clima

Existen dos tipos de clima en San José del Rincón, el templado subhúmedo y el semifrío subhúmedo. El clima dominante es el templado subhúmedo C(w) con el 70% de la superficie (34,576.4 ha) se distribuye en la planicie de San José del Rincón y en la zona de lomeríos al norte del municipio, el 94% de los habitantes habita en alguna localidad dentro de esta unidad climatológica. La temperatura media anual en este clima se encuentra en el rango de 12°C a 18°C, la temperatura del mes más frío es de -3°C a 18°C, en tanto la temperatura del mes más cálido es menor de 22°C. En cuanto a la precipitación, en el mes más seco es menor de 40 mm; las lluvias de verano tienen un índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

Respecto al clima semifrío subhúmedo C(E)w se desarrolla en las serranías de la zona oeste, a una altura de más de 3,000 msnm; el 30% (14,915.3 ha) del territorio se encuentra dentro de esta clasificación. La temperatura media anual en este clima es de 5°C a 12°C, la temperatura del mes más frío varía de -3°C a 18°C; la temperatura del mes más cálido es menor de 22°C. La precipitación en el mes más seco es menor de 40 mm. Presenta lluvias en verano, el porcentaje de lluvia invernal es del rango de 5 a 10.2% del total anual.

Figura 14. Mapa de Climas del municipio de San José del Rincón



Fuente: Cartas de Estatal de Climas Escala 1:250,000. INEGI



3.8. Usos del suelo y vegetación

En el municipio predomina el uso de suelo agrícola, comprende una superficie del 67% (33,135.6 ha) los principales cultivos son de temporal, correspondientes a maíz grano, avena forrajera y papa. La superficie agrícola ocupa en su totalidad la zona de valle de laderas tendidas.

Bosque de Cedro su ubicación es al norte de la localidad Guarda la Lagunita, ocupa el 0.9% (443.8 ha) del territorio. Este tipo de bosque posee comunidades de árboles con una altura superior a los 15 m, como las especies *Cupressus lindleyi* (*c. lusitanica*), *C. benthami*, *C. arizonica* y *C. guadalupensis* que reciben el nombre común de cedro. Estas especies son muy apreciadas por su madera, lo cual está provocando su desaparición, dando lugar a otros usos como el agrícola. Actualmente solo existen pequeños manchones a lo largo de las sierras del país, principalmente en el eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Occidental.

Bosque de Oyamel comprende el 23.4% (11,577.8 ha) de suelo. Se localiza en la parte montañosa al oeste de San José del Rincón, a una altitud a partir de 2,800 hasta los 3,400 msnm. Se caracteriza por la altura de sus árboles que en ocasiones sobrepasan los 30 m de altura, se desarrollan en clima semifrío y húmedo. Las especies que constituyen el bosque de oyamel son principalmente del género *Abies* como: oyamel, pinabete (*Abies religiosa*), abeto (*A. duranguensis*) y *Abies spp.*, además de pino u ocote (*Pinus spp.*), encino o roble (*Quercus spp.*) y aile (*Alnus tirmifolia*).

Bosque de Pino se asienta en una superficie correspondiente al 1% (470.7 ha) distribuida en dos porciones ubicadas al norte en las laderas del cerro Pata de Mula y al sur del municipio; la comunidad arbórea característica en esta clase de bosque son del género *Pinus*, como acote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. michoacana*), entre otros. La altura promedio es de 15 a 30 m.

Bosque de pino-encino, esta clase de bosque se desarrolla en 3% del territorio (1,472.1 ha) concentrándose en la parte noroeste del municipio y el cerro Jaltepec, a una altitud de 2,700 a 3,000 msnm. La cobertura arbórea es dominada por especies pinos (*pinus*) y en menor medida por encinos (*Quercus spp.*)

Los pastizales inducidos ocupan 1.8% (896 ha) del territorio municipal, la localización de estos pastizales es en manchones aislados, contiguos al uso agrícola en la zona de valles y limitada por bosques de oyamel en la zona serrana. El pastizal inducido surge cuando la vegetación original es eliminada, puede aparecer como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación, en áreas agrícolas abandonadas o bien pueden ser producto de áreas que se incendian con frecuencia.

La zona urbana ocupa el 3% (1,495.7 ha), las principales localidades son Guarda la Lagunita (Las Canoas), San Miguel Agua Bendita, San José del Rincón Centro, Ejido la Soledad y Fábrica Concepción.

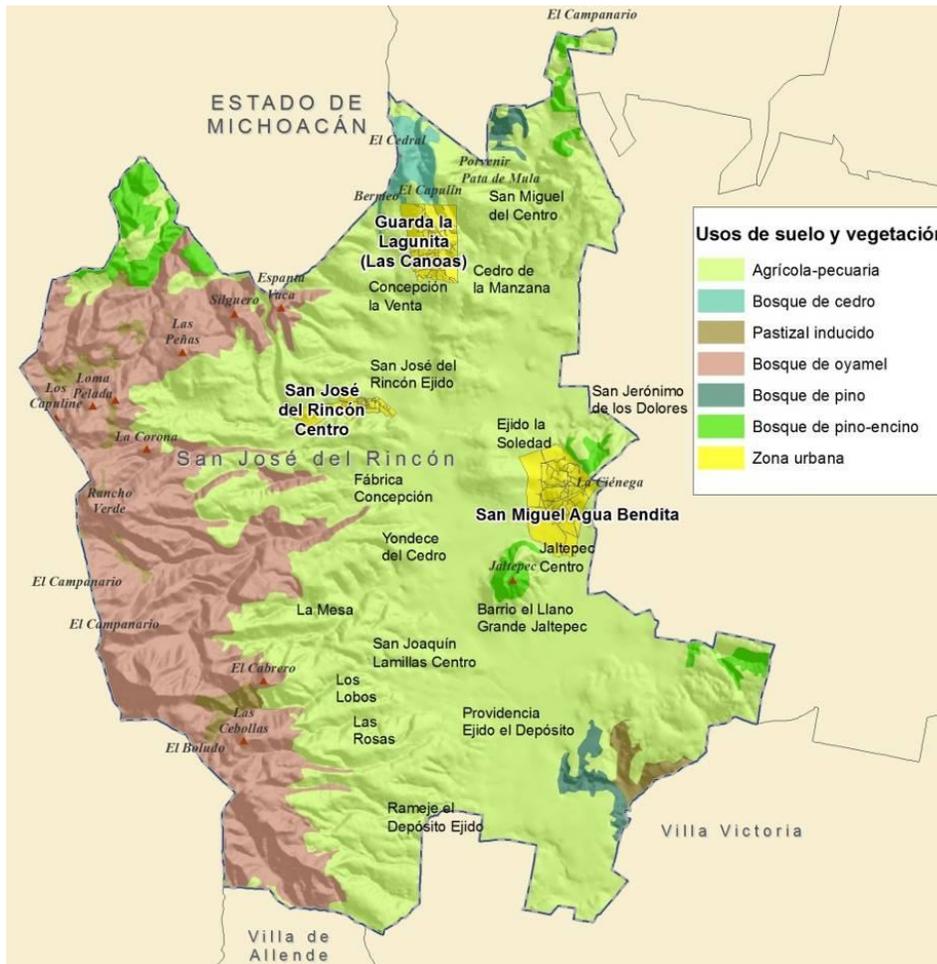
Cuadro 7. Usos de suelo, Municipio de San José del Rincón

USO DE SUELO	SUPERFICIE (HA)	PARTICIPACIÓN DEL TOTAL MUNICIPAL
Agrícola	33,135.6	67.0%
Bosque de cedro	443.8	0.9%
Bosque de oyamel	11,577.8	23.4%
Bosque de pino	470.7	1.0%
Bosque de pino-encino	1,472.1	3.0%
Pastizal inducido	896.0	1.8%
Zona urbana	1,495.7	3.0%
Total	49,491.7	100%

Fuente: Carta de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000. Serie IV. INEGI



Figura 15. Mapa de Usos del Suelo del municipio de San José del Rincón



Fuente: Carta de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000. Serie IV. INEGI

3.9. Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con la secretaria del medio ambiente del Estado de México, en el territorio de San José del Rincón existen 3 Áreas Naturales Protegidas: de carácter federal la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca y de carácter estatal el Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria y el Santuario del Agua Presas Brockman y Victoria.



Cuadro 8. Áreas Naturales Protegidas, Municipio de San José del Rincón

NOMBRE	TIPO	CATEGORÍA	SUPERFICIE DECRETADA (HA)	SUPERFICIE EN TERRITORIO MUNICIPAL	PARTICIPACIÓN DEL TOTAL
Mariposa Monarca	Federal	Reserva de la Biosfera	56,259	10,857	19.3%
Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria	Estatad	Parque Estatal	46,772.5	20,348.8	43.5%
Santuario del Agua Presas Brockman y Victoria	Estatad	Parque Estatal	1,564.6	369.2	23.6%

Fuente: Elaboración propia en base a la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México

Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca

Comprende una extensión de 56,259 hectáreas de las cuales 10,857 ha corresponden al municipio de San José del Rincón (19.3%). Entre los ecosistemas protegidos están los bosques de pino, encino y oyamel. En la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, se completa el ciclo migratorio de millones de mariposas monarcas que con el inicio de la primavera, salen de los sitios de hibernación y reproducción, para dispersarse y poblar los hábitat septentrionales de primavera y verano, de donde nuevamente en el otoño después de realizar un largo viaje en el que recorren más de tres mil kilómetros, a través de su ruta migratoria desde Canadá, pasando por los Estados Unidos de Norteamérica se establecen en sus sitios de hibernación en las formaciones elevadas del Eje Volcánico Transversal entre el Estado de México y Michoacán.

Esta área natural protegida (ANP) fue creada por decreto presidencial el 9 de abril de 1980, como Zona de Reserva y Refugio de la Fauna Silvestre. Posteriormente, en el decreto del 9 de octubre de 1986 se declara como Área Natural Protegida Santuario de la Mariposa Monarca, con una extensión de 16,100 hectáreas. Mediante acuerdo del 7 de junio del 2000 se recategoriza, dándole la denominación de Reserva de la Biosfera. Finalmente el 10 de noviembre del 2000 se amplía la extensión de la Reserva a 56,259 hectáreas.

Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Presa Villa Victoria

Esta área natural fue creada mediante declaratoria del ejecutivo estatal el 8 de junio del 2004. Actualmente cuenta con un programa de manejo. El área cuenta con una superficie de 46,772.5 hectáreas, de las cuales el 43.5% (20,348.8 ha) pertenecen a San José del Rincón. La importancia de esta ANP radica en los niveles de captación pluvial e infiltración hacia los mantos freáticos, lo que genera una riqueza hidrológica.

Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Presas Brockman y Victoria

El parque estatal cuenta con una superficie de 1,564.6 hectáreas, donde el 23.6% (369.2 ha) se encuentra en San José del Rincón, el restante se ubican en el municipio de El Oro. Esta área natural protegida fue creada mediante declaratoria el 13 de octubre del 2004, actualmente cuenta con un programa de manejo. La zona presenta una complejidad topográfica y geomorfológica donde se asientan los siguientes tipos de vegetación: bosque mixto de pino-encino y bosque de encino.



CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.

San José del Rincón es un municipio joven, fue constituido el 2 de Octubre del 2001, en esta virtud, su crecimiento demográfico se puede establecer a partir del 2005 de acuerdo con la información censal del INEGI.

En el año 2010 el municipio de San José del Rincón contaba con una población de 91,345 habitantes, el 0.6% de la población del Estado de México, estimándose por parte del CONAPO una población de 98,601 habitantes para el 2013.

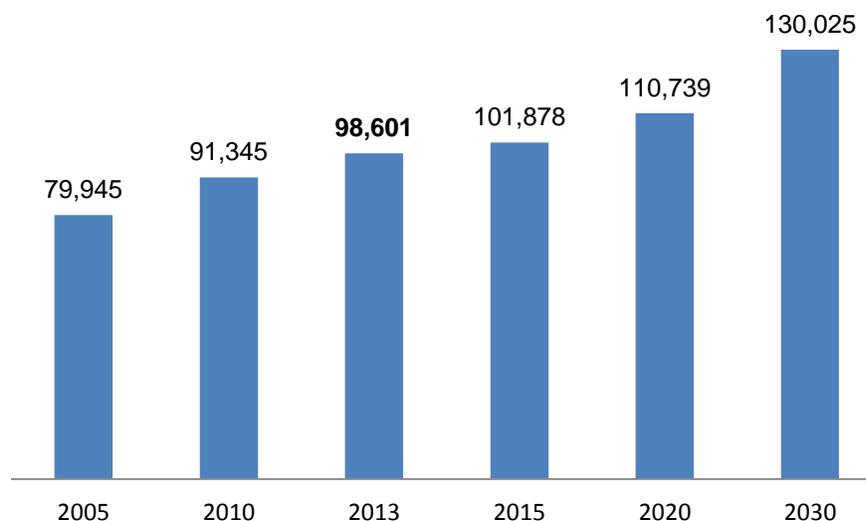
Por su parte, con una población de 4,050 habitantes, la cabecera municipal concentra el 4.4% de la población del municipio (considerando la población de San José del Rincón Centro, San José del Rincón Ejido y la Colonia las Tinajas).

En los últimos 5 años el municipio ha incrementado su población en 11,400 habitantes, con un promedio de 2,280 nuevos habitantes al año, con una tasa de crecimiento promedio anual del 2.7%, ligeramente superior a la registrada en la Región II Atlacomulco para el mismo periodo (2.60%).

A nivel de localidades, las que presentaron mayor crecimiento en el quinquenio anterior fueron las de San Joaquín Lamillas Centro (8.07), San José del Rincón Ejido (7.13) y Jaltepec Centro (4.38), en tanto que 13 de las localidades registraron una tasa negativa entre las que destacan Minita Centro (-9.22), Jaltepec Barrio Grande y Santiago (-9.04) y Concepción la Venta (-6.58).

El CONAPO proyecta una disminución en las tasas de crecimiento del municipio para los próximos años, no obstante lo cual esa Institución estima que al año 2030, el municipio contará con poco más de 130,000 habitantes.

Gráfica 1.- Municipio de San José del Rincón. Crecimiento demográfico 2005-2010 y estimaciones al 2030.



Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos de Población y Vivienda, INEGI y proyecciones de población de CONAPO.

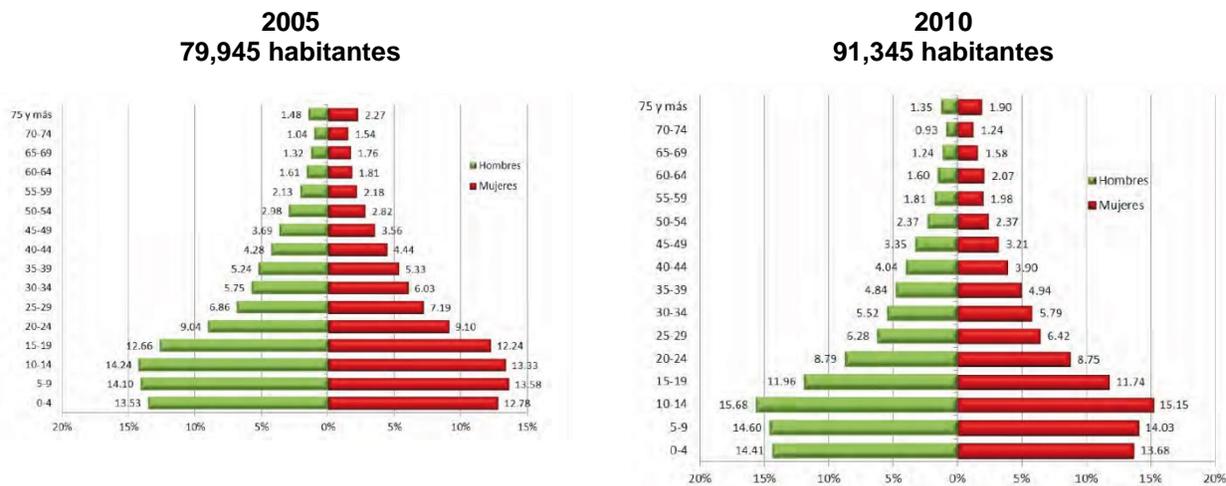


En cuanto a la distribución por género, existe un mayor número de mujeres que de hombres. Con 46,261 habitantes, ellas representan el 51% del total en tanto que los varones con 45,085 personas, representan el 49% restante.

La población municipal es joven, el 40.8% de los habitantes cuentan con menos de 15 años de edad, en tanto que la población en edad productiva, de 15 a 64 años de edad representa el 54.5% y los mayores de 65 años representan el 4.7% respecto al total municipal.

Al igual que las tendencias a nivel nacional y estatal, en el municipio se irá incrementando la proporción de población en edad productiva y la de adultos mayores en detrimento de la población infantil, reflejo de lo anterior es la disminución de 3 puntos porcentuales de la población menor de 15 años registrada en el municipio entre el 2005 y el 2010 y el ligero incremento de 0.6% que presentó la población de 65 años y más en ese mismo período.

Gráfica 2.- Municipio de San José del Rincón. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, 2005 - 2010.



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015.

Respecto a la mortalidad en el municipio, esta ha venido disminuyendo en los últimos años, ubicándose actualmente por debajo de los promedios de la Región II y del estado en su conjunto.

En el año 2010 se registraron 262 fallecimientos, lo que representó 2.9 fallecimientos por cada mil habitantes.

Cuadro 9. Mortalidad en San José del Rincón, 2010.

Ámbito Territorial	Año	Población total	Número de fallecimientos	Tasa de mortalidad
Estado de México	2005	14,007,495	47,490	3.39
	2010	15,175,862	57,220	3.77
Región II Atlacomulco	2005	773,420	3,469	4.49
	2010	877,226	3,557	4.05
San José del Rincón	2005	79,945	309	3.87
	2010	91,345	262	2.87

Fuente: Plan de Desarrollo Región II Atlacomulco, 2013. Gobierno del estado de México.



En el municipio se ubican 139 localidades localizadas de manera sumamente dispersa en el territorio, en 132 localidades menores a los mil habitantes se asienta el 85.2% de la población municipal.

La principal localidad es la Cabecera Municipal, misma que en el año 2010 concentraba a 4,050 habitantes (considerando la población de San José del Rincón Centro, San José del Rincón Ejido y la Colonia las Tinajas).

También se presentan dos localidades urbanas, con población superior a los 2,500 habitantes, Guarda la Lagunita (Las Canoas) y San Miguel Agua Bendita, así como otras dos en vías de ser consideradas urbanas (con población entre 2,000 y 2,500 habitantes) Ejido la Soledad y Fábrica Concepción.

El resto de las localidades son eminentemente rurales, 18 de ellas cuentan entre 1,000 y 2,000 habitantes, 49 entre 500 y 1,000 habitantes, 56 entre 100 y 500 habitantes y las 9 restantes cuentan con menos de a 100 habitantes.

Cuadro 10. Población del municipio según tamaño de la localidad, 2010.

Tamaño	No.	Población	% de la población
Cabecera municipal	1	4,050	4.4%
más de 2,500	2	5,043	5.5%
de 2,000 a 2,500	2	4,450	4.9%
de 1,000 a 2,000	18	25,310	27.7%
de 500 a 1,000	49	35,054	38.4%
de 100 a 500	56	16,800	18.4%
menos de 100	9	638	0.7%
Total	137	91,345	100.0%

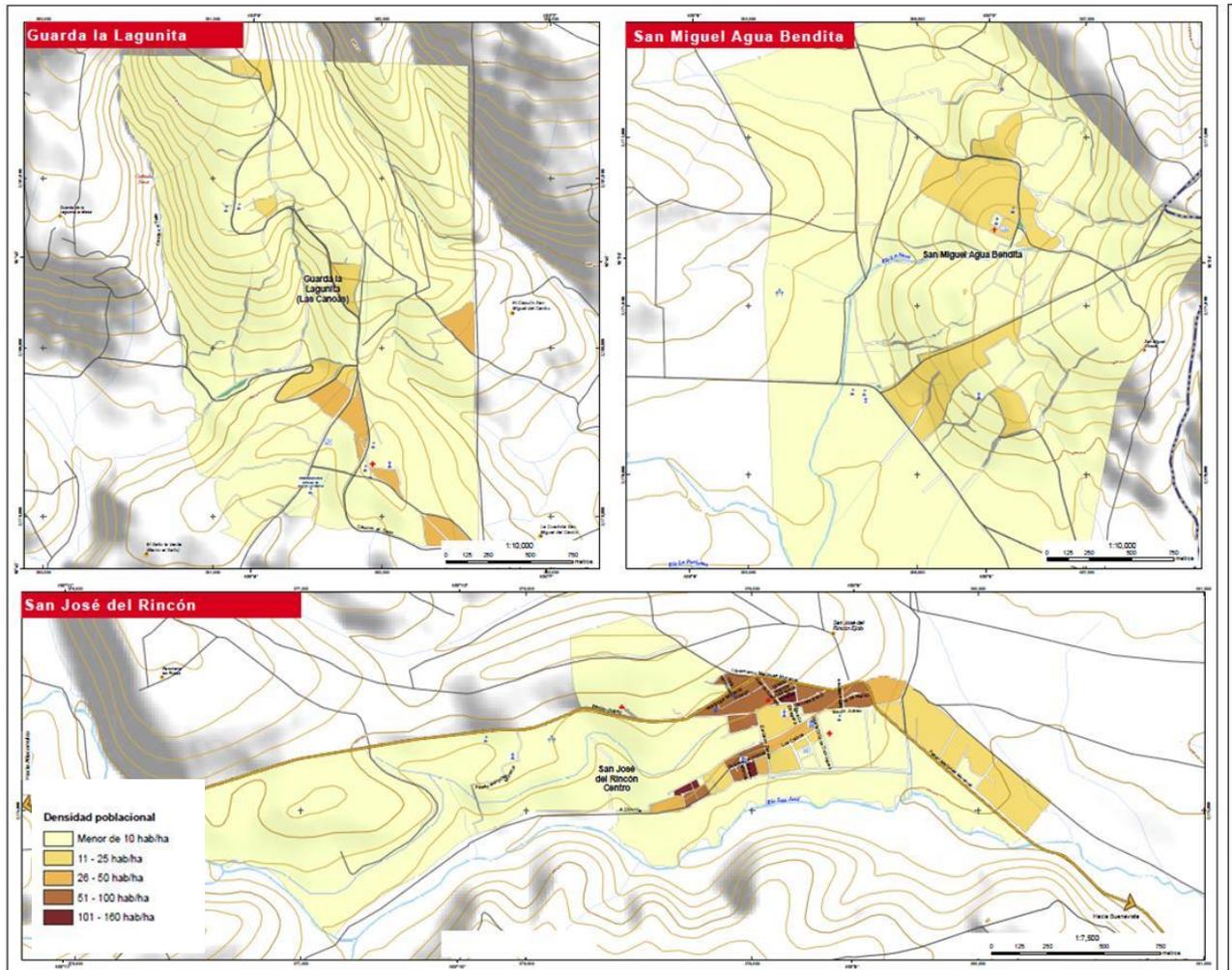
Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.



Como reflejo de la dispersión de la población en el extenso territorio municipal, la densidad demográfica de 184 habitantes por kilómetro cuadrado, similar a la de la Región II Atlacomulco, misma que en el 2010 registró una densidad poblacional de 192 hab/km².

A nivel de las localidades se presenta una situación similar, en San José del Rincón Centro únicamente 4 manzanas registran una densidad de 101 a 160 hab/ha, presentando en la mayoría del área urbana densidades de 11 a 100 hab/ha. En el resto de las localidades las densidades son menores de 25 hab/ha.

Figura 18. Densidad de Población en las localidades urbanas, 2010.



Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO 2010.

4.2. Características sociales (escolaridad, hacinamiento, población con discapacidad, marginación, pobreza)

En el año 2010 se registraron 10,582 personas de 15 años y más analfabetas, el 19.6% de la población en ese rango de edad, porcentaje notablemente superior al promedio de la entidad (4.4%) y de la Región II (12.1%).

Respecto al grado promedio de escolaridad de las personas mayores de 15 años, este es de 5.15 años, mientras que a nivel Estatal es de 9.1 años



Esta situación se debe tomar en cuenta para el diseño de eventuales campañas de difusión para la prevención de riesgos.

Por otra parte, en el año 2010 se registraron en el Municipio de San José del Rincón 11,191 habitantes de 5 años y más que hablaba alguna lengua indígenas (mismos que representan el 12.2% de la población total y de los cuales solo 22 no hablan español. El grupo étnico predominante en el Municipio es el Mazahua cuyos integrantes se asientan en 44 comunidades.

Una parte importante de las condiciones generales de vida en el Municipio de San José del Rincón se expresa en el ámbito de la salud, en el cual el municipio presenta peores condiciones que el promedio de la entidad. Así, mientras que en el 2010, en el estado el 40.39% de la población no contaba con derechohabencia en ninguna institución de salud, en el municipio de San José del Rincón esta proporción representaba el 29.35%. Sin embargo, esta proporción es ligeramente mejor que el promedio de la Región II.

En números absolutos lo anterior significa que 26,807 habitantes no contaban con derechohabencia en el municipio en el año 2010.

Ámbito Territorial	Periodo	Población Total	Población derechohabiente	Población No derechohabiente	% Población derechohabiente	% Población No derechohabiente
Estado de México	2005	14,007,495	5,936,128	7,375,728	42.38	52.66
	2010	15,175,862	8,811,664	6,128,990	58.06	40.39
Región II	2005	736,965	240,275	522,961	32.60	70.96
	2010	891,950	615,501	299,545	69.01	33.58
San José del Rincón	2005	79,945	21,730	56,447	27.18	70.61
	2010	91,345	64,267	26,807	70.36	29.35

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Por lo que se refiere a la población con alguna limitación, en el Censo del 2010 se registró que 2,950 habitantes, el 3.23% de la población total en ese año, presentaban dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana.

Los principales tipos de limitación se referían a la limitación para caminar o moverse, subir o bajar (53%), para ver, aun usando lentes (25%) y para escuchar (13%)

Población			% Tipo de discapacidad*				
Población Total	Población con discapacidad	% Población con discapacidad	Movilidad	Ver	Escuchar	Hablar	Mental
91,345	2,950	3.23	53.14	25.11	12.69	11.33	6.72

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010: INEGI.

Por lo que respecta a la vivienda, en el año 2010 se registraron 19,989 viviendas en el municipio, de las cuales el 53.45 % disponen de agua entubada, el 22.36 % disponen de drenaje y el 16.76 % disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje.

Cabe destacar que 2,123 viviendas, el 10.6% del total cuentan con piso de tierra.

Marginación

En lo que respecta al grado de marginación, en el año del 2010 el municipio de San José del Rincón contó con un grado de marginación promedio "Alto".



Para ese año, únicamente 3 localidades se consideraron con un Grado de Marginación “Medio”, ellas fueron Providencia Ejido el Depósito, Estación Trinidad y San José del Rincón Centro.

El resto de las localidades presentó un Grado de Marginación “Alto” o “Muy Alto” lo que las hace altamente vulnerables ante eventuales peligros naturales.

Cuadro 11. Localidades según Grado de Marginación, 2005.

Nombre de la Localidad	Grado de Marginación
La Purísima Jaltepec	Muy alto
San Jerónimo de los Dolores	Muy alto
Llano de las Rosas	Muy alto
San Miguel Agua Bendita	Muy alto
Sanacoche Centro	Muy alto
Barrio Santa Ana Pueblo Nuevo	Muy alto
Loma del Rancho	Muy alto
Santa Rita	Muy alto
Jaltepec Barrio Grande y Santiago	Muy alto
Ejido la Soledad	Muy alto
Jaltepec Centro	Muy alto
Barrio el Rancho Jaltepec	Muy alto
Barrio Pundereje el Depósito	Muy alto
Pancho Maya	Muy alto
Barrio el Pintado Pueblo Nuevo	Muy alto
Ejido los Pintados	Muy alto
El Replazo	Muy alto
Guarda de Guadalupe	Muy alto
Los Lobos Segunda Sección	Alto
La Cuadrilla San Miguel del Centro	Alto
Barrio de San Ramón las Rosas	Alto
Las Rosas	Alto
El Calvario	Alto
Barrio de Santa Cruz	Alto
La Chispa	Alto
La Palma Ejido de el Depósito	Alto
Yondece del Cedro	Alto
Concepción del Monte	Alto
El Puente	Alto
Barrio Puenteillas el Depósito	Alto
San Miguel del Centro	Alto
El Lindero	Alto
Rincón de Lijadero	Alto
San Juan Palo Seco	Alto
Chivatí la Mesa	Alto
Loma del Cedro	Alto
Barrio San Diego Pueblo Nuevo	Alto
San Miguel Chisda	Alto
Barrio San Juan Palo Seco	Alto



Nombre de la Localidad	Grado de Marginación
Cedro de la Manzana	Alto
El Valerio	Alto
Rancho el Guarda Ejido	Alto
Colonia Emiliano Zapata	Alto
La Esperanza	Alto
Sanacoche Ejido	Alto
San Bartolo Guarda la Lagunita	Alto
Concepción la Venta	Alto
Los Lobos	Alto
Palo Seco	Alto
Las Canoas	Alto
La Mesa	Alto
Guadalupe Chico	Alto
San Joaquín del Monte	Alto
Barrio San Antonio el Depósito	Alto
El Llano San Juan Palo Seco	Alto
San Joaquín Lamillas Centro	Alto
Sabaneta Quintana	Alto
Barrio de la Lagunilla	Alto
El Cerrito	Alto
Fábrica Pueblo Nuevo	Alto
Guadalupe del Pedregal	Alto
Guarda San Antonio Plaza de Gallos	Alto
La Rosa San Antonio	Alto
Minita del Cedro	Alto
Rameje el Depósito Ejido	Alto
San Francisco de la Loma	Alto
La Trampa Chica	Alto
La Trampa (La Trampa Grande)	Alto
Ranchería las Rosas	Alto
Guadalupe las Cabras	Alto
El Cable	Alto
San Isidro	Alto
Buenavista Casa Blanca	Alto
Fábrica Concepción	Alto
San Jerónimo Pilitas	Alto
Ranchería de Dolores	Alto
La Curva	Alto
Falda Loma	Alto
El Salto la Venta (Barrio el Salto)	Alto
Guarda la Lagunita (Las Canoas)	Alto
Barrio el Quelite Pueblo Nuevo	Alto
Parada a San José Lamillas	Alto
Guadalupe Buenavista	Alto
Fábrica Pueblo Nuevo Monte Alto	Alto

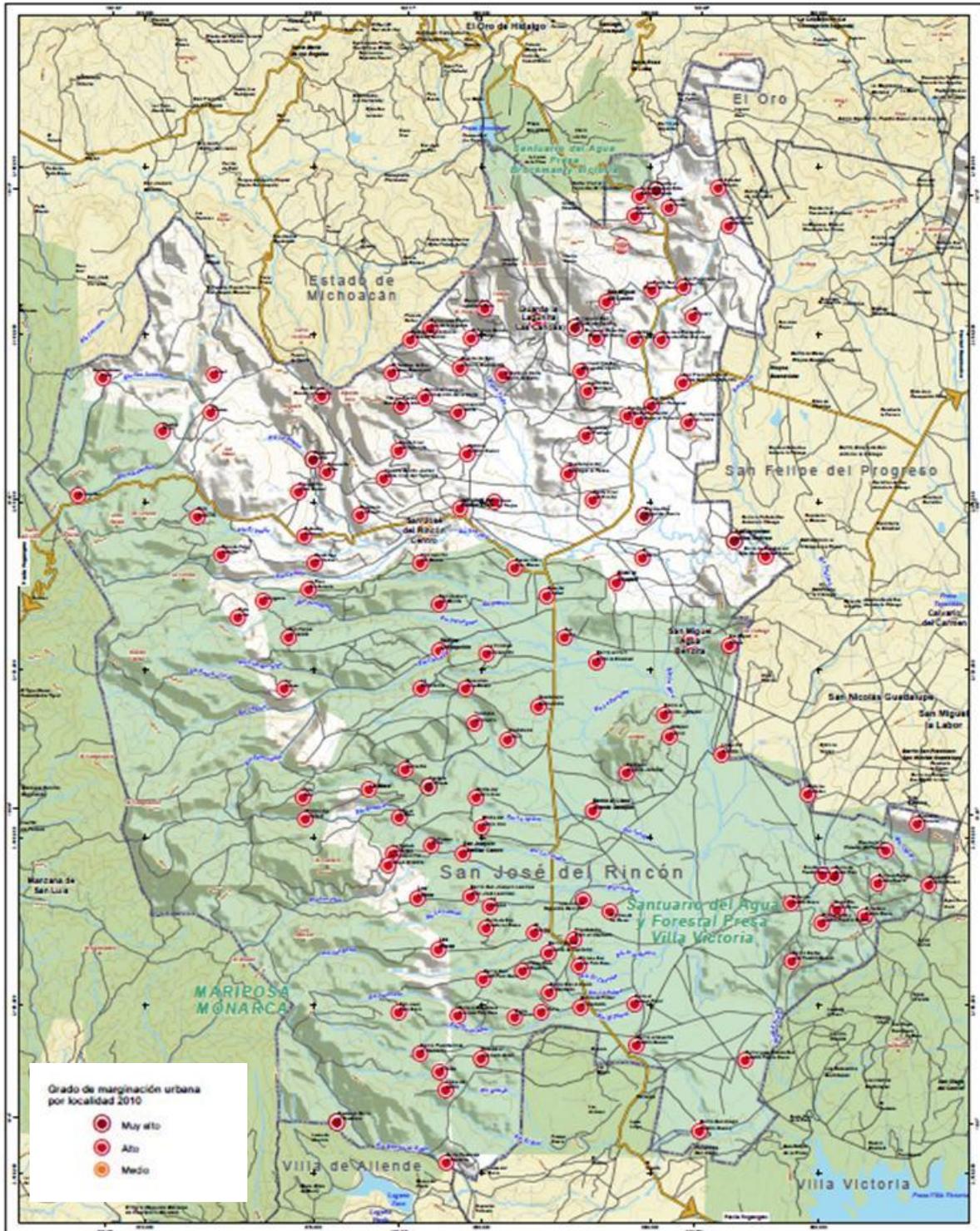


Nombre de la Localidad	Grado de Marginación
San Juan Evangelista Fracción Diez (San Juan)	Alto
San Felipe de Jesús	Alto
La Cañada del Sauco	Alto
Agua Zarca Pueblo Nuevo	Alto
Barrio el Fresno	Alto
Purungueo	Alto
San Joaquín Lamillas Barrio (San Joaquín)	Alto
Guarda de San Antonio Buenavista	Alto
La Trinidad Concepción	Alto
Jesús Carranza	Alto
El Huizache	Alto
El Cuarenta y Cuatro	Alto
Barrio el Pintal el Depósito	Alto
Palo Amarillo	Alto
Yondece el Grande	Alto
El Tepetate de San Antonio Buenavista	Alto
Colonia Benito Juárez Santa Cruz del Tejocote	Alto
San Antonio Pueblo Nuevo	Alto
Santa Cruz del Tejocote	Alto
Rosa de la Palma	Alto
San José del Rincón Ejido	Alto
Barrio Santa Juanita el Depósito	Alto
El Potrero Guarda la Lagunita	Alto
Rosa de Palo Amarillo	Alto
La Soledad el Guarda	Alto
Garatachea	Alto
Ejido el Consuelo	Alto
San Francisco Solo	Alto
Las Palomas	Alto
Santa Cruz del Rincón	Alto
Cevatí	Alto
Guarda de la Lagunita la Mesa	Alto
Guadalupe del Pedregal la Palma	Alto
San Onofre Centro (Carmona)	Alto
Pata de Mula de los Cedros (Patemula)	Alto
El Porvenir	Alto
Cieneguillas (Casa Blanca)	Alto
San Onofre Ejido	Alto
Buenavista Casa Blanca	Alto
Providencia Ejido el Depósito	Medio
Estación Trinidad	Medio
San José del Rincón Centro	Medio

Fuente: Estimaciones del CONAPO, 2005.



Figura 19. Mapa de grado de marginación en el municipio de San José del Rincón, 2010.



Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO 2010.



Respecto a los indicadores de pobreza, en el municipio se registran indicadores que permiten inferir una alta vulnerabilidad de la población, el 80.6% del total de la población total se encuentra en situación de pobreza general y el 43.4% en pobreza extrema.

Asimismo los indicadores de carencia social muestran que la población municipal resultan superiores comparados a los del contexto de la Entidad, destacando que el 90.4% de la población de San José del Rincón presenta carencia por acceso a la seguridad social y en la Entidad es del 58.9% y en lo referente a los servicios básicos de la vivienda se muestra que el 79.4% de la población presenta carencia de los mismos en el Municipio y en la Entidad corresponde solo al 13.3%. Esta situación se refleja también en las condiciones de bienestar económico de la población, ya que en el Municipio el 58.9% de la población cuenta con niveles de ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo y a nivel Estatal corresponde al 14.4%.

Carencias Sociales %					
Rezago educativo	Acceso a los servicios de salud	Acceso a la seguridad social	Calidad y espacios de la vivienda	Acceso a los servicios básicos en la vivienda	Acceso a la alimentación
41.2	20.6	90.4	34.8	79.4	57.0

4.3. Principales actividades económicas en la zona

Sector Primario

El Municipio cuenta con una superficie total de 28,514.78 ha, lo que convierte a este sector en el dominante con un 49.9 % de la población económicamente activa dedicada a estas actividades.

En el año 2011 en el municipio de San José del Rincón la superficie sembrada fue de 27,677.00 ha, de las cuales se cosecho 18,667.00 hectáreas, con un valor aproximado de \$316,258.61 pesos.

Del total de superficie sembrada aproximadamente 27,600.00 ha corresponden a cultivos de temporal, en tanto que los de riego son aproximadamente son 5 ha. El resto es para cultivos perennes como por ejemplo árboles frutales, nopales.

Los principales cultivos que produce el Municipio son Maíz de Grano, Maíz Forrajero, Avena Forrajera, Papa, Grass en verde, Tomate y Nopales.

En cuanto a la producción pecuaria, en el municipio aproximadamente se generaron 3,749 toneladas de productos, de los cuales correspondieron a la producción de Bovinos el 68%, a Ovinos el 18.7%, a Aves el 6 %, Guajolote el 3.6%, Caprinos el 2.9 % y Porcinos el 0.1%. La engorda de animales, para su posterior venta, presenta condiciones favorables en el Municipio, la producción de Bovinos, es la más importante para el Municipio y que también es el que más producción reporta para el Distrito Regional.

Sector Secundario

Comprende a todas las actividades referentes, a la transformación de materias primas, pequeños, talleres o fábricas, y la comercialización de madera como actividad predominante en este sector, ya que el Municipio cuenta con 17,449.72 hectáreas de bosque, un 35.7 % del total municipal, la población es este sector es de 27.9 % de la población económicamente activa.



Sector Terciario

Se agrupan las actividades correspondientes a la dotación de algún servicio como el comercio, transporte, comunicaciones y servicios financieros. La PEA ocupada en este sector es del 18.9%, la mayoría de servicios se localizan en la cabecera municipal.

En el año 2009, según el censo económico de INEGI, los establecimientos que predominan son del sector terciario, en donde encontramos un mayor número de tiendas, principalmente, misceláneas, carnicerías y tiendas de venta minorista, las cuales se ubican principalmente en la cabecera municipal.

4.4. Características de la Población Económicamente Activa

Para el año 2010 el total de la población era de 91,345 habitantes de los cuales 29,677 eran niños menores de doce años, que no se encontraban en edad para laborar, la población económicamente activa era de 26,257 habitantes, el 43% de la población total, de los cuales 23,327 tenían trabajo en el momento del Censo, y 2,930 se encontraban en búsqueda de algún trabajo.

La población no económicamente activa, es decir personas mayores de 12 años, estudiantes, jubilados, pensionados, amas de casa, o que padecían de alguna enfermedad era de 35,015 habitantes.

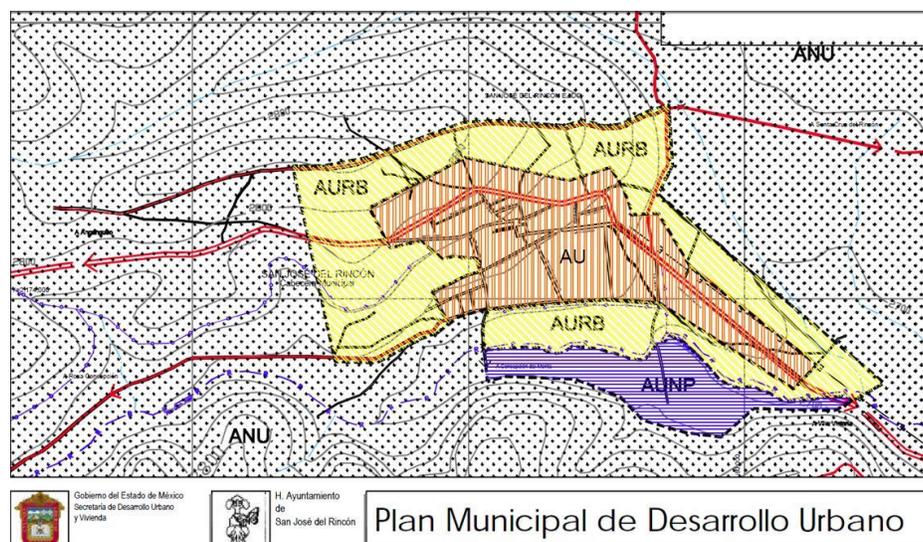
4.5. Reserva territorial

En el Plan Municipal de Desarrollo Urbano vigente, publicado en enero del 2004, únicamente se prevén reservas para el crecimiento del área urbana de la cabecera municipal.

Las áreas urbanizables conjuntan una superficie de 75.6 ha, mismas que se localizan formando una envolvente al área urbana actual y con uso principalmente habitacional, salvo la porción noroeste que se destinara para equipamiento social.

En particular destaca la zona prevista para el crecimiento al sur de la cabecera, la cual se prevé con uso habitacional, siendo el límite de esta el Río San José.

Figura 20. Plano de Clasificación del Territorio





CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico

Los fenómenos naturales ocurren en la superficie de manera constante en el tiempo, pero variable en cuanto a magnitud. Un fenómeno se convierte en peligro natural cuando altera parcial o totalmente algún aspecto físico de un territorio, mismo en donde se encuentra asentada la población. De esta manera cualquier fenómeno natural que ocurra en los sistemas atmosférico, biótico, litosférico, hidrológico, etc., o entre ellos, y presente una probabilidad de afectación del ser humano y sus actividades, debe ser considerado peligro. A lo largo de la historia del poblamiento de un territorio, la sociedad ha estado expuesta a diferentes fenómenos naturales, algunos de éstos han causado algún tipo de daño o afectación a la infraestructura, actividades o en las vidas mismas de la población (Campos-Vargas et al., 2010).

Los fenómenos naturales que se producen por la dinámica de la superficie de la corteza terrestre y que la modifican, se consideran fenómenos naturales geológicos y/o geomorfológicos, los primeros cuando se deben a la dinámica interna del planeta y los procesos de litificación; los segundos cuando modifican la forma del relieve en un paisaje determinado, ya sea producto de la interacción interna del planeta –procesos endógenos- o por la externa –procesos exógenos. Cuando un fenómeno, de índole geológico-geomorfológico, afecta de alguna forma las actividades o vida de la población, se convierte en peligro. Cuando la población no tiene la capacidad, en cuanto al conocimiento del fenómeno, de organización social y económica para afrontarlo, así como incapacidad política para mitigar y reducir el grado de afectación de la población con respecto al peligro, el escenario resultante será el de un desastre, mal llamado, natural.

Así la capacidad de solventar un peligro por parte de la sociedad, determina su grado de vulnerabilidad. En este sentido pueden distinguirse varios tipos de vulnerabilidades, por ejemplo cuando una sociedad tiene la capacidad en maquinaria o tecnológica para reparar casi en su totalidad los daños producidos por un peligro natural, se dice que su vulnerabilidad educativa o tecnológica es baja. Por esta razón, el reconocimiento en la naturaleza de los peligros, como su origen, tipología, mecánica, características, duración e intensidad así como recurrencia, es vital para su prevención y mitigación.

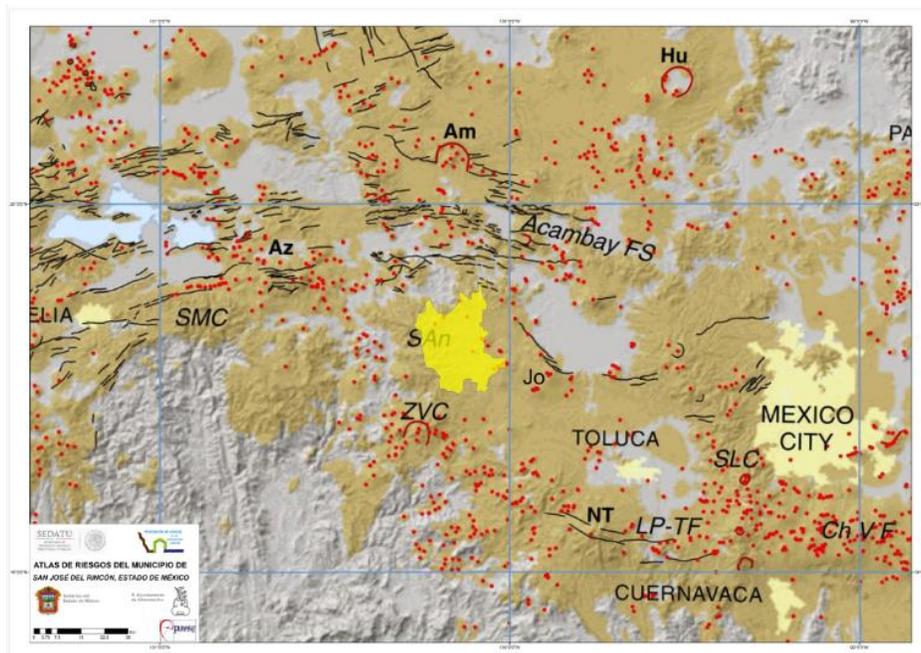
5.2.1. Erupciones volcánicas

El municipio de San José del Rincón se encuentra dentro de la provincia fisiográfica llamada Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). Este Cinturón tiene una extensión aproximada de 920 km de largo y cruza la República Mexicana desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, iniciando, al oeste, en la costa del estado de Jalisco (Bahía Banderas) hasta Veracruz (Punta Delgada) (Aguayo y Trápaga, 1996). La extensión norte-sur varía de los 400 km aprox. en San Luis Potosí, a 100 km en Puebla y Veracruz.



Una de las características principales del CVM es la gran variabilidad de edificios volcánicos a consecuencia de factores como la composición química de sus productos, intensidad y tipos de actividad, condiciones climáticas en donde se emplazó, entre otros. También destaca la oblicuidad con respecto a la Trinchera Mesoamericana, así como la irregularidad espacial en cuanto a la ocurrencia del volcanismo dentro del cinturón (Ferrari, 2000; Schimnke, 2006). Dentro del CVM, el municipio de San José del Rincón tiene cercanía a las formaciones volcánicas mayores: Caldera de Amealco a 60 Km. al norte; el estratovolcán Jocotitlán a 40 km. al Noreste, así como al Complejo Volcánico de Zitácuaro a 25 km al suroeste y finalmente al oeste la Sierra de Angangueo de la cual ocupa parte el municipio. En la figura 21, se muestra la ubicación del municipio de San José del Rincón dentro del CVM.

Figura 21. Ubicación del municipio José del Rincón dentro del CVM.



El área en color amarillo, al centro de la imagen, corresponde al municipio. Los puntos en color rojo pertenecen formaciones volcánicas menores. Las áreas en color café pertenecen formaciones volcánicas del CVM, y por ultimo las líneas negras pertenecen a fallas geológicas. Por la cercanía al municipio destacan: Caldera de Amealco (Am), Caldera de los Azufres (Az); volcan Jocotitlán (Jo); Sierra de Angangueo (SAn), Complejo Volcánico de Zitacuaro (ZVC). Otras formaciones distales son: Sierra de mil Cumbres (SMC); Caldera de Huichapan (Hu), Nevado de Toluca (NT), Sierra de las Cruces (SLC) (Fuente: Ferrari, 2012).

En cuanto a las formaciones volcánicas que se encuentran dentro del municipio encontramos volcanes monogenéticos (formados por una sola etapa eruptiva-explosiva), en forma de domos o flujos basálticos-andesíticos, así como también la Sierra de Angangueo la cual es una sierra volcánica muy antigua considerando la morfología actual, el avanzado desarrollo de barrancos y gran cantidad de suelo sobre la roca madre. En las figuras 22 y 23 se aprecian estas formaciones.

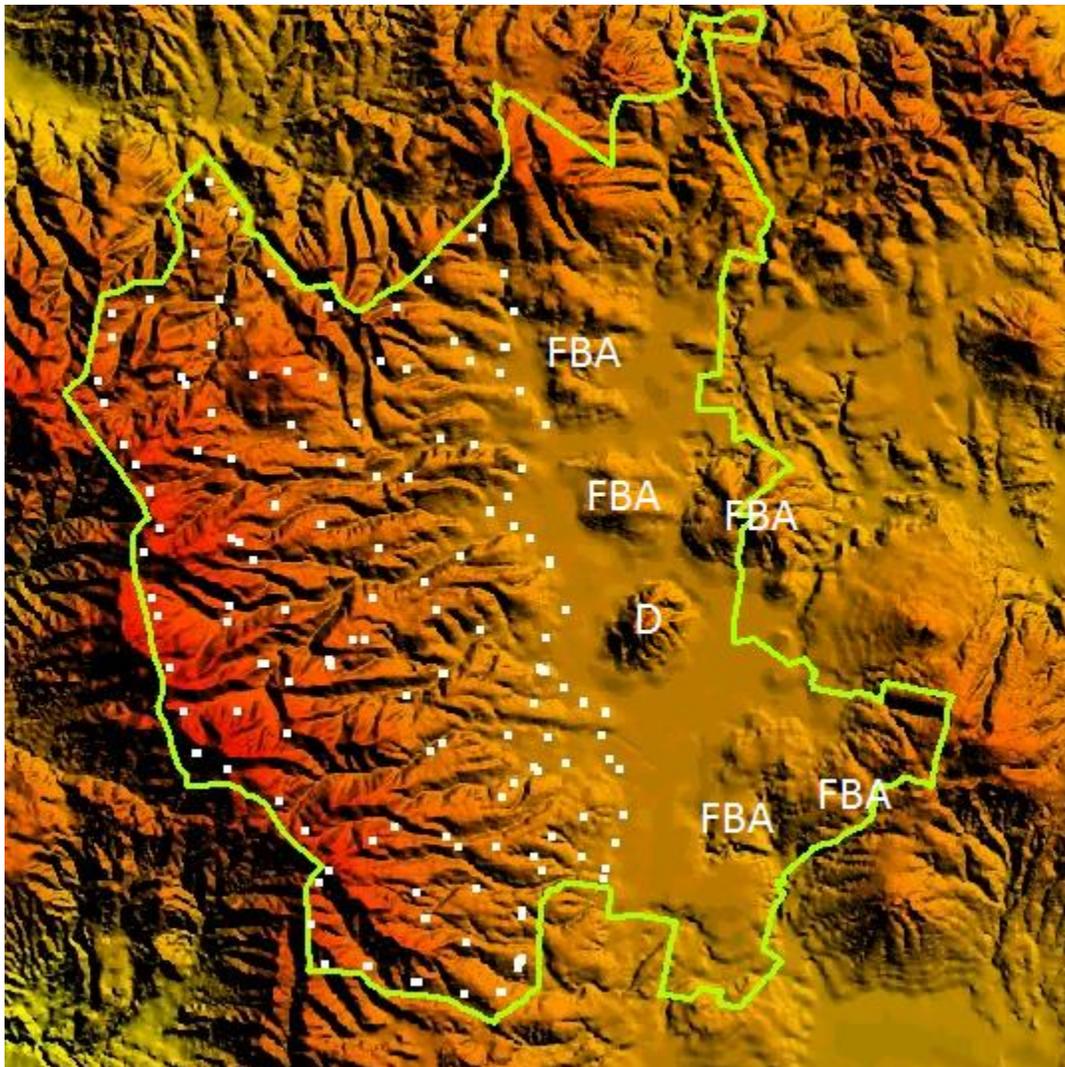


Figura 22. En esta figura se muestran las formaciones volcánicas pertenecientes al municipio de San José del Rincón delimitado por el polígono en color verde.

El área delimitada por los cuadros blancos corresponde a la Sierra de Angangueo. Las letras FBA corresponden a flujos de lava posiblemente de composición basáltico-andesítica y la letra D a domos de lava.



Figura 23. Al centro de la imagen se muestra el Cerro de Jaltepec. El cual es un domo de composición ácida (alta viscosidad), que permitió su crecimiento sobre la vertical generando altas pendientes.

Por otro lado, existen diferentes tipos de erupciones (figura 24) que derivan en definir los peligros volcánicos que pueden afectar al municipio, entre ellos se encuentran: **caída de ceniza, lahares, avalanchas y flujos piroclásticos**.

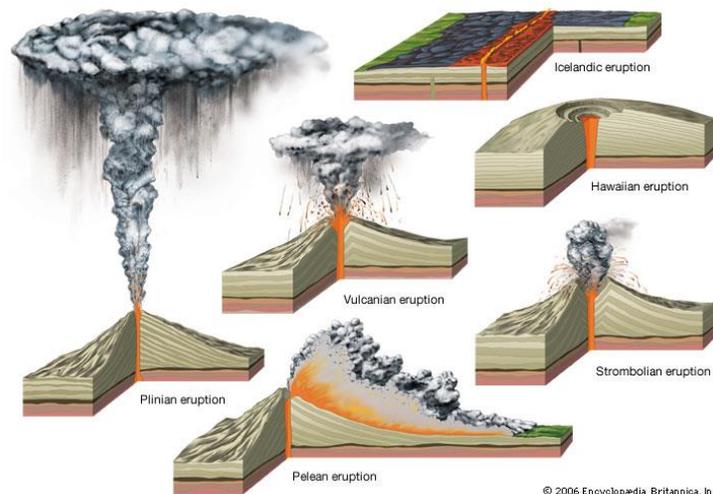


Figura 24. Tipo de erupciones volcánicas de acuerdo a su explosividad y comportamiento.

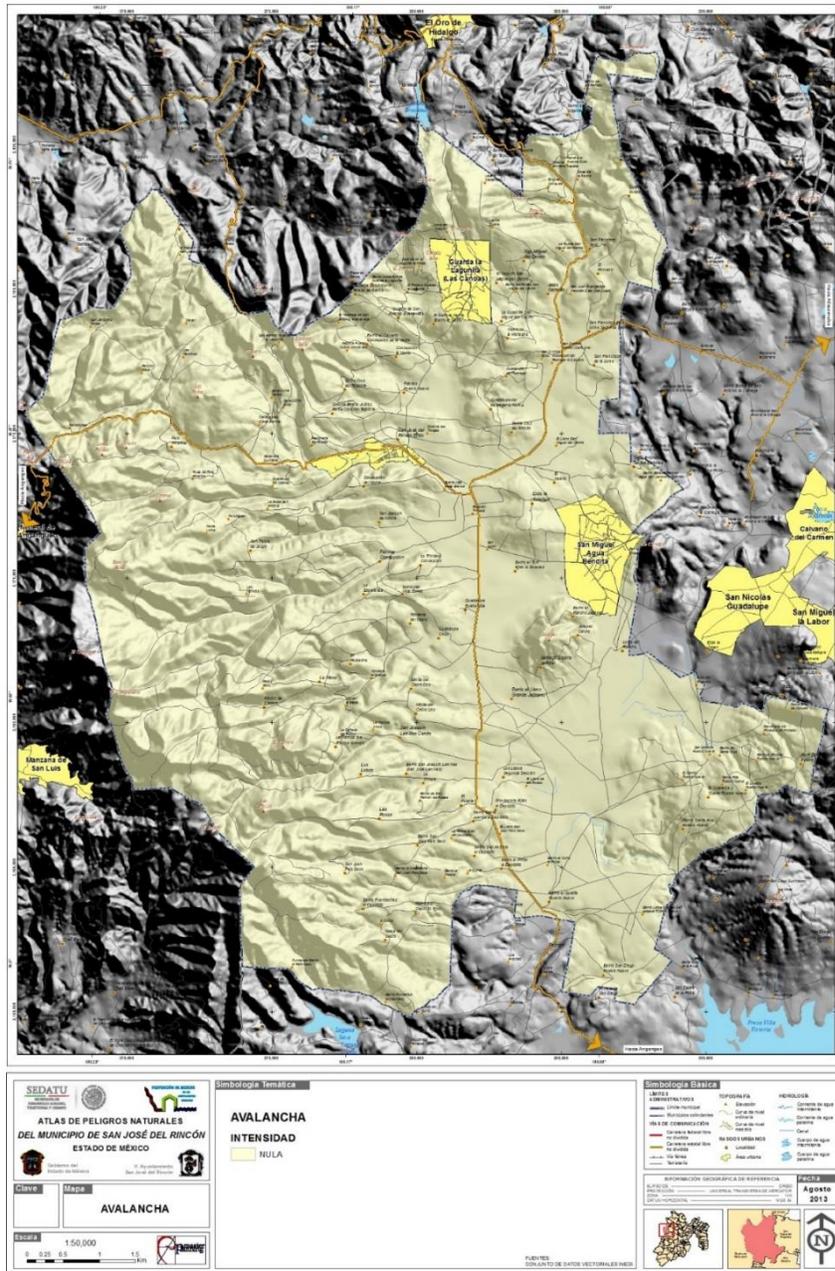
Avalancha de escombros

Una avalancha de escombros se forma durante el colapso gravitacional lateral a gran escala de un sector de un edificio volcánico. Generalmente este tipo de desprendimientos deja una morfología típica que incluye un anfiteatro y una serie de hummocks o montículos, aunque esto no ocurre en todos los casos (Ui et al., 2000). Estas avalanchas pueden depender directamente de la actividad magmática del volcán, o de factores exógenos como lluvias abundantes, saturación por fluidos, pendientes altas, procesos de alteración o factores tectónicos regionales como los sismos o fallas activas.



Para el municipio de San José del rincón, este peligro es considerado como MUY BAJO O NULO (figura 25) debido a la lejanía, y al efecto protector de la orografía, del municipio a las grandes formaciones volcánicas, teniendo como más cercana al volcán Jocotitlán. En la figura 26 se muestra la distancia de volcán Jocotitlán al municipio de San José del Rincón. En la misma figura se explica una posible avalancha del mencionado volcán. Por su parte, las formaciones volcánicas interiores no presentan un peligro real de avalancha, aunque si se pueden generar otro tipo de procesos como la remoción en masa o caída de bloques.

Figura 25. Mapa de Peligro por avalancha de escombros.



Elaboración propia con base en información de INEGI



Figura 26. Vista hacia el sur del volcán Jocotitlán (Jo) y el municipio de San José del Rincón.

En esta figura se muestra la distancia relativa del Jocotitlán al municipio de San José del Rincón. El área delimitada por los puntos rojos corresponde a una avalancha de 9690 ± 89 años a.C (Siebe et al, 1992), la cual tuvo un alcance de 12 km. Y a partir de un nuevo colapso en dirección del municipio, este no sería alcanzado simulando un colapso del Jocotitlán similar al último acontecido.

Caída de ceniza

La caída de ceniza es producida a partir de material volcánico fragmentado generado por la actividad explosiva de algún volcán, la cual es transportada a grandes o cortas distancias por efecto del viento, y las cuales pueden llegar a grandes alturas según el tipo de erupción acontecida en el volcán (De la Cruz-Reyna, 2008).

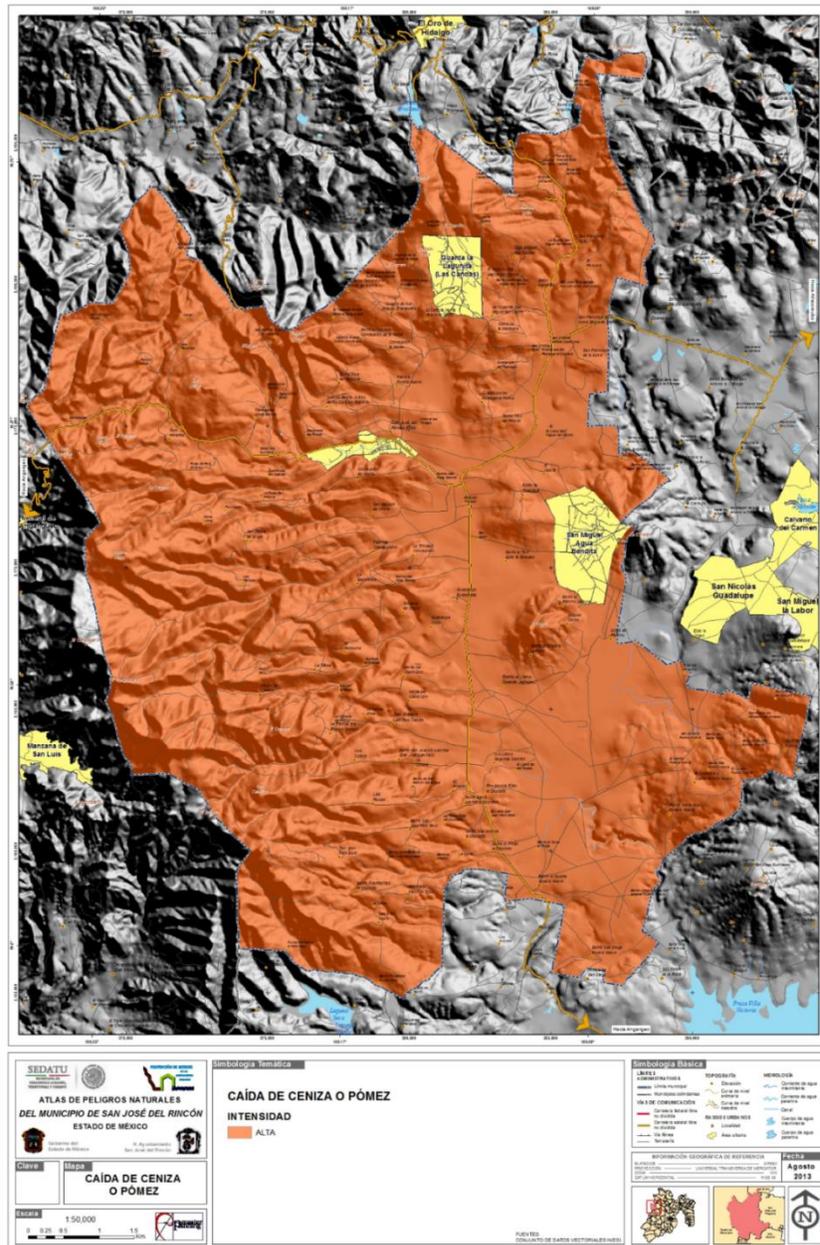
Por otro lado el daño ocasionado puede ser significativo a cortas o grandes distancias, las cuales pueden ser daños a la salud al ser inalada, afectación a las actividades humanas, telecomunicaciones, aviación, áreas de cultivo y suelos, condiciones medioambientales (Schminck, 2006; Zehner, 2010). La caída de ceniza es potencialmente peligrosa para las actividades humanas, ya que una capa de 10 cm de ceniza tiene una masa de entre 70 y 120 kg por metro cuadrado, valores que aumentan al doble si contiene humedad, en donde ese exceso de carga sobre los techos de las casas puede causar colapso del mismo (Haller, 2010).

Este peligro, para el municipio de San José del Rincón, es considerado como ALTO. Esto en consideración de una posible erupción Pliniana () o Subpliniana del volcán Jocotitlán (figura 27), localizado a 45 km, el volcán Nevado de Toluca a 70 km y la Caldera de Amealco. Por lo tanto en el caso de que la columna eruptiva alcance la troposfera y la dirección del viento sea en dirección del municipio, los piroclásticos



pueden viajar grandes distancias y depositarse en el municipio de San José del Rincón y finalmente ser afectado por la caída de centímetros, o metros, de ceniza y pómez. Cabe resaltar que los tipos de erupciones mencionadas son las erupciones de mayor violencia, asociadas a magmas calcoalcalinos ácidos o a otros magmas que han soportados importantes procesos de diferenciación. Estas se caracterizan por la emisión de potentes columnas eruptivas que alcanzan alturas superiores a los 25/30 kilómetros. De estas columnas se desprenden por gravedad piroclastos, ceniza y pómez de tamaño variable que en función de la altura de la columna alcanzan extensas áreas de dispersión.

Figura 27. Mapa de Peligro por caída de ceniza.



Elaboración propia con base en información de INEGI



En el caso de que la columna eruptiva alcance la troposfera, los piroclastos pueden viajar a la dirección del viento a distancia que pudieran depositarse en el municipio de San José del Rincón. Y finalmente sería afectado por la caída de centímetros, o metros de ceniza y pómez como lo muestra su pasado eruptivo (figura 28).



Figura 28. Depósitos de caída de pómez en el poblado Las Rosas de hasta 7 metros de altura.

En las letras A, B y C se muestran fotografías de banco de materiales. Mientras que la foto D se aprecia pómez en donde antes era un camino. Debido al soporte clasto a clasto esta piedra presenta un alto grado de remoción.

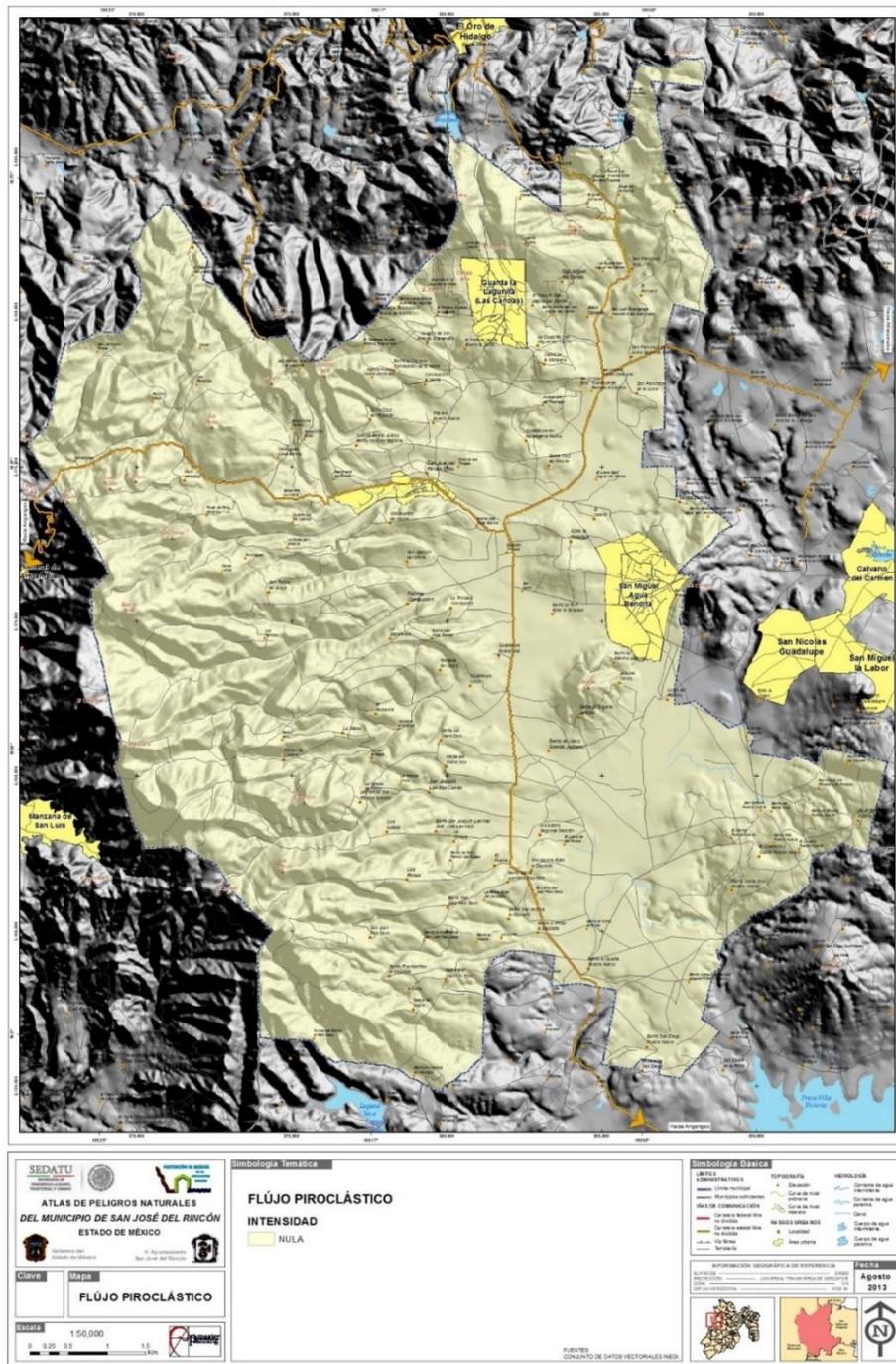
Flujos piroclásticos

Los flujos piroclásticos están asociados a tipo de actividad explosiva, los cuales se caracterizan por nubes de formadas de fragmentos de lava, ceniza y gases a muy altas temperaturas, que se deslizan cuesta abajo por los flancos del volcán a velocidades de entre 10 m s^{-1} y algunas veces alcanzan los 100 m s^{-1} (Sigurdsson, et al., 1999). El origen de estos flujos es a partir de derrumbes o colapso de domos; desprendimiento de frentes de lava en pendientes fuertes sobre el volcán; explosiones laterales; colapso de columnas eruptivas, entre otros (Schminck, 2006; Sigurdsson, et al., 2000). Estos fenómenos volcánicos están controlados por el tipo de erupción que los produce, por la topografía del terreno (esto es, por las pendientes y barrancas del volcán), por las características de los materiales arrojados durante la erupción (composición y contenido de volátiles), y por la altura a la que se originan (De la Cruz-Reyna, 2008).



Particularmente en el municipio de estudio, este peligro es considerado como MUY BAJO o NULO, debido a la relativa lejanía del municipio de las formaciones volcánicas mayores, así como a la no conexión de la red hidrográfica del volcán Jocotitlán al municipio. En la figura 29 se explica el mapa con el fenómeno.

Figura 29. Mapa de Peligro por flujos piroclásticos.



Elaboración propia con base en información de INEGI



Lahares

Los lahares, se forman a partir de la mezcla de bloques, ceniza y cualquier otro material volcánico (dispuesto sobre las laderas del volcán) con agua. Los lahares pueden producir avenidas muy potentes de lodo y rocas, que tienen un poder destructivo similar o incluso mayor a los flujos piroclásticos (De la Cruz-Reyna, 2008). El agua que forma la mezcla de los lahares puede tener varios orígenes, tales como lluvia torrencial (lluvias estacionales o de ciclones tropicales), sobre depósitos volcánicos, drenaje abrupto de lagunas, o por la entrada de flujos piroclásticos en ríos o en zonas de nieve o glaciares lo que provoca su fusión inmediata, (De la Cruz-Reyna, 2008; Schmincke, 2006). Es decir los lahares pueden destruir o dañar gravemente zonas pobladas.

Este fenómeno volcánico puede viajar por varios kilómetros pero raramente alcanzan los 300 km de distancia, y se mueven a velocidades que pueden exceder los 100 km/h, esto dependiendo de la concentración de partículas y material (Schmincke, 2006). Es importante destacar que los valles angostos y con determinada pendiente, pueden canalizar los lahares a través de grandes distancias y cuando un lahar llega a un valle amplio y de poca pendiente se dispersará lateralmente formando un abanico, que aunque puede tener menor longitud, abarcará sitios fuera de la desembocadura del valle angosto (De la Cruz-Reyna, 2008). Es por esto que el municipio de San José es considerado con un nivel de peligro MUY BAJO o NULO, ya que (de igual manera como en los flujos piroclásticos) la conexión de la red hidrográfica con la principal amenaza no existe (figura 30).

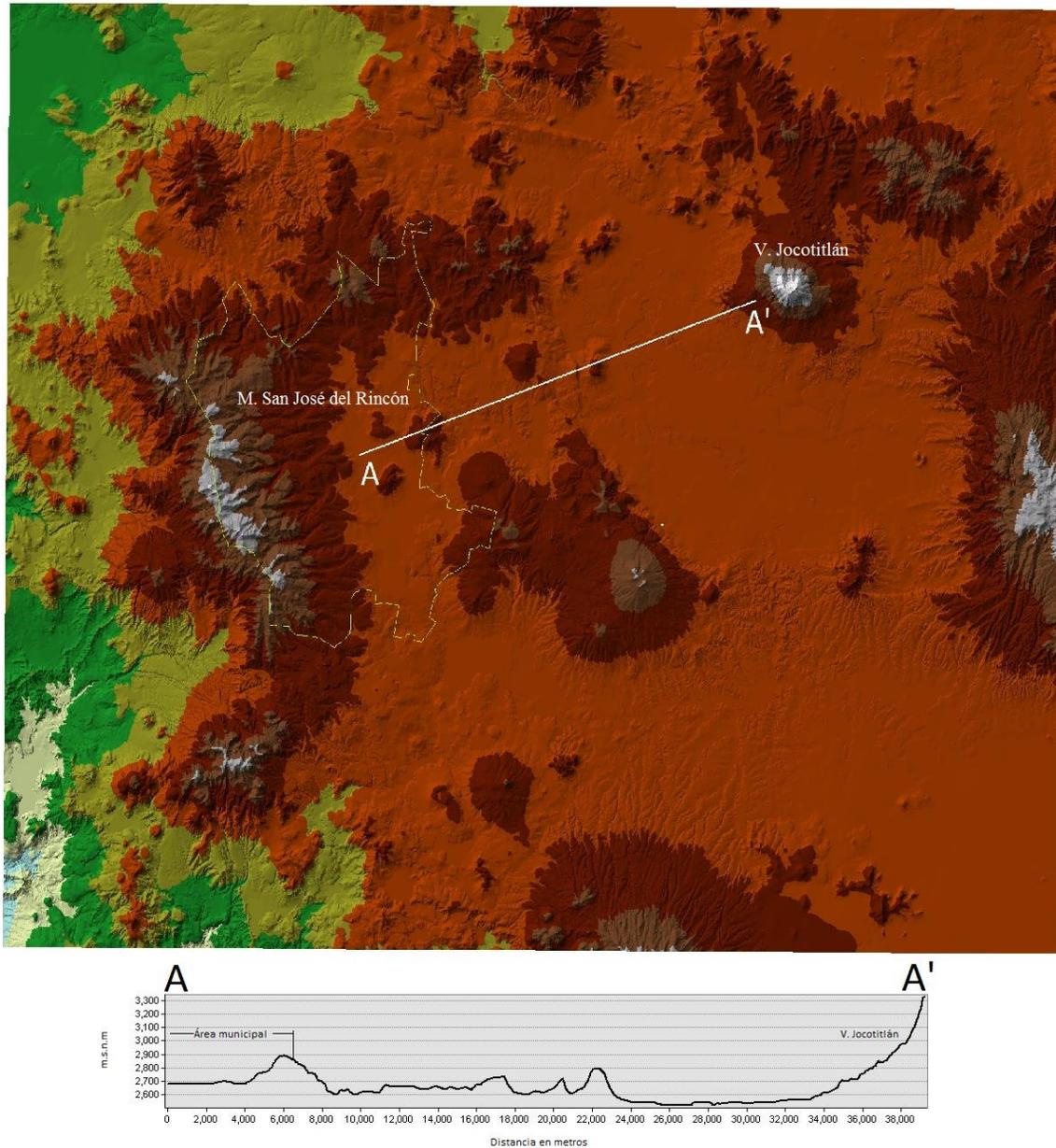


Figura 31. Perfil altitudinal entre municipio y el volcán Jocotitlán.

5.2.2. Sismos

La sismicidad es un fenómeno natural producto de los esfuerzos en la corteza terrestre, debido a diferentes fuerzas, principalmente al movimiento de las placas tectónicas. El mundo se encuentra dividido por múltiples placas tectónicas, definidas por la presencia de uno o varios de los tres límites que son la divergencia, convergencia y transcurrencia. En los últimos dos límites se presentan comúnmente sismicidad. El país se encuentra dividido en varias placas tectónicas las cuales se pueden dividir en continentales: Norteamérica (que comprende a cerca del 90 % del territorio continental), Caribe (al sur de México) y oceánicas: Pacífica, de Cocos (enfrente de las costas de Michoacán hasta Chiapas), y de Rivera (enfrente de las costas de



Colima, Jalisco y Nayarit). La sismicidad comúnmente se produce en los límites de estas placas, y con menor frecuencia al interior.

En el país se presentan los tres tipos de fenómenos. El límite de las placas de Norteamérica y Pacífica, en el Mar de Cortés, se presenta el proceso de extensión y en continente en dos lugares ocurre (cerca de Mexicali y en el estado de Chiapas) el proceso de transcurrancia. En el océano Pacífico las placas de Cocos y Rivera en su origen, propician los fenómenos de extensión, en donde, se forma nueva corteza oceánica, y se desplaza lentamente lejos de su punto de origen. Este movimiento trata de empujar, al llegar a la base, a la placa de Norteamérica. Esta placa al ser más grande y ligera, le cuesta trabajo moverse, por lo que prefiere cabalgar a la placa que la empuja, esto ocasiona el proceso de subducción de las placas. El límite de subducción es muy importante ya que es en este donde se generan fenómenos como el volcanismo y la sismicidad. Mientras que en la zona de divergencia localizada en el fondo del Mar de Cortés, no es habitual la ocurrencia de sismicidad, pero entre sectores de divergencia la placa se disloca y muestra un movimiento horizontal diferenciado, a partir de fallas laterales en el límite mismo. Estas fallas al desplazarse generan sismicidad.

De acuerdo con la zona de subducción, el país ha sido dividido en 4 grandes zonas sísmicas. Para su división se utilizó la información sísmica del país desde el inicio del siglo pasado con registros históricos del Servicio Sismológico Nacional. Estas zonas son un reflejo de la ocurrencia de sismos en las diversas regiones. En la zona A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años. Las zonas B y C son zonas intermedias, aquí los registros de sismos no son tan frecuente. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente. Cabe resaltar que esta división toma como fuente principal de sismicidad la zona de subducción y desprecia la sismicidad ocurrida intraplaca (Figura 32).

Figura 32. Mapa de zonas sísmicas de acuerdo con la zona sismogeneradora en el país. El Municipio de San José del Rincón se encuentra en la zona moderada de peligrosidad sísmica



Fuente del Servicio Sismológico Nacional



El municipio de San José Del Rincón, se encuentra en la zona B, aproximadamente a 900 km del borde en donde se introduce la placa de Cocos por debajo de la Norteamericana, es decir lejos de la zona sismogeneradora. La actividad sísmica en el Estado de México (Cuadro 12), contiene muy pocos focos sísmicos (34) y de magnitudes que van desde 2.4 hasta 3.9 en los últimos 7 años (de enero del 2006 a agosto del 2013). Al norte del municipio de San José del Rincón, entre las localidades de El Tepetate de San Antonio Buenavista y Guarda de San Antonio Buenavista se ubicó uno de los epicentros con intensidad de 3.7 grados Richter.

Cuadro 12. Sismos de mayor magnitud en el estado de México

Fecha	Latitud	Longitud	Prof.(km)	Mag.	Zona
02/02/2006	19.25	-98.94	14	3.5	3 km al NOROESTE de S MATEO
11/02/2006	19.32	-98.95	5	3.5	3 km al NOROESTE de XICO, MEX
06/02/2008	19.7	-100.16	16	3.7	29 km al SUROESTE de TEMASCALCINGO,
03/05/2009	19.28	-98.82	17	3.2	2 km al ESTE de S MARTIN CUAUTLALPAN,
04/07/2009	18.66	-99.99	20	3.5	32 km al SURESTE de TEJUPILCO, MEX
14/07/2009	19.83	-99.14	13	3.6	2 km al NORESTE de S JUAN ZITLALTEPEC,
01/11/2009	18.98	-98.77	10	3.7	7 km al SURESTE de OZUMBA, MEX
05/03/2010	19.18	-98.89	5	3	6 km al SURESTE de S MATEO HUITZILZINGO,
28/06/2010	19.44	-98.82	14	3.5	5 km al ESTE de S MIGUEL COATLINCHAN,
05/07/2010	19.2	-98.94	10	3.7	3 km al SUROESTE de S MATEO
05/07/2010	19.27	-98.88	9	3.2	2 km al NORESTE de CHALCO, MEX
11/07/2010	19.91	-99.94	16	3.6	6 km al ESTE de TEMASCALCINGO, MEX
06/04/2011	18.7	-100.4	16	3.6	34 km al SUROESTE de TEJUPILCO, MEX
05/09/2011	19.18	-98.75	16	3.1	4 km al SUR de SAN RAFAEL, MEX
19/09/2011	19.17	-98.62	2	3.7	15 km al SURESTE de SAN RAFAEL, MEX
10/12/2011	19.08	-98.79	9	3.2	5 km al NORTE de OZUMBA, MEX
31/12/2011	19.36	-98.77	4	3.1	9 km al ESTE de S FRANCISCO ACUAUTLA,
05/01/2012	19.09	-98.71	1	3.2	7 km al SURESTE de AMECAMECA, MEX
14/04/2012	19.07	-98.68	2	3.6	11 km al SURESTE de AMECAMECA, MEX
17/04/2012	19.39	-99.28	7	2.4	1 km al SUROESTE de NAUCALPAN DE
25/06/2012	19.4	-99.03	3	3.4	4 km al OESTE de CD NEZAHUALCOYOTL,
08/07/2012	19.25	-98.82	14	3.4	3 km al SURESTE de S MARTIN
08/07/2012	19.32	-98.96	2	3.5	3 km al NOROESTE de XICO, MEX
09/07/2012	19.23	-98.93	5	3.5	1 km al NOROESTE de S MATEO
14/07/2012	19.27	-98.86	6	3.5	2 km al OESTE de S MARTIN CUAUTLALPAN,
14/07/2012	19.28	-98.89	3	3.4	2 km al NORESTE de CHALCO, MEX
15/07/2012	19.23	-98.86	2	3.4	5 km al SURESTE de CHALCO, MEX
10/01/2013	19.11	-98.73	4	3.9	4 km al SURESTE de AMECAMECA, MEX
03/02/2013	19.04	-98.7	5	3.2	10 km al ESTE de OZUMBA, MEX
25/03/2013	19	-98.67	7	3.8	14 km al SURESTE de OZUMBA, MEX
06/05/2013	19.01	-98.61	3	3.4	19 km al ESTE de OZUMBA, MEX
23/06/2013	19.46	-98.89	5	3.4	3 km al NOROESTE de S MIGUEL
25/06/2013	19	-98.65	1	3.6	16 km al ESTE de OZUMBA, MEX
11/08/2013	19.78	-98.94	10	3.1	3 km al NORESTE de STA MARIA AJOLOAPAN,

Elaboración propia con base en Servicio Sismológico Nacional, 2013

Para la determinación del peligro sísmico no solo es importante la ocurrencia y cercanía del movimiento tectónico, sino además el comportamiento de los materiales como la litología y la edafología, cuando la onda sísmica viaja en ellos. Los posibles efectos producidos por la competencia de los materiales en respuesta a



las ondas sísmicas, es un factor importante a considerar a la hora de cartografiar las áreas de mayor probabilidad de maximizar las ondas sísmicas, mismas que a su vez tendrían la capacidad de acelerar el movimiento de las casas y edificios dentro del municipio. De esta manera las capas aluviales y friables constituidos por materiales finos (arenas finas, limos y arcillas) y saturados en agua pueden amplificar el fenómeno físico.

Las construcciones se vuelven más vulnerables a las ondas sísmicas independientemente de que tan lejos se encuentren del foco. Si además se concatenan los fenómenos de sitio con el tamizado natural producido por la selección de los materiales más finos por parte de los ríos y el alto nivel freático, se crea un escenario en donde fenómenos como la licuefacción, puede presentarse; este es un efecto por el cual el material más fino viaja a niveles más profundos producto del movimiento armónico de las arcillas, ya sea por hechos antrópicos (explosivos o vibración artificial del suelo) o naturales (sismos). Esto afecta el terreno y vuelve a las construcciones en buenas condiciones a una categoría de endebles y si a las casas con daños a un eminente peligro de colapso.

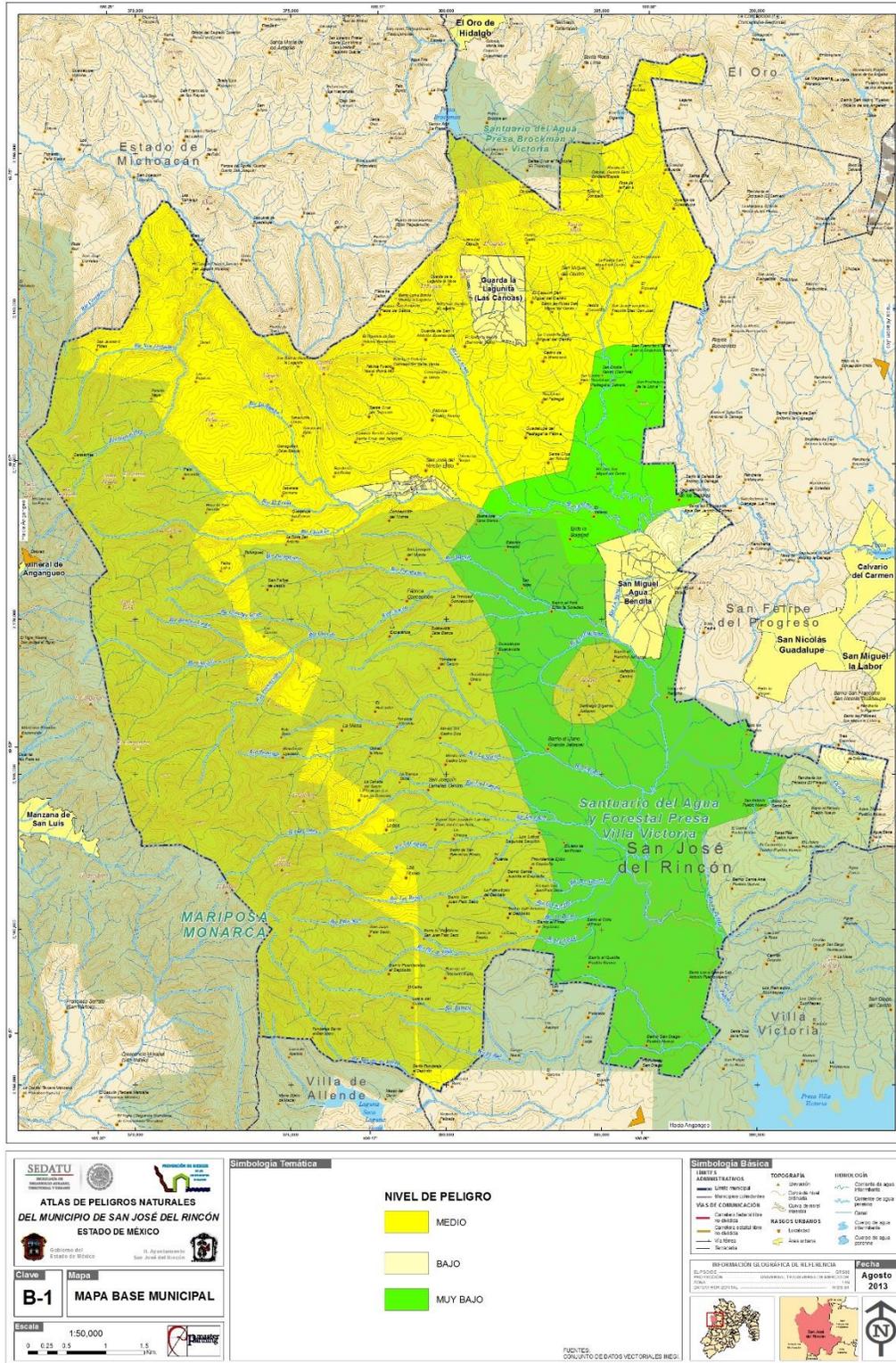
De acuerdo con lo anterior, el municipio fue dividido en 3 zonas de peligro sísmico (Figura 33). Cabe aclarar que la peligrosidad sísmica es proveniente de otros focos sísmicos detectados en otros estados de la costa del pacífico mexicano. La peligrosidad sísmica MEDIA, se presenta al noroeste en áreas de montañas y lomeríos altos constituidas por material volcánico cuaternario donde existen gran cantidad de fracturas que puede provocar el desprendimiento de suelo, esta área es la que mayor extensión territorial (Cuadro 13) y se ubica el poblado de Las Canoas. El peligro de tipo BAJO se localiza al este del municipio en áreas piedemontes donde la presencia de movimientos telúricos de grandes dimensiones pueden generar afectaciones en viviendas de tipo precario con alta vulnerabilidad del poblado San Miguel Agua Bendita. Y la zona de peligro MUY BAJA es la planicie con tipo de suelo de tipo Andosol poco profundo y geología de ígneas extrusivas consolidadas.

Cuadro 13. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km2)	Detalle
Media	356	Asociada a altas y medias pendiente con uso forestal y actividad agrícola
Baja	26	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado
Muy Baja	114	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado



Figura 33. Mapa de peligros sísmicos



Elaboración propia con base en información de INEGI



Fallas y fracturas

Una dislocación en la superficie se debe a esfuerzos internos ocasionados por los movimientos relativos entre placas tectónicas. El desplazamiento cuando es súbito, generan movimiento sísmico. No por eso, la sismicidad solo se concentra en los límites de placas, ya que pueden presentarse desplazamientos al interior de la placa, producto del reacomodo interno. Evidencia de este movimiento son plegamiento, disyunción y discontinuidad de una misma unidad geológica.

Algunas rocas al exponerse a esfuerzos tienen a comportarse de manera dúctil, casi siempre cuando el movimiento es gradual o lento; o frágil cuando el movimiento es súbito y repentino. Una dislocación no presenta un movimiento aparente, por lo que al ausentarse el movimiento esta se considera como fractura, cuando se tiene registro de movimiento horizontal y/o vertical se consideran fallas. Las fallas que presentan evidencias de movimiento vertical, se clasifican como "normal" (cuando el bloque de techo desciende con respecto al bloque de piso), o inversa (cuando el bloque de piso asciende con respecto al bloque de techo). Mientras que las fallas que se desplazan en la horizontal como fallas laterales. La mayoría de las fallas, en la superficie, muestran movimientos de tipo vertical y horizontal conjugados. Generalmente, la Falla comienza en un punto y de allí se propaga, se extiende a puntos cercanos y de allí a otros hasta romper todo el plano de falla; este proceso se lleva a cabo en cuestión de fracciones de segundo en el caso de sismos pequeños y puede durar minutos enteros cuando se trata de sismos grandes.

Dependiendo de su movimiento, las fallas son pasivas o activas; las primeras prácticamente no constituyen un peligro debido a que ya no presentan desplazamiento (SEDESOL-COREMI, 2004a). Las fallas activas pueden tener un movimiento imperceptible en términos históricos, es decir, de varios siglos o generarse súbitamente.

Las fallas activas pueden romper aceras, tuberías, viviendas, surcos de cultivo, etc., o bien desencadenar sismos, deslaves o derrumbes en las áreas inmediatas a la falla (SEDESOL-COREMI, 2004a), por lo que el peligro potencial aparece cuando se presenta un asentamiento humano sobre una falla activa o en las cercanías de ésta.

El territorio que ocupa el municipio de San José Del Rincón, Estado de México, ubicado en el cinturón volcánico transmexicano, está constituido por una serie de litologías y estructuras con edades cuaternarias. Así mismo, se encuentra en la intersección del sistema de fallas activas de Acambay-Morelia con dirección E-W y que delimitan el graben de Acambay (Salinas y López-Blanco 2010) (Figura 34).

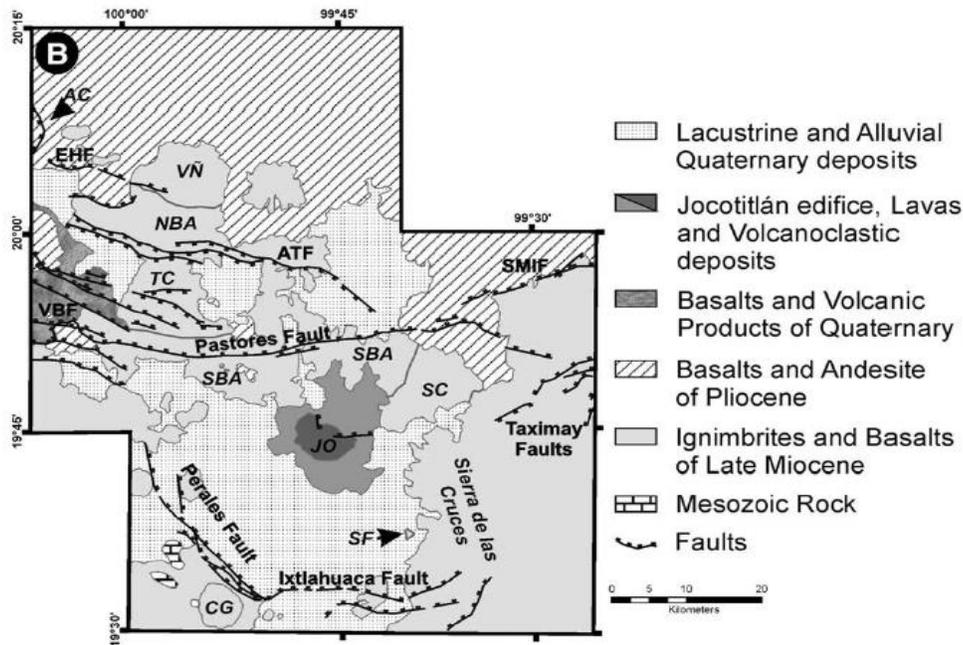


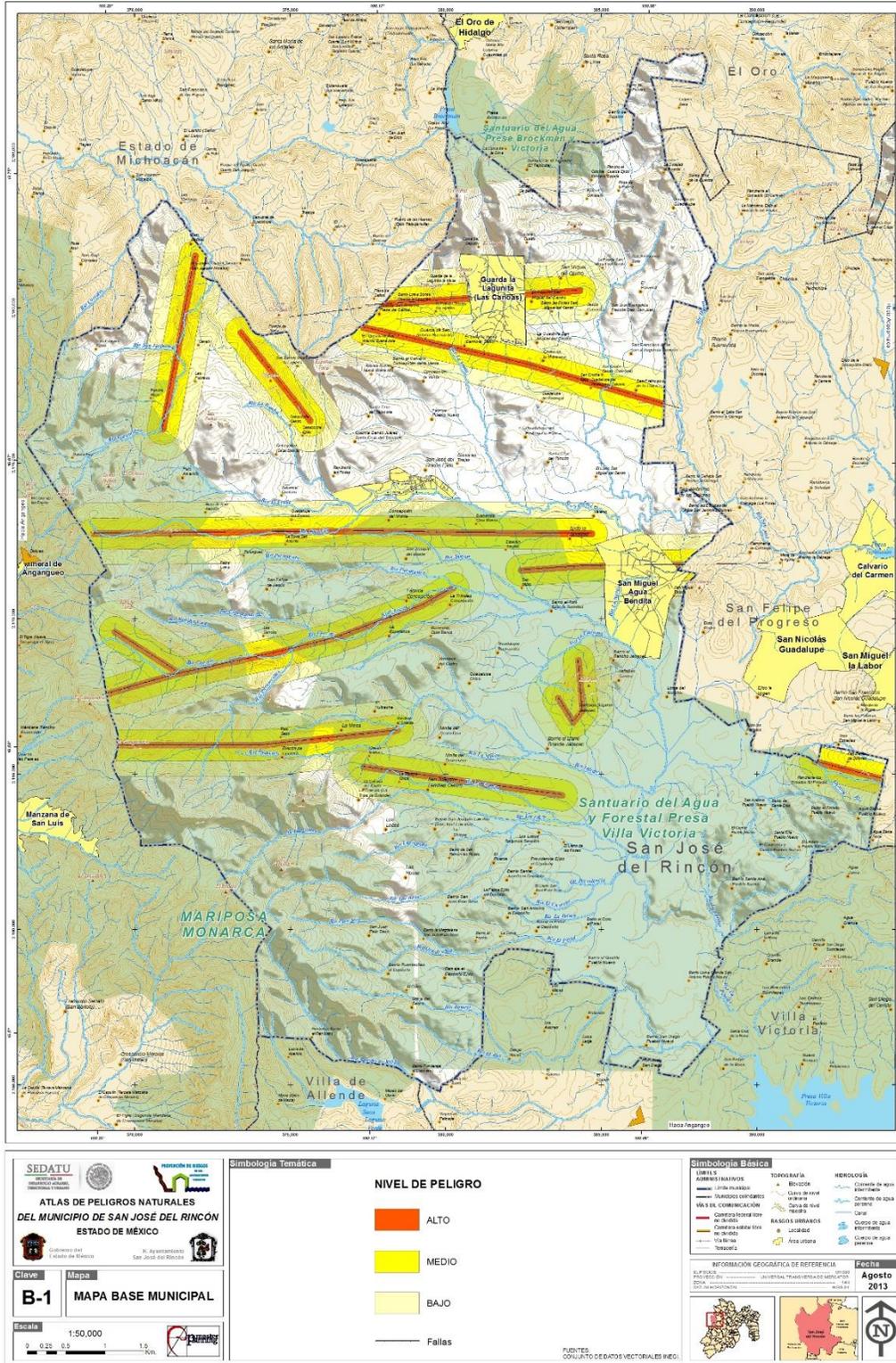
Figura 34. Muestra la tectónica regional y geodinámica (tomado de Salinas y López-Blanco 2010).

En la metodología se utilizaron dos variables morfológicas que permitieron reconocer ciertos lineamientos en el municipio, ayudados por una imagen raster proveniente de un GIS bajo el método de interpolación de líneas continuas que describen la topografía en una superficie de sombras donde se infieren lineamientos dependiendo la posición de la luz y puntos observados; también en campo se reconocieron ligeros escarpes en los márgenes de los ríos y la marcada inflexión de los ríos principales.

Por lo tanto, el territorio del municipio se ve afectado por una red de fallas y fracturas sobre todo en las áreas montañosas. El Mapa de Fallas fue aplicado de acuerdo a la metodología SEDESOL- COREMI, 2004, se consideraron distancias de 100, 500 y 1000 metros (Figura 35). El Municipio de San José Del rincón, Estado de México se asienta en una región con alta densidad de fracturas y fallas las cuales pueden reactivarse y generar diferentes procesos como los antes mencionados. En este sentido se infirieron fallas de tipo normales que flanquean los márgenes de los ríos y escarpes con una orientación principal de oeste-este. Hay varias poblados asentados en fallas que de acuerdo a las normas no deben asentarse a 100 metros la línea de falla es por ello que se consideran de ALTO Peligro poblaciones pequeñas como Santiago Gigante Jaltepec, Guarda de San Antonio Buenavista, Barrio Loma Bonita Guarda la Lagunita y El Capulín; y poblaciones urbanas como Las Canoas y San Miguel Agua Bendita. Asimismo, la actividad sísmica relacionada con estas fallas hace que la peligrosidad de las mismas, pueda considerarse de MEDIA a BAJA a 500 y 1000 metros respectivamente.



Figura 35. Mapa de peligros por Fallas



Elaboración propia con base en información de INEGI



5.2.3. Tsunamis

El término japonés tsunami se usa internacionalmente se usa para designar a la secuencia de olas que se generan cuando cerca o en el fondo del océano ocurre un sismo, derrumbes submarinos, erupciones volcánicas submarinas y muy raramente por el impacto de un gran meteorito en el océano. Estas olas pueden arribar a las costas con gran altura y con efectos destructivos (CENAPRED, 2005).

La mayoría de los Tsunamis son generados por la actividad sísmica en el océano causado inicialmente por una dislocación vertical de la corteza terrestre en el fondo del océano (figura 36), presentándose estos en gran mayoría en el Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino (CENAPRED, 2005).

En el transcurso del siglo veinte, éste ha sido el origen de aproximadamente el 94% de los 450 tsunamis ocurridos en el Océano Pacífico. Es por esto que existe el Sistema de Alarma de Tsunamis en el Pacífico (PTWS), conformado por 25 Estados Miembros participantes. Este sistema tiene por funciones monitorear las estaciones sismológicas y de nivel del mar a través de la cuenca del Pacífico para evaluar los sismos potencialmente generadores de tsunamis y diseminar la información sobre alertas y alarmas del mencionado fenómeno. El Centro de Alarma de Tsunamis del Pacífico (PTWC) es el centro operativo del TWS. Ubicado en Honolulu, Hawaii, el PTWC proporciona información de alertas de tsunami a las autoridades nacionales en la cuenca del Pacífico. Existen algunos países que también operan Centros Regionales o Nacionales de Alarma de Tsunami (SHOAC, 2005).

Figura 36. En la figura se ilustra cómo se genera un tsunami a partir de la actividad sísmica, sismos generados la interacción de placas o fallas tectónicas.



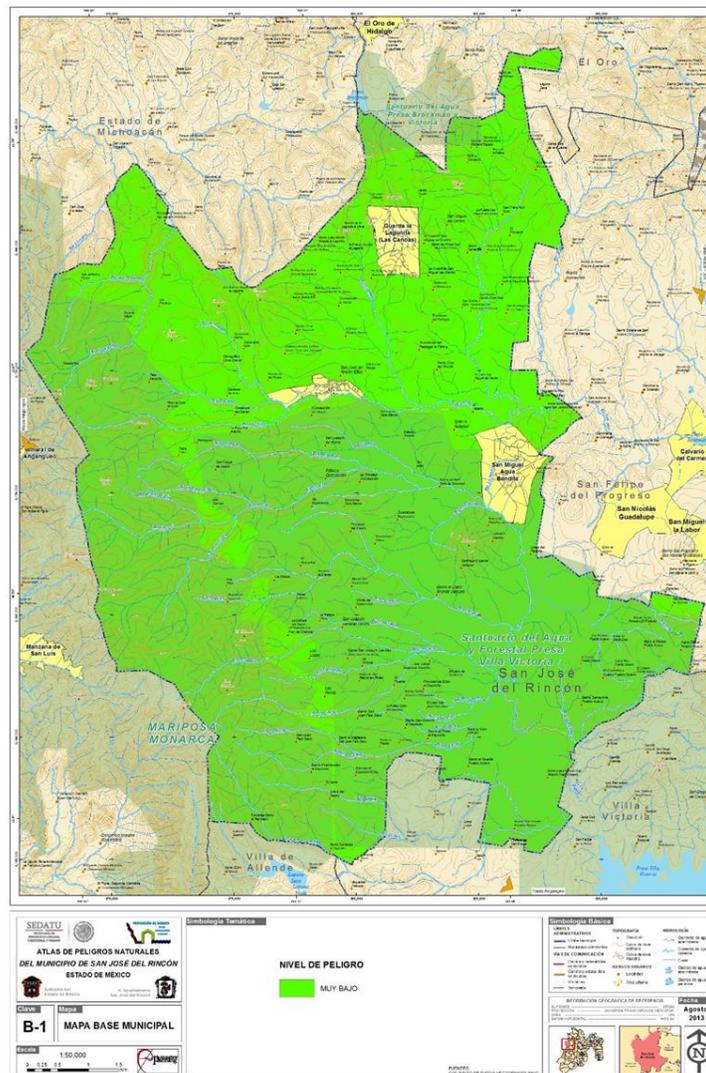
Los tsunamis de energía inicial extraordinaria pueden atravesar distancias enormes del Océano Pacífico hasta costas muy alejadas; por ejemplo, los originados en aguas de Chile en mayo de 1960 y de Alaska en marzo de 1964, que arribaron a litorales de México y causaron daños menores. Por lo tanto toda la costa del Pacífico Mexicano está expuesto al arribo de estos maremotos de origen lejano (CENAPRED, 2005).



Sin embargo, para México un riesgo aun mayor son los tsunamis generados por sismos en la Fosa Mesoamericana, que es la zona de hundimiento de la Placa de Cocos y de la Placa de Rivera bajo la Placa de Norteamérica, adyacente al litoral suroccidental. Por ejemplo, los ocurridos en: a) noviembre de 1925, que afectó Zihuatanejo, (Guerrero) con olas de 11 metros de altura; b) junio de 1932; invadió Cuyutlán (Colima), con olas de 10 metros de altura, que causaron cuantiosos daños y pérdidas de vidas; c) septiembre de 1985, Lázaro Cárdenas (Michoacán) e Ixtapa-Zihuatanejo (Guerrero), con olas de 3 metros de altura, y d) octubre de 1995, en varias poblaciones costeras de Colima y Jalisco, con olas de hasta 5 metros de altura que causaron algunos daños de consideración y una víctima. La costa occidental de México en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas está expuesta al arribo de estos tsunamis de origen local.

Particularmente el municipio de San José del Rincón no puede ser afectado por este fenómeno ya que, además de la gran distancia de las costas, se encuentran barreras montañosas de hasta 4500 msnm, por lo que se considera el peligro como MUY BAJO O NULO (figura 37).

Figura 37. Mapa de peligros por Tsunamis



Elaboración propia con base en información de INEGI



5.2.4. Inestabilidad de laderas

Cuando se habla de peligro de deslizamientos es necesario incluir aquellas variables que en mayor o menor medida contribuyen a predisponer al terreno a sufrir un deslizamiento en particular. Es así como se hace necesario el estudio de las unidades geológicas (rocas) o edafológicas (suelos), fallas o fracturas, la topografía y la pendiente, la humedad propia del terreno y los patrones de lluvias diarias, mensuales y anuales en la región de estudio.

Al mismo tiempo, es necesario reconocer los diferentes tipos específicos de deslizamientos y cuáles de ellos pueden ser reconocidos con tal o cual metodología en particular.

En términos del marco conceptual de referencia que guía la presente metodología, serán utilizadas las siguientes definiciones y clasificaciones serán utilizadas como referencia general. De acuerdo a Cruden, 1991, los deslizamientos son movimientos de una masa de roca, escombros y/o suelo a lo largo de una ladera.

Este concepto tan amplio no hace énfasis en el tipo de movimiento, no especifica el tipo y características del material involucrado y tampoco proporciona información sobre la distribución espacial o temporal del evento. Es ampliamente utilizado cuando solamente se quiere dar la referencia general de la ocurrencia de un movimiento de ladera.

La susceptibilidad a deslizamientos es la predisposición del terreno a sufrir un deslizamiento en función de sus condiciones geológicas, topográficas y de humedad propia (Mora y Vahrson, 1994). Los deslizamientos se clasifican según el tipo de movimiento en caída de rocas desde la parte alta de una ladera puede ser mitigada con la colocación de barreras de contención a lo largo de la ladera mientras que el volcamiento de esas mismas rocas necesitará medidas de mitigación diferentes como el anclaje.

Los cinco tipos de movimientos que se pueden presentar en un deslizamiento son: caída (fall), volcamiento (topple), deslizamiento (slide), deslizamiento extensivo (spread) y flujo (flow). Estos tipos de movimiento no necesariamente ocurren en forma independiente ya que en muchos eventos pueden encontrarse dos o más diferentes tipos ocurriendo sucesiva o simultáneamente (figura 38).

Por lo tanto un deslizamiento existe cuando ocurre el movimiento de una masa de roca o suelo se desliza predominantemente a lo largo de una o varias superficies de ruptura o de una delgada zona de intensa deformación de material. Este movimiento no ocurre inicialmente en forma simultánea sobre lo que eventualmente será dicha superficie de ruptura sino más bien se inicia en forma local y luego se extiende en una o varias direcciones. Normalmente, los primeros signos para este tipo de movimiento son las fracturas o grietas en superficie en donde luego se podrá formar el escarpe del deslizamiento. Este tipo particular de movimiento está subdividido en dos categorías en función de las características de la superficie de ruptura: rotacionales y traslacionales.

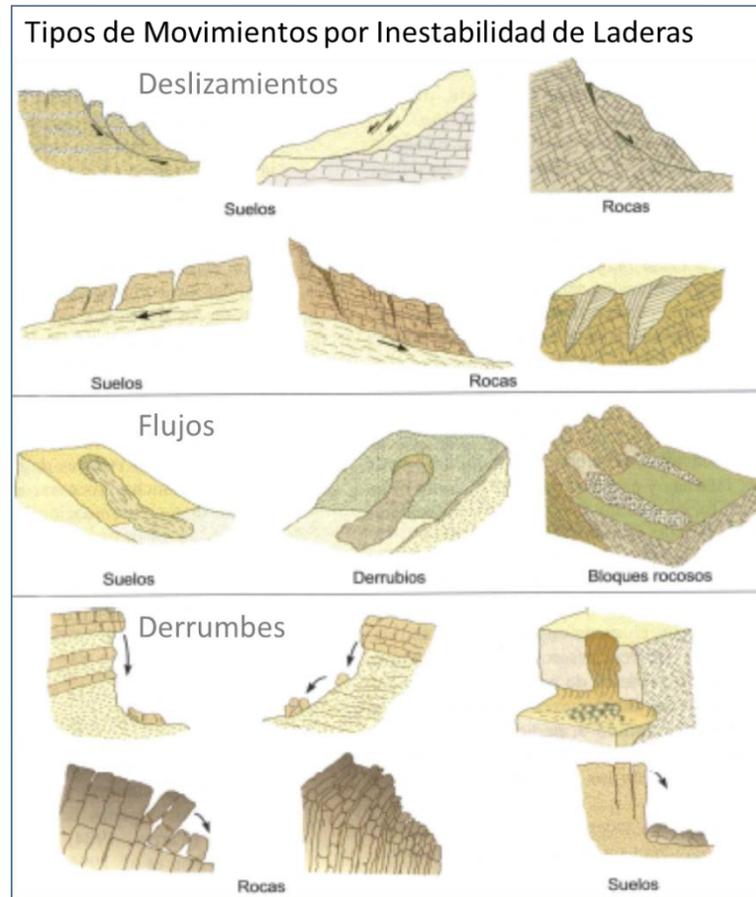


Figura 38. Ilustración de los tipos de deslizamientos.

La metodología propuesta en el presente documento es aquella desarrollada por Mora y Vahrson (1994) con algunas modificaciones. El análisis completo se realiza en una plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG), la cual estima el peligro a partir de la evaluación de tres parámetros considerados como críticos para la ocurrencia de deslizamientos: pendiente, geología, suelo, precipitación media anual y uso de suelo y vegetación. A estas variables se les asigna un peso, el cual representa el grado de importancia para que ocurra tal proceso y al final se aplica un análisis multivariante. Con base a este historial será posible estimar aquellas unidades de roca o suelo más susceptibles al movimiento así como los rangos de pendiente en donde más comúnmente ocurren los deslizamientos.

Con base en el Mapa de Deslizamientos, se identifica que el peligro por este fenómeno se presenta hacia el norte y este del municipio (figura 39). El Peligro MUY ALTO se presenta en un complejo metamórfico de esquistos intemperizados y con pendientes mayores a 35 grados. Las Zonas de Peligro ALTO se localizan en la Sierra de Anganguero debido a que hay elevaciones con pendientes de entre 18 y 35 grados, con tipo de roca volcánica intrusivas ácidas e intermedias y alta densidad de sistemas de fallas y fracturas, esto puede dar como resultado procesos gravitacionales de gran cantidad de rocas y bloques, el Cerro de Jaltepec presenta dos zonas de peligro que podrían afectar a la población del mismo nombre Y el área



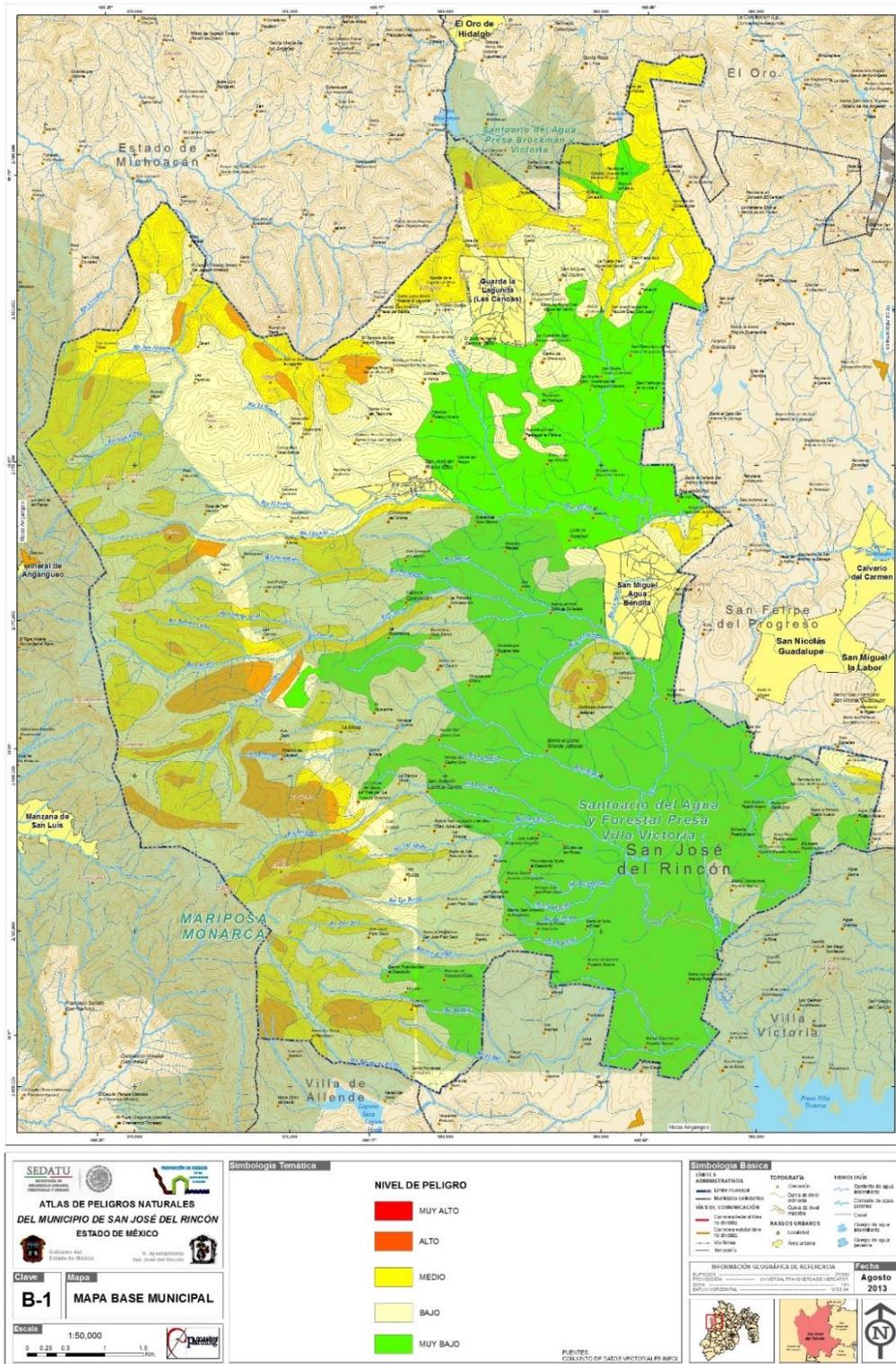
urbana de San Miguel Agua Bendita. Los peligros de tipo MEDIO involucran los piedemontes en la misma Sierra de Anganguero constituidos por rocas volcánicas intrusivas básicas e intermedias y menor densidad de fallas y fracturas aquí ya se ubican varias poblaciones como el ejido de San José Del Rincón. El resto del municipio se encuentra dentro de las zonas con peligro BAJO y MUY BAJO, están conformadas con morfologías de valles y planicies bajas donde la gravedad no es factor para su desarrollo y la densidad de población no sería afectada, asimismo abarcan la mayor extensión territorial del municipio (Cuadro 14).

Cuadro 14. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km2)	Detalle
Muy Alta	0.1	Asociada a áreas de alta pendiente y cobertura boscosa
Alta	20	Asociada a área de alta pendiente y cobertura boscosa
Media	100	Asociada a media pendiente con actividad agrícola
Baja	197	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado
Muy Baja	178	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado



Figura 39. Mapa de peligro por Deslizamientos



Elaboración propia con base en información de INEGI



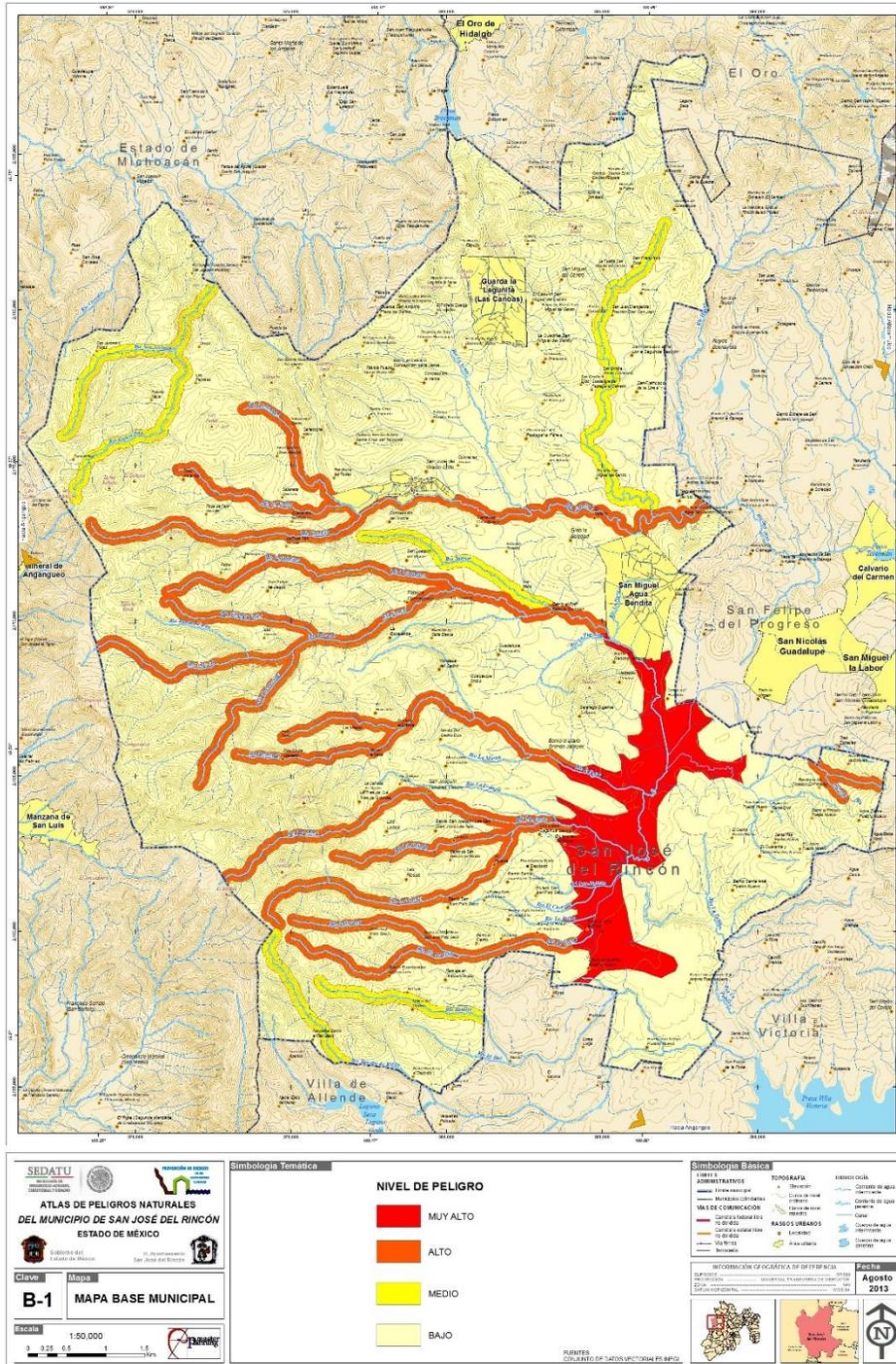
5.2.5. Flujos

Los flujos son los tipos más rápidos de corrimientos de tierra. Consiste en flujos con elevadas concentraciones de materiales detríticos que se mueven hacia los valles con velocidades que pueden alcanzar hasta 80 km/hora. El material acarreado tiene una granulometría variable que van desde grandes rocas hasta materiales en suspensión. Este fenómeno se incrementa debido a precipitaciones intensas que provocan mayor escorrentía por las pendientes esto determinado por la capacidad erosiva del terreno.

Los flujos de peligro MUY ALTO y ALTO provienen de la Sierra de Angangueo, donde la pendiente y el acarreo de rocas y detritos generarían grandes flujos y velocidades considerables. En las montañas al este del municipio el agua de los ríos baja a mayor velocidad por acción de la gravedad y se depositan en las planicies provocando inundaciones y aunque esta zona tiene baja densidad de población, existen poblados asentados a los márgenes de los ríos San José, Chocoti, Jaltepec, Lobos, el Pintal, Las rosas, Ojo de Agua, Cienega Larga, Puenteclillos, Rechivati, El Fraile, Purungeo y El Chichije. Los peligros considerados como MEDIO se dan en pendientes de 12 a 18 grados y son principalmente en los piedemonte y los peligro de tipo BAJO son en las planicies y las áreas que no pertenecen a márgenes de río muy grandes como son el San José (ramificación), Tamaje, Ramejé y Rancho de Riaga, se consideran así porque la pendiente no generaría grandes flujos de arrastre de material (figura 40).



Figura 40. Mapa de peligro por Flujos



Elaboración propia con base en información de INEGI



5.2.6. Caídos o Derrumbes

Los derrumbes pueden producirse en distintos ámbitos, en las zonas de montaña se presenta de forma frecuente a causa de factores producidos por las condiciones climáticas, siendo los más significativos aquellos relacionados con los procesos de erosión hídrica, ya que debido a la presión que ejerce el líquido en los poros y fisuras en el sustrato de suelo o roca, provoca la pérdida de estabilidad del terreno que al combinarse con pendientes que superen los 15 grados de inclinación, facilita que el material precipite por gravedad. El ser humano también ejerce cierta presión por la construcción de viviendas y extracción de materiales que dejan inestables las laderas.

En caso de presentarse derrumbes serían al oeste y noroeste en las áreas montañosas o con fuertes pendientes será un efecto directo de movimientos abruptos como sismos, fallas e inclusive de suelos. Los peligros de tipo ALTO involucran a poblaciones como las Canoas, San Jerónimo Pilitas, San Bartolo Guarda La Lagunita, El Tepetate de San Antonio Buenavista, Loma del Capulín, Falda Loma, Purungeo, La Mesa, Rincón de Lijadero, Fundereje Barrio el Remblazo, entre otros (Figura 41). Los peligros de tipo MEDIO se desarrollan en los lomeríos altos y piedemontes de las laderas de montaña el principal poblado asentado en este tipo de peligro es San Miguel Agua bendita aunado a varios poblados pequeños. El resto del municipio se encuentra dentro de las zonas con peligro BAJO y MUY BAJO que ocupan los valles y planicies y representan las áreas más estables del municipio (Cuadro 15).

Cuadro 15. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km2)	Detalle
Alta	140	Asociada a área de pendientes altas y cobertura boscosa
Media	83	Asociada a pendientes medias con cobertura boscosa y uso agrícola
Baja	171	Asociada a valles y planicies con uso de suelo diversificado
Muy Baja o Nula	101	Asociada a valles y planicies con uso de suelo diversificado



5.2.7. Hundimientos

Los hundimientos son movimientos del suelo, por acción de la gravedad, debido a la falta de sustentación. Existen diferentes tipos de colapso y pueden deberse a disolución, derrumbes de techos de cavernas naturales o minas subterráneas labradas por el hombre en terreno poco consolidado, así como hundimientos originados por la compactación del terreno o reacomodo del suelo y por sobre explotación de aguas subterráneas.

Los hundimientos pueden tener un origen natural o ser inducidos por la actividad humana. En este sentido pueden ser clasificados de acuerdo a su velocidad de ocurrencia en: hundimientos lentos y progresivos denominados como subsidencia; o hundimientos rápidos y repentinos denominados colapsos. La subsidencia rara vez produce víctimas mortales, pero los daños económicos pueden ser elevados, sobretodo en áreas urbanas, donde constituye un riesgo alto para cualquier tipo de estructura asentada sobre el terreno.

Con base a lo antes mencionado, para la determinación de las zonas de subsidencia o colapsos potenciales dentro del municipio de San José del Rincón, fue necesario basarse en la regionalización geomorfológica, y tomar en cuenta la topografía, concentración de fallas y fracturas, la litología y zonas de extracción de agua, siendo cada una de estas una variable y/o factor de probabilidad de ocurrencia de hundimientos dentro del análisis espacial de áreas potenciales.

Sin embargo, hasta el momento no se tienen registros de sucesos donde haya hundimientos reportados. Pero sí los niveles freáticos disminuyen de manera extraordinaria, el peligro de subsidencia podría ser susceptible y se define como medio. La zona de montaña y premontaña al interior del municipio, no puede presentar este fenómeno, debido a que no existe karstificación, ni valles lacustres, por lo tanto el peligro es MUY BAJO o NULO (Figura 42).



5.2.8. Subsistencia

La subsidencia del terreno es un fenómeno natural que implica el asentamiento de la superficie en un área extensa debido a varios factores, el cual afecta a amplias zonas del territorio causando importantes daños económicos. Los factores causantes pueden ser la disolución de materiales profundos, construcción de obras subterráneas o de galerías mineras, la erosión del terreno en profundidad, el flujo lateral del suelo, la compactación de los materiales que constituyen el terreno o la actividad tectónica. Todas estas causas se manifiestan en la superficie del terreno mediante deformaciones verticales que pueden variar desde pocos milímetros hasta varios metros durante periodos que varían desde minutos hasta años (Tomas, et al. 2009).

Tipos de subsidencia

La subsidencia del terreno es únicamente la manifestación en superficie de una serie de mecanismos subsuperficiales de deformación. Esta puede ser de dos tipos según su origen: endógena y exógena, así como por los mecanismos que la desencadena (Prokopovich, 1979; Scott, 1979; en Tomas, et al., 2009).

La subsidencia de tipo endógena está ligada a aquellos movimientos de la superficie terrestre asociados a procesos geológicos internos, tales como pliegues, fallas, vulcanismo, etc. Mientras que la de tipo exógena se refiere a los procesos de deformación superficial relacionados con la compactación natural o antrópica de los suelos (Tomas, et al., 2009).

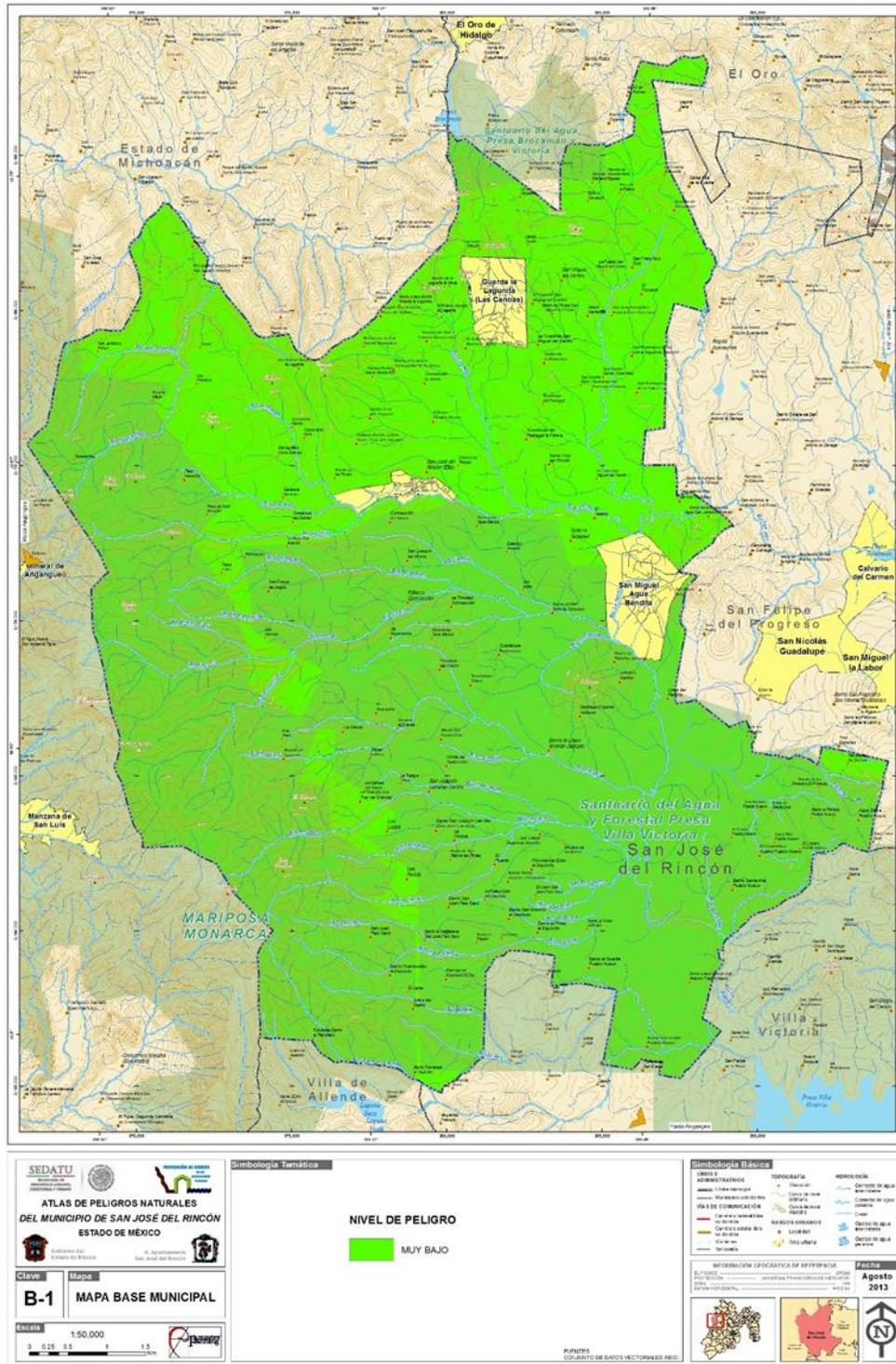
En cuanto a los mecanismos que la desencadenan se tienen las actividades de extracción de mineral en galerías subterráneas, la construcción de túneles, la extracción de fluidos (agua, petróleo o gas) acumulados en reservorios subterráneos, el descenso de nivel freático por estiajes prolongados, la disolución natural del terreno y lavado de materiales por efecto del agua, los procesos morfotectónicos y de sedimentación o los procesos de consolidación de suelos blandos u orgánicos, son algunas de las causas de los procesos de subsidencia (González Vallejo et al., 2002; en Tomas, et al., 2009).

En México no existen programas oficiales de ayuda a los afectados a ningún nivel dado que la subsidencia no es considerada como desastre natural ni inducido, ni en la Ley de Aguas Nacionales ni en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), por lo que no se incluye en los programas urgentes de ayuda social. Una razón de tal exclusión es que los efectos por lo general se observan a largo plazo. (Rodríguez-Castillo y Rodríguez-Velázquez, 2006.)

Para el municipio de San José del Rincón, no se encontraron indicativos sobre el terreno de subsidencia, es por esto que el peligro es considerado como MUY BAJO o NULO (Figura 43).



Figura 43. Mapa de Peligro por Subsistencia



Elaboración propia con base en información de INEGI



5.2.9. Agrietamientos

Las grietas se definen como aberturas largas y estrechas, ocasionadas por la separación de material de la misma o diferente composición. De igual manera las grietas, pueden estar relacionadas con las fallas y fracturas, así como a los procesos de remoción en masa y condiciones climático-atmosféricas. Por lo tanto la formación de grietas, y cualquier incremento en su ritmo o tasa de ampliación, es un indicador común de inminentes roturas del talud (Pedraza, 1998; Strahler, 1992)

Los cambios climáticos y atmosféricos, pueden acelerar o frenar el ritmo natural de la rotura de taludes, debido a cambios en las precipitaciones o en la cubierta vegetal que retiene los materiales sueltos del talud. De igual manera los incendios pueden también promover movimientos de masas por destrucción de la cubierta arbórea. Sin embargo, es difícil hacer generalizaciones donde falta información sobre la distribución actual y la importancia de los deslizamientos, y porque son varios los factores que contribuyen a la estabilidad de una ladera o forma del relieve, los cuales se describen a continuación:

Causa de la ruptura de taludes

La ruptura de taludes es un proceso natural, el mismo que puede ser inducido, acelerado o retardado por acciones humanas. Teniendo como causas las mencionadas por Selby (1998); Berger, (1996); Strahler, (1992); y Schuster (1978).

- 1) Remoción del soporte lateral por efecto erosivo de las corrientes de agua; intemperismo; ciclos de humedecimiento-desechamiento y congelamiento-descongelamiento de los materiales superficiales; subsidencia o fallamiento que originan nuevas laderas; y a través de acciones humanas, tales como el corte de taludes para caminos y otras estructuras, explotación de canteras, remoción de muros de contención y descenso del nivel de agua de los reservorios, vibraciones por explosiones, maquinaria, tráfico aéreo e inclusive terrestre.
- 2) Incremento natural del peso de los taludes por lluvias, granizo, nieve y agua proveniente de manantiales, acumulación de coluviones, derrubios volcánicos, sismos, rayos y por acciones humanas, tales como rellenos, pilas de almacenamiento de mineral o roca, pilas de desechos, construcción de edificios y otras estructuras pesados y por fugas de cañerías, desagües, canales y reservorios.
- 3) Reducción del soporte infrayacente por erosión, remoción de materiales granulares y solubles, minería, pérdida de resistencia al corte o ruptura y/o extrusión del material subyacente.
- 4) Procesos volcánicos que modifican los esfuerzos del terreno y de las rocas, como la expansión-contracción de las cámaras magmáticas, fluctuaciones en los niveles de los lagos de lava e incremento de los temores subterráneos.

Métodos de medición en tierra

En cuanto a los métodos de superficie con lo que se monitorea el desarrollo de grietas y levantamientos, incluyen evaluación repetida o reconocimientos convencionales en campo, instalación de diversos instrumentos para medición directa de los movimientos, e inclinómetros para registrar los cambios en la inclinación del talud cerca de las grietas y zonas de mayor movimiento vertical. Los métodos subsuperficiales incluyen la instalación de inclinómetros e instrumentos acústicos que captan el ruido de las rocas, para registrar los movimientos cerca de las grietas áreas de deformación del terreno; igualmente se usan pozos excavados con barrenas de cangilón tan anchos como para acomodar allí una persona, quien localiza, registra y monitorea las grietas y deformaciones en profundidad; así mismo, técnicas geofísicas para localizar las superficies de ruptura dentro de la zona en deslizamiento.



Método de medición remota

La extensión superficial de los deslizamientos en grandes áreas es determinada más efectivamente usando fotos o imágenes de satélite. Las primeras representan una buena opción para la identificación de procesos debido a su relativo bajo costo y media-alta resolución. Las imágenes de satélite gratuitas, como las de la serie LANDSAT, pueden ser útiles en la identificación de grandes deslizamientos y para notar los cambios en la cubierta de suelo y vegetal, lo cual puede estar asociado con la actividad de los deslizamientos y de fallas. Es importante destacar que las imágenes LANDSAT no son suficientes para la identificación de grietas de pequeño tamaño, debido al tamaño del pixel el cual es de 30 metros en promedio. En la actualidad se encuentran disponibles imágenes de muy alta resolución y de igual manera de muy alto costo. Imágenes con las cuales se pueden identificar grietas de tamaño pequeño, pero también cabe destacar que muchas de estas se encuentran por debajo de la cobertura vegetal y ni siempre son bien vistas.

Por lo tanto, en la figura 44 se presenta el mapa en donde se pueden localizar las zonas con mayor probabilidad de a presentar grietas, considerando para su elaboración: fallas y fracturas geológicas, uso de suelo así como las áreas susceptibles a deslizamientos. El mapa de áreas susceptibles a presentar agrietamientos se presenta en tres niveles: ALTO en la zona de la sierra de Anganguero y montañas, MEDIO Y MEDIO-BAJO en las zonas de piedemontes y planicies. En el mismo sentido se recomienda el análisis de grietas, ya que estas son antecesoras de otro tipo de fenómenos como los procesos de remoción en masa y hundimientos.



5.2.10. Erosión

La erosión es un fenómeno natural causante de la pérdida gradual de terreno el cual, básicamente, se define como el proceso de desprendimiento y remoción de partículas de suelo por acción del agua y del viento. Este proceso natural es acelerado por la intervención de ser humano como lo son las actividades agrícolas y desarrollo urbano.

Los factores que generan y afectan la erosión están en función del tipo de erosión en cuestión, por lo tanto se puede decir que la erosión que ocurrirá en un suelo específico depende directamente de ciertas variables, las cuales se definen a continuación (Morgan, 2005).

Climático - Atmosférica

En la variable climática más importante es la lluvia, debido a su fuerte influencia en ciertos procesos de erosión hídrica (erosión de impacto, riles, cárcavas, etc.) (Morgan, 2005). Sin embargo, no todas las tormentas son iguales, por lo que existen algunas más erosivas que otras. Variables como cantidad de agua caída (mm) e intensidad de la tormenta (mm/hr), son las que determinan la erodabilidad del evento (UNESCO, 2010).

Vegetación

La vegetación actúa como cubierta protectora, estableciéndose como un buffer entre el suelo y la atmósfera (Morgan, 2005). Como regla general, la efectividad de la vegetación para reducir la erosión de impacto depende directamente de la altura y continuidad de la copa de los árboles, así como la densidad de la cobertura superficial (pastos, hierbas y arbustos).

Hojarasca

En ambientes boscosos o similares, los cuales no han sido significativamente alterados por actividades antrópicas, las capas superficiales de suelo se encuentran cubiertas por hojarasca compuesta por hojas y ramas provenientes de la masa arbórea (Brady y Weil, 2000). Al igual que la cobertura vegetal, la hojarasca también protege el suelo contra la erosión de impacto, impidiendo que la gota de lluvia golpee directamente la superficie del suelo. Por otro lado, la hojarasca disminuye la velocidad del flujo superficial, debido al aumento en la rugosidad por la que éste viaja (García-Chevesich, 2008; en UNESCO, 2010).

Tipo de suelo

No todos los suelos son iguales en términos de resistencia a la erosión. La erodabilidad de un suelo en particular está en función de variables como textura, contenido de materia orgánica, estructura y permeabilidad (Morgan, 2005). La textura de un suelo es importante para definir su nivel erodabilidad, pues no todas las clases texturales se erosionan con la misma facilidad (UNESCO, 2010).

Topografía

La topografía es una variable muy importante al momento de predecir la erosión y sedimentación en un sitio dado. Factores como inclinación y largo de la pendiente determinan la cantidad y velocidad del escurrimiento superficial que se generarán producto de una tormenta dada. La distancia horizontal en la que viaja una partícula de suelo desprendida por el impacto de una gota de lluvia, está en directa relación con la inclinación de la pendiente. Por otro lado, la longitud de la pendiente influye en la profundidad y, por ende, el poder erosivo del flujo superficial que se genere, siendo estas variables mayores en las secciones más bajas de la ladera, debido a una mayor área de contribución (Morgan, 2005; Brooks et al., 2003; García-Chevesich, 2008; en Brea y Balochi, 2010, en UNESCO, 2010).



Uso de suelo

El uso de la tierra es otros de los factores más importante dentro del conjunto de los factores que afectan la erosión y la sedimentación (Terrence et al., 2002). Los sitios en construcción representan la actividad humana más devastadora, en términos erosivos, debido a la agresividad espacial y temporal asociada a éstos.

En México, el 97% de los suelos tienen algún grado de erosión, por fenómenos antes mencionados como la deforestación, la agricultura intensiva o la urbanización, entre otros (Ríos, 2012). De igual manera la erosión es un problema ambiental de grandes magnitudes y escalas que afecta a gran parte del territorio nacional en diferentes grados de severidad. La conservación de suelos en México se ha practicado desde tiempos prehispánicos por culturas como la Azteca, sin embargo, actualmente la implementación de metodologías para predecir la pérdida de suelo por erosión en México no ha sido muy extensa, así como la conservación del mismo (Ríos, 2012).

Particularmente, el municipio de San José del Rincón no está exento de este fenómeno. Y para su predicción se ha optado por la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada (RUSLE), con el fin de detectar las áreas con mayor intensidad del fenómeno antes mencionado. La ecuación RUSLE es un modelo empírico simple desarrollado por Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de Estado Unidos, basado en el análisis de regresión de las razones de pérdida de suelo a partir de gráficas de erosión. Este modelo sirve para estimar las tasas de erosión anual a largo plazo (Vázquez, 2012).

La ecuación RUSLE consiste en la multiplicación de ciertos parámetros los cuales pueden ser determinados con modelos ya definidos, software y ecuaciones empíricas las cuales están relacionadas con datos característicos de la zona de estudio las cuales se muestra a continuación:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

En donde:

A: Es la pérdida de suelo en toneladas/ha año

R= Factor de erosividad de la lluvia

K= Factor de erosionabilidad del suelo

LS= Factor de longitud y grado de pendiente

C= Factor de cultivo o cobertura vegetal (uso de suelo)

P= Factor de prácticas mecánicas y vegetativas

Debido a que en el municipio no existe un programa de conservación de suelo (prácticas mecánicas y vegetativas), el factor P no ha sido utilizado. En la figura 45 muestra la metodología desarrollada para encontrar el valor de cada uno de los términos de la ecuación de RUSLE, los cuales son multiplicados entre sí para cada pixel en particular, generado a partir de los datos vectoriales del municipio.

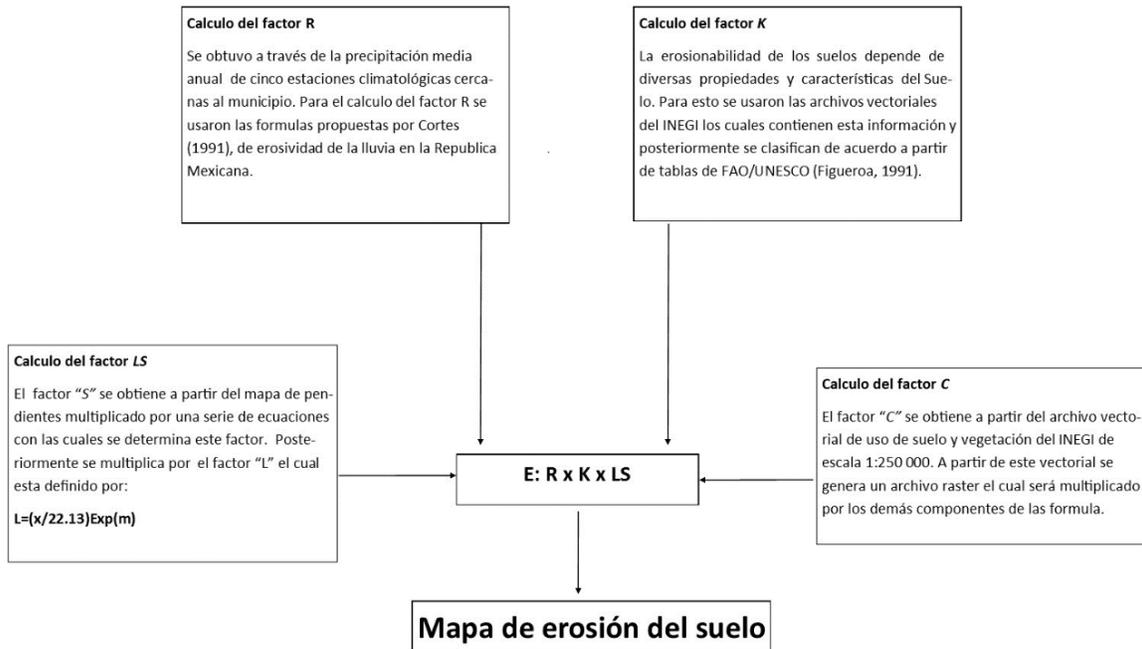
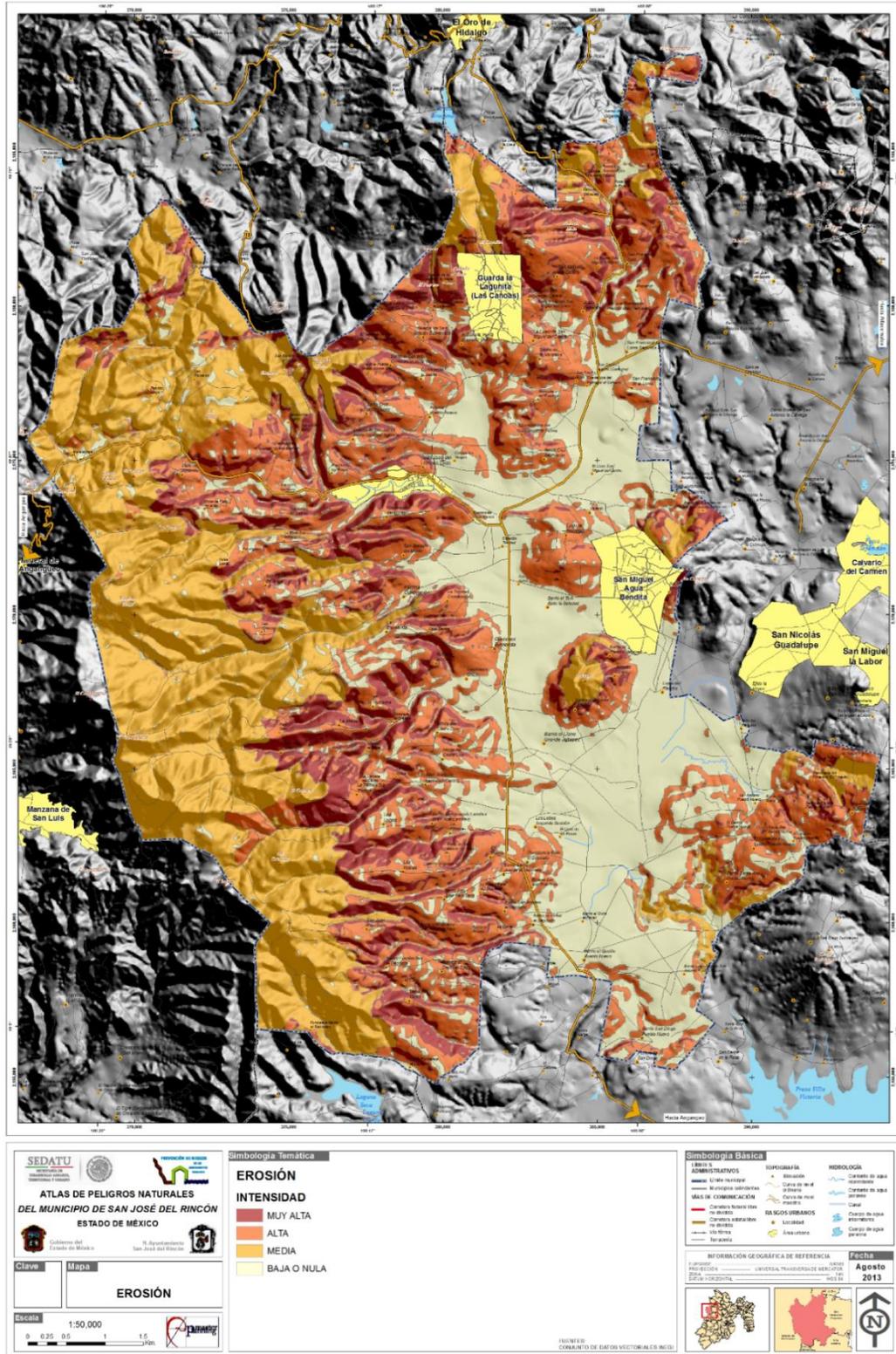


Figura 45. Diagrama de flujo para la elaboración del mapa de erosión de suelo del municipio de San José del Rincón.



Figura 46. Mapa de Peligro por Erosión



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI



Como se puede observar en el mapa, el mayor grado de intensidad está asociado a partes altas del municipio pero no a todas. Esto debido a que en estas áreas se combina el terreno de mayor pendientes con actividades agrícolas, en el cual se pone a disposición una gran cantidad de suelo no consolidado para su remoción ya sea por efecto del viento o escorrentía de aguas pluviales. En la intensidad ALTA, sucede algo solo que en esta el grado de la pendiente es menor y por lo tanto la cantidad de material removido será menor (figura 46).

Sobre la intensidad MEDIA se combinan los grados altos de pendiente pero con ocupación de suelo forestal el cual es un excelente contenedor del mismo. En esta intensidad cabe destacar que la también la presencia de la hojarasca o sotobosque juega un papel importante para la no remoción de suelo. Por último en la intensidad BAJA y NULA se combinan varios factores como la baja pendiente asociada a valles amplios o planicies, así como el uso de suelo diversificado. Es por esto que estas áreas presentaran poca remoción de material parental o también servirán como zona de deposición de suelo proveniente de las laderas.

En el cuadro 16. Se muestran las intensidades de erosión, así como el cálculo de las áreas afectadas por este fenómeno dentro del municipio. Cabe destacar que en el municipio predomina el uso de suelo agrícola ocupa el 67 % del área total; El área de bosque corresponde al 28.3%; Pastizal inducido al 1.8 % y finalmente el área urbana al 3 %.

Cuadro 16. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km2)	Área (%)	Detalle
Muy Alta	63	12.70	Asociada a áreas de alta pendiente y actividad agrícola
Alta	142	28.60	Asociada a área de media pendiente y actividad agrícola
Media	156	31.52	Asociada a alta y media pendiente con cobertura boscosa
Baja o Nula	135	27.33	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado

Las actividades forestales como roza, tumba, quema, construcción de caminos, representan una enorme alteración en el ciclo hidrológico, lo que se proyecta en la disminución de la interceptación de copa y la capacidad de infiltración de los suelos. Actividades las cuales generan una gran cantidad de erosión. De la misma manera, las actividades agropecuarias provocan un daño permanente a los suelos. Por ejemplo, el sobrepastoreo no sólo disminuye la cubierta vegetal protectora de los suelos, sino que también compacta el suelo, produciendo más escurrimiento superficial y dando paso a distintos procesos erosivos. Es por esto que es necesaria la regulación de las actividades antrópicas, como la agricultura y actividades en el bosque,



dentro del municipio ya que a partir de esto los niveles de erosión no serán acelerados. En la figura 47 podemos apreciar el desarrollo de cárcavas dentro del Barrio La Puerta San Miguel del Centro.



Figura 47. Cárcavas localizadas dentro del Barrio La Puerta San Miguel del Centro.

Estas cárcavas presentan un gran desarrollo llegando a medir hasta 15 metros de lado a lado y profundidades de 10 m. Principalmente se localizan al Norte y Oeste del municipio. El desarrollo de estas cárcavas está asociado a la deforestación y uso de suelo conjugado con las propiedades físico-químicas del suelo.



5.2.11. Riesgos, vulnerabilidad y medidas preventivas

Trabajo de Campo

Es necesario especificar que el trabajo de campo consto de más de 32 puntos visitados y diversos tipos de fenómenos observados que contribuyeron para la realización del presente atlas de riesgos del municipio de San José del Rincón. Por lo cual, se presenta la siguiente imagen donde se observan en el mapa los puntos marcados con estrellas de colores de acuerdo al tipo de fenómeno observado (figura 48).

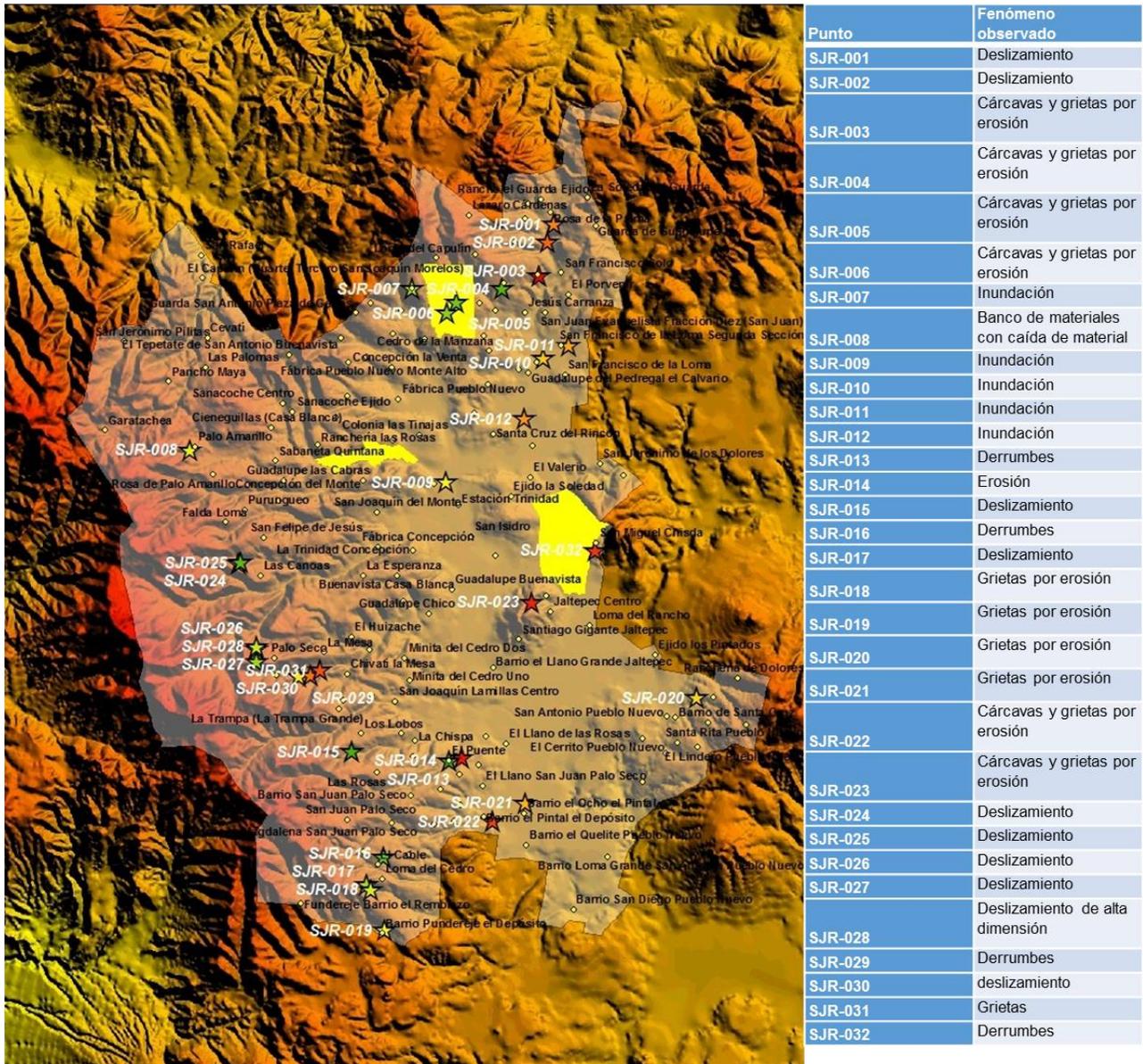


Figura 48. Mapa del trabajo de campo y los fenómenos observados en cada punto de verificación.



Mapa de Riesgo de fenómenos geológicos-geomorfológicos

El análisis de riesgo que se presenta el municipio de San José del Rincón se basa en el producto de la interacción entre la probabilidad de ocurrencia de un peligro, mientras que el nivel de vulnerabilidad socio-económica está representada por los agentes expuestos. Entendiendo lo anterior, a continuación se presenta la fórmula para determinar el nivel de riesgo, de manera espacial a través de un mapa, en el municipio de San José del Rincón.

$$MR = MP \times MV$$

Donde:

MR es el Mapa de riesgos que se obtiene del producto del Mapa de Peligros (*MP*), por el Mapa de Vulnerabilidad (*MV*).

Los peligros naturales son fenómenos con un origen físico y/o mecánico que modifica los sistemas que interactúan en la superficie terrestre, donde el ser humano realiza sus actividades. De forma específica los fenómenos naturales productos de la dinámica e interacción de los componentes al interior de la tierra, así como superficiales y atmosféricos modifican la corteza del planeta de manera súbita o prolongada, se consideran fenómenos naturales geológicos y/o geomorfológicos. Los primeros se deben a la dinámica interna del planeta; los segundos cuando modifican la forma del relieve en un paisaje determinado, ya sea producto de la interacción interna del planeta o la combinación de estos con la atmósfera.

Es por esto que resulta obvio que el acontecimiento de cualquier fenómeno natural que ocurra en el sistema atmosférico, biótico, litosférico, hidrológico, genera una probabilidad de afectación en las actividades humanas.

Según los estudios de estas áreas, tanto en el plano práctico como en el teórico, existe una relación no definida entre degradación ambiental urbana y la vulnerabilidad de las ciudades o poblaciones a fenómenos naturales. En 1992, el Banco Mundial organizó una conferencia sobre Manejo Ambiental y Vulnerabilidad Urbana. Las conclusiones de la conferencia indican que se necesita un marco integral que facilite el análisis de la vulnerabilidad urbana, para así poder tomar medidas preventivas.

Básicamente podemos decir que la vulnerabilidad es la variable de los componentes para evaluar el riesgo por fenómenos naturales, sin embargo, de acuerdo con Lugo e Inbar (2002), la vulnerabilidad “es un concepto que hace referencia a los aspectos de la infraestructura humana, conocer si el espacio está preparado para combatir el peligro”. La vulnerabilidad depende de la preparación y de la capacidad de defensa que tenga la población para hacer frente a una condición adversa natural y/o social.

Puesto que la actividad humana es precisamente la principal causante de la degradación ambiental, se puede prevenir y tomando medidas necesarias. La posibilidad de sustentar las estructuras sociales y económicas depende de la disponibilidad de recursos naturales. Sin embargo, es precisamente en nombre



de sostener a la sociedad y promover el desarrollo que la actividad humana se convierte en una fuente principal de degradación ambiental (Augusta, 1996).

Los fenómenos naturales pasan a ser amenazas cuando su potencial para desequilibrar un sistema social aumenta. Cuando un sistema natural produce un evento necesario para mantener su equilibrio, pero que afecta el funcionamiento normal de un sistema social, se considera dicho evento como peligroso y sus consecuencias como un desastre. La contaminación del aire y el agua, la deforestación, la alteración de los cauces naturales de ríos y mares, o del terreno, los suelos, volcanes y lluvia generan desastres en la forma de inundaciones, tormentas, deslizamientos de terreno, erupciones, terremotos y afectan los sistemas sociales. Eventualmente, estas prácticas impactan en la sociedad y pueden provocar un evento calificado como desastre natural súbito, o empeorar los efectos de uno. Por ejemplo, la deforestación puede traducirse en deslizamientos de terreno en épocas lluviosas. Resulta relativo poder calificar lo que constituye un desastre cuando la presión diaria ejercida por un ambiente hostil se convierte en una crisis (Augusta, 1996; Lavell, 2002).

Tomando como referente los postulados descritos en párrafos anteriores la metodología que se implementa para el cálculo de riesgo por peligros geológicos en el Municipio de San José del Rincón se construye en tres fases descritas a continuación:

Fase I Cálculo del índice de vulnerabilidad social (VS)

A partir de la aplicación del índice se plantea una medida, que valora de forma sintética las dimensiones estructurales de la vulnerabilidad social física (exposición al fenómeno), que parte de un análisis cualitativo de evaluación en campo de la exposición de la vivienda ante el peligro. También permitió realizar un análisis integrado y comparativo del impacto que tienen los problemas a los que se encuentra expuesta la población en diferentes escalas y que limitan su capacidad de respuesta.

Para medir el grado de vulnerabilidad física se elaboró un Índice que integra 3 variables censales por Área Geoestadística Básica (Ageb) alto, medio y bajo. Los valores resultantes se encuentran entre 1 y 3. Para el caso de aplicación, aquellas localidades que se encuentran con el valor más alto (3), son las que poseen una vulnerabilidad muy alta, esto implica que se encuentran expuestas a una serie de limitaciones para el disfrute de sus capacidades y desarrollo. Se definen tres rangos para clasificar cada una de las AGEB, teniendo el primero de ellos en el intervalo de 1.00 a 1.99, el cual corresponde a las condiciones bajas de vulnerabilidad; segundo de 2.00 a 2.99, haciendo referencia a condiciones medias y 3 a 3.99 con condiciones de vulnerabilidad social muy alta.

El conjunto de indicadores para describir la vulnerabilidad toma en cuenta las condiciones de la infraestructura de la sociedad, es decir en términos económicos se describe las situaciones de vivienda que suponen precariedad y exclusión social a ciertos bienes y servicios necesarios para una vida digna. Otro indicador es el tipo de terreno que tiene que ver con las características y condiciones del suelo aunado al grado de la pendiente y su exposición.



Fase II Mapa de peligros geológicos

Para la elaboración del mapa de peligros, se realizó un reconocimiento y clasificación de los principales peligros geológicos-geomorfológicos que han afectado y pueden afectar el Municipio de San José del Rincón (sismos, tsunamis, hundimientos, procesos de remoción en masa como flujos, derrumbes y deslizamientos), volcanismo, clasificados a partir de rasgos geológicos, geomorfológicos, estructurales, topográficos, cuantitativos y técnicos la ocurrencia de alguno de estos en espacios específicos (cartografía de los peligros).

Cada uno de los peligros fue caracterizado de forma cualitativa a partir de su probabilidad de ocurrencia en rangos de muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Posteriormente se reclasificaron los peligros, a manera de índice de peligrosidad, en donde los valores más altos "5" fueron asignados a peligros con una alta probabilidad de alterar el orden social y los valores cercanos a "1" peligros con una probabilidad muy baja.

De esta manera se obtuvo un mapa de valores que posteriormente fue reclasificado, y que por razones cartográficas (para su fácil lectura) solo se determinaron tres tipos de peligros: alto, medio y bajo. Los valores altos son aquellos en donde existen peligros con una alta o muy alta probabilidad de ocurrencia en un espacio determinado, en este caso se observa que en las zonas altas los peligros con valores mayores que se sobrepusieron fueron las zonas propensas a sufrir daños en caso de deslizamientos, derrumbes y flujos.

Con el mapa a nivel municipal de peligros geológicos, se localizaron y tipificaron las áreas a nivel urbano y las localidades detectadas en los recorridos en campo, mismas que fueron marcadas como superficies específicas de ocurrencia de fenómenos determinados.

Fase III Mapa de riesgos geológicos

Las ciudades como escenario de riesgo son el espacio por excelencia, esto se debe porque un número importante de las ciudades grandes en el mundo se ubican en zonas propensas a varios tipos de peligros naturales, cuyos impactos se vuelven notorios en diferentes niveles de la población y su infraestructura, es decir diferentes tipos de vulnerabilidad social (Lavell, 1996).

Para el análisis y obtención de escenarios de riesgo son necesarios las variables de peligros y vulnerabilidad, por lo tanto con el índice de vulnerabilidad social y el mapa de peligros por deslizamientos y derrumbes a nivel urbano del municipio se pudieron detectar las áreas en donde convergen una mayor cantidad de fenómenos potencialmente peligrosos.

Una vez obtenido estos datos (peligros y vulnerabilidad), se realizó un cruce de tablas de la información y se reclasificaron a partir de los parámetros elementales, es decir, coincidencia de valores altos y medios se asignó un riesgo mayor, coincidencia de valores medios y bajos, riesgo medio; y valores menores, riesgo bajo (cuadro 17). El resultado del cruce de esta información es la caracterización del espacio a partir de la probabilidad de presentar un fenómeno potencialmente peligroso y la capacidad social para enfrentarlo, es decir, el riesgo de un espacio social determinado.



Cuadro 17. Clasificación de riesgo de acuerdo a los valores de vulnerabilidad y peligros encontrados en San José del Rincón, Estado de México.

Riesgo	Vulnerabilidad	Peligro
ALTO	MUY ALTA	ALTO
	ALTA	ALTO
	MEDIA	ALTO
	MUY ALTA	MEDIO
	ALTA	MEDIO
MEDIO	BAJA	ALTO
	MEDIA	MEDIO
	BAJA	MEDIO
	MUY ALTA	BAJO
	ALTA	BAJO
BAJO	MEDIA	BAJO
	BAJA	BAJO

El resultado de los Riesgos evaluados ha denotado la identificación en el mapa de la figura 49, donde existen áreas con peligrosidad Alta y que tienen un tipo de vulnerabilidad muy alta por lo tanto el riesgo es clasificado como Alto, ejemplo de estos es el área norte de Las Canoas, la parte sur de San José del Rincón y el noreste de San Miguel Agua Bendita.

Los peligros de tipo Medio se deben a la convergencia de fenómenos por deslizamientos, derrumbes, flujos y grietas, si a esto le sumamos que el tipo de vulnerabilidad es Media tenemos un riesgo Medio, áreas urbanas como en las partes central de Las Canoas, la parte centro y este de San José del Rincón y el sur de San Miguel Agua Bendita. El riesgo Bajo lo constituyen planicies parte sur de Las Canoas, la parte este de San José del Rincón y oeste de San Miguel Agua Bendita. Además de poblados menores que se alistan en el cuadro 18. El resto de las poblaciones son de tipo Bajo pues se localizan en las planicies y lejos de procesos de ladera.



Cuadro 18. Localidades con Riesgo Alto, Medio y Bajo.

NOMBRE ALTO	NOMBRE MEDIO	NOMBRE MEDIO	NOMBRE BAJO
Fundereje Barrio el Remblazo	Barrio Fundereje el Depósito	Fábrica Concepción	Barrio San Diego Pueblo Nuevo
Loma del Cedro	El Cable	San Miguel Chisda	Barrio Loma Grande San Antonio Pueblo Nuevo
Barrio Puenteillas el Depósito	Rameje el Depósito Ejido	San Felipe de Jesús	Ejido los Pintados
Barrio la Magdalena San Juan Palo Seco	Barrio el Quelite Pueblo Nuevo	San Isidro	Loma del Rancho
El Puente	Barrio e! Fresno	San Joaquín del Monte	Guadalupe Buenavista
La Chispa	La Curva	La Rosa San Antonio	Estación Trinidad
Rincón de Lijadero	San Juan Palo Seco	Ejido la Soledad	Buenavista Casa Blanca
Palo Seco	Barrio el Pintal el Depósito	Concepción del Monte	San Jerónimo de los Dolores
La Mesa	Barrio el Ocho el Pintal	Guadalupe las Cabras	El Llano San Miguel del Centro
Yondece el Grande	Barrio San Antonio el Depósito	El Valerio	San Francisco de la Loma
Santiago Gigante Jaltepec	Barrio San Juan Palo Seco	Rosa de Palo Amarillo	Guadalupe del Pedregal el Calvario
Jaltepec Centro	La Palma Ejido del Depósito	Sabaneta Quintana	San Onofre Centro (Carmona)
Las Canoas	El Llano San Juan Palo Seco	Palo Amarillo	San Francisco de la Loma Segunda Sección
Falda Loma	Barrio Santa Ana Pueblo Nuevo	Ranchería las Rosas	
Purungueo	Barrio Santa Juanita el Depósito	San José del Rincón Ejido	
Barrio las Escobas del Agua San Jerónimo Dolores	Las Rosas	Colonia las Tinajas	
Sanacoche Centro	Providencia Ejido el Depósito	Santa Cruz del Rincón	
Pancho Maya	Barrio de San Ramón las Rosas	Garatachea	
Fábrica Pueblo Nuevo Monte Alto	El Cuarenta y Cuatro Pueblo Nuevo	Cieneguillas (Casa Blanca)	
San Bartolo Guarda la Lagunita	El Lindero Pueblo Nuevo	Colonia Benito Juárez Santa Cruz del Tejocote	
San Jerónimo Pilitas	El Llano de las Rosas	Guadalupe del Pedregal la Palma	
El Tepetate de San Antonio Buenavista	Santa Rita Pueblo Nuevo	Sanacoche Ejido	
Guarda de la Lagunita la Mesa	El Cerrito Pueblo Nuevo	Fábrica Pueblo Nuevo	
El Capulín (Cuartel Tercero San Joaquín Morelos)	Los Lobos Segunda Sección	Santa Cruz del Tejocote	
Loma del Capulín	Los Lobos	Guadalupe del Pedregal	
San Rafael	Barrio San Joaquín Lamillas (San José Lamillas)	San Onofre Ejido	
Pata de Mula de los Cedros (Patemula)	Agua Zarca Pueblo Nuevo	Las Palomas	
Ejido el Consuelo	Barrio el Pintado Pueblo Nuevo	Concepción la Venta	
Lázaro Cárdenas	Barrio de Santa Cruz	Barrio el Calvario Concepción de la Venta	
Colonia Emiliano Zapata	San Antonio Pueblo Nuevo	Cedro de la Manzana	
Rancho el Guarda Ejido	La Trampa (La Trampa Grande)	El Salto la Venta (Barrio el Salto)	
La Soledad el Guarda	San Joaquín Lamillas Centro	Cevati	
	La Catada del Sauco	La Cuadrilla San Miguel del Centro	
	Ranchería los Pintados (El Pintado)	Guarda de San Antonio Buenavista	
	La Trampa Chica	Guarda San Antonio Plaza de Gallos	
	Minita del Cedro Uno	San Juan Evangelista Fracción Diez (San Juan)	
	Ranchería de Dolores	Jesús Carranza	
	Chivatí la Mesa	El Potrero Guarda la Lagunita	
	Barrio e! Llano Grande Jaltepec	Barrio las Rosas San Miguel del Centro	
	Minita del Cedro Dos	Barrio Loma Bonita Guarda la Lagunita	
	El Huizache	El Capulín San Miguel del Centro	
	Guadalupe Chico	El Porvenir	
	Yondece del Cedro	San Miguel del Centro	
	Barrio e! Rancho Jaltepec	La Puerta San Miguel del Centro	
	Buenavista Casa Blanca	San Francisco Solo	
	La Esperanza	Llanito Cuatro	
	Barrio el Toril Ejido la Soledad	Guarda de Guadalupe	
	La Trinidad Concepción	Rosa de la Palma	



Mitigación

La mitigación o medida preventiva es uno de los vínculos positivos entre los desastres y el desarrollo. Las comunidades e individuos pueden usar sus recursos de desarrollo para reducir el riesgo de los peligros mediante proyectos de mitigación. Este último es un término que abarca todas las medidas tomadas antes de que ocurra un desastre, esto incluye la reducción de riesgo a largo plazo y las medidas de preparación.

El término mitigación ha sido utilizado para referirse a medidas tomadas con objeto de reducir las pérdidas humanas y materiales, resultante de fenómenos naturales extremos. El concepto de mitigación acepta el hecho de que algunos fenómenos amenazantes pueden ocurrir pero trata de aminorar el impacto acrecentado, la capacidad de la comunidad para absorber el impacto con un daño o efecto destructor mínimo. Es decir reducir el riesgo.

5.2.11.1. Medidas preventivas generales

- Realizar estudios sobre la percepción social de los peligros que amenazan al municipio de San José del Rincón y con base en ellos, aplicar programas de difusión y concientización pública. La aplicación periódica de este tipo de estudios permitirá evaluar el impacto de dichos programas y sugerir mejoras a los mismos.
- Establecer vínculos con universidades o instituciones de investigación con trabajos geológicos e hidrometeorológicos para comprender más estos fenómenos.
- Fortalecer la capacidad de la Unidad Municipal de Protección Civil, por medio de la capacitación de su personal y la dotación de equipo especializado. Así como la mejora de comunicación con radios y antenas.
- Establecer un sistema de alerta sobre la presencia de los fenómenos Geológicos, que amenazan a las poblaciones urbanas o rurales, sobre todo para alertar a la población ubicada en zonas altamente peligrosas.
- Elaborar y actualizar un plan de emergencia para cada uno de los peligros que amenaza a la ciudad y localidades rurales.
- Establecer albergues y refugios en lugares estratégicos considerando los mapas de peligros vertidos en este documento.
- Construir un laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, con el objetivo de georeferenciar la información obtenida en campo.



5.2.11.2. Medidas ante riesgos volcánicos

Peligro

La probabilidad de que ocurra un evento volcánico es poco probable, solo la presencia del volcán activo Jocotitlán. En caso de erupciones el peligro sería caída de cenizas. Esto en función de la historia eruptiva a lo largo de su formación donde predominan los depósitos de caída (figura 50) producto de actividad explosiva. Muchos de estos peligros viajan distancias considerables de hasta varias decenas de km teniendo un radio de afectación que va desde el cono volcánico hasta los 70 km de distancia, impactando sobre el Municipio de San José del Rincón y sus poblados.

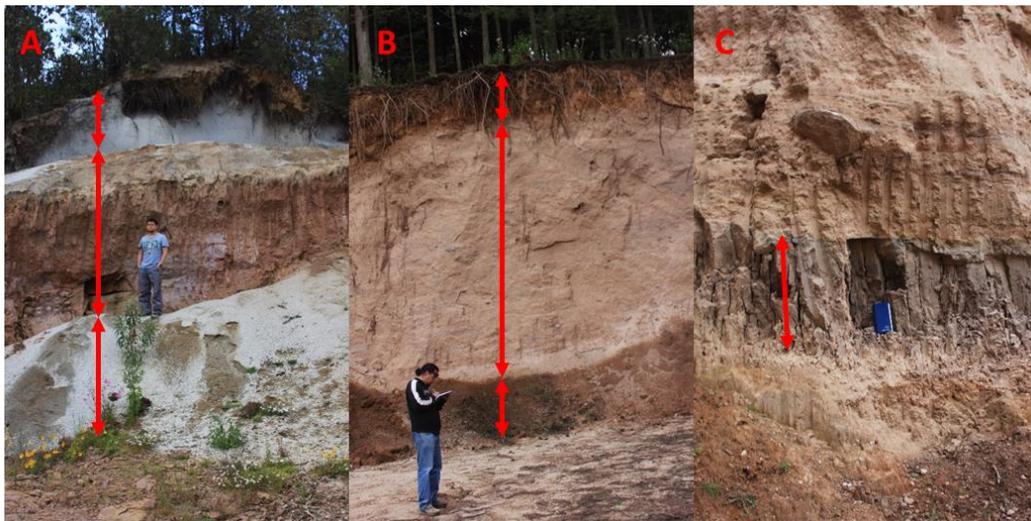


Figura 50. Foto A, depósitos de caída de Ceniza (pómez), clastos no consolidados y pómez. Foto B depósitos de andesita y paleosuelo y Foto C tobas volcánicas y depósitos de ceniza.

Vulnerabilidad

Las zonas más vulnerables por productos volcánicos, es todo el municipio de San José del Rincón debido a que la caída de ceniza puede ser peligrosa para viviendas de cualquier tipo, pues se incrementa la vulnerabilidad cuando la ceniza en combinación con el agua colapsan edificaciones porque puede llegar a pesar tres veces más.

Riesgo

La cercanía al volcán Jocotitlan, hace vulnerable las áreas urbanas y poblados de prácticamente todo el municipio de San José del Rincón que se considerado de riesgo Alto.

Mejorar el conocimiento sobre vulcanismo y el impacto de los mismos

- Realizar vínculos con instituciones encargadas del monitoreo de los volcanes en México, como CENAPRED o Servicio Sismológico Nacional. Se recomienda el monitoreo de sus sitios web en los cuales se encuentra información en tiempo real.
- Evaluar bajo multi-peligro para detectar posibles efectos detonados por erupciones volcánicas.



Disminuir la exposición de la población al peligro

- Realizar estudios para determinar los procesos de seguridad con respecto a los volcanes.

Disminuir la vulnerabilidad

- Mejorar la capacidad de resistencia de los sistemas expuestos, construir albergues para la población y puentes carreteros para no perder la comunicación con poblaciones aisladas.
- Informar a la comunidad sobre qué hacer al momento de la emergencia (identificación de albergues temporales y autoridades de protección civil) y capacitarla acerca de las medidas de autoprotección y primeros auxilios. Así también se sugiere la elaboración de folletos informativos acerca de los peligros volcánicos.

Mejorar la capacidad de respuesta

- Incrementar la capacidad técnica de la unidad de protección civil, a través de la capacitación en manejo de tecnologías de información y comunicación, en programas para monitoreo y simulación de eventos volcánicos.
- Realizar simulacros frecuentes a nivel multiescala (hogar, edificio público y ciudad), ubicando albergues para este tipo de fenómenos volcánicos.

5.2.11.3. Medidas ante riesgos por sismos

Peligro

La mayor ocurrencia de sismos se encuentra en las costas de los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca en el Océano Pacífico, solo unos pocos se encuentran dentro del Estado de México y de intensidades muy bajas (menores a 4 grados Richter). Por lo tanto, los sismos que se manifiestan dentro del municipio son producto de las ondas sísmicas de grandes sismos provenientes de los estados antes mencionados y con magnitudes mayores de 6 grados Richter.

El Municipio de San José del Rincón está ubicado en el graben de Acambay que presenta un sistema de fallas altamente activas como la Acambay-Morelia, debido a esto se considera como áreas de mayor peligro las regiones de las montañas. Así mismo las planicies donde se ubican las áreas urbanas de San José del Rincón el tipo de suelo es muy somero y la litología está constituida por rocas de depósito que indican bloques y material deleznable, estas pueden adquirir movimiento y son susceptibles a provocar colapsos y daños por deslizamientos si hay un sismo de gran magnitud.

Vulnerabilidad

Las Canoas y San José del Rincón son las áreas urbanas del municipio que pueden llegar a tener pendientes considerables, existe infraestructura precaria como casas de lámina y adobe que son altamente vulnerables. Las carreteras se ubican o atraviesan por fracturas y fallas activas donde el peligro es clasificado como medio, sin embargo, son vulnerables a sufrir daños materiales, por la actividad de las fallas y fracturas.



Riesgo

Se puede deducir que Riesgo Bajo como tal es dado para la planicie y los lomeríos. Es por esto que las zonas de mayor riesgo debido a la magnitud de los sismos y su ubicación son principalmente las zonas de montaña donde las afectaciones serían principalmente a las vías de comunicación se puede considerar de un riesgo Medio debido a la vulnerabilidad de las construcciones.

Mejorar el conocimiento sobre sismos y su impacto

- Georeferenciar agrietamientos y deformaciones del terreno en todo el municipio.
- Elaborar estudios más específicos sobre el impacto de la actividad Sísmica.
- Realizar estudios y evaluaciones multi-peligro para detectar posibles efectos detonados por sismos.

Disminuir la exposición de la población al peligro

- Determinar procesos de seguridad con respecto a los sismos.
- Reubicar a la población asentada en las zonas de alta peligrosidad.

Disminuir la vulnerabilidad

- Supervisar el cumplimiento del reglamento de construcción. De ser necesario, evaluar la congruencia del reglamento con la seguridad local y los avances en los sistemas constructivos.
- Mejorar la capacidad de resistencia de las construcciones, las redes urbanas y la población en general, sobre todo en zonas próximas a fallas y grietas.
- Evaluar la seguridad de las construcciones públicas concentradoras de población (edificios públicos, escuelas, teatros, estadios) y de ser necesario realizar obras de reforzamiento estructural.
- Por medio del inventario y caracterización de las estructuras de obras civiles definir las necesidades de reforzamiento, renovación o demolición de las mismas.
- Evaluar las condiciones de inseguridad de las viviendas en las colonias más antiguas de la ciudad y en los asentamientos precarios, para sugerir programas de reemplazo o mejoramiento de vivienda.
- Informar a la comunidad sobre qué hacer al momento de la emergencia (identificación de albergues temporales y autoridades de protección civil) y capacitarla acerca de las medidas de autoprotección y primeros auxilios.

Mejorar la capacidad de respuesta

- Incrementar la capacidad técnica de la unidad de protección civil, a través de la capacitación en manejo de tecnologías de información y comunicación, en programas para monitoreo y simulación de eventos sísmicos.
- Establecer un sistema de alerta sísmica mediante la cual se envíe una señal de alarma previa a la manifestación de un sismo mayor a 6 grados.
- Realizar simulacros frecuentes a nivel multiescala (hogar, edificio público y ciudad).



Medidas ante riesgos por Fallas

Peligro

Este tipo de rasgo estructural tiene mayor frecuencia hacia las partes de las serranías del municipio, compuestas en su mayoría de rocas volcánicas, las cuales debido a sus características litológicas y al clima de la región son muy propensas al fracturamiento. Las partes de planicies y valles no presentan tanta densidad en las áreas urbanas del municipio de San José del Rincón.

El mapa de densidad de fallas nos muestra que los peligros principales se encuentran sobre las vías de comunicación en este caso las carreteras, se genera inestabilidad en la zona. Aunado a esto en los cortes de carreteras se presentan desprendimientos de roca (figura 51).



Figura 51. Foto A, Falla a la orilla de la carretera que se está desprendiendo y avanzando aguas abajo, en la foto B se notan bloques que están por caer y hacer más grande la grieta; la foto C llantas para contener la erosión y el desprendimiento del terreno.

Vulnerabilidad

Las Canoas Y San Miguel agua Bendita y el área montañosa al Oeste de municipio son catalogadas como zonas de alta vulnerabilidad, debido a que el fenómeno de fallamiento se analiza en cuanto a daños materiales como infraestructura carretera, viviendas y escuelas.

Riesgo

Debido a lo ya mencionado podemos deducir que las zonas de riesgo potencial son principalmente Las Canoas Y San Miguel agua Bendita, el tramo carretero de la estatal libre, y en caso de activarse más fallas y fracturas que atraviesan las áreas urbanas del municipio pueden tener un riesgo Alto.



Mejorar el conocimiento sobre fallas y el impacto de las mismas

- Realizar estudios geológicos para caracterizar de manera más precisa las fallas próximas a la ciudad y a las vías de comunicación.
- Evaluar la presencia de agrietamientos y deformaciones del terreno en todo el municipio.
- Monitorear y georeferenciar las fallas.

Disminuir la exposición de la población al peligro

- Determinar distancias de seguridad con respecto a las fallas.
- Por medio de la planeación y gestión del suelo urbano, limitar el crecimiento de la ciudad hacia las zonas próximas a las fallas geológicas, respetando una franja mínima de seguridad.
- En el caso de que las fallas que crucen la ciudad, será conveniente, si un estudio más preciso lo determina, reubicar a la población asentada en las zonas de alta peligrosidad.

Disminuir la vulnerabilidad

- Mejorar la supervisión del cumplimiento con el reglamento de construcción. De ser necesario, evaluar la congruencia del reglamento con la seguridad local y los avances en los sistemas constructivos.
- Evaluar la seguridad de las construcciones públicas concentradoras de población (edificios públicos, escuelas, teatros, estadios) y de ser necesario realizar obras de reforzamiento estructural.
- Por medio del inventario y caracterización de las estructuras de obras civiles definir las necesidades de reforzamiento, renovación o demolición de las mismas.
- Evaluar las condiciones de inseguridad de las viviendas en las colonias más antiguas de la ciudad y en los asentamientos precarios, para sugerir programas de reemplazo o mejoramiento de vivienda.
- Informar a la población acerca de la dinámica de las fallas que les permita identificar a través de los rasgos superficiales del terreno cualquier síntoma de falla.

Mejorar la capacidad de respuesta

- Incrementar la capacidad técnica de la unidad de protección civil, a través de la capacitación en manejo de tecnologías de información y comunicación, en los programas de monitoreo y simulación de eventos sísmicos.

5.2.11.4. Medidas ante riesgos por inestabilidad de laderas

Peligro

De acuerdo al mapa de peligros, una de las zonas de mayor inestabilidad, y por lo tanto de mayor peligro, es la parte Norte y Oeste del municipio. Así mismo, y de acuerdo con la geología y las pendientes (consideradas de alto peligro), se puede concluir que algunas zonas de montaña son propensas a deslizamientos de terreno. Los suelos que se presentan en la región considerada peligrosa no son de gran espesor por lo tanto el mayor peligro lo constituyen flujos y deslizamientos (figura 52).



Figura 52. Laderas con alto grado de peligro Foto A y B se aprecia la costra de deslizamiento del año 2010. Foto C el deslizamiento aguas abajo, la terracería fue reconstruida.

Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por remoción de masa se encuentran en las áreas de montaña, las localidades asentadas en las faldas volcán mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, como en Las Canoas y San Miguel Agua Bendita se detectan casas ubicadas en zonas de peligro con infraestructura precaria, construcciones de lámina de cartón y adobe como en el Paraje Las Rosas (Figura 53).

Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como peligro alto de remoción de masa y las localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el mayor riesgo se encuentran en las áreas habitables como Las Canoas y San Miguel Agua Bendita y las partes norte y oeste del municipio. El riesgo se pudo constatar mediante trabajo de campo debido a que existen pendientes mayores a 18 grados, aunado a los tipos de construcciones algunas precarias donde predomina el adobe. Por otro lado, el suelo urbanizado cercana a altas pendientes donde las construcciones de edificios que puede propiciar un incremento en la vibración y de cargas adicionales a un suelo en pleno proceso de pérdida de saturación, por lo que es posible que se acelere e intensifique la inestabilidad de la ladera.

También existe inestabilidad de laderas en la zona de alta y media montaña, por la deforestación y se han realizado cortes del terreno.



Figura 53. Foto A viviendas del Paraje Las Rosas, tipo precarias asentadas a orilla de depósitos muy deleznales; foto B viviendas a lo largo de una zona inestable.



Ante problemas de esta índole, resulta necesario:

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de inestabilidad de laderas.

- Realizar estudios específicos sobre la mecánica del suelo para determinar con precisión el riesgo de la zona y con base en ellos definir si es necesaria la reubicación de edificaciones.
- Analizar el impacto de la presión en el agua del subsuelo, para caracterizar posibles agrietamientos de la zona.

Disminuir la exposición de la población al peligro

- Respetar una franja mínima de seguridad en la parte alta y baja de las laderas y si es necesario reubicar las viviendas con pendientes mayores a 18 grados y más próximas a la ladera.
- Evitar asentamientos humanos en zonas próximas a ríos y laderas pronunciadas.

Mejorar las estructuras de protección existentes y disminuir la vulnerabilidad.

- Evitar la erosión y mejorar la resistencia del suelo con la presencia de vegetación.
- Construir muros de contención o presas de gavión para evitar el derrumbe de material térreo y de ser necesario reforzar o reemplazar los existentes.
- Realizar un inventario sobre el estado de seguridad de las edificaciones expuestas al deslizamiento.
- Comunicar el riesgo a la población expuesta al peligro de deslizamiento.

5.2.11.5. Medidas ante riesgos por caídos o derrumbes

Peligro

De acuerdo al mapa de peligros, una de las zonas de mayor inestabilidad y por lo tanto de mayor peligro por inestabilidad de laderas, es la parte Oeste del municipio de San José del Rincón. Así mismo, de acuerdo con la geología y las pendientes (consideradas de alto peligro), se puede concluir que algunas zonas de montaña son propensas a generar desprendimientos de bloques de roca, ya que en estos lugares el fallamiento y las fracturas también contribuyen de manera significativa a derrumbes (figura 54).

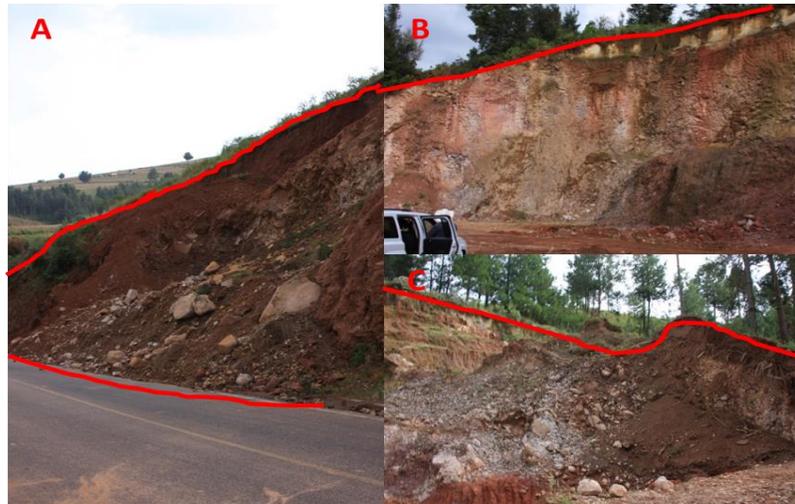


Figura 54. Foto A Carretera a Barrio El Lijadero-La Mesa, derrumbes en las laderas del corte de carretera, en la foto B se puede apreciar la costra del derrumbe y foto C los escombros de bloques y tierra.

Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por derrumbes se encuentran en partes altas, las localidades asentadas en las áreas de montaña mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, como en Las Canoas se detectan casas ubicadas en zonas de peligro con infraestructura precaria con construcciones de lámina de cartón y adobe. Asimismo, las carreteras como en la estatal libre existen derrumbes que están a punto de llevarse un tramo de la carretera como se muestra en la figura 55.



Figura 55. Foto A Carretera estatal libre a la altura de Paraje Las Rosas, derrumbes en las laderas del corte de carretera, en la foto B y C se puede apreciar la costra del derrumbe, de peligro para los automovilistas y transporte pesado por las vibraciones que generan.



Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como peligro alto de derrumbes y localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el mayor riesgo se encuentra en las áreas de montaña. El riesgo se pudo constatar mediante trabajo de campo debido a que existen pendientes mayores a 18 grados sobre las laderas del Río La Cañada (Figuras 56 y 57).



Figura 56. Foto A ladera del Río La Cañada con alto grado de peligro producto de un derrumbe en el año 2010, en la foto B se pueden apreciar grietas de desecación que pueden provocar derrumbes aguas debajo del camino de terracería y foto C escombros del derrumbe que se pueden volver a reactivar.



Figura 57. Foto A ladera derrumbada con alto grado de peligro, en la foto B se pueden apreciar un derrumbe de un tramo de avenida y foto C se aprecia un grieta que puede provocar el desprendimiento total del asfalto cerca del poblado conocido como El Cable.

También existe inestabilidad de laderas en la zona de alta y media montaña, por la deforestación y se han realizado cortes del terreno. En este afán, se han creado taludes pronunciados carentes de vegetación y protección. Ante problemas de esta índole, resulta necesario:

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de derrumbes.

- Establecer el impacto de los impactos en el subsuelo, para caracterizar los agrietamientos.



Disminuir la exposición de la población al peligro

- Respetar una franja mínima de seguridad en la parte alta y baja de las laderas y si es necesario reubicar las viviendas con pendientes mayores a 18 grados y más próximas a laderas.
- Evitar los asentamientos humanos en zonas próximas a grietas activas, ríos y laderas pronunciadas.

Mejorar las estructuras de protección existentes y disminuir la vulnerabilidad.

- Evitar la erosión y mejorar la resistencia del suelo con la presencia de vegetación.
- Construir muros de contención o presas de gavión para evitar derrumbes de material térreo y de ser necesario reforzar o reemplazar los existentes.
- Realizar un inventario sobre el estado de seguridad de las edificaciones expuestas a derrumbes.
- Comunicar el riesgo a la población expuesta al peligro de derrumbes

5.2.11.6. Medidas ante riesgos por hundimientos

Al no existir registros sobre hundimientos la única recomendación es la siguiente:

- No generar extracción de agua del subsuelo masiva.

5.2.11.7. Medidas ante riesgos por subsidencia

Al no existir registros sobre subsidencia la única recomendación es la siguiente:

- Revisión del subsuelo para evitar la formación de cavidades mediante obras antropológicas.

5.2.11.8. Medidas ante riesgos por agrietamientos

Peligro

Este tipo de peligro tiene mayor frecuencia hacia las partes donde se han elaborado obras de infraestructura como las carreteras del municipio, debido a las características litológicas y al tipo de suelo son propensas a agrietarse. Pues se alteran las partes cercanas a las obras principalmente en la sierra y lugares con fracturas cercanas de planicies y valles en las áreas urbanas del municipio de San José del Rincón.

El mapa de densidad de grietas nos muestra que uno de los peligros principales se encuentra en el área de la sierra pues ha generado agrietamientos que pueden generar otro tipo de peligros como la subsidencia y derrumbes como los mostrados en la figura 58, en el Barrio Pundereje Ejido El Deposito.

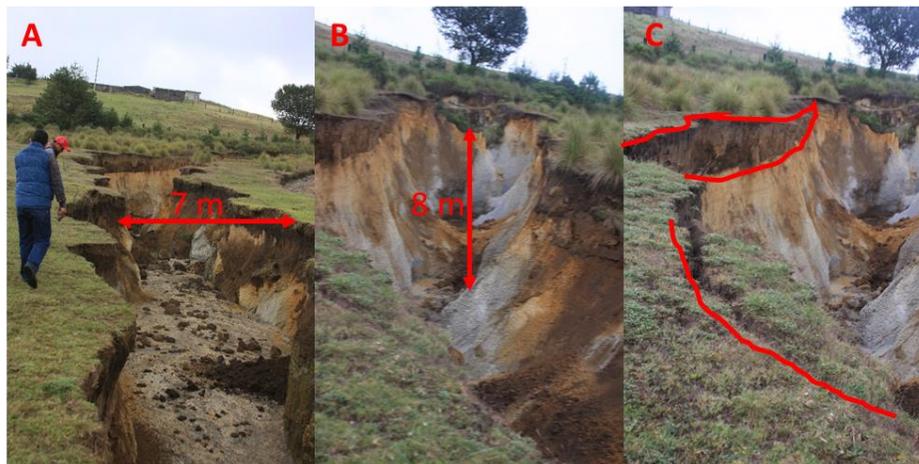


Figura 58. La foto A y B muestra el tipo de agrietamientos en ancho y profundidad; la foto C muestra cómo se derrumban bloques de suelo debido a que son más pesados que la Pómez que se encuentra en el estrato bajo y genera que la grieta vaya creciendo, en el Barrio Pundereje Ejido El Deposito.

Vulnerabilidad

Las áreas vulnerables se localizan en toda la sierra de Angangeo, donde existen gran cantidad de poblados menores como Barrio La Puerta-San Miguel Del Centro, La Guarda Las Canoas, San Antonio Pueblo Nuevo, etc. Son muy dispersas y presentan bajo desarrollo de infraestructura por lo cual pueden ser catalogadas como zonas de alta vulnerabilidad, debido a que el fenómeno de agrietamientos se analiza en cuanto a daños materiales como la calidad de infraestructura de carreteras, viviendas y escuelas (figura 59).



Figura 59. La foto A en La Guarda Las Canoas una grieta que daña directamente la estructura y B muestra el movimiento del terreno en San Miguel Chisda, la cancha dentro de la escuela en muy malas condiciones.

Riesgo

Debido a lo ya mencionado podemos deducir que las zonas de riesgo potencial son principalmente las áreas de montañas y los tramos carreteros, en caso de activarse las grietas por fracturación generarían severos daños a esta infraestructura y áreas urbanas del municipio con un riesgo Alto (figura 60).



Figura 60. Barrio El Lijadero-La Mesa, se observan agrietamientos en la ladera y a pie de viviendas que pueden ser afectadas, en la foto B un auditorio cerca de una costra de deslizamiento.

Mejorar el conocimiento sobre fallas y el impacto de las mismas

- Caracterizar de manera más precisa las obras carreteras.
- Georeferenciar la presencia de agrietamientos y deformaciones del terreno en todo el municipio.
- Incrementar y mejorar el monitoreo de fracturas.

Disminuir la exposición de la población al peligro

- Realizar estudios para determinar las distancias de seguridad con respecto a grietas.
- Por medio de la planeación y gestión del suelo urbano, limitar el crecimiento de la ciudad hacia las zonas próximas a grietas activas, respetando una franja mínima de seguridad.
- En el caso de que existan grietas en la ciudad, será conveniente, reubicar a la población asentada en las zonas de alta peligrosidad.

Disminuir la vulnerabilidad

- Mejorar la supervisión del cumplimiento con las normas de construcción en el subsuelo. De ser necesario, evaluar la congruencia de las normas con la seguridad local y los avances en los sistemas constructivos.
- Mejorar la capacidad de resistencia de los sistemas expuestos, es decir, de las construcciones, las redes urbanas y la población en general, sobre todo en zonas próximas a grietas y fracturas.
- Caracterizar las estructuras de obras civiles definir las necesidades de reforzamiento, renovación o demolición de las mismas.

Mejorar la capacidad de respuesta

- Incrementar la capacidad técnica de la unidad de protección civil, a través de la capacitación en manejo de tecnologías de información y comunicación, en los programas de monitoreo y simulación de eventos sísmicos.



5.2.11.9. Medidas ante riesgos por Erosión

Peligro

Como se puede observar en el mapa de peligros las zonas que son más propensas a la erosión son las áreas con mayor densidad de drenaje y pendiente, en donde los procesos de desgaste de las rocas sobre todo por efecto hidrológico son más frecuentes en la Figura 61 se pueden apreciar rellenos donde se construyeron canchas de futbol rapido y se han erosionado de manera que queda expuesta la construccion al peligro. Es importante considerar el tipo de rocas volcánicas en el área ya que estos van a jugar un papel importante en la manera en que el suelo sea erosionado. Las zonas de las planicies y los valles del municipio, son utilizadas en su mayoría para la agricultura de temporal, clasificadas por lo tanto de peligro medio. Asimismo los mayores peligros son las partes altas del volcán Jocotitlan por sus altas pendientes. Y las zonas de Bajo peligro las planicies y areas cubiertas por vegetación como el pastizal.



Figura 61. Rellenos de arcillas donde se construyeron canchas de futbol rápido y están bajo el proceso d erosión.

Vulnerabilidad

Basado en el tipo de peligro por erosión, las zonas más propensas son las que se encuentran en su mayor parte desprovistas de vegetación y en rellenos de material arcilloso (como las canchas de futbol) menos resistentes a los procesos erosivos. Por lo cual las áreas más vulnerable son las agrícolas de temporal y más susceptibles a la erosión de tipo laminar.

Riesgo

Debido a lo mencionado anteriormente las zonas de mayor riesgo para perdida de suelo se encuentran las agrícolas de temporal situadas en la parte sur del municipio de San José del Rincón. Sin embargo no es un factor que actualmente dañe a la población directamente.



Mejorar el conocimiento de la erosión

- Caracterizar de manera más precisa la Erosión.
- Evaluar la presencia de niveles de escorrentía del terreno en todo el municipio.
- Incrementar y mejorar el monitoreo de Erosión.
- Evaluar para detectar la pérdida de suelo en diferentes pendientes.
- Realizar campañas de reforestación.
- Aplicar prácticas mecánicas y vegetativas para reducir la erosión.

Disminuir la exposición de la población al peligro

- Por medio de la planeación y gestión del suelo urbano, limitar el crecimiento de la ciudad hacia la zona Natural protegida.
- En el caso de que la ciudad crezca hacia las áreas agrícolas, será conveniente, si un estudio más preciso lo determina, No permitir que la población se asiente en las zonas de alta y media peligrosidad por erosión.

Disminuir la vulnerabilidad

- Colocar trampas de sedimentos, como pacas de heno para interceptar los sedimentos que podrían alcanzar cuerpos de agua superficial y terrenos circundantes.
- Creación de diques de desviación para interceptar y reducir la velocidad de la escorrentía para llevarla a niveles de flujo menos erosivos.
- Establecer pequeños diques de terreno compactado para interceptar las aguas de escorrentía que fluyan en pendientes propuestas, reduciendo el área de desplazamiento del agua y dirigiendo éstas hacia otros controles de erosión.
- Se tomarán las medidas necesarias y adecuadas para acomodar efectivamente los aumentos en los niveles de escorrentías causados por cambios en las condiciones del suelo y corteza terrestre, prevaleciendo el patrón natural.
- Restauración de la cubierta vegetal en base a las condiciones y el uso del terreno previo a la construcción de un Proyecto.

Mejorar la capacidad de respuesta

- Incrementar la capacidad técnica de la unidad de protección civil, a través de la capacitación en manejo de tecnologías de información y comunicación, en programas para monitoreo y simulación de eventos erosivos.
- Establecer un sistema de medida anual para determinar la intensidad de la pérdida de suelo.
- Aplicar técnicas mecánicas y vegetativas para la recuperación y disminución de la erosión como las que se mencionan a continuación.

La aplicación de técnicas mecánicas y vegetativas. A continuación se resumen algunas de estas técnicas para la recuperación de suelos descritas por SEGEM (1995), IIDT (2002), PROBOSQUE (2006), CONAFOR



(2007) y CENAPRED, y que han sido implementadas por las autoridades gubernamentales correspondientes, en diferentes sitios del Estado de México, como parte de programas y políticas de gestión para mitigar los diferentes grados de erosión. Estas técnicas han sido aplicadas en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe, en la ZMVM, y en el Parque Nacional Nevado de Toluca, en la ZMVT (SMA-GEM, 2008).

Practica mecánicas

Entre las primeras se encuentran, por ejemplo, las presas filtrantes de roca acomodada, de ramas y de gavión (figura 62); el cabeceo de cárcavas (figura 63); las distintas modalidades de terrazas (figura 64) y zanjas derivadoras de escorrentía y roturación.



Figura 62. Presa de malla ciclónica.

Como el principal agente erosivo es el agua, su protección se obtiene disminuyendo la energía de los escurrimientos. Esto se logra construyendo pequeñas represas a lo largo del cauce, con lo cual se puede disminuir la velocidad del agua y se favorece el depósito del material sólido. Se recomienda construirlas en secuencia, empezando desde aguas abajo. Cuando se ha llenado una represa se construye la otra, y así sucesivamente (SMA-GEM, 2008).



Figura 63. Cabeceo de cárcavas. Las cárcavas presentan un crecimiento constante en área y profundidad hacia aguas arriba, disminuyendo con esto el área útil del suelo y en algunos casos poniendo en peligro las construcciones que se encuentran en las zonas vecinas.

Las acciones para rectificar las cárcavas son la estabilización de las laderas, mediante reforestación o cubiertas vegetales, la rectificación del fondo de la cárcava, a través del empleo de represas y la derivación del flujo principal con estructuras de drenaje por fuera de la cárcava (SMA-GEM, 2008).



Figura 64. Terrazas de formación paulatina. Son estructuras de defensa, que generalmente consisten en una zona de captación y un promontorio, que se construyen transversalmente a la pendiente del terreno.

Tienen como función principal reducir la longitud de las laderas y disminuir la pendiente del terreno para regular los escurrimientos superficiales (SMA-GEM, 2008).

Prácticas vegetativas

Dentro de las prácticas vegetativas está la rotación de cultivos, la reforestación, los cultivos de cobertura, cortinas rompe-viento (figura 65), material muerto acomodado en laderas y sistemas agroforestales, entre otros (SMA-GEM, 2008). Sin lugar a dudas, la reforestación es la mejor opción para la conservación y rehabilitación del suelo. Sin embargo en la práctica, y debido a la constante presión socio-económica por disponer de tierras de cultivo, dicha solución sólo puede emplearse en pocos casos, o cuando el problema de erosión ha llegado a sus últimas consecuencias (SMA-GEM, 2008).



Figura 65. Una práctica que ha cobrado impulso en los últimos años, es la denominada agroforestal, que básicamente consiste en sembrar barreras de árboles o arbustos, espaciadas unos metros (4 m a 10 m), y en el espacio que queda entre ellas se siembran cultivos (SMA-GEM, 2008).

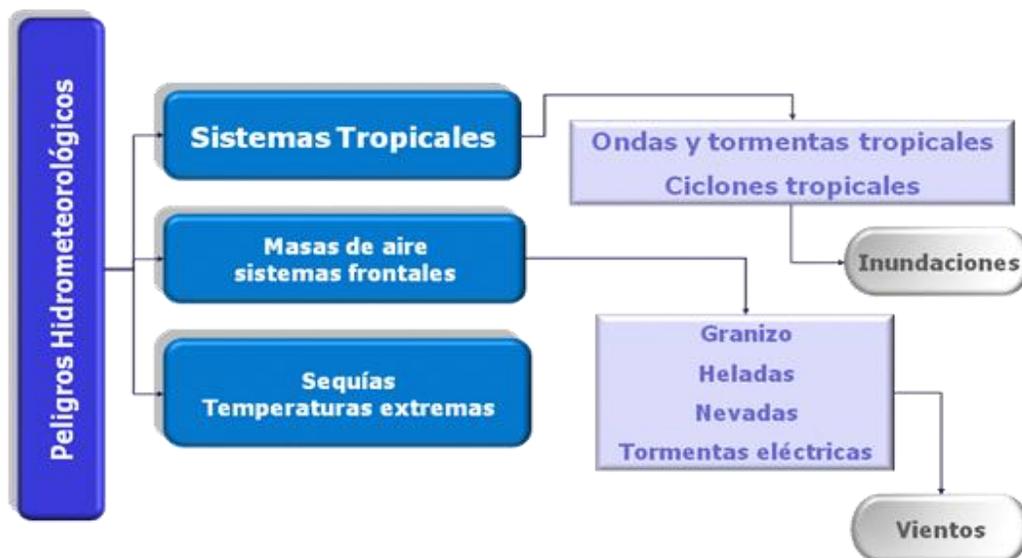


5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

Los fenómenos hidrometeorológicos, son procesos o fenómenos naturales de tipo atmosférico, hidrológico u oceanográfico que pueden causar lesiones o la pérdida de vidas, daños a la propiedad, la interrupción social y económica o la degradación ambiental, tales como inundaciones, avalanchas de lodo y escombros, ciclones tropicales, marejadas, tormentas y granizo, fuertes lluvias y vientos, nevadas y otras tormentas severas, sequías, desertificación, temperaturas extremas, tormentas de arena o polvo, heladas y avalanchas.

Estos fenómenos por su frecuencia, magnitud e intensidad física, así como su impacto en la población y la infraestructura, están relacionados con el mayor número de desastres naturales en México. Lo cual ha evidenciado una alta vulnerabilidad de los asentamientos humanos. Diferentes científicos e investigadores consideran que el incremento en la magnitud e intensidad de las amenazas como huracanes, inundaciones y sequías están asociadas al cambio climático. Los peligros hidrometeorológicos se clasifican como lo muestra la siguiente figura:

Figura 66 Esquema de peligros hidrometeorológicos



Causas de los peligros hidrometeorológicos

El ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las zonas térmicas y las variaciones de presión son fenómenos que se presentan como parte de la dinámica atmosférica del planeta. El elemento central de estos fenómenos es la precipitación pluvial, la cual se refiere a la forma de agua, sólida o líquida, que cae de la atmósfera y alcanza la superficie de la tierra, a través de lluvia granizo o nieve.

La atmósfera es un sistema de gran complejidad que interactúa con los océanos, el suelo, y todo tipo de vida distribuyendo la energía que recibe del sol a través de numerosos procesos. Cerca de la cuarta parte de la energía del sol que llega a la tierra se encarga de evaporar agua que luego asciende hacia la atmósfera. Al mismo tiempo, la constante atracción de la gravedad provoca un descenso de la humedad atmosférica en forma de nieve o lluvia. La circulación a gran escala de los vientos también juega un papel determinante al mover el calor y transportar la humedad sobre la superficie de la tierra (Abbott, 1999). Así, la dinámica



atmosférica del planeta permite que se lleven a cabo fenómenos como el ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las variaciones de presión barométrica, que combinados a fenómenos como la rotación y traslación de la tierra, o a características como la altitud o el tipo de suelo, determinan los fenómenos hidrometeorológicos de un sitio en particular.

Los peligros hidrometeorológicos se asocian a los fenómenos que se generan en las capas bajas de la atmósfera terrestre, producto de las condiciones de temperatura y humedad que en ella predominan y que tiene una incidencia directa sobre la superficie. Estos fenómenos pueden ser un peligro para los seres humanos y su patrimonio en el momento que rompen el balance del ciclo hidrológico en las características topográficas e hidrográficas de las cuencas.

5.2.1. Ondas cálidas y gélidas

Dentro de las ondas cálidas y gélidas se analizará las variaciones en las temperaturas, enfocándose en las temperaturas máximas, este análisis esta generalmente centrado en el impacto que este fenómeno provoca en las actividades económicas, así como, los efectos que podrían causar en el ser humano. Los últimos años se han observado a nivel mundial tendencias anómalas hacia el aumento de la temperatura, que se relacionan con el cambio climático global.

Cuadro 19. Registro de temperaturas máximas

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACION: 00015102 SAN ONOFRE													
			LATITUD: 19°41'31" N.			LONGITUD: 100°05'43" W.			ALTURA: 2,677.0 MSNM.				
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	18.3	19.1	21.2	22.5	22.8	20.8	19.3	19.3	19.5	19.7	19.4	18.3	20
MAXIMA MENSUAL	20.3	21.6	22.5	25.8	25	24.7	24.7	20.8	21.2	21	21.5	20.6	
AÑO DE MAXIMA	1987	1988	1982	1970	1983	1969	1966	1966	1987	1983	1988	1987	
MAXIMA DIARIA	27	26	27	29	31	28.5	29	23	27	27	28.5	28	
FECHA MAXIMA DIARIA	30/1969	20/1986	jun-89	25/1970	feb-83	19/1984	25/1986	jun-66	26/1983	22/1983	16/1988	feb-82	
AÑOS CON DATOS	23	24	23	22	23	24	23	21	22	23	23	22	
ESTACION: 00015066 PALIZADA													
			LATITUD: 19°30'27" N.			LONGITUD: 100°05'52" W.			ALTURA: 2,635.0 MSNM.				
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	18.2	19.8	22.1	23.3	23.3	21.2	19.8	19.9	19.8	19.9	19.3	18.3	20.4
MAXIMA MENSUAL	21.5	22.3	24.4	26.3	27.6	24.8	21.6	21.7	21.6	21.6	21.4	20.5	
AÑO DE MAXIMA	1971	1962	1991	1970	1998	1998	1998	1960	2000	1960	1994	1998	
MAXIMA DIARIA	24	32	31	30	31	29	24	28	27	28	26	29	
FECHA MAXIMA DIARIA	30/1969	22/1998	ene-78	30/1960	sep-98	feb-91	dic-60	19/1999	27/1998	30/1996	abr-94	28/1999	
AÑOS CON DATOS	43	43	44	44	43	44	43	41	43	43	43	41	
ESTACION: 00015070 PRESA BROCKMAN													
			LATITUD: 19°46'09" N.			LONGITUD: 100°08'25" W.			ALTURA: 2,929.0 MSNM.				
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	17	18	19.4	20.3	20.2	18.6	17	17.1	16.6	16.9	17	16.9	17.9
MAXIMA MENSUAL	21.9	22.9	23.1	24.3	25.1	25.6	22.5	21.6	22.9	21.2	20.3	20.1	
AÑO DE MAXIMA	1996	1996	1991	1982	1983	1983	1983	1988	1983	1983	1983	1994	
MAXIMA DIARIA	25	27	26	30	33	32	32	25	25	24	25	26	
FECHA MAXIMA DIARIA	24/1996	26/1997	18/1977	24/1974	18/1983	oct-83	feb-83	oct-74	ago-74	18/1979	23/1984	19/1978	



AÑOS CON DATOS	29	29	29	30	30	30	30	29	28	29	30	29
----------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

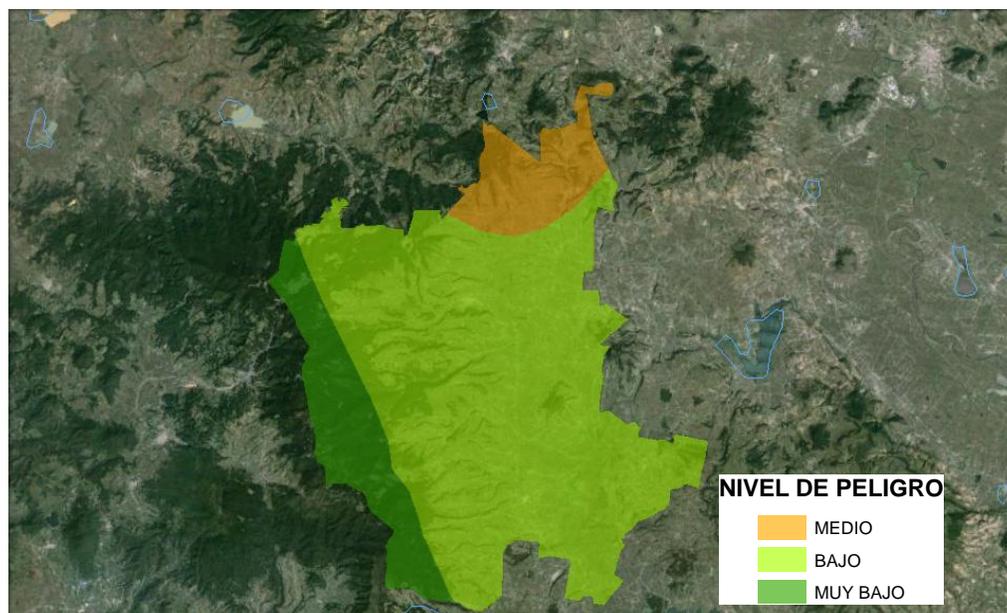
Fuente: Elaboración propia con base en SMN

En el Municipio de San José del Rincón se presentan temperaturas máximas mensuales de 27.6°C, como máximas diarias se han registrado hasta 33°C en la estación de la Presa Brockman ubicada al norte del municipio. De acuerdo con los registros de las estaciones con información más cercanas al municipio, los meses de mayores temperaturas son entre abril y mayo, fue el año de 1983 en el que las temperaturas se elevaron hasta alcanzar los 31°C como máxima diaria, sin embargo, estos niveles de temperatura no han provocado afectaciones a la población.

Debido al tipo de clima de la zona, las temperaturas máximas extremas provocan a la población incomodidad y en casos extremos efectos por el golpe de calor, cabe señalar, que a los bienes de la población este fenómeno no provoca daños.

De acuerdo con los registros de las estaciones meteorológicas la zona presenta un nivel de peligro muy bajo por en el extremo poniente del municipio, bajo en el centro y medio en la zona norte.

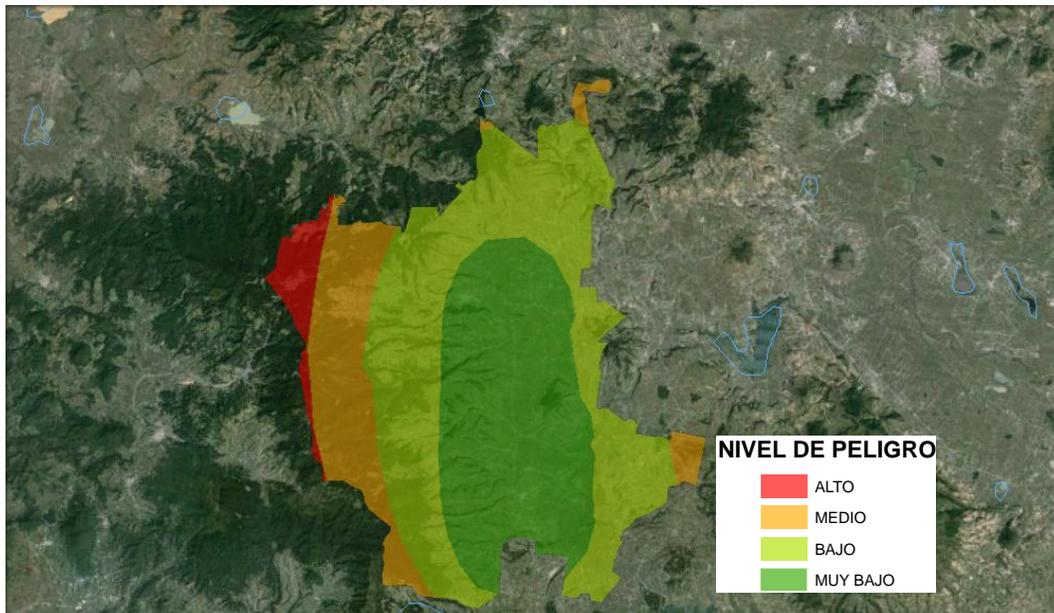
Figura 67. Nivel de Peligro por Ondas Cálidas



Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto de Geografía de la UNAM, Mapa de Peligro por Temperaturas Extremas



Figura 3. Nivel de Peligro por Ondas Gélidas



Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto de Geografía de la UNAM, Mapa de Peligro por Temperaturas Mínimas

En San José del Rincón las temperaturas mínimas llegan a descender a -12°C , principalmente la zona poniente de municipio, este tipo de descensos en la temperatura provocan principalmente fenómenos como las heladas que llegan a afectar las zonas agrícolas del municipio y a la población que carece de viviendas adecuadas que les permitan mantener niveles confortables de temperatura.

Cabe señalar, que únicamente existen dos localidades ubicadas en la zona de peligro alto que son: Garatachea con 116 habitantes y San Jerónimo Pilitas con 193 habitantes.

5.2.2. Sequías

Una sequía es la carencia de agua en el suelo a consecuencia de la insuficiencia de lluvias y es un periodo prolongado de tiempo seco. Es un proceso que puede tomar uno o más años y afecta las zonas agrícolas (Lundgren, 1973). Existen tres tipos de sequía: meteorológica, agrícola e hidrológica.

Sequía Meteorológica: Es una expresión de la desviación de la precipitación respecto de la normal en un periodo de tiempo. Estas definiciones dependen de la región considerada, y se basan presumiblemente del conocimiento de la climatología regional.

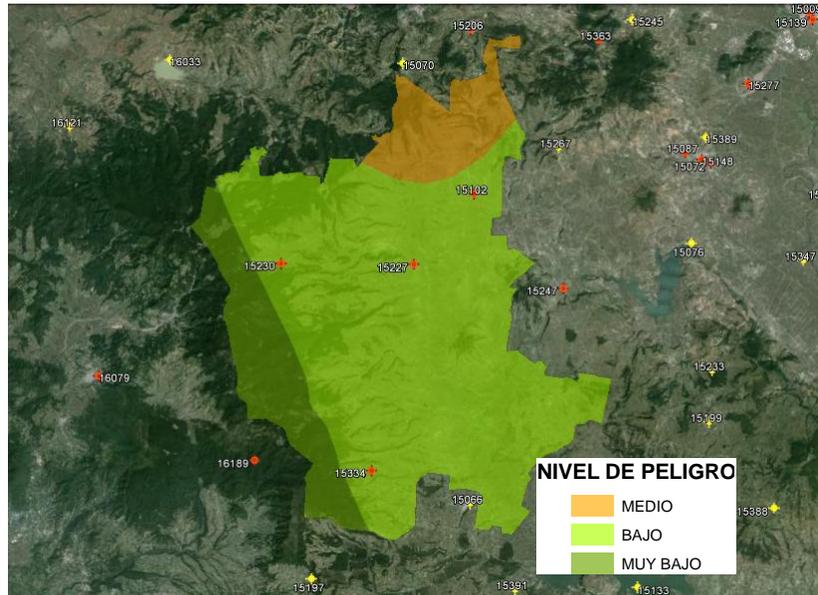
Sequía Agrícola: Ocurre cuando no existe humedad suficiente en el terreno para un cultivo determinado en un momento particular de tiempo. La sequía agrícola sucede después de la sequía meteorológica.

Sequía Hidrológica: Se refiere a deficiencias en las fuentes de abastecimiento de aguas superficiales y subterráneas. Se mide de acuerdo con los niveles de agua en los ríos, lagos, presas y aguas subterráneas. Se requiere un periodo de tiempo entre el déficit de precipitación y la disminución de agua en los ríos, lagunas, presas, etc. Por lo que este no es el primer indicador de la sequía.



En este atlas se considera el análisis de la sequía meteorológica, identificada en función del déficit de precipitación, expresado en porcentaje respecto a la pluviosidad media anual o estacional de largo periodo y su duración.

Figura 68. Nivel de Peligro por Sequia Meteorológica



El nivel de sequía en la zona poniente es muy bajo, mientras que hacia el oriente y centro del municipio se determinó un nivel de peligro bajo, por último en la zona norte se identifica áreas con mayor susceptibilidad a la sequía y el nivel de peligro es medio.

5.2.3. Heladas

Una helada es un evento de origen meteorológico que ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0° centígrados o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas.

En las zonas urbanas los efectos negativos de las heladas se manifiestan de distintas maneras: apagones y taponamiento de drenajes; por los daños a estructuras endebles y derrumbes de techos. Pueden causar decesos en la población que no tiene la protección adecuada contra el frío, especialmente indigentes o personas de bajos recursos económicos.

El peligro de la helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella (Matías, et al., 2001). El periodo de heladas para el municipio de San José del Rincón es del mes de diciembre a marzo. Las temperaturas han llegado a descender hasta - 11°C en la estación 15066 donde se han registrado las temperaturas más bajas, sin embargo, este fenómeno no provoca graves alteraciones a la población, pero si puede generar perdidas económicas en la actividad agrícola.

Cuadro 20. Registro de Heladas

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACION: 00015102 SAN ONOFRE			LATITUD: 19°41'31" N.			LONGITUD: 100°05'43" W.			ALTURA: 2,677.0 MSNM.				
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	-2.5	-1.8	0	2.4	4.7	6.8	7.3	7	6.5	3.5	-0.3	-1.6	2.7

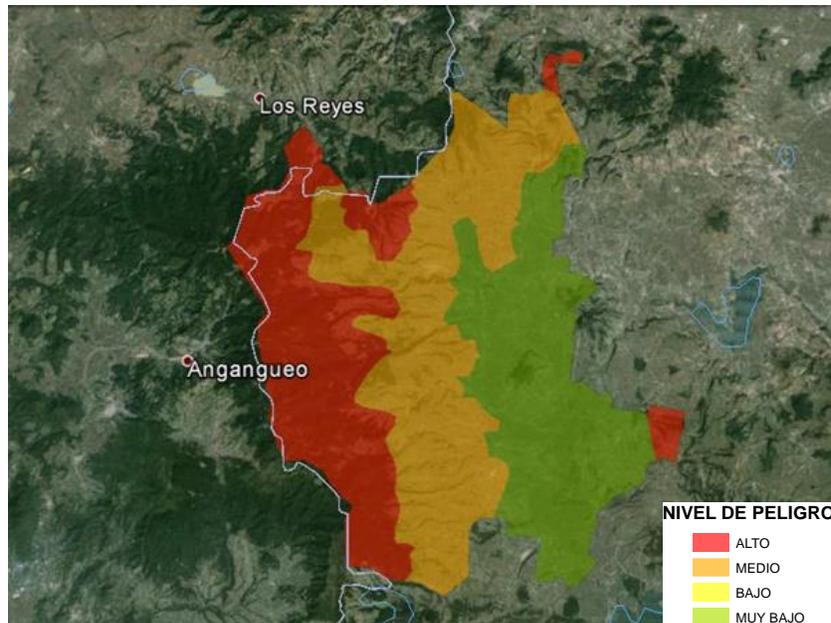


MINIMA MENSUAL	-5.1	-6	-3.8	-0.3	2	4.5	5.6	4.7	3.2	0.2	-3.5	-5.7	
AÑO DE MINIMA	1986	1983	1983	1983	1970	1968	1970	1968	1970	1979	1982	1969	
MINIMA DIARIA	-11	-11	-10	-6	-2	-1.5	0	1	-4	-5	-8.5	-9.5	
FECHA MINIMA DIARIA	21/198 8	25/197 6	jun-87	oct-83	31/196 8	ene-83	25/197 0	26/196 8	ago-74	29/196 6	jun-82	31/197 5	
AÑOS CON DATOS	23	24	23	22	23	24	23	21	22	23	23	22	
ESTACION: 00015066 PALIZADA LATITUD: 19°30'27" N. LONGITUD: 100°05'52" W. ALTURA: 2,635.0 MSNM.													
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	-2.5	-2.4	-0.8	1.1	3.8	6.5	6.6	6.4	6.4	3.4	-0.1	-1.4	2.3
MINIMA MENSUAL	-6	-6.9	-4.7	-2.9	1.6	4.6	5.2	5.1	3.9	-1.3	-3.6	-5.5	
AÑO DE MINIMA	1970	1971	1986	1971	1993	1962	1967	1972	1975	1979	1966	1970	
MINIMA DIARIA	-11	-12	-11	-8	-3	-3	0	-2	-5	-7	-9	-11.5	
FECHA MINIMA DIARIA	14/198 6	14/196 1	nov-89	15/197 1	oct-61	17/196 2	feb-79	25/196 1	30/197 9	31/198 7	27/196 1	24/198 2	
AÑOS CON DATOS	43	43	44	44	43	44	43	41	43	43	43	41	
ESTACION: 00015070 PRESA BROCKMAN LATITUD: 19°46'09" N. LONGITUD: 100°08'25" W. ALTURA: 2,929.0 MSNM.													
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	2.7	3.2	4.8	5.1	5.5	5.3	5.1	5	4.6	4.5	3.7	3.2	4.4
MINIMA MENSUAL	0.5	0.8	1.4	2.4	2	1.4	1.3	1.8	1.1	1.6	1.2	0.3	
AÑO DE MINIMA	1975	1983	1974	2000	2000	2000	1997	1997	1998	1999	1974	1974	
MINIMA DIARIA	0	-0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FECHA MINIMA DIARIA	sep-76	22/197 4	oct-78	abr-92	jul-96	feb-83	24/198 7	may-91	26/197 9	ene-79	13/197 5	oct-73	
AÑOS CON DATOS	29	29	29	30	30	30	30	29	28	29	30	29	

Fuente: Elaboración Propia con base en SMN.



Figura 69. Mapa de Heladas



Fuente: Elaboración propia con base en SMN

En el municipio de San José del Rincón se determinó que la zona oeste alcanza un nivel de peligro alto de heladas, las localidades que constantemente se afectan por los disminuciones de temperaturas y las heladas son: Garatachea y San Jerónimo Pilitas. Esto se relaciona con la altitud, por su parte la zona oriente del municipio presenta un nivel de peligro bajo.

5.2.4. Tormentas de granizo

El granizo es la precipitación de agua en estado sólido, en forma de granos de hielo de diversos tamaños que afectan a la población, regiones agrícolas y zonas ganaderas. En las áreas de asentamientos humanos afectan principalmente a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje y puede llegar a obstruir el paso del agua y generan inundaciones durante algunas horas.

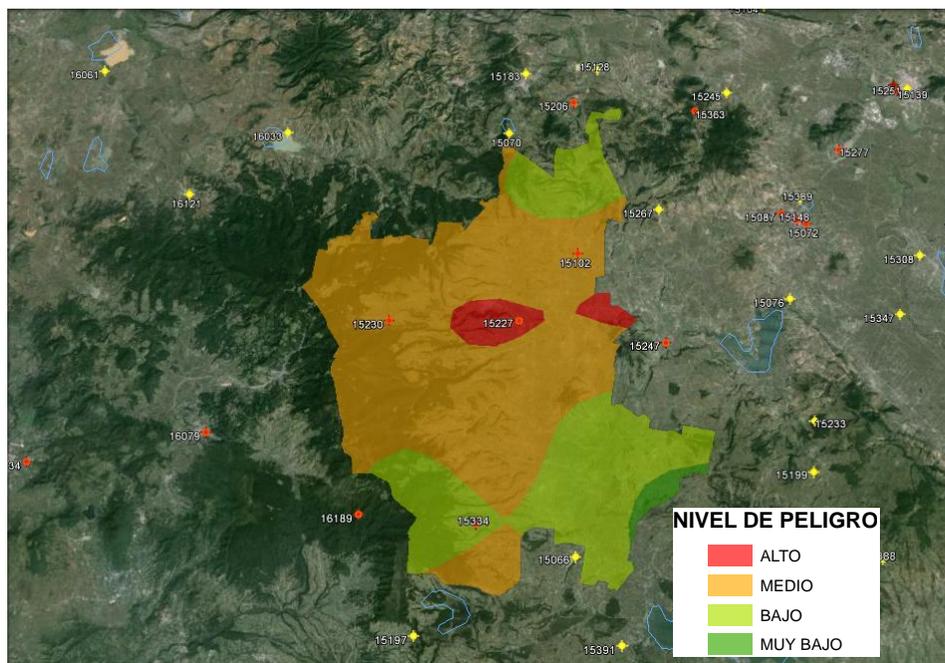
Con base en la información de las estaciones meteorológicas ubicadas en el municipio se obtienen los datos que reportan tiempos de duración de fracción de días con granizo acumulados por mes y año, plasmado en número de días con granizo, esta información es útil para realizar la distribución espacial y temporal de zonas de frecuencias de estos eventos.



Cuadro 21. Registro de Granizo por Estación Meteorológica

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACION: 00015102 SAN ONOFRE													
	LATITUD: 19°41'31" N.			LONGITUD: 100°05'43" W.			ALTURA: 2,677.0 MSNM.						
GRANIZO	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0	1.7
AÑOS CON DATOS	24	24	23	22	23	24	23	21	22	24	23	23	
ESTACION: 00015066 PALIZADA													
	LATITUD: 19°30'27" N.			LONGITUD: 100°05'52" W.			ALTURA: 2,635.0 MSNM.						
GRANIZO	0	0	0	0	0.2	0	0.3	0.1	0.1	0.1	0	0	0.8
AÑOS CON DATOS	43	43	44	44	43	44	43	41	43	43	43	41	
ESTACION: 00015070 PRESA BROCKMAN													
	LATITUD: 19°46'09" N.			LONGITUD: 100°08'25" W.			ALTURA: 2,929.0 MSNM.						
GRANIZO	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0	0.1	0.9
AÑOS CON DATOS	34	35	35	36	36	35	36	36	36	36	36	35	

Figura 70. Mapa de Granizo



De acuerdo con la información compilada el nivel de peligro en la zona central del municipio es medio, las estaciones meteorológicas de esta zona presentaron hasta 2.6 días con granizo, mientras que en las zonas limítrofes el nivel de peligro desciende, teniendo registros de 0.6 y 02 días con granizo.



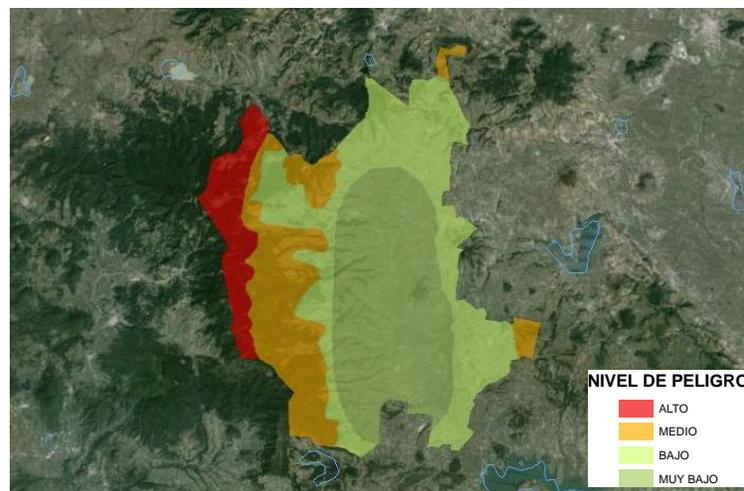
Las localidades ubicadas en la zona determinada como peligro alto son:

Localidad	Población	Nivel de peligro
Buena Vista Casa Blanca	298	Alto
Concepción del Monte	1,192	Alto
San Joaquín del Monte	893	Alto

5.2.5. Tormentas de nieve

Las nevadas se forman con cristales de hielo cuando la temperatura del aire es menor al punto de congelación y el vapor de agua que contiene pasa directamente al estado sólido. Para que ocurra una tormenta de nieve es necesario que se unan varios de los cristales de hielo hasta un tamaño tal que su peso sea superior al empuje de las corrientes de aire. Eventualmente pueden formarse nevadas en el altiplano de México por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país. La nieve que cubre el suelo al derretirse forma corrientes de agua que fluyen o se infiltran para recargar mantos acuíferos.

Figura 71. Mapa de Tormentas de Nieve



En el municipio de San José del Rincón el peligro por tormentas de nieve se ubica en niveles bajos y muy bajos, cabe señalar, que este tipo de fenómenos se presenta muy esporádicamente y los niveles de temperatura pueden descender hasta menos -3.5°C .

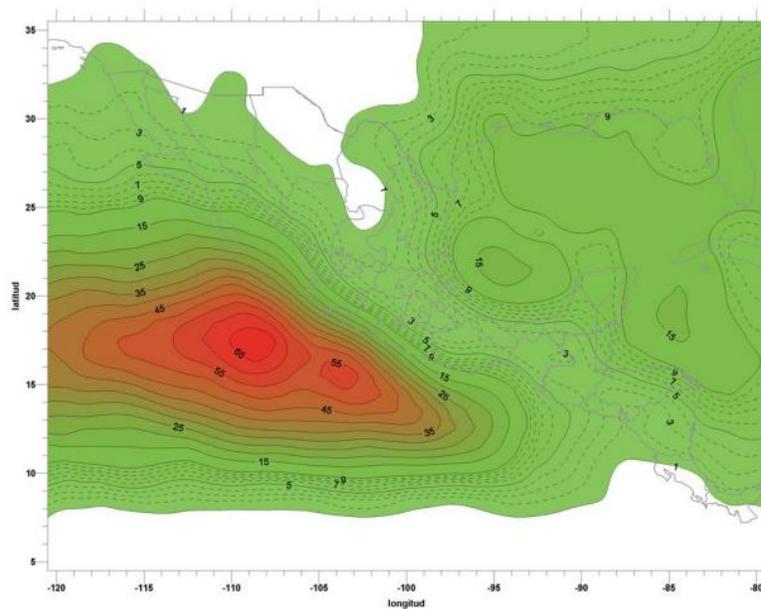
5.2.6. Ciclones Tropicales

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. Como su nombre lo indica, el ciclón tropical se origina en las regiones tropicales de nuestro planeta¹.

¹ CENAPRED; Ciclones Tropicales, 2003.



Figura 72 Ciclones tropicales en México (las líneas indican el número de ciclones tropicales promedio que se presentan cada año).



Fuente: Distribución del Número de Tormentas Tropicales y Huracanes, CENAPRED 2002.

Los efectos de los Huracanes -como se les llama en México-, son los que provocan mayor destrucción en nuestro país, son capaces de causar graves daños a poblaciones costeras y ocasionar pérdidas humanas y económicas difíciles de superar.

La energía de los ciclones tropicales proviene esencialmente del calor y la humedad que transfiere el océano al aire en los niveles bajos de la atmósfera. Los ciclones tropicales provocan tres efectos: marea de tormenta, vientos fuertes y lluvias extremas, en el municipio de San José del Rincón el único que podría experimentarse es la lluvia, que a su vez puede provocar inundaciones, sin embargo, la presencia de este tipo de fenómenos en la zona es escasa. Cabe señalar, que los fenómenos de inundaciones y lluvias serán analizados con mayor profundidad en otro apartado

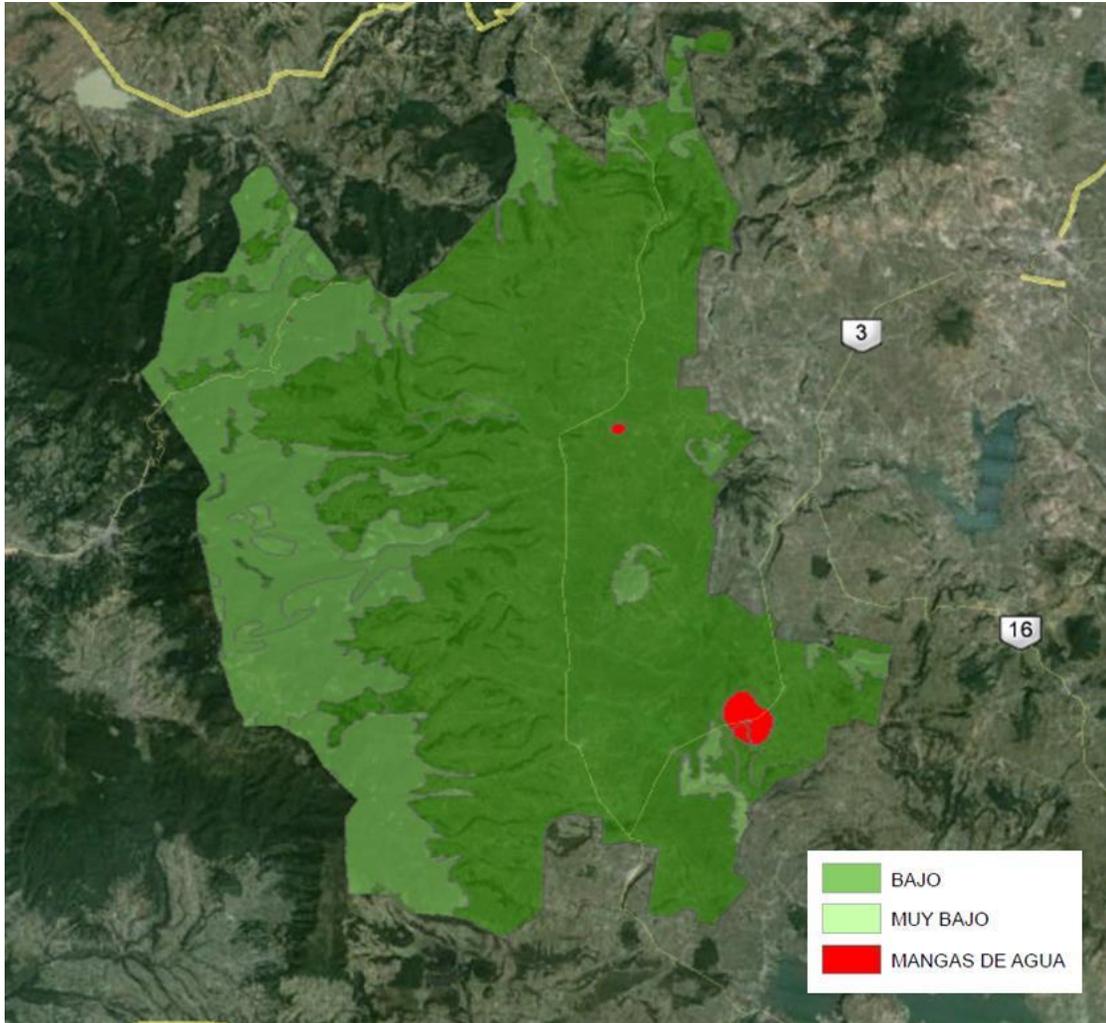
5.2.7. Tornados

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual 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, 1992), los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad.

En el municipio de San Francisco del Rincón existe un nivel bajo de peligro ante tornados en la zona este del municipio, mientras que al noreste presenta niveles de peligro muy bajos ante la posibilidad de un tornado.



Figura 73. Mapa de Peligro por Tornado



De acuerdo con el Atlas de Inundaciones realizado por la CAEM, se registró un evento de fuertes vientos acompañados de mangas de agua en la localidad de El Valerio el 29 de junio del 2012.

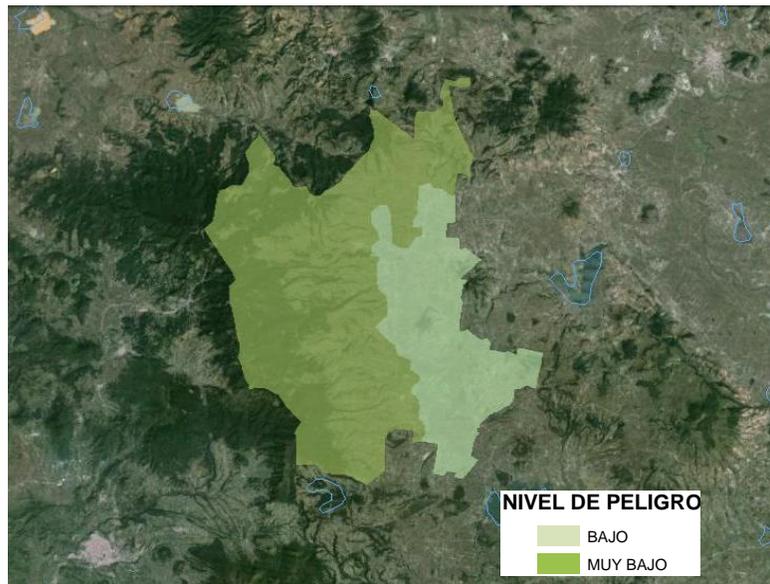


5.2.8. Tormentas de polvo

Una tormenta de polvo, tormenta de arena o polvareda es un fenómeno meteorológico común en las zonas desérticas y en otras regiones áridas y semiáridas. Las tormentas de polvo severas pueden reducir la visibilidad a cero. Los factores que incrementan las tormentas de polvo se relacionan con la sequía y, por supuesto, el viento. Este tipo de fenómenos pueden llegar a dañar la agricultura y la ganadería.

En el municipio de San José del Rincón las tormentas de polvo se vinculan con los fuertes vientos que se presentan, de acuerdo con la estimación es la zona Este la que presenta un nivel de peligro bajo ante tormentas de polvo, lo cual, también se relaciona con la ausencia de vegetación y la presencia de vientos.

Figura 74. Mapa de Peligro por Tormentas de Polvo



En el municipio de San José del Rincón se presentan fuertes remolinos de viento, que de acuerdo con el registro del Instituto de Geografía de la UNAM el periodo de calmas es del 5 al 20%, los vientos dominantes tienen una dirección sureste y este, con velocidades de 4 a 6m/s, cabe señalar, que los meses con mayor frecuencia de vientos son: mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

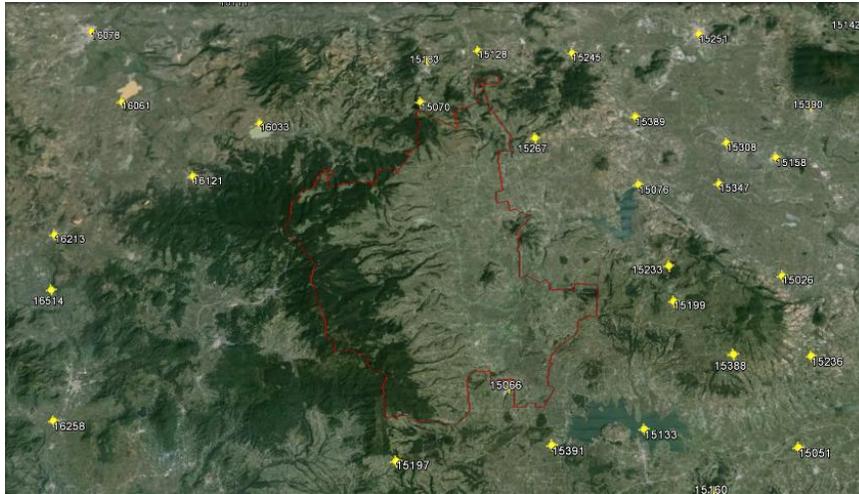
5.2.9. Tormentas eléctricas

Una tormenta eléctrica es una descarga de rayos producida por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre. Es un fenómeno meteorológico en el que se presentan rayos que caen a la superficie, generalmente en zonas boscosas y en zonas urbanas.

La identificación de este tipo de fenómenos está basada en la información obtenida por las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional, en el municipio de San José del Rincón no existen estaciones meteorológicas, sin embargo muy cerca de sus límites en los municipios vecinos se ubican tres estaciones meteorológicas de donde se obtuvo la información.



Figura 75. Ubicación de Estaciones Meteorológicas en el Municipio de San José del Rincón



Fuente: Elaboración propia con base en SMN 2010.



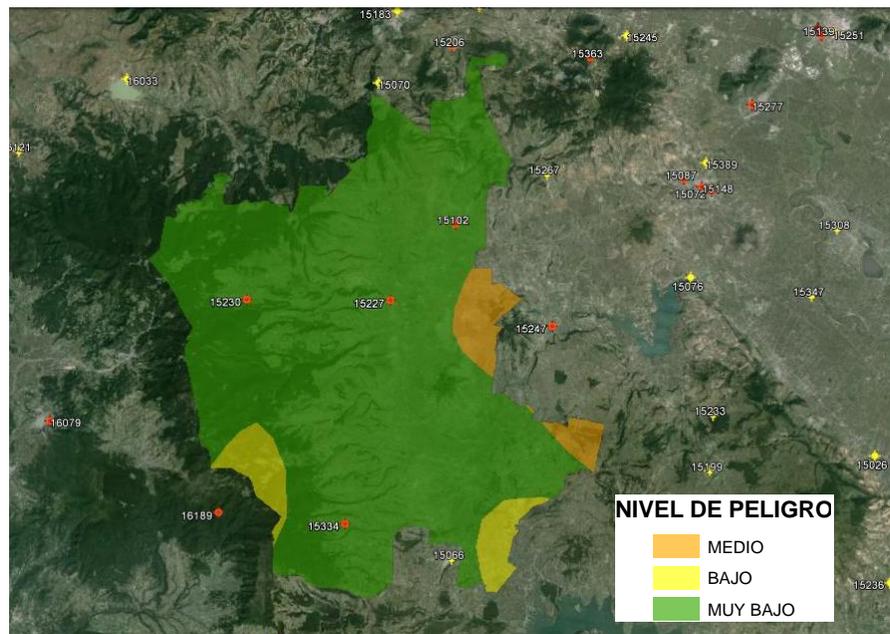
Cuadro 22. Registro de tormentas eléctricas por estación meteorológica

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SE P	OC T	NO V	DI C	ANUA L
ESTACION: 00015102 SAN ONOFRE MSNM.													
		LATITUD: 19°41'31" N.			LONGITUD: 100°05'43" W.			ALTURA: 2,677.0					
TORMENTA E.	0.1	0	0	0	0.2	0.4	0.8	0.3	0.5	0.1	0.2	0	2.6
AÑOS CON DATOS	24	24	23	22	23	24	23	21	22	24	23	23	
ESTACION: 00015066 PALIZADA MSNM.													
		LATITUD: 19°30'27" N.			LONGITUD: 100°05'52" W.			ALTURA: 2,635.0					
TORMENTA E.	0	0	0	0	0.3	0.5	0.7	0.8	0.3	0.2	0	0	2.8
AÑOS CON DATOS	43	43	44	44	43	44	43	41	43	43	43	41	
ESTACION: 00015070 PRESA BROCKMAN 2,929.0 MSNM.													
		LATITUD: 19°46'09" N.			LONGITUD: 100°08'25" W.			ALTURA:					
TORMENTA E.	0	0	0	0.1	0.1	0.7	0.7	0.9	0.5	0	0	0	3
AÑOS CON DATOS	34	35	35	36	36	35	36	36	36	36	36	35	

Fuente: Elaboración propia con base en los registros del último año del Servicio Meteorológico Nacional.

De acuerdo con la información registrada por más de 40 años, la zona oriente del municipio presenta un peligro medio ante el fenómeno de tormentas eléctricas en la estación Palizada ubicada en esta zona se registraron 2.8 tormentas eléctricas en el último año. Mientras que en el resto del municipio el nivel de peligro es bajo y muy bajo.

Figura 76. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto de Geografía de la UNAM y estaciones meteorológicas del SMN.



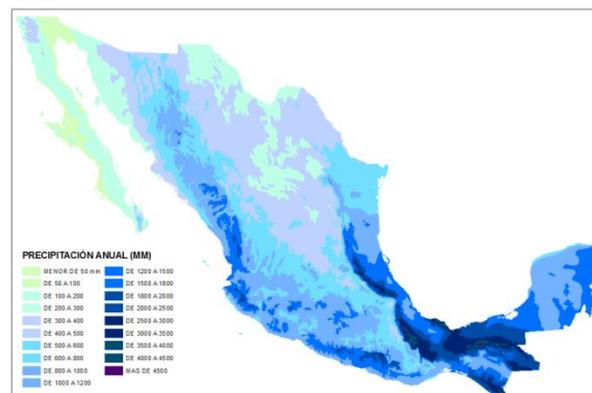
5.2.10. Lluvias extremas

El agua es uno de los recursos más importantes de cualquier territorio, sin embargo, durante las últimas décadas en México se han experimentado situaciones extremas en el ciclo hidrológico, como son las inundaciones y las sequías.

La precipitación pluvial se refiere a cualquier forma de agua, sólida o líquida, que cae de la atmósfera y alcanza a la superficie de la Tierra. La precipitación es de varios tipos, según el CENAPRED los tipos de precipitación son: lluvia, llovizna, nieve, granizo o cellisca. La precipitación que ocurre en una zona no es constante y el escurrimiento que se genera depende en gran medida de la extensión y de las características del terreno como puede ser pendiente, tipo de suelo, cobertura vegetal, etc.

En México, la mayor cantidad de precipitación se concentra en los estados del sur y sureste, con cantidades superiores a los 1,200mm como media anual, lo cual muestra las áreas de mayor peligro por la ocurrencia de inundaciones y otros fenómenos hidrometeorológicos. Estados como Tabasco, Veracruz y Chiapas reciben una cantidad de precipitación anual muy alta.

Figura 77. Mapa de Precipitación Media anual en mm.



Elaboración propia con base en el mapa de precipitación media anual de INEGI.

Los tipos de lluvia se clasifican de la siguiente forma:

- Lluvias invernales (frentes fríos), consisten en el desplazamiento de frentes de aire frío procedentes de la zona del polo norte y que forman las llamadas tormentas de invierno o equipatas. En el país la zona norte es la más afectada por este tipo de fenómenos.
- Lluvias ciclónicas, son las provocadas por los ciclones tropicales que pueden ocasionar tormentas de larga duración por varios días y abarcan grandes extensiones.
- Lluvias orográficas, se originan con las corrientes de aire húmedo que chocan con las barreras montañosas, provocando su ascenso y consecuente enfriamiento lo que da lugar a su condensación y, como resultado, la ocurrencia de precipitación en el lado por donde sopla el viento (barlovento) hacia las montañas.
- Lluvias convectivas, tienen su origen en el calentamiento de la superficie terrestre; el aire en contacto con zonas cálidas llega a calentarse más que en los alrededores, lo que da lugar a corrientes verticales en las que asciende el aire caliente húmedo. Estas corrientes al llegar a la capa de la troposfera, se enfrían rápidamente, produciéndose la condensación de vapor de agua y formándose nubes densas, por lo general del tipo de cúmulos. Se presentan en áreas reducidas ya que el ascenso y descenso de las corrientes sólo muestran un espacio local (Ahrens, 2000 en CENAPRED, 2004 b).



En San José del Rincón, según los registros del Servicio Meteorológico Nacional los niveles de precipitación oscilan entre los 37 mm y hasta 405 mm, fue el año de 1998 cuando se experimentaron las mayores precipitaciones alcanzando un máximo de 405 mm en el mes de Septiembre. El periodo de mayor precipitación es entre los meses de Julio y Agosto; en los meses de Enero a Abril los niveles de lluvia bajan hasta alcanzar precipitaciones medias de entre 400 mm.

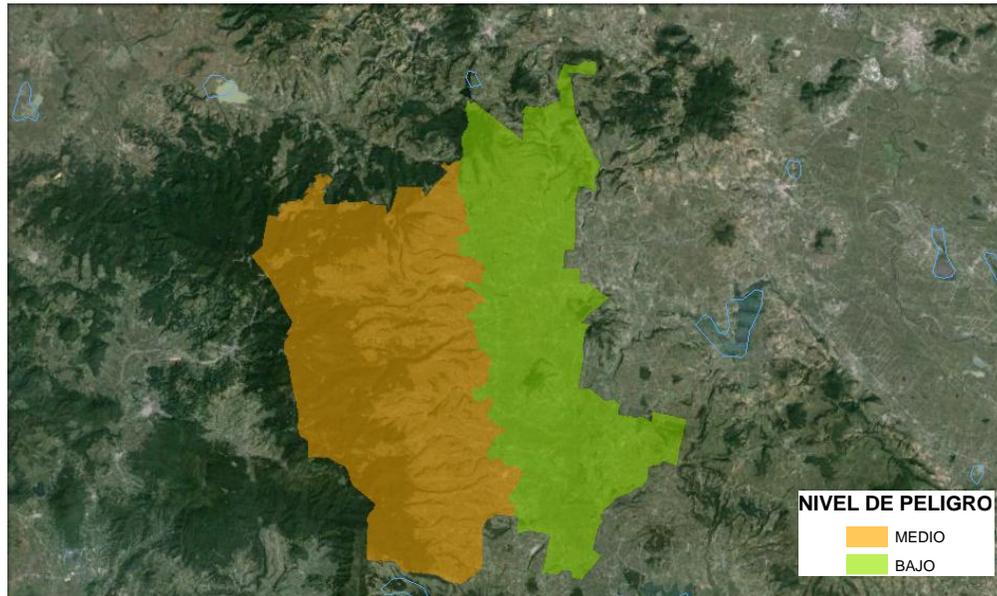
Cuadro 1. Precipitación media anual, 2012.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACION: 00015102 SAN ONOFRE													
				LATITUD: 19°41'31" N.		LONGITUD: 100°05'43" W.			ALTURA: 2,677.0 MSNM.				
PRECIPITACION													
NORMAL	16.3	11.2	9.1	22	57	156.3	204.6	179.1	144.8	75.1	16.4	15.4	907.3
MAXIMA MENSUAL	119	37	40.5	46.5	144.1	245.5	341.5	363.5	256	227.5	37	74.5	
AÑO DE MAXIMA	1980	1982	1988	1985	1967	1985	1983	1966	1973	1973	1971	1979	
MAXIMA DIARIA	42	28.5	32	33.5	53.5	74.5	85.8	43	72	51	24	32	
FECHA MAXIMA DIARIA	24/1980	22/1982	abr-88	sep-85	31/1972	dic-87	oct-86	13/1983	17/1973	jul-76	abr-70	mar-79	
AÑOS CON DATOS	24	24	23	22	23	24	23	21	22	24	23	23	
ESTACION: 00015066 PALIZADA													
				LATITUD: 19°30'27" N.		LONGITUD: 100°05'52" W.			ALTURA: 2,635.0 MSNM.				
PRECIPITACION													
NORMAL	21.5	8.2	9.1	20.6	60.5	153.5	200.7	191.1	146.4	71.7	17.6	12.3	913.2
MAXIMA MENSUAL	183.5	32.3	53	133.8	139.4	237.6	341.4	331.5	282	222.7	129.9	50.8	
AÑO DE MAXIMA	1980	1983	1988	1959	1992	1986	1963	1990	1998	1976	1958	1979	
MAXIMA DIARIA	63.5	15.5	47.2	40.5	49.5	46	61	61.5	66.2	45	42	24.8	
FECHA MAXIMA DIARIA	28/1992	feb-92	abr-88	15/1959	31/1964	16/1973	31/1970	feb-83	19/1962	abr-71	mar-95	mar-79	
AÑOS CON DATOS	43	43	44	44	43	44	43	41	43	43	43	41	
ESTACION: 00015070 PRESA BROCKMAN													
				LATITUD: 19°46'09" N.		LONGITUD: 100°08'25" W.			ALTURA: 2,929.0 MSNM.				
PRECIPITACION													
NORMAL	17.2	14	6.2	19.2	56.1	164	220.3	184	157.3	74.4	17	13.2	942.9
MAXIMA MENSUAL	110	205	43	70	136	284	392	301	405	187	77	80	
AÑO DE MAXIMA	1992	2010	1997	2001	1975	2000	1991	1971	1998	1992	1992	1979	
MAXIMA DIARIA	40	64	25	56	42	90	75	48	80	80	32	29	
FECHA MAXIMA DIARIA	28/1992	abr-10	23/1997	13/1981	29/1975	26/2009	16/1981	27/1996	28/1998	jul-82	mar-95	mar-83	
AÑOS CON DATOS	34	35	35	36	36	35	35	34	35	36	36	35	

Datos Estadísticos Climatológicos del Servicio Meteorológico Nacional



Figura 78. Mapa de Precipitación



Elaboración propia con base en INEGI.

La zona que de acuerdo a los registros de las estaciones meteorológicas recibe mayor precipitación se ubica en la zona poniente, mientras que en el oriente del municipio los niveles de precipitación disminuyen.

La precipitación en San José del Rincón es un factor que provoca afectaciones importantes en el municipio, cabe señalar que, el principal peligro provocado por la lluvia es la inundación, que será analizado con mayor profundidad en otro apartado.

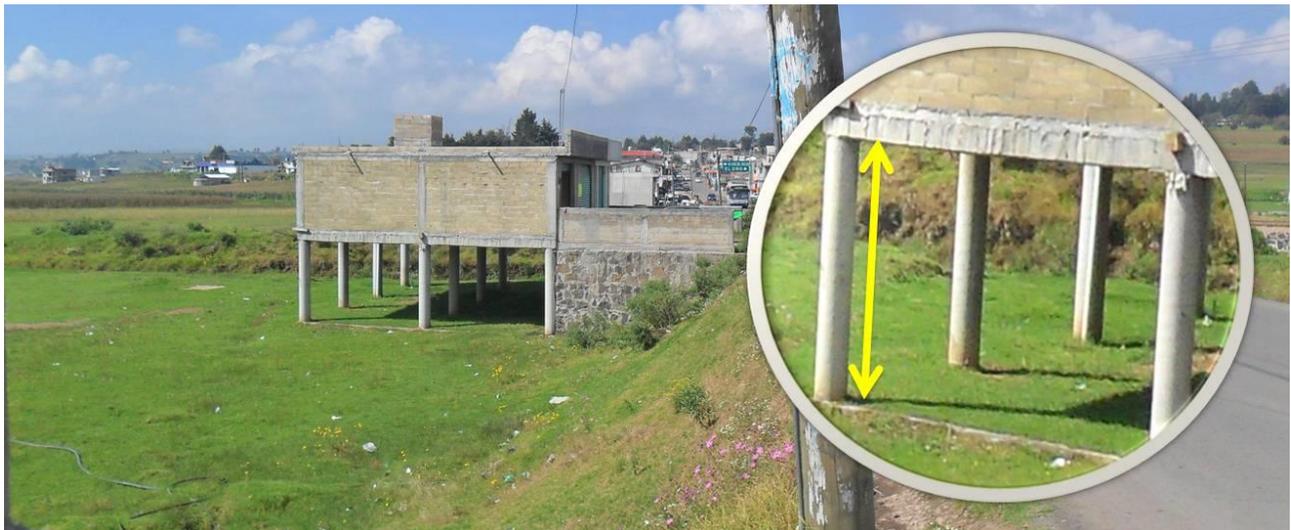


5.2.11. Inundaciones

La inundación es el efecto generado por el flujo de una corriente, cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual deriva, ordinariamente, en daños que el agua desbordada ocasiona en zonas urbanas, tierras productivas y, en general en valles y sitios bajos.

Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno; pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien, por las descargas de agua de los embalses. Las inundaciones dañan las propiedades, provocan la muerte de personas, causan la erosión del suelo y depósito de sedimentos. También afectan a los cultivos y a la fauna. Como suele presentarse en extensas zonas de terreno, son el fenómeno natural que provoca mayores pérdidas de vidas humanas y económicas.

Figura 79. Vivienda en zona inundable en San Onofre. Los pilares anti inundación de la vivienda en la ilustración denotan más de 2m de tiro de agua en este punto.

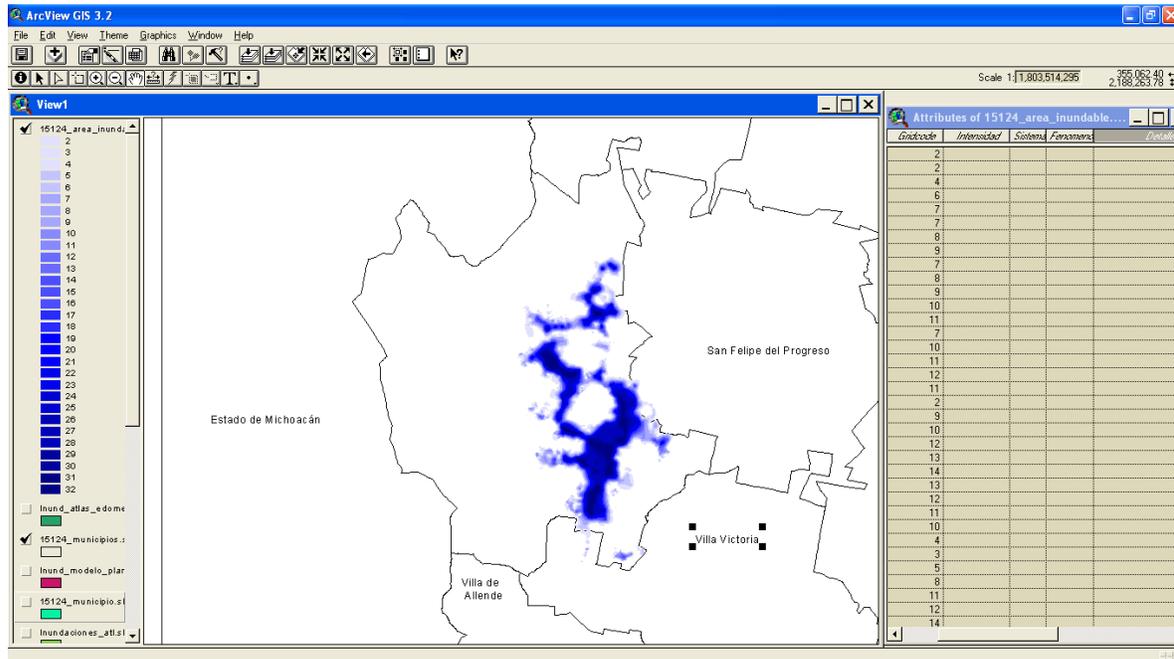


Las inundaciones no previstas y de gran intensidad constituyen un riesgo natural frecuente que, en general, resultan ser muy costosas en términos de pérdidas económicas y, en algunos casos, de pérdidas de vidas humanas. La habilidad para estimar y predecir el impacto asociado con estos eventos es de vital importancia para establecer políticas que minimicen los efectos negativos, así como para evaluar alternativas futuras de control.

Los modelos HEC-RAS y ArcView 3.2 facilitaron la determinación de las áreas de inundación para avenidas de periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años, encontrándose que las áreas clasificadas por uso de suelo más afectadas son el área urbana.



Figura 80. Delimitación de zonas inundables en ArcView 3.2



Para el estudio de las inundaciones en San José del Rincón, se consideraron los aspectos principales que influyen en toda la región de forma conjunta. Dichos aspectos fueron 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, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos. Las inundaciones que se presentan en el municipio son principalmente fluviales, es decir aquellas relacionadas con los ríos, los escurrimientos y sus cauces son la “vía” por la que el agua precipitada recorre todo el municipio. Para un entendimiento más detallado y obtener un producto certero y adecuado a las necesidades de planeación del municipio, para San José del Rincón se analizaron las inundaciones de acuerdo a su impacto en el sistema afectable (peligrosidad), y se dividieron en dos tipos básicos ambas de origen pluvial-fluvial:

- Ribereñas
- Repentinas

Las ribereñas son aquellas relacionadas con el desbordamiento de un escurrimiento, para el municipio, las inundaciones ribereñas se pueden presentar en dos categorías: las ribereñas con escorrentía y las de planicie.

Las ribereñas con escorrentía se encuentran localizadas en zonas de pendiente pronunciada (oeste del municipio de San José del Rincón), en las cercanías de los escurrimientos o de los canales, su daño y peligrosidad principal se presentan durante un aumento extraordinario de los gastos en los escurrimientos, éstos pueden arrastrar materiales que al saturar los cauces naturales o artificiales (canales, drenajes, túneles, etc) represan el agua, provocando la acumulación de agua en puntos que en primer lugar desbordan el agua por sus ‘hombros’ más bajas y en segundo ejercen presión sobre el punto más bajo y débil de la zona mismo que ‘revienta’ de forma violenta y súbita, generando una pequeña inundación repentina que puede causar severos daños.

El caso de las ribereñas de planicie el aumento del tiro de agua en las mismas puede ser súbito o lento, pero siempre contenido en los cauces del escurrimiento y en el momento que sobrepasan la capacidad de gasto del cauce desbordan el líquido generando inundaciones de desplazamiento vertical estilo planicie; éstas



inundaciones de desplazamiento vertical tienden a ser de una duración mucho más prolongada y el tiro de agua puede alcanzar alturas mayores a un metro (ver Figura 81).

Figura 81. Inundaciones ribereñas

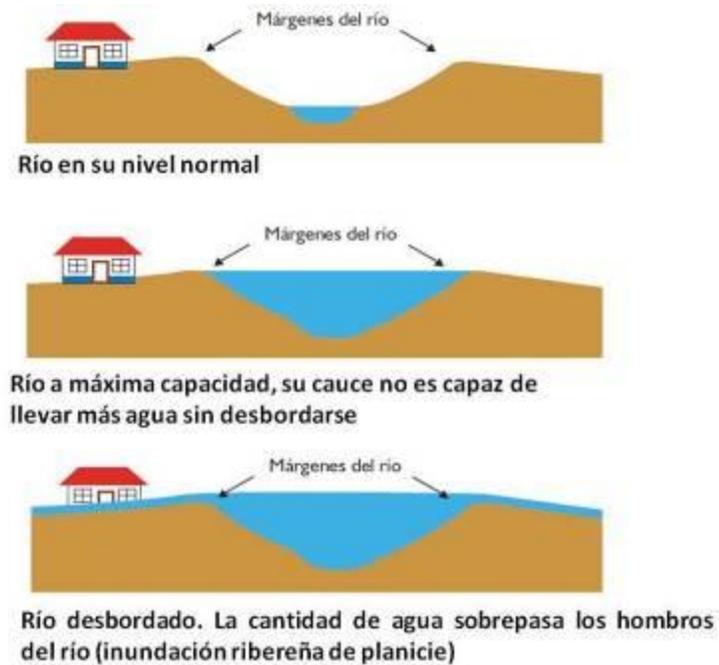


Figura 82. Escurrimiento cerca de La Puerta San Miguel del Centro hacia la presa Brockman (14 Q 385837.82 m E 2181047.03 m N), tiene un peligro medio-alto de inundaciones repentinas. Ver rocas en el cauce.



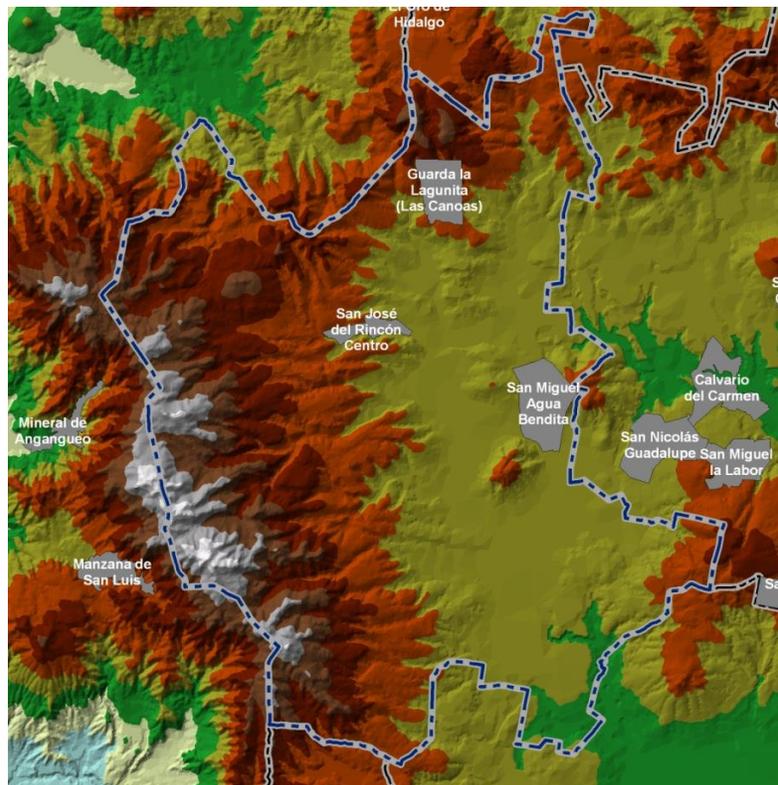


Figura 83. En la mayor parte de la Cabecera municipal no hay peligro de inundación debido a sus pendientes que no permiten que el agua se estanque.



Se presentan en las zonas relativamente más planas y de menos pendiente del municipio, este caso es sintomático en la parte centro-este del municipio donde se registra una zona baja y propia de ríos viejos por donde discurren los ríos Lobos, Jaltepec, San José y La Providencia; el agua se estanca (por los cauces azolvados o porque el agua es demasiada) y aumenta su nivel, generalmente se desarrollan lentamente, en horas o incluso a lo largo de varios días. Aunque no se puede descartar un aumento rápido del nivel del agua (sin que ello represente flujos o fuertes corrientes). Es decir, cuando una película de agua cubre gradualmente una zona del terreno durante un cierto tiempo se forma una inundación vertical. Efectos de ésta son los charcos, agua invadiendo calles, entrando en construcciones, cultivos anegados, etc. Cuanto más tiempo permanece el agua y más grande es el espesor del volumen de agua, causa mayores daños.

Figura 84. Mapa de pendientes de San José del Rincón.





Las inundaciones repentinas, suceden en zonas relativamente pequeñas, localizadas en la parte baja de una microcuenca o sea en un cauce de un río en las que escurre toda el agua de una precipitación, filtraciones, deshielos e incluso descargas de aguas residuales (en el caso de San José del Rincón esta zona se encuentra al oeste del municipio hacia la sierra que lo divide de Michoacán. Ver mapa de pendientes). Son zonas susceptibles a avenidas repentinas de agua y –dada la preeminente ubicación de estas zonas en la mancha urbana- cuyos efectos desastrosos están directamente relacionados con la ocurrencia de precipitaciones extraordinarias asociadas a problemas en el sistema de drenes y canalizaciones de agua pluvial del municipio.

Figura 85. Zonas inundables en San José del Rincón

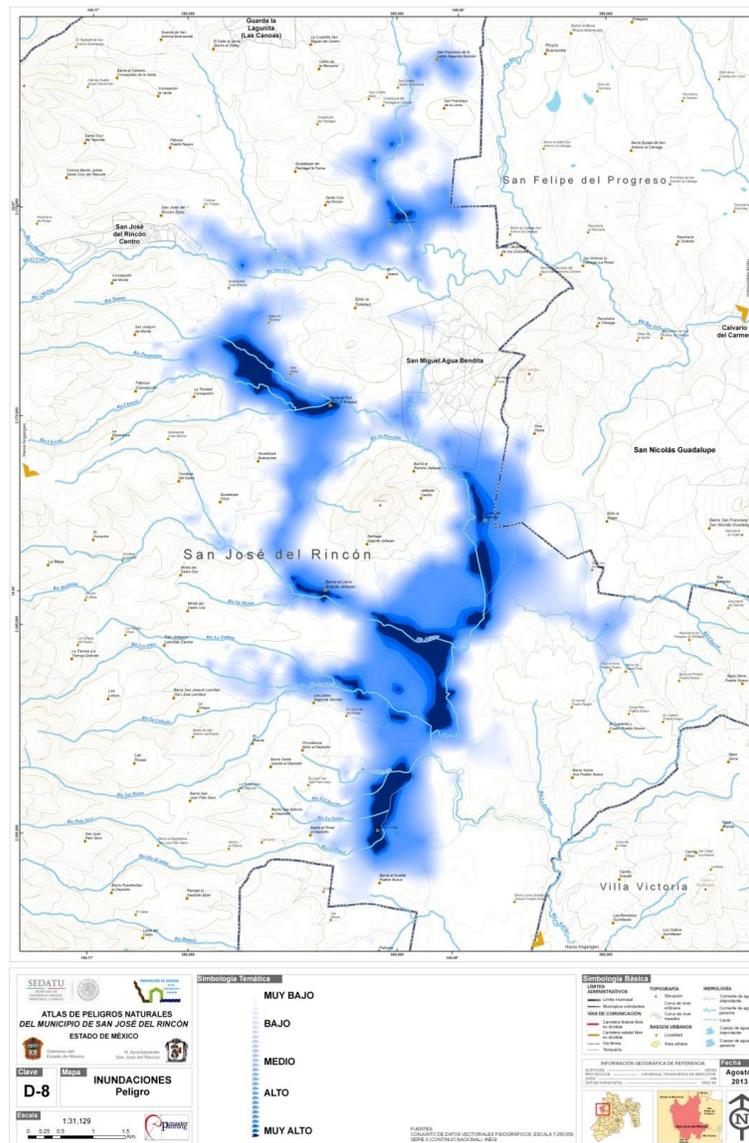


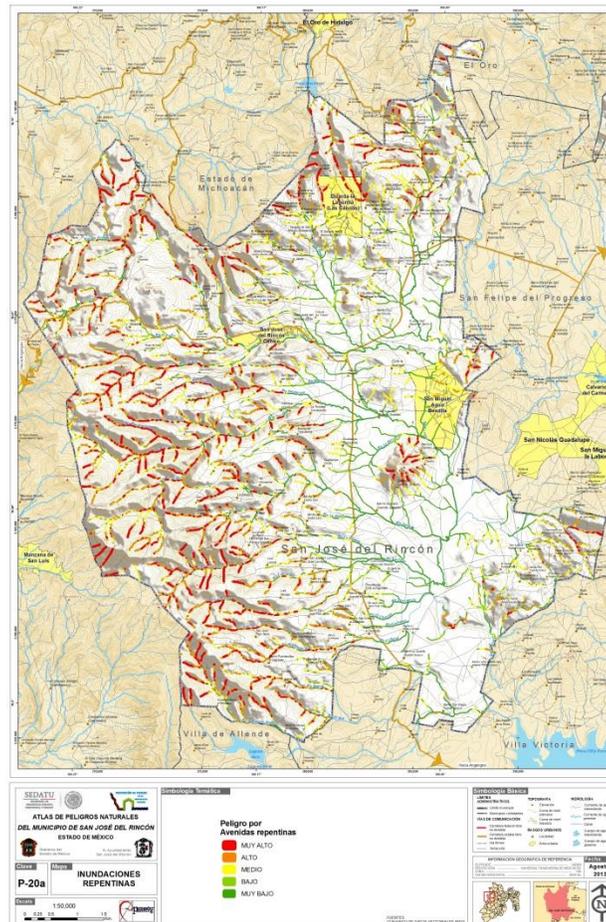


Figura 86. Localidad de El Pintal afectado por avenidas repentinas del río del mismo nombre.



Se presentan en las zonas de pendientes pronunciadas y en los cauces de ríos del municipio; los volúmenes de agua son extraordinarios y fluyen rápidamente arrastrando todo lo que esté en el cauce, son corrientes de agua, lodo, piedra y materiales orgánicos que escurren con un alto poder destructivo, se pueden desarrollar incluso en minutos y sin indicaciones visibles de lluvia (puede estar lloviendo en la sierra, al oeste del municipio o en cualquier lado cuenca arriba). Es decir, cuando en un cauce se incrementa en poco tiempo la cantidad de agua que fluye en él, ya sea por el ingreso de agua de lluvia o por las descargas de una presa, se dice que se ha producido una avenida.

Figura 87. Mapa de avenidas repentinas.





Dependiendo de la rapidez con que se presenta el cambio en la cantidad de agua se puede hablar de avenidas súbitas, las cuales tienen un fuerte efecto destructivo. Usualmente, resultan de situaciones climáticas que cambian rápidamente, tal como el desarrollo repentino de una intensa tormenta local sobre la cuenca de drenaje de un río o un pequeño riachuelo.

San José del Rincón cuenta con un atlas de riesgos del año 2008 y diversos estudios por parte de CAEM en ambas publicaciones la zonificación y determinación geográfica de las zonas de inundación responde a referencias y ubicaciones de avenidas y colonias afectadas, como se aprecia en las imágenes siguientes, se identificaron las áreas y se trazaron polígonos que las ubicaban.

Figura 88. Zonas inundables según atlas de riesgos San José del Rincón CAEM 2008





Las áreas que se determinaron en dicho documento municipal se emplearon como referente y punto de inicio para comenzar el trabajo de identificación en campo. Sin embargo, como se menciona más adelante, en el presente documento se modeló, estimó, calculó y verificó en campo cada una de las áreas de peligro definidas por dichos procesos.

Identificación de zonas de inundación

Para el establecimiento del modelo para zonas de inundación se desarrolló la siguiente metodología:

1. Se efectuó la delimitación de la zona de estudio, mediante la localización de las cuencas.
2. Posteriormente se realizó un diseño para determinar los parámetros más representativos del escurrimiento (Montgomery, 1991, Manning, CONAGUA).
3. Se cuantificó y representó el escurrimiento de la cuenca mediante el modelo en HECRAS.
4. Posteriormente con el empleo de un simulador de lluvias se establecieron las precipitaciones que ocurren en la cuenca, los tipos de suelo y su deforestación.
5. Con los resultados obtenidos de la simulación se obtuvo la primera aproximación del modelo matemático que se representa los escurrimientos superficiales y a los cuerpos de agua. Este punto fue refinado con análisis de percepción remota y trabajo en campo.

Figura 89. Perfil de elevación desde la punta del cerro Jaltepec (A) hasta el sur de Agua Bendita (A'). Nótese en desnivel en el punto más bajo correspondiente al río La Purísima.





Figura 90. Vista de zona inundable. San Onofre Centro.



Como se mencionó anteriormente, las inundaciones que más se presentan en el municipio son aquellas que se relacionan agua acumulada por precipitaciones que se presentan en la zona oeste del municipio, es decir en las estribaciones con Michoacán y escurren su fluido hacia la zona baja del municipio ubicada al este del mismo. Es así como la zona de inundaciones por desbordamiento se comienza a notar al norte del poblado de San Onofre y cubre casi toda la zona baja del municipio llegando prácticamente hasta los límites al sur. Los tiros de inundación en las partes de peligro muy alto pueden ser hasta de 3 metros, en especial en las depresiones en las cercanías de la localidad de Agua Bendita.

Figura 91. Zona de inundación desde San Francisco de La Loma hasta el Llano San Miguel del Centro.

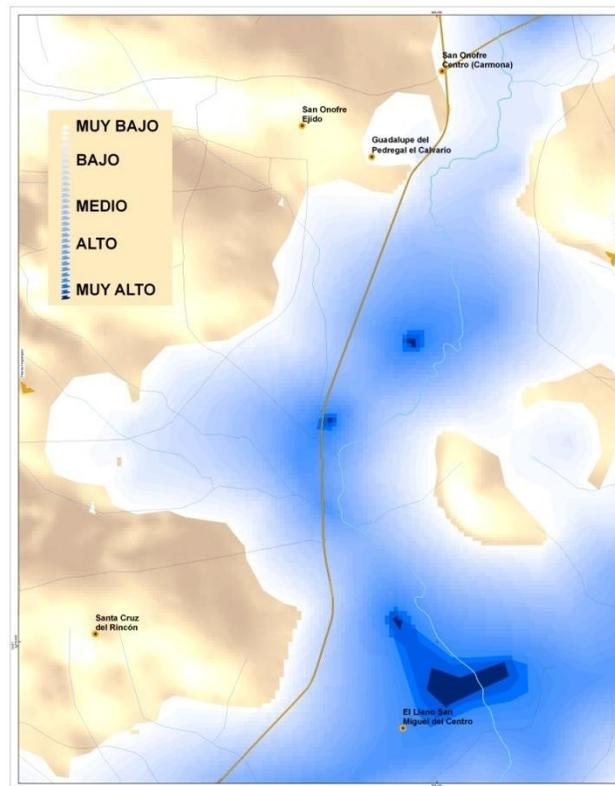
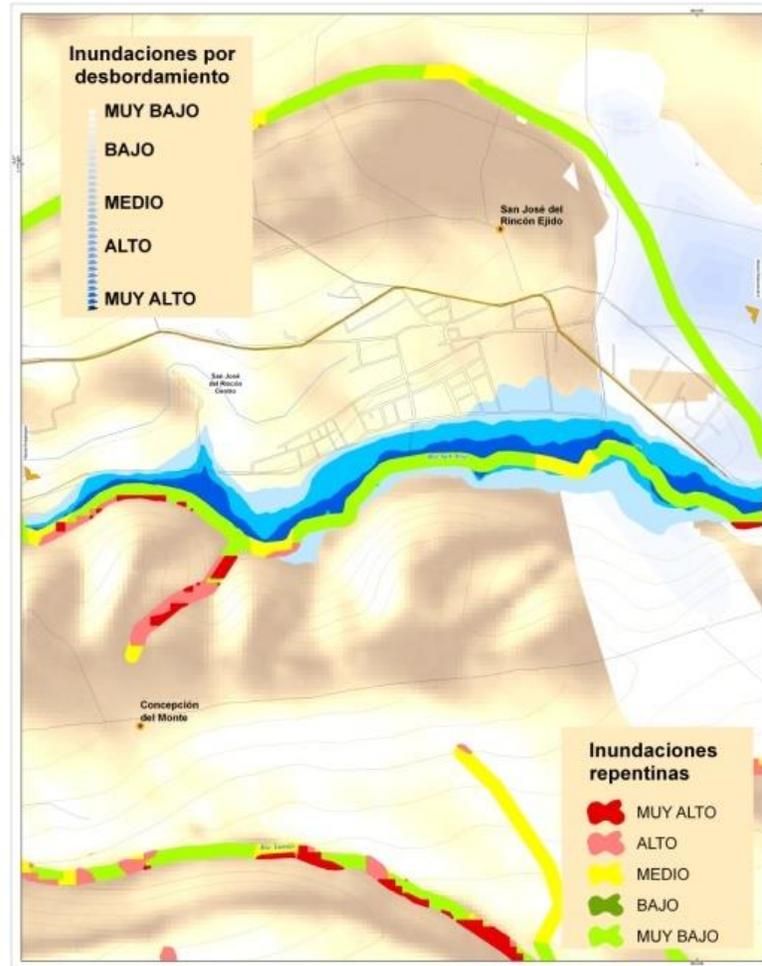




Figura 92. Mapa de inundaciones (repentinas y por desbordamiento) en la cabecera municipal



En la cabecera municipal no se presentan inundaciones en la zona urbana, sin embargo hacia el sur de la localidad en la barranca que conduce las aguas del río San José, se pueden presentar inundaciones por desbordamiento (zonas azules) como avenidas repentinas con muy alto potencial de arrastre, ya que las pendientes que se presentan en dicha zona pueden llegar hasta los 20 grados de inclinación y ser receptoras de una microcuenca de más de 300 ha que descende con fuerza de la sierra al oeste del municipio. Por lo que respecta a las avenidas repentinas éstas se localizan en las cercanías del cauce, mientras que las de desbordamiento tienen cubrimientos hasta de 50 m desde el NAME del San José, especialmente en la margen izquierda del río (norte).



Figura 93. Zona inundable en la Soledad.



Figura 94. Vista del río San José. Puente en la entrada de la cabecera.

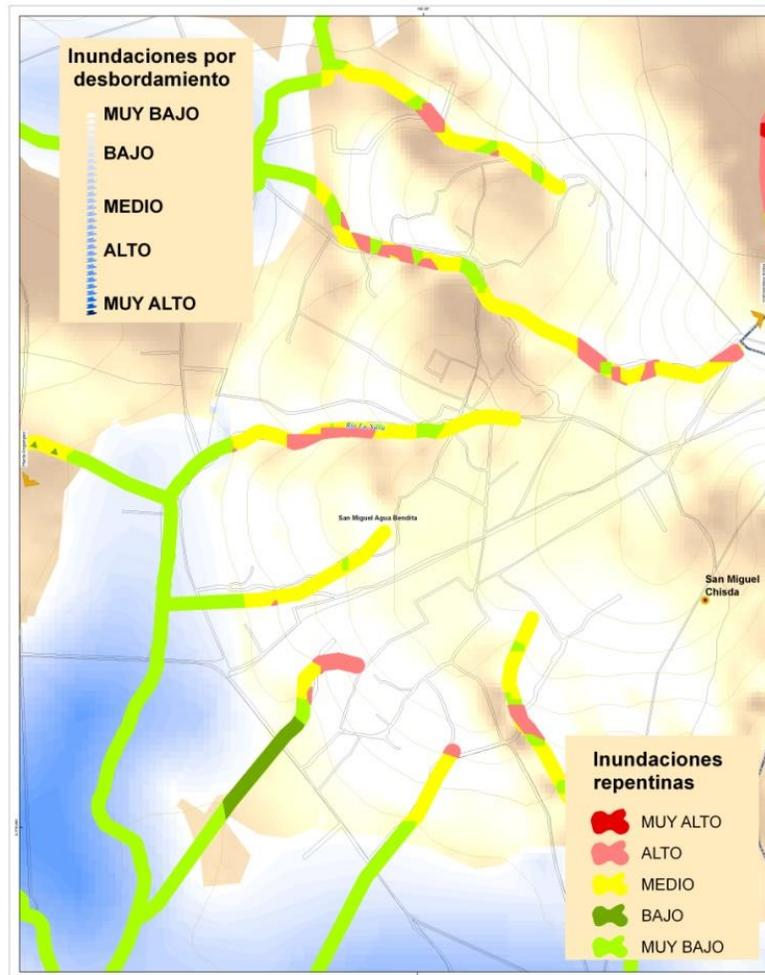


Figura 95. Zona inundable al sur de la cabecera municipal a la altura de la secundaria V. Gómez Farías (alcantarilla de arroyo tributario al San José que agudiza la acumulación de agua)





Figura 96. Mapa de inundaciones en la localidad de Agua Bendita.



En el caso de la zona inundable en la localidad de Agua Bendita, se determinó que el principal problema es el desbordamiento de los ríos La Nava y Tamaje y sus tributarios, que saturan de toda las zonas deprimidas ubicadas entre Agua Bendita y San Joaquín en la carretera que conduce a Villa Victoria. Dicha carretera es cruzada perpendicularmente por escurrimientos que provienen del norte y oeste y descienden con distinto nivel de velocidad y gasto.



Figura 97. Vivienda en zona baja, junto a cauce en Ejido La Soledad.



Figura 98. Cauce de río en zona deprimida al sur del municipio





Figura 99. Cauce de río en zona deprimida al sur del municipio (río Los Lobos) y vivienda en zona de riesgo.



Figura 100. Cauce de río en zona deprimida al sur del municipio (río Los Lobos)

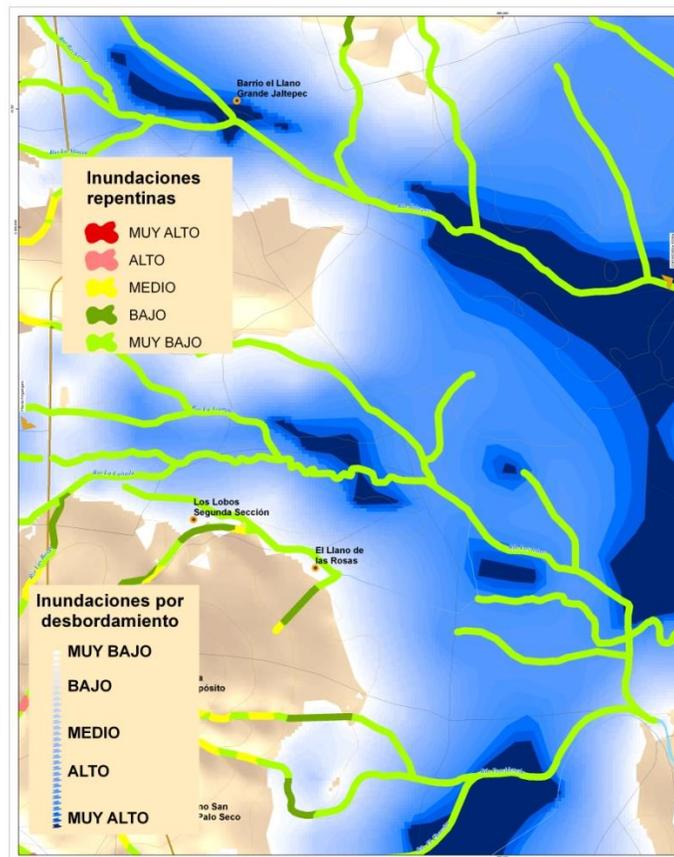




Figura 101. Cauce de ríos Chocoti y Purungueo.



Figura 102. Cauce de río en zona deprimida al oriente del municipio (río La Purísima).

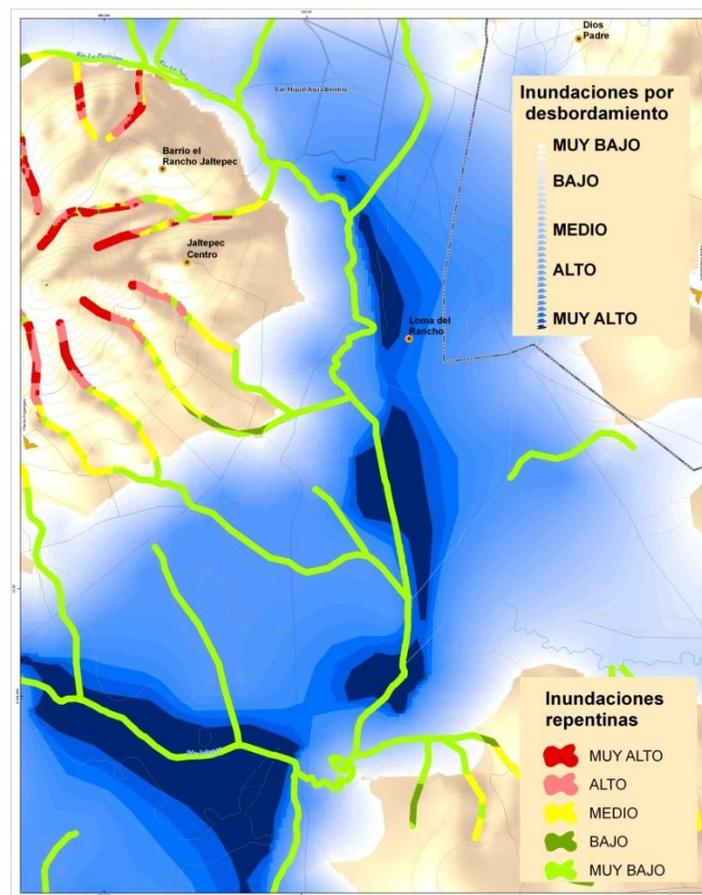
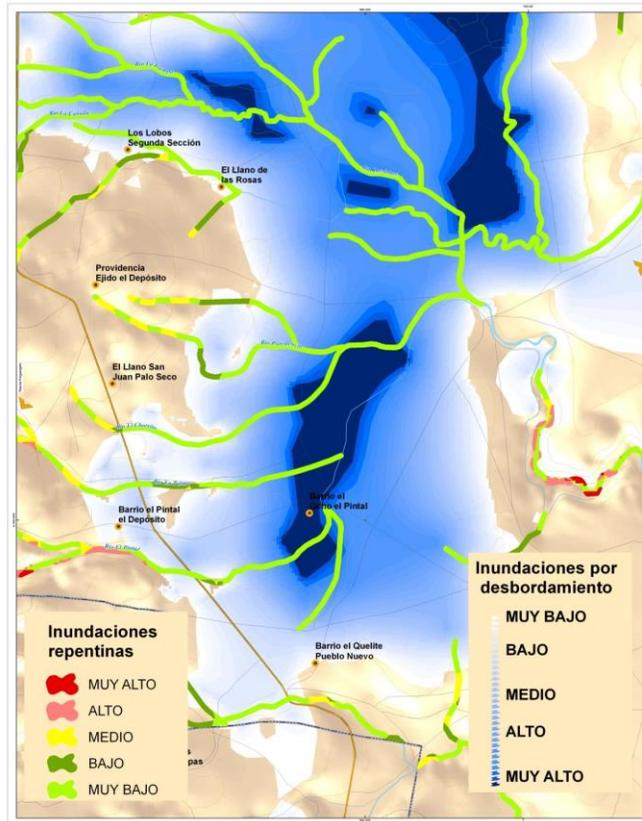




Figura 103. Cauce de río en zona deprimida al sur del municipio.





5.2.12. Medidas preventivas

Medidas preventivas por precipitación

- Retirar del exterior de la vivienda, aquellos objetos que puedan ser arrastrados por el agua.
- Revisar, cada cierto tiempo, el estado del tejado, el de las bajadas de agua de edificios y de los desagües próximos.
- Colocar los documentos importantes y, sobre todo, los productos peligrosos, en aquellos lugares de la casa en los que la posibilidad de que se deterioren por la humedad o se derramen, sea menor.
- Mantente alerta a los comunicados de las autoridades y las medidas establecidas por la Dirección de Protección Civil
- Ubica los refugios temporales y albergues en su municipio

Medidas preventivas por viento

- Promover con la población y gestionar apoyos federales y estatales para evitar el uso de techos de lámina en las viviendas, para evitar que estas sean afectadas por los vientos.
- Establecer apoyo técnico con universidades locales para que asesoren a la población en general y a las autoridades locales en métodos constructivos en techos para prevenir daños por vientos fuertes.
- Aumentar la vigilancia sobre el cumplimiento del reglamento de construcción, en caso de otorgar permisos para colocar espectaculares, estos, deberán apegarse a las medidas de seguridad establecidas para las estructuras ligeras (las señales de tránsito, postes, árboles, anuncios publicitarios) e inspeccionar el estado de las mismas con respecto a la población asentadas próximas a ellas.
- Promover la vigilancia por parte de los vecinos y denuncia de estructuras frágiles que pueden afectar a la población en construcciones antiguas o espectaculares.
- Previo a la temporada de lluvias realizar el podado de los árboles que se encuentran en calles de la ciudad para evitar que puedan causar daños a personas, equipamiento urbano o vehículos.

Medidas preventivas por tormentas eléctricas

- Implementación de una campaña informativa y de sensibilización sobre qué acciones realizar mientras se presenta una tormenta eléctrica, sobre todo cuando se encuentran fuera de un área cubierta.
- Reglamentar la instalación de pararrayos en instalaciones como antenas, edificios altos, instalaciones industriales o instalaciones como naves que almacenan materiales peligrosos o muy inflamables.

Medidas preventivas en zonas de peligro por granizadas, heladas y nevadas.

- Promover con la población y gestionar apoyos federales y estatales para evitar el uso de techos de lámina en las viviendas, para evitar que estas sean afectadas por las heladas, granizadas y nevadas.
- Divulgar con anticipación acerca de los fenómenos meteorológicos
- Dar información acerca de la ubicación de albergues temporales
- Capacitar acerca del uso de calefactores, estufas, fogatas y otros medios para procurar calor dentro de viviendas y edificios

Medidas preventivas por sequía

- Gestionar la publicación en los medios masivos de comunicación la información referente al pronóstico de la Comisión Nacional del Agua y las medidas de prevención y auxilio de que debe tomar la población para enfrentar la temporada de sequía o estiaje.