



ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ 2021



Agradecimientos:

Se agradece la firme participación y preocupación de todos los funcionarios involucrados para la actualización del “Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco de Juárez” versión 2021. Este instrumento de prevención y planeación territorial, que aporta elementos para la identificación de peligros, riesgos y vulnerabilidad a la cual está expuesto el territorio municipal.

Este instrumento servirá como base para la adecuada planeación territorial en materia de prevención y gestión integral de riesgos, así como para la proyección de obras y acciones que se deberán ejecutar a afecto de salvaguardar la vida y los bienes de los habitantes del municipio.

Adela Román Ocampo

Presidenta Municipal

Javier Solorio Almazán

Primer Síndico Procurador Administrativo, Financiero, Contable y Patrimonial

Leticia Castro Ortiz

Segunda Síndica Procuradora de Gobernación, Justicia, Seguridad Pública, Policía y Gobierno

Cuahtémoc Gayoso Pérez

Coordinador General de Protección Civil y Bomberos

Índice

Presentación.....	11
Capítulo 1 Marco Teórico.....	12
Introducción, antecedentes y objetivo.....	12
Introducción.....	12
Antecedentes.....	13
Objetivos.....	14
Fundamento Jurídico.....	14
Mapa Base.....	15
Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.....	16
Capítulo 2 Caracterización de los elementos del medio natural.....	17
Fisiografía.....	17
Geomorfología.....	18
Geología.....	19
Hidrografía.....	22
Cuencas y Subcuencas.....	23
Clima.....	24
Uso de suelo.....	25
Áreas naturales protegidas.....	26
Capítulo 3 Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.....	28
Dinámica Demográfica.....	28
Proyección de la población de Acapulco de Juárez al año 2030.....	28
Distribución de la población.....	29
Densidad de la población.....	29



Pirámide poblacional.....	30	Expansión de la mancha urbana de 1980 a 2020.....	48
Características Sociales de Acapulco.....	32	Capítulo 4 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico.....	49
Porcentaje de analfabetismo.....	32	Marco geológico.....	50
Población con discapacidad.....	32	Litología y estratigrafía.....	50
Salud.....	33	Geología estructural.....	51
Mortalidad.....	34	Vulcanismo (Peligro Volcánico).....	51
Pobreza.....	35	Faja Volcánica Transmexicana (FVTM).....	52
Porcentaje de población de habla indígena.....	35	Vulnerabilidad por vulcanismo.....	53
Hacinamiento.....	37	Sismos.....	55
Marginación.....	37	Mapas de Aceleraciones para periodos de Retorno de 10, 100 y 500 años.....	63
Características de la vivienda.....	38	Tsunamis o maremotos.....	68
Características económicas.....	42	Vulnerabilidad por Tsunamis.....	69
Empleo e ingresos.....	42	Riesgo por Tsunamis.....	74
Principales actividades económicas.....	42	Procesos de Remoción en Masa.....	75
Equipamiento e infraestructura.....	43	Deslizamientos (Inestabilidad de laderas).....	77
Salud.....	44	Vulnerabilidad por Deslizamientos.....	81
Educativo.....	44	Riesgo por Deslizamientos.....	82
Recreativo y/o de esparcimiento.....	45	Caso Las Derrumbadas.....	82
Seguridad pública.....	46	Caso Colonia Obrera.....	88
Protección civil.....	46	Derrumbes.....	88
Movilidad y transporte público.....	46	Vulnerabilidad por Derrumbes.....	93
Alumbrado público.....	47	Riesgo por Derrumbes.....	93
Agua y drenaje.....	47	Caso la “Y” (El Retorno).....	93
Reserva territorial.....	48	Caso Colonia Costa Azul.....	95



Flujos	97	Vulnerabilidad física por Tormentas de granizo	134
Vulnerabilidad por Flujos.....	101	Riesgo por Tormentas de granizo.....	135
Riesgo por Flujos	102	Tormentas de Nieve.....	138
Caso Río La Sabana.....	102	Ciclones tropicales.....	139
Caso Río Camarón	103	Antecedentes.....	140
Hundimiento y Subsistencia.....	103	Peligro por Ciclones Tropicales	141
Fallas y fracturas (Agrietamientos).....	104	Vulnerabilidad social a Ciclones Tropicales	148
Erosión Costera.....	106	Riesgo por Ciclones tropicales.....	149
Capítulo 5 Fenómenos Hidrometeorológicos.....	107	Tornados.....	152
Ondas cálidas	107	Peligro por Tornados	153
Peligro por Ondas Cálidas	107	Vulnerabilidad física a Tornados.....	156
Vulnerabilidad social a Ondas cálidas.....	112	Riesgo por Tornados	157
Riesgo por Ondas cálidas	114	Tormentas de polvo	160
Ondas gélidas	117	Tormentas eléctricas.....	161
Peligro por Ondas gélidas	117	Peligro por Tormentas eléctricas	161
Vulnerabilidad social por Ondas Gélidas.....	121	Vulnerabilidad a Tormentas eléctricas	163
Riesgo por Ondas Gélidas	122	Riesgo por Tormentas Eléctricas	163
Sequías.....	126	Lluvias extremas.....	166
Peligro por Sequías.....	126	Peligro por llluvias extraordinarias.....	167
Vulnerabilidad hídrica a Sequías.....	130	Vulnerabilidad a Lluvias extraordinarias.....	171
Riesgo por Sequías.....	131	Riesgo por Lluvias extraordinarias.....	172
Heladas.....	132	Inundaciones.....	175
Tormentas de granizo	133	Peligro	175
Peligro por Tormentas de Granizo	133	Vulnerabilidad física a inundación.....	189



Riesgo por Inundaciones.....	191
Capítulo 6 Fenómenos Químico-Tecnológicos	195
Identificación de peligros por sustancias químicas en el Municipio de Acapulco.	195
Peligro por explosiones en gasolineras.	198
<i>Gas LP</i>	199
<i>Peligro por explosiones en gaseras</i>	200
Capítulo 7 Fenómenos Sanitarios.....	205
Capítulo 8 Determinación de la Vulnerabilidad Social.....	207
Indicadores socioeconómicos.....	208
Salud.....	208
Educación	208
Vivienda	208
Empleo e ingresos	209
Población	209
Resultados	209
Capacidad de respuesta.....	210
Percepción local.....	211
Determinación del Grado de Vulnerabilidad Social.....	212
Bibliografía	213



Tablas

Tabla 1: Niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.....	16
Tabla 2: Provincias fisiográficas ubicadas dentro del municipio de Acapulco de Juárez.....	18
Tabla 3: Principales unidades morfogénicas.....	19
Tabla 4: Tipos de roca y suelo localizados en el municipio de Acapulco de Juárez.....	20
Tabla 5: Suelos ubicados dentro del municipio de Acapulco de Juárez.....	21
Tabla 6: Cuerpos de agua perenne.....	22
Tabla 7: Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas del municipio de Acapulco de Juárez.....	23
Tabla 8: Climas del municipio de Acapulco de Juárez.....	24
Tabla 9: Porcentajes de cobertura de uso de suelo y vegetación.....	25
Tabla 10: ANP del municipio de Acapulco de Juárez.....	27
Tabla 11: Población del municipio de Acapulco, 2020.....	28
Tabla 12: Densidad poblacional de Acapulco de Juárez.....	30
Tabla 13: Población por grupos quinquenales de edad.....	30
Tabla 14: Población de 15 años y más por nivel de escolaridad.....	32
Tabla 15: Población y condición de afiliación a servicios de salud en Acapulco.....	34
Tabla 16: Principales causas de mortalidad general en 2015.....	34
Tabla 17: Defunciones generales según sexo.....	34
Tabla 18: Defunciones de menores de un año según sexo.....	34
Tabla 19: Evolución de las carencias sociales y el ingreso en Acapulco 2010-2015 (porcentaje de la población que presenta carencia).....	35
Tabla 20: Pobreza multidimensional en Acapulco.....	38
Tabla 21: Servicios básicos en viviendas.....	39
Tabla 22: Número de cuartos.....	39
Tabla 23: Material en pisos.....	39
Tabla 24: Viviendas particulares con dormitorios.....	39
Tabla 25: Población económicamente activa e inactiva en Acapulco. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas.....	42
Tabla 26: Población ocupada por municipio y su distribución porcentual según división ocupacional.....	42

Tabla 27: Población ocupada por municipio y su distribución porcentual según división ocupacional al 15 de marzo de 2015.....	43
Tabla 28: Población derechohabiente de las instituciones del sector público de salud por municipio de adscripción del derechohabiente según institución al 31 de diciembre de 2019.....	44
Tabla 29: Unidades médicas en servicio de las instituciones del sector público de salud por municipio y nivel de operación según institución al 31 de diciembre de 2019.....	44
Tabla 30: Instituciones públicas y privadas, profesores y alumnado ciclo escolar 2017-2018, municipio de Acapulco.....	44
Tabla 31: Calidad en la provisión del servicio de agua potable.....	47
Tabla 32: Superficie de la mancha urbana de la cabecera municipal de Acapulco de 1984 a 2015.....	48
Tabla 33: Características de las manifestaciones volcánicas.....	54
Tabla 34: Valores de aceleración máxima para 10, 100 y 500 años. *1Gal= 1 cm/s ²	63
Tabla 35: Asignación de puntajes de susceptibilidad de las variables para el mecanismo de deslizamiento.....	77
Tabla 36: Datos estructurales del caso “Las Derrumbadas”,.....	83
Tabla 37: Asignación de puntajes de susceptibilidad de las variables para el mecanismo de caídos o derrumbes.....	89
Tabla 38: Datos estructurales del caso “Colonia Costa Azul”.....	95
Tabla 39: Asignación de puntajes de susceptibilidad de las variables para el mecanismo de flujo.....	97
Tabla 40: Estaciones meteorológicas usadas para el análisis de ondas de calor.....	107
Tabla 41: Estadística de temperaturas máximas y mínimas diarias en las estaciones usadas.....	108
Tabla 42: Parámetros de las Ondas de Calor identificadas en las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS) y 12142 Acapulco de Juárez (SMN).....	109
Tabla 43: Parámetros anuales de las Ondas de Calor las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS) y 12142 Acapulco de Juárez (SMN).....	110
Tabla 44: Parámetros de las Ondas de Calor para el Municipio de Acapulco.....	111
Tabla 45: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por ondas cálidas.....	113
Tabla 46: AGEB con mayor riesgo por Ondas Cálidas en el Municipio de Acapulco.....	114
Tabla 47: Determinación estadística del umbral de Ondas Gélidas.....	118
Tabla 48: Parámetros de las Ondas Gélidas identificadas en las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS) y 12142 Acapulco de Juárez (SMN).....	119



Tabla 49: Parámetros anuales de las Ondas Gélidas de las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS) y 12142 Acapulco de Juárez (SMN).....	120	Tabla 74: Manzanas con mayor riesgo por Tormentas eléctricas en el Municipio de Acapulco	164
Tabla 50: Probabilidad de ocurrencia de Ondas gélidas	120	Tabla 75: Promedio de lluvia por década en la estación 12142 Acapulco de Juárez (SMN).....	167
Tabla 51: Mapa del grado de peligro por ondas gélidas en el Municipio de Acapulco.....	121	Tabla 76: Estadística de lluvia por estación meteorológica.....	168
Tabla 52: AGEB con mayor riesgo por Ondas Gelidas en el Municipio de Acapulco	123	Tabla 77: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por lluvias extremas.	171
Tabla 53: Monitor de sequía en el Municipio de Acapulco para el periodo 31/01/2003-15/02/2021	126	Tabla 78: AGEB con mayor riesgo por lluvias extremas en el Municipio de Acapulco	172
Tabla 54: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por sequias.....	131	Tabla 79: Hidrografía en el Municipio de Acapulco.....	176
Tabla 55: Temperaturas mínimas promedio y extremas registradas en las estaciones meteorológicas de la zona	133	Tabla 80: Periodos de retorno de lluvias en la subcuenca Río La Sabana	178
Tabla 56: Promedio de tormentas de granizo por mes en el Municipio de Acapulco.....	133	Tabla 81: Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la subcuenca Río La Sabana	179
Tabla 57: Manzanas con mayor riesgo por Tormantas de Granizo en el Municipio de Acapulco	136	Tabla 82: Valores para el coeficiente de escurrimiento (Ce).....	179
Tabla 58: Escala Saffir-Simpson de ciclones tropicales.	139	Tabla 83: Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la subcuenca Río La Sabana	180
Tabla 59: Ciclones del periodo 1949-2017 que afectaron al Municipio de Acapulco	142	Tabla 84: Coordenadas del Hidrograma unitario adimensional (HUA) para 4 periodos de retorno	181
Tabla 60: Número de eventos de intensidad i máxima alcanzada por un evento (Mi).....	142	Tabla 85: Peligro por marea de tormenta para cada categoría de ciclón tropical en el Municipio de Acapulco....	187
Tabla 61: Tasa de excedencia anual por intensidad $\mu(i)$	143	Tabla 86: Índice de vulnerabilidad a inundaciones en función del tipo de vivienda.....	189
Tabla 62: Probabilidad de ciclones en el Municipio de Acapulco por categoría.	143	Tabla 87: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por inundaciones o fenómenos asociados.	190
Tabla 63: Probabilidad anual (peligrosidad) de que ocurra un ciclón para cada magnitud en el Municipio de Acapulco	146	Tabla 88: Manzanas con mayor riesgo por inundaciones fluviales y de marea de tormenta en el Municipio de Acapulco	191
Tabla 64: Periodo de retorno de para cado tipo de ciclón tropical en el Municipio de Acapulco.....	147	Tabla 90 Datos relevantes sobre gas LP.....	199
Tabla 65: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por ciclones tropicales.	148	Tabla 91: Indicadores socioeconómicos.....	210
Tabla 66: AGEB con mayor riesgo por Ciclones tropicales en el Municipio de Acapulco.....	149	Tabla 92: Capacidad de prevención y respuesta.....	210
Tabla 67: Tornados recientes en el Municipio de Acapulco	154	Tabla 93: Percepción local	211
Tabla 68: Indicadores del Censo 2021 a nivel manzana útiles para la determinación de la vulnerabilidad física por tornados	156	Tabla 94: Rangos de vulnerabilidad social	212
Tabla 69: Índice de vulnerabilidad a tornados en función del tipo de vivienda.	156	Tabla 95: Grado de vulnerabilidad social en el Municipio de Acapulco.....	212
Tabla 70: Manzanas con mayor riesgo por Tornados en el Municipio de Acapulco	157		
Tabla 71: Promedio mensual de Tormentas eléctricas por estación meteorológica.	162		
Tabla 72: Tormentas electricas recientes con daños materiales en el Municipio de Acapulco.....	162		
Tabla 73: Asignación de valores para el número de días con tormentas eléctricas y categorías para el índice de peligro por tormentas eléctricas.....	162		



Figuras

Ilustración 1: Mapa Base del Municipio de Acapulco (Mapa Topográfico).....	16
Ilustración 2: Mapa Fisiográfico del municipio de Acapulco de Juárez.....	18
Ilustración 3: Mapa Geomorfológico del municipio de Acapulco de Juárez.....	19
Ilustración 4: Mapa Geológico del municipio de Acapulco de Juárez.....	20
Ilustración 5: Mapa Edafológico del municipio de Acapulco de Juárez.....	22
Ilustración 6: Mapa Hidrográfico del municipio de Acapulco de Juárez.....	23
Ilustración 7: Mapa de Cuenca y Subcuenca a los que pertenece el municipio de Acapulco de Juárez.....	24
Ilustración 8: Mapa de Climas del municipio de Acapulco de Juárez.....	25
Ilustración 9: Mapa de Uso de Suelo y Vegetación en el municipio de Acapulco de Juárez.....	26
Ilustración 10: Mapa de Áreas Naturales Protegidas del municipio de Acapulco de Juárez.....	27
Ilustración 11: Población del municipio de Acapulco, 2020.....	28
Ilustración 12: Mapa de Distribución de la Población en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	29
Ilustración 13: Pirámide poblacional del Municipio de Acapulco de Juárez.....	31
Ilustración 14: Mapa de Densidad de la Población en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	31
Ilustración 15: Mapa de porcentaje de analfabetismo en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	32
Ilustración 16: Discapacidades en Acapulco de Juárez.....	33
Ilustración 17: Mapa de discapacidad en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	33
Ilustración 18: Mapa de población sin derechohabiencia en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	34
Ilustración 19: Mapa de población en condición de pobreza en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	35
Ilustración 20: Mapa de porcentaje de población hablante de lengua indígena en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	36
Ilustración 21: Promedio de ocupantes por cuarto (Índice de hacinamiento, promedio).....	37
Ilustración 22: Mapa de hacinamiento en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	37
Ilustración 23: Mapa de marginación en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	38
Ilustración 24: Disponibilidad de servicios en la vivienda.....	39
Ilustración 25: Carencias de la vivienda.....	40
Ilustración 26: Disponibilidad de TIC.....	40
Ilustración 27: Viviendas con bienes propios.....	41
Ilustración 28: Viviendas particulares sin servicios de la comunicación.....	41

Ilustración 29: Mapa de viviendas con piso de tierra en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	42
Ilustración 30: Índice de infraestructura y desarrollo 61.59.....	43
Ilustración 31: Mapa de grado promedio de escolaridad en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	45
Ilustración 32: Mapa de expansión de la mancha urbana en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	48
Ilustración 33: Mapa del Municipio de Acapulco de Juárez dentro de las provincias fisiográficas y geológicas del territorio mexicano.....	49
Ilustración 34: Mapa de las subprovincias Cordillera Costera del Sur y Costas del Sur que contienen al Municipio de Acapulco de Juárez.....	49
Ilustración 35: Mapa del Terreno tectonoestratigráfico Xolapa.....	50
Ilustración 36: Mapa geológico de Acapulco de Juárez.....	51
Ilustración 37: Mapa de Volcanes activos cercanos al municipio de Acapulco de Juárez.....	52
Ilustración 38: Mapa de la Faja Volcánica Transmexicana y su cercanía con el municipio de Acapulco de Juárez.....	53
Ilustración 39: Mapa de la Localización de los volcanes activos en un radio de 100 km.....	54
Ilustración 40: Mapa de peligrosidad asociadas a los distintos peligros volcánicos que afectan al municipio de Acapulco de Juárez.....	54
Ilustración 41: Mapa tectónico y Sismotectónico de México.....	55
Ilustración 42: Mapa de las zonas de estudio para el análisis del valor de b.....	57
Ilustración 43: Mapa con el catálogo de sismos obtenidos de la red de monitoreo del Servicio Sismológico Nacional (SSN) a partir de 1900 a marzo de 2021.....	58
Ilustración 44: Mapa con la distribución espacial de los eventos seleccionados de la zona 1.....	58
Ilustración 45: Eventos tomados por el programa ZMAP para calcular el valor de b (recuadro rojo).....	59
Ilustración 46: Determinación del valor de b para el área seleccionada (recuadro rojo).....	59
Ilustración 47: Izquierda: histograma del número de eventos vs la magnitud de coda, siendo la magnitud más frecuente de 3.3. Derecha: Serie de tiempo para los eventos seleccionados.....	59
Ilustración 48: Mapa del valor de b para el área de interés.....	60
Ilustración 49: Mapa de distribución de eventos de la zona 2.....	60
Ilustración 50: Catalogo total de eventos (puntos grises) del SSN, área seleccionada (recuadro rojo) para calcular el valor de b (cuadros de colores).....	61
Ilustración 51: Valor de b para los eventos seleccionados por el programa.....	61
Ilustración 52: Derecha: serie de tiempo para el catálogo de eventos. Izquierda: histograma del número de sismos vs la magnitud de coda, siendo la magnitud de 3.4 la más frecuente.....	61



Ilustración 53: Mapa de distribución de eventos en la Zona 3.....	62
Ilustración 54: catalogo total de eventos (puntos grises) del SSN, área seleccionada (recuadro rojo) para calcular el valor de b (cuadros de colores).....	62
Ilustración 55: Valor de b para los eventos seleccionados por el programa. Los cuadros en gris muestran la distribución frecuencia-magnitud para el nuero de eventos. Mc=3.5, b=1.20 y a=7.685	63
Ilustración 56: Derecha: serie de tiempo para el catálogo de eventos. Izquierda: histograma del número de sismos vs la magnitud de coda, siendo la magnitud de 3.9 la más frecuente.	63
Ilustración 57: Mapa de aceleraciones para periodos de 10 años.....	64
Ilustración 58: Mapa de aceleraciones para periodos de 10 años a nivel nacional y mapa de aceleraciones sísmicas para periodos de retorno de 10 años del municipio de Acapulco de Juárez. Fuente: SSN.....	64
Ilustración 59: Mapa de aceleraciones para periodos de 100 años.....	65
Ilustración 60: Mapa de aceleraciones para periodos de retorno de 100 años a nivel nacional y mapa de aceleraciones sísmicas para periodos de retorno de 100 años del municipio de Acapulco de Juárez. Fuente: SSN	65
Ilustración 61: Mapa de aceleraciones para periodos de 500 años. Fuente: SSN.....	66
Ilustración 62: Mapa de aceleraciones para periodos de retorno de 500 años a nivel nacional y mapa de aceleraciones sísmicas para periodos de retorno de 500 años del municipio de Acapulco de Juárez. Fuente: SSN	66
Ilustración 63 Mapa de peligro sísmico.....	67
Ilustración 64 Vulnerabilidad sísmica.....	67
Ilustración 65 Riesgo sísmico	68
Ilustración 66: Mapa de áreas costeras susceptibles de afectaciones por tsunamis.	69
Ilustración 67: Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Pie de la Cuesta" Acapulco, Guerrero.	72
Ilustración 68: Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Península de Las Playas" Acapulco, Guerrero.....	72
Ilustración 69: Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Bahía de Acapulco" Acapulco, Guerrero.	73
Ilustración 70: Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Puerto Marqués" Acapulco, Guerrero.	73

Ilustración 71: Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Bahía de Acapulco" Acapulco, Guerrero.	74
Ilustración 72: Mapa de Riesgo a Inundación por Tsunami en las costas de Acapulco de Juárez, Guerrero. Fuente: Elaboración propia SIGEMA.....	75
Ilustración 73: Mecanismo Potencial de Falla Deslizamiento Rotacional	75
Ilustración 74: Mecanismo Potencial de Falla Deslizamiento Traslacional.....	76
Ilustración 75: Mecanismo Potencial de Flujos.....	76
Ilustración 76: Mecanismo Potencial de Falla Volteo.....	76
Ilustración 77: Mecanismo Potencial de Falla Caída o desprendimiento	77
Ilustración 78: Asignación de puntajes de clase en la variable pendiente para el mecanismo de deslizamientos..	78
Ilustración 79: Asignación de puntajes de clase en la variable litología para el mecanismo de deslizamientos.	79
Ilustración 80: Asignación de puntajes de clase en la variable densidad de lineamiento para el mecanismo de deslizamiento	80
Ilustración 81: Asignación de puntajes de clase en la variable densidad de disección para el mecanismo de deslizamiento.	80
Ilustración 82: Asignación de puntajes de clases a la variable precipitación total anual para el mecanismo de deslizamiento	81
Ilustración 83: Mapa de susceptibilidad a deslizamientos.....	81
Ilustración 84: Mapa de riesgos por deslizamientos, Fuente: SIGEMA (2021)	82
Ilustración 85: Estereograma de densidad de polos para definir un plano general.	83
Ilustración 86: Abanicos de valores para 20° de diferencia.	84
Ilustración 87: Estereograma con los planos trazados.....	85
Ilustración 88: Radagrama del levantamiento mediante RPT	86
Ilustración 89: Mapa de localización del caso de estudio	86
Ilustración 90: Mapa de pendientes del caso de estudio	87
Ilustración 91: Caso Las Derrumbadas.....	87
Ilustración 92: Mapa de localización del caso de estudio,	88
Ilustración 93: a. Deslizamiento pequeño de sedimentos de origen granítico. b. Mismo deslizamiento visto desde otra perspectiva.....	88
Ilustración 94: Mapa de puntajes de susceptibilidad de la variable pendiente para el mecanismo de derrumbes..	89



Ilustración 95: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable litología para el mecanismo de derrumbes. 90	Ilustración 117: Mapa de agrietamientos. 105
Ilustración 96: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable densidad de lineamiento para el mecanismo de derrumbes. 91	Ilustración 118: Mapa de Erosión Costera. 106
Ilustración 97: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable densidad de disección para el mecanismo de derrumbes. 91	Ilustración 119: Temperatura máxima diaria de la estación 12002 Acapulco de Juárez (OBS) para el periodo 1933-2017. 108
Ilustración 98: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable precipitación total anual para el mecanismo de derrumbes. 92	Ilustración 120: Mapa del grado de peligro por ondas de calor en el Municipio de Acapulco. 112
Ilustración 99: Mapa de susceptibilidad a derrumbes. 92	Ilustración 121: Mapa de Vulnerabilidad social a ondas de calor en el Municipio de Acapulco. 113
Ilustración 100: Mapa de riesgos por derrumbes, Fuente: SIGEMA (2021) 93	Ilustración 122: Representación gráfica de la medición del Riesgo en función del peligro y la vulnerabilidad 114
Ilustración 101: Mapa de localización del caso de estudio. 94	Ilustración 123: Mapa de Riesgo por Ondas de Calor en el Municipio de Acapulco 117
Ilustración 102: Caso El Retorno 94	Ilustración 124: Temperatura mínima diaria de la estación 12002 Acapulco de Juárez (OBS) para el periodo 1933-2017. 118
Ilustración 103: Estereograma con direcciones de susceptibilidad. 96	Ilustración 125: Mapa de Vulnerabilidad a ondas gélidas en el Municipio de Acapulco 122
Ilustración 104: Mapa de localización del caso de estudio. 96	Ilustración 126: Mapa de Riesgo por Ondas Gélidas en el Municipio de Acapulco. 125
Ilustración 105: Caso Colonia Costa Azul 97	Ilustración 127: Monitor de sequía para el mes de febrero durante el periodo 2016-2021. 128
Ilustración 106: Asignación de puntajes de susceptibilidad de la variable pendiente para el mecanismo de flujos. 98	Ilustración 128: Monitor de sequía para el periodo octubre 2020 – febrero 2021. 129
Ilustración 107: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable litología para el mecanismo de flujos. 99	Ilustración 129: Índice de severidad de la sequía meteorológica de M. E. Hernández. 130
Ilustración 108: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable densidad de lineamiento para el mecanismo de flujos. 99	Ilustración 130: Mapa del grado de peligro por Sequías en el Municipio de Acapulco 130
Ilustración 109: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable densidad de disección para el mecanismo de flujos. 100	Ilustración 131: Mapa de Vulnerabilidad a Sequías en el Municipio de Acapulco 131
Ilustración 110: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable precipitación total anual para el mecanismo de flujos. 100	Ilustración 132: Mapa de riesgo por Sequías en el Municipio de Acapulco. 132
Ilustración 111: Mapa de Susceptibilidad a flujos en Acapulco, Guerrero. 101	Ilustración 133: Mapa del grado de peligro por Tormentas de Granizo en el Municipio de Acapulco. 134
Ilustración 112: Mapa riesgos por flujos en Acapulco, Guerrero. Fuente: SIGEMA (2021) 102	Ilustración 134: Mapa de vulnerabilidad a Tormentas de Granizo en el Municipio de Acapulco 135
Ilustración 113: a. y b. Río La Sabana sin evidencia de flujos actuales. 103	Ilustración 135: Mapa de riesgo por Tormentas de Granizo en el Municipio de Acapulco 138
Ilustración 114 a. y b. Río Camarón con bloques de granito. c. Fotografía de un flujo producto del huracán Paulina en Octubre de 1997, Fuente: SIGEMA 2021 (a y b), A 23 años de “Paulina”, persiste invasión de zonas de alto riesgo, El Sol de Acapulco, 8 de Octubre del 2020 103	Ilustración 136: Vista del Río Camarón desde la Avenida Baja California, Col. Progreso, el 10 de octubre de 1997. 140
Ilustración 115: Mapa de Hundimiento y Subsistencia. 104	Ilustración 137: Vista aérea del Fraccionamiento Paraíso Diamante y Laguna Tres Palos luego del paso de la Tormenta Tropical Manuel, 2013. 141
Ilustración 116: Elementos y morfología de zonas de grietas o fracturamiento del suelo y subsuelo 105	Ilustración 138: Mapa de trayectoria de ciclones del periodo 1949-2017 cercanos al Municipio de Acapulco 141
	Ilustración 139: Gráfica de la Tasa de excedencia anual μ y su relación con la intensidad (i) en el Municipio de Acapulco 143
	Ilustración 140: Mapas de probabilidad de ocurrencia anual de ciclones tropicales, por categoría 144
	Ilustración 141: Mapa del índice de peligro por Ciclones tropicales en el Municipio de Acapulco 148
	Ilustración 142: Mapa de Vulnerabilidad a ciclones tropicales en el Municipio de Acapulco 149



Ilustración 143: Mapa de Riesgo por Ciclones Tropicales del Municipio de Acapulco.....	152	Ilustración 174: Vista de la avenida Costera Miguel Alemán afectada por mar de fondo el 4 de julio de 2014	187
Ilustración 144: Mapa de tornados ocurridos del 2000 al 2013 a nivel nacional.....	153	Ilustración 175: Mapa de zonas de inundación por marea de tormenta en el Municipio de Acapulco.....	188
Ilustración 145: Mapa de número de tornados por estados 2000-2012.....	154	Ilustración 176: Peligro por inundaciones en el Municipio de Acapulco.....	188
Ilustración 146: Tromba marina del 22 de julio 2016, frente a Playa Diamante.....	154	Ilustración 177: Menaje de casa por tipo de vivienda.	189
Ilustración 147: Tromba marina del 4 de agosto 2018, frente a Bahía de Acapulco.....	154	Ilustración 178: Función de vulnerabilidad a inundación por tipo de vivienda.	190
Ilustración 148: Mapa de peligro por tornados en el Municipio de Acapulco.....	155	Ilustración 179: Mapa de vulnerabilidad física a Inundaciones en el Municipio de Acapulco.....	191
Ilustración 149: Mapa de Vulnerabilidad a tornados en el Municipio de Acapulco.....	157	Ilustración 180: Mapa de riesgo por inundaciones fluviales y de marea de tormenta en el Municipio de Acapulco.....	194
Ilustración 150: Mapa de riesgo por tornados en el Municipio de Acapulco.....	160	Ilustración 181 Apéndice 1 A Lista de Sustancias.....	196
Ilustración 151: Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Estado de Guerrero.....	161	Ilustración 182 Identificación de la categoría por sustancia dependiendo de la cantidad involucrada.....	197
Ilustración 152: Tormenta eléctrica en la zona hotelera de Acapulco, el 07 de octubre de 2013.....	162	Ilustración 183 Distancia de Peligro por Categoría.....	197
Ilustración 153: Mapa del grado de peligro por Tormentas Eléctricas en el Municipio de Acapulco.....	163	Ilustración 184 Mapa de peligro por incidentes de explosión en gasolineras en el Municipio de Acapulco.....	198
Ilustración 154: Mapa de vulnerabilidad física a Tormentas Eléctricas en el Municipio de Acapulco.....	163	Ilustración 185 Mapa de riesgo por incidentes de explosión en gasolineras en el Municipio de Acapulco.....	199
Ilustración 155: Mapa de riesgo por Tormentas Eléctricas en el Municipio de Acapulco.....	166	Ilustración 186 Tipos de eventos donde se involucra gas LP.....	200
Ilustración 156: Promedio diario de lluvia por mes en la estación 12142 Acapulco de Juárez (SMN).....	169	Ilustración 187 Explosión pipa de gas con 30 mil litros.....	201
Ilustración 157: Mapas de Lluvia probabilística para un evento de 24 horas con diferentes periodos de retorno.....	169	Ilustración 188 Mapa de peligro por incidentes de explosión en gaseras en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	202
Ilustración 158: Mapa de peligro por lluvias extremas en el Municipio de Acapulco.....	171	Ilustración 189 Mapa de riesgo por incidentes de explosión en gaseras en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	202
Ilustración 159: Mapa de Vulnerabilidad social a lluvias extremas en el Municipio de Acapulco.....	172	Ilustración 190 Explota embarcación en Club de Yates en Acapulco.....	203
Ilustración 160: Mapa de riesgo por lluvias extremas en el Municipio de Acapulco.....	175	Ilustración 191 Mapa de establecimientos que manejan sustancias peligrosas en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	204
Ilustración 161: Mapa de corrientes de agua y subcuencas.....	177	Ilustración 192 Mapa de peligro de establecimientos que manejan sustancias peligrosas en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	204
Ilustración 162: Mapa de la subcuenca Río La Sabana.....	177	Ilustración 193 Mapa de riesgo de establecimientos que manejan sustancias peligrosas en el Municipio de Acapulco, Guerrero.....	205
Ilustración 163: Perfil de la subcuenca Río La Sabana.....	178	Ilustración 194 Playas no son aptas para uso recreativo por su alta concentración de enterococos.....	207
Ilustración 164: Hidrograma unitario adimensional para la subcuenca Río La Sabana en un PR de 20 años.....	181		
Ilustración 165: Hidrograma unitario adimensional para la subcuenca Río La Sabana en un PR de 100 años.....	181		
Ilustración 166: Hidrograma unitario adimensional para la subcuenca Río La Sabana en un PR de 200 años.....	182		
Ilustración 167: Hidrograma unitario adimensional para la subcuenca Río La Sabana en un PR de 500 años.....	182		
Ilustración 168: Selección de algunas secciones transversales en el Río La Sabana.....	183		
Ilustración 169: Simulación de inundaciones para un PR=20 años.....	184		
Ilustración 170: Simulación de inundaciones para un PR=100 años.....	185		
Ilustración 171: Simulación de inundaciones para un PR=200 años.....	185		
Ilustración 172: Simulación de inundaciones para un PR=500 años.....	186		
Ilustración 173: Peligro por inundaciones fluviales y pluviales en el Municipio de Acapulco.....	186		



Presentación

La presencia de fenómenos naturales que han afectado al municipio de Acapulco en los últimos años ha sido de alto impacto para sus habitantes, causando serias afectaciones en sus bienes, la infraestructura y su actividad turística, que para el caso de Acapulco es la principal fuente de empleo. De acuerdo con el Sistema de Consulta de Declaratorias de Emergencia del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED 2021), el Estado de Guerrero ha registrado 1,197 declaratorias de desastres, emergencia y contingencia climática en total de 2001 a 2020, de las cuales el Municipio de Acapulco ha registrado 35 en ese mismo período de tiempo, siendo 2 de contingencia climática, 15 de desastre, con 4 sismos de alta intensidad y 11 de origen hidrometeorológico (ciclones tropicales, inundaciones, lluvias y sequía).

El Municipio de Acapulco, está expuesto a los desastres naturales por su ubicación geográfica y consecuente dinámica geológica y climática. De esta manera, a lo largo de la historia reciente se han presentado diversos desastres naturales como sismos, inundaciones, ciclones tropicales, etc.

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

Es por lo anterior que el municipio ha tomado la determinación de actualizar su Atlas de Riesgos a fin de contar con instrumento técnico-científico que le permita detectar de forma digital y automatizada los sitios más propensos a sufrir daños por fenómenos naturales, identificando así el nivel de peligro, riesgo y vulnerabilidad de las distintas localidades urbanas y rurales dentro del municipio

Es así, que el Municipio de Acapulco ha dado un salto importante, dentro de la Gestión Integral de Riesgo de Desastres a nivel municipal. Este Atlas de Riesgos, pretende facilitar la elaboración y mejora continua de estrategias que articule las obligaciones de todos (ciudadanía, gobierno a iniciativa privada) en materia de protección civil, planeación y usos del suelo.

Los estudios realizados para integrar el presente documento se elaboraron de conformidad a las metodologías establecidas por la SEDATU en las "Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2018".



Capítulo 1 Marco Teórico

Introducción, antecedentes y objetivo

Introducción

El presente Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco, se conforma de cinco fases: Fase I Marco Teórico; Fase II Identificación de la Susceptibilidad y los Peligros ante Fenómenos Perturbadores de Origen Natural; Fase III Vulnerabilidad; Fase IV Riesgo / Exposición; y Fase V Propuesta de Estudios, Obras y Acciones.

La primera Fase consiste en desarrollar la teoría que va a fundamentar el Atlas de Riesgos, realizando una revisión de la literatura y cartografía sobre el tema. Esto consiste en buscar las fuentes documentales que permitan detectar, extraer y recopilar la información de interés para construir el marco teórico pertinente al proyecto. También se define la caracterización de los elementos de medio natural, atendiendo los siguientes temas: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y las áreas naturales protegidas de la zona de estudio, así como la caracterización general de la situación demográfica, social y económica de la zona de estudio, con indicadores básicos que revelan las condiciones generales en las que se encuentra el municipio.

La Fase II incluye la información substancial que da forma y esencia al Atlas, por lo anterior se desarrollará con la mayor rigurosidad el análisis de cada uno de los fenómenos perturbadores identificando su periodo de retorno o probabilidad de ocurrencia, área de incidencia, intensidad del fenómeno representada en varios escenarios y nivel de impacto de la población, viviendas, infraestructura y equipamiento afectado por cada uno de los escenarios. Los estudios llevados a cabo son de los siguientes temas:

- Fenómenos Geológicos
 - o Erupciones volcánicas
 - o Sismos
 - o Tsunamis

- o Inestabilidad de laderas
- o Flujos
- o Caídos o derrumbes
- o Hundimientos
- o Agrietamientos
- Fenómenos Hidrometeorológicos
 - o Ondas cálidas y gélidas
 - o Sequías
 - o Heladas
 - o Tormentas de granizo
 - o Tormentas de nieve
 - o Ciclones tropicales
 - o Tornados
 - o Tormentas eléctricas
 - o Inundaciones

La Fase III se incluye la información respecto a los resultados de analizar la vulnerabilidad social y para algunos fenómenos la vulnerabilidad física. La vulnerabilidad física consiste en la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas expuestos, los que, en la mayoría de los casos, son obras construidas por el hombre. La metodología existente para el análisis de vulnerabilidad solo se presenta para los fenómenos de viento, sismos, bajas temperaturas e inundaciones.

La Fase IV consiste en que una vez analizada la susceptibilidad-peligro de cada fenómeno perturbador presente en el municipio de estudio y su vulnerabilidad, se procede a estimar y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica. La estimación del riesgo puede valorarse de distintas maneras, por lo general se suele llevar a cabo mediante diversas metodologías simplificadas basadas principalmente en regresiones aritméticas o sobre posicionamiento de archivos de sistema de información geográfica (álgebra de mapas). Dichas metodologías se componen de variables que presentan en forma general



los peligros y la vulnerabilidad, de tal manera que al conjugarlas se obtiene un indicador que estima el nivel de riesgo. La obtención del riesgo por medio de técnicas probabilistas requiere en un inicio de la identificación y análisis de los principales factores naturales y sociales que inciden en el municipio, así como de estadísticas existentes acerca de los eventos de desastre ocurridos con anterioridad, el impacto y frecuencia de ocurrencia de los fenómenos perturbadores sobre los sistemas afectables.

Las bases teóricas y sistémicas para la elaboración del Atlas de Riesgos del municipio de Acapulco se derivan de lo establecido en las "Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2018", la cual a su vez se conformó de acuerdo con los criterios de clasificación y los términos de referencia establecidos por el CENAPRED en materia de riesgos.

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

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

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

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

El análisis delimitará con precisión las zonas de riesgo, hará referencia a los mapas de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad e interpretará sus resultados, procurando hacer vinculaciones entre fenómenos perturbadores cuando estos se superpongan.

Los mapas finales representan el grado o nivel de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante cada uno de los fenómenos naturales. Los mapas se presentan en un anexo aparte, en el orden asignado por las Guías de la

SEDATU; en caso de no existir algún fenómeno en la zona, éste no se desarrolló, asentando en el documento las razones por las cuales dicho mapa no se realizó.

Las propuestas de acciones y obras están enfocadas a la reducción y mitigación de riesgos; están basadas en la detección y localización de zonas de riesgo o peligro y están ubicadas en la cartografía entregada.

Antecedentes

La ciudad de Acapulco ha sido expuesta a los embates de fenómenos de origen geológico e hidrometeorológico, desde su fundación en 1599, cuando el Rey Carlos II de España le da la categoría de Ciudad. (México 2021).

A lo largo de toda su historia han sido diversos los escenarios catastróficos para este puerto. En esta introducción, solo se mencionará algunos de ellos que se consideran los más relevantes. Tal como fue el Huracán Paulina en 1997 que devastó la ciudad y provocó 207 muertes o bien la tormenta tropical Manuel del 13 de septiembre de 2013, que impactó justo en un fin de semana largo, cuando la ocupación hotelera estaba al 100% y dejó un saldo de 123 muertos, 33 heridos, 68 desaparecidos, 59 mil evacuados, 218,000 personas afectadas y 35 mil viviendas dañadas (Nájar 2013).

Respecto a los eventos sísmicos, estos han sido de igual impacto negativo para el puerto de Acapulco, las Costas del Estado de Guerrero, se ubican justo frente a la zona de contacto entre la Placa de Cocos y la Placa Norteamericana, esto provoca que sea una zona de generación sísmica, y solo mencionaremos como antecedente el terremoto de Guerrero ocurrido en 1907, ocurrido alrededor de las 23:30 horas del miércoles 14 de abril de 1907 y cuyo epicentro estuvo entre el Puerto de Acapulco y la localidad de San Marcos y se estima tuvo una magnitud de 8.2. Este evento provocó un tsunami media hora después del sismo que tuvo alcance hasta lo que hoy es la Avenida Cuauhtémoc (SSN 2007).

Otro sismo de alto impacto para el puerto fue el llamado Terremoto de Acapulco-Coyuca de 2001, fue un sismo ocurrido a las 21:39 hrs del domingo 7 de octubre, registró una magnitud de 6.1, con epicentro en Coyuca de Benítez y no se tiene registro de pérdida de vidas humanas de este evento.



Objetivos

Objetivo General

Diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y/o vulnerabilidad en el espacio geográfico del Municipio de Acapulco de Juárez

Objetivos Particulares

- Contar con un documento cartográfico y escrito que representa y zonifica cada uno de los fenómenos naturales perturbadores de manera clara y precisa.
- Desarrollar y fundamentar una base de datos homologada para cada uno de los fenómenos naturales perturbadores presentes.
- Sentar las bases para definir un esquema de prevención, planeación y gestión del riesgo.
- Contar con un atlas de peligros, riesgos y vulnerabilidad, montado en un Sistema de Información Geográfico en formato digital.

Fundamento Jurídico

Los Atlas de Riesgos Municipales son instrumentos de carácter obligatorio para todos los municipios del país, tal como lo establece la Ley General de Protección Civil:

“Artículo 19. La coordinación ejecutiva del Sistema Nacional recaerá en la secretaría por conducto de la Coordinación Nacional, la cual tiene las atribuciones siguientes en materia de protección civil:

XXII. Supervisar, a través del CENAPRED, que se realice y se mantenga actualizado el atlas nacional de riesgos, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México; El Atlas se integra con la información a nivel nacional, de las entidades federativas, Municipales y de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México. Consta de bases de datos, sistemas de información geográfica y herramientas para el análisis y la simulación de escenarios, así como la estimación de pérdidas por

desastres. Por la naturaleza dinámica del riesgo, deberá mantenerse como un instrumento de actualización permanente

Los atlas de riesgo constituyen el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas en todas las etapas de la Gestión Integral del Riesgo.

Artículo 83. El Gobierno Federal, con la participación de las entidades federativas promoverá la creación de las bases que permitan la identificación y registro en los Atlas Nacional, de las entidades federativas y Municipales de Riesgos de las zonas en el país con riesgo para la población, el patrimonio público y privado, que posibilite a las autoridades competentes regular la edificación de asentamientos.

Las entidades de la federación promoverán en el ámbito de su competencia, que el Atlas Nacional de Riesgos sea de fácil acceso a la población, procurando que su elaboración siga las directrices del CENAPRED.

Artículo 84. Se consideran como delito grave la construcción, edificación, realización de obras de infraestructura y los asentamientos humanos que se lleven a cabo en una zona determinada sin elaborar un análisis de riesgos y, en su caso, definir las medidas para su reducción, tomando en consideración la normatividad aplicable y los Atlas municipales, de las entidades federativas y el Nacional y no cuenten con la autorización de la autoridad correspondiente.

Artículo 86. En el Atlas Nacional de Riesgos y en los respectivos Atlas de las entidades federativas y Municipales de Riesgos, deberán establecerse los diferentes niveles de peligro y riesgo, para todos los fenómenos que influyan en las distintas zonas. Dichos instrumentos deberán ser tomados en consideración por las autoridades competentes, para la autorización o no de cualquier tipo de construcciones, obras de infraestructura o asentamientos humanos.”

Así mismo la Ley Estatal de Protección Civil del Estado de Guerrero establece lo siguiente:

ARTÍCULO 23. Los presidentes de los Consejos Municipales para cumplir con los objetivos de la protección civil, tendrán las obligaciones siguientes:

VIII. Elaborar el Atlas Municipal de Riesgos;

ARTÍCULO 27. Son atribuciones de los titulares de las Unidades Municipales de Protección Civil: I. Identificar y diagnosticar los riesgos a los que está expuesta la sociedad en sus municipios y mantener actualizado el Atlas de Riesgo Municipal;



ARTÍCULO 55. Las autoridades estatales y municipales en protección civil tienen la responsabilidad de establecer y desarrollar un sistema de prevención, investigación y operación de la protección civil, que permita ampliar el conocimiento de los agentes perturbadores, afectables y reguladores, así como, promover y alentar sobre bases científicas una preparación y atención más adecuada ante la ocurrencia de un desastre, coadyuvando a la generación de una cultura de protección civil y autoprotección entre la población, mediante su participación individual y colectiva; para lo cual deberán;

X. Promover la difusión de los Atlas de Riesgos Estatal y Municipales entre la población

ARTÍCULO 60.- El Estado a través de la Secretaría de Protección Civil y los Municipios a través de las Unidades de Protección Civil, así como las cámaras industriales, elaborarán un padrón de las empresas que manejan materiales y residuos peligrosos, complementado con un inventario y lista única de los materiales peligrosos que se manejan. Esta información se incorporará a los Atlas de Riesgos correspondientes. (REFORMADO, P.O. 90, 08 DE NOVIEMBRE DE 2016)

ARTÍCULO 67. Las autoridades estatales y municipales a cargo de los planes directores de desarrollo urbano, para su actualización o elaboración, tomarán en cuenta los riesgos identificados en los Atlas de Riesgo Estatal y Municipal.

QUINTO. El Programa Estatal y Municipal, el Atlas Estatal de Riesgos y el Plan Estatal de Protección Civil, deberán elaborarse en un término de noventa días hábiles a partir del día siguiente de la publicación de esta Ley.

Mapa Base

La zona que abarca el presente estudio comprende los límites territoriales del Municipio de Acapulco uno de los municipios que comprende el Estado de Guerrero, y cuya superficie es de 1,731.3 km², que representan el 2.69 por ciento de la superficie estatal (64,281 km²). En su superficie se encuentran 185 localidades rurales, de las cuales las más importantes son Tuncingo (2,805 hab.), Los Órganos de Juan R. Escudero (2,756 hab), San Isidro Gallinero (2,709 hab), El Bejuco (2,457 hab), Texca (2,314 hab), etc. Así como 6 localidades urbanas: Acapulco de Juárez, Amatillo, Kilometro 30, San Pedro las Playas, Tres Palos y Xaltianguis.

El municipio de Acapulco se localiza al sur de la capital del estado, a 133 Km de distancia de Chilpancingo, se ubica entre los paralelos 16°41' y 17°13' de latitud norte, los 99°32' y 99°58' de longitud oeste.

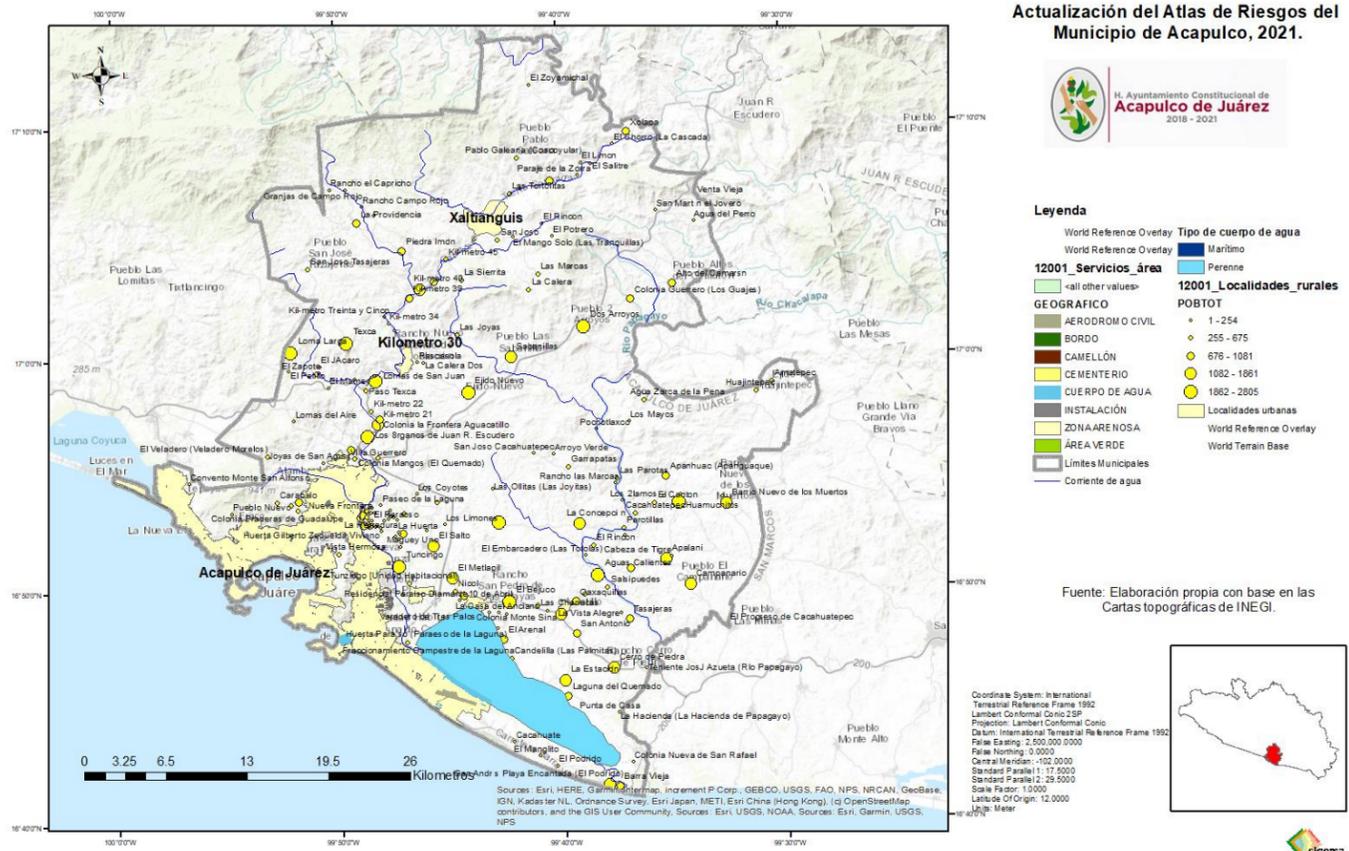
Limita al norte con los municipios de Chilpancingo y Juan R. Escudero (Tierra Colorada), al sur con el océano Pacífico, al oriente con el municipio de San Marcos y al poniente con el municipio de Coyuca de Benítez.

El municipio posee 52 kilómetros de litoral. La ciudad se divide en tres grandes zonas turísticas: Acapulco Tradicional, Acapulco Dorado y Acapulco Diamante. La isla más importante del municipio es la Isla de La Roqueta, es administrada y protegida por la Secretaría de Marina desde 1981. Tiene una superficie de 0.67 km², una longitud de 1.80 km, su punto más ancho es de 0.67 km, su máxima elevación es de 800 msnm y tiene una distancia a tierra de 800 m.



Ilustración 1: Mapa Base del Municipio de Acapulco (Mapa Topográfico)

Mapa base del Municipio de Acapulco, Guerrero



Fuente: Cartas topográficas de INEGI.

Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

Para fines de diagnóstico general de peligros, riesgos y vulnerabilidad, se utilizará una escala 1:80,000; para una evaluación urbana, la escala será de 1:40,000; mientras que los estudios que requieran una escala local, se analizarán a escala 1:20,000.

Tabla 1: Niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

Fenómeno	Nivel de Análisis	Escala empleada
Fenómenos Geológicos		
Erupciones volcánicas	1	1:100,000
Sismos	1	1:100,000
Tsunamis	1	1:100,000
Inestabilidad de laderas	1	1:10,000
Flujos	1	1:10,000
Caídos o derrumbes	1	1:10,000
Hundimientos	1	1:10,000
Subsidencia	1	1:10,000
Agrietamientos	1	1:10,000
Fenómenos Hidrometeorológicos		
Ondas cálidas y gélidas	1	1:10,000
Sequías	1	1:100,000
Heladas	1	1:100,000
Tormentas de granizo	1	1:100,000
Tormentas de nieve	1	1:100,000
Ciclones tropicales	1	1:100,000
Tornados	1	1:100,000
Tormentas polvo	1	1:100,000
Tormentas eléctricas	1	1:100,000
Lluvias extremas	1	1:100,000
Inundaciones pluviales, fluviales y lacustres	1	1:1,000

Fuente: elaboración propia



Capítulo 2 Caracterización de los elementos del medio natural

El Atlas de Riesgos tiene como finalidad diagnosticar, detectar y ponderar los peligros, vulnerabilidades y riesgos de un determinado espacio geográfico. Para ello, la caracterización del medio físico nos permite tener un acercamiento para conocer y entender la dinámica natural de un área, y con ello determinar los principales fenómenos que ocurren en la zona, así como su periodicidad, magnitud recurrente y localización. Los elementos del medio natural necesario para este tipo de estudios son: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso del suelo y vegetación.

En primer lugar, se presenta la fisiografía local, que muestra los distintos tipos de relieve y su ubicación. Esto nos permite tener un panorama de las formas del relieve que, asociadas a otras características del área, nos proveen del análisis primario de fenómenos naturales que son potencialmente peligrosos.

A través de la geomorfología podemos conocer los procesos formadores del relieve; con ello se determinan tanto la dinámica endógena y exógena del territorio, que, a su vez, contribuyen a identificar eventuales cambios en el relieve, por ejemplo, deslizamientos por inestabilidad de laderas.

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

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

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

A su vez, la información climática permite conocer los patrones meteorológicos y atmosféricos que se presentan y con ello conocer el tipo de fenómenos hidrometeorológicos más comunes, además de sus características generales como zona de impacto, magnitud probable y recurrencia temporal.

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

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

Fisiografía

El municipio de Acapulco de Juárez se ubica dentro de la provincia denominada Sierra Madre del Sur la cual es una cadena montañosa que se extiende a lo largo de 1200 km entre el occidente de Jalisco y el Istmo de Tehuantepec, al oriente de Oaxaca y que se ubica paralela a la costa del océano Pacífico y al Eje Neovolcánico, del que se encuentra separada por la Depresión del Balsas.

Debido a su diversidad en cuanto a formas del relieve y morfogénesis, esta gran provincia se divide a su vez en varias subprovincias, con características particulares. El municipio de Acapulco de Juárez se localiza dentro de dos subprovincias, por un lado, la cordillera costera del sur y, por el otro, la costa del sur.

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



H. Ayuntamiento Constitucional de
Acapulco de Juárez
2018 - 2021

La altitud del municipio varía desde el nivel del mar en la zona costera hasta 1,699 metros, las alturas máximas están representadas principalmente por los cerros: Potrero, San Nicolás y Alto Camarón.¹ Las principales elevaciones se ubican al norte del municipio, en colindancia con el municipio de Chilpancingo de los Bravo.

La orografía del municipio se divide en tres diferentes tipos de relieve, primero, las zonas accidentadas que abarcan el 40% del territorio, y se presentan principalmente en los extremos norte, noreste y en una pequeña porción en la parte suroeste del municipio; al norte, destacan elevaciones como el cerro de San Nicolás con 2,100 msnm, localizado muy cerca de los límites con el municipio de Chilpancingo de los Bravo, segundo, las zonas semiplanas abarcan también otro 40% del municipio, y finalmente, las zonas planas sólo el 20%.

Otras elevaciones de importancia son el cerro Yerba Santa con 1,120 msnm, el cerro El Encanto con 1,020 msnm y el cerro El Veladero con 900 msnm, éste último rodea parte de la ciudad de Acapulco y es conservado ecológicamente como un parque nacional desde 1980.²

Estas características del relieve, junto con las grandes planicies aluviales conforman un sistema de topofomas que se distribuyen de la siguiente forma: Sierra (55.5%), Lomerío (23.0%), Llanura (15.7%), Valle (5.7%) y cuerpos de agua (0.1%)

Tabla 2: Provincias fisiográficas ubicadas dentro del municipio de Acapulco de Juárez.

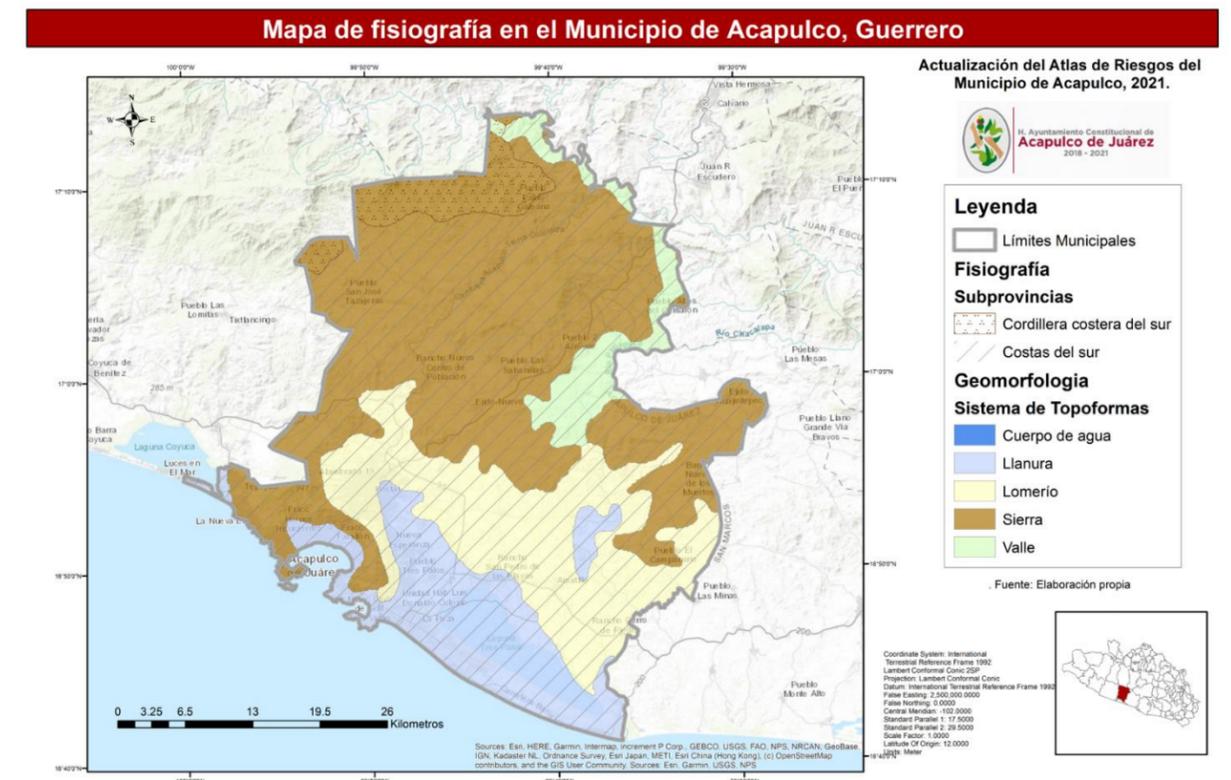
Provincia	Subprovincia	% de superficie del municipio	Sistema de topofomas	% de superficie del municipio
Sierra Madre del Sur	Costas del sur	94.4	Sierra	55.5
	Cordillera costera del sur	5.5	Lomerío	23.0
	N/A	0.1	Llanura	15.7
	Total	100	Valle	5.7
			Cuerpo de agua	0.1
		Total	100	

Fuente: Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1 000,000 serie I. INEGI

¹ Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Disponible en: <http://inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM12querrero/municipios/12001a.html> consultado el 25 de enero de 2021.

² Programa Regional de Acapulco 2016-2021. Disponible en: <http://i.querrero.gob.mx/uploads/2019/10/Programa-Regional-Acapulco-2016-2021.pdf> consultado el 25 de enero de 2021.

Ilustración 2: Mapa Fisiográfico del municipio de Acapulco de Juárez.



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

Geomorfología

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



Como se comentó con anterioridad, el municipio forma parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur por lo que su relieve se encuentra ligado estrechamente a las características geológicas y procesos morfológicos propios de esta gran región. Estos últimos, han modelado al relieve en tres grandes unidades geomorfológicas con múltiples características y dinámicas. La Sierra alta y baja compleja y el lomerío con llanuras son las principales unidades geomorfológicas que se encuentran.

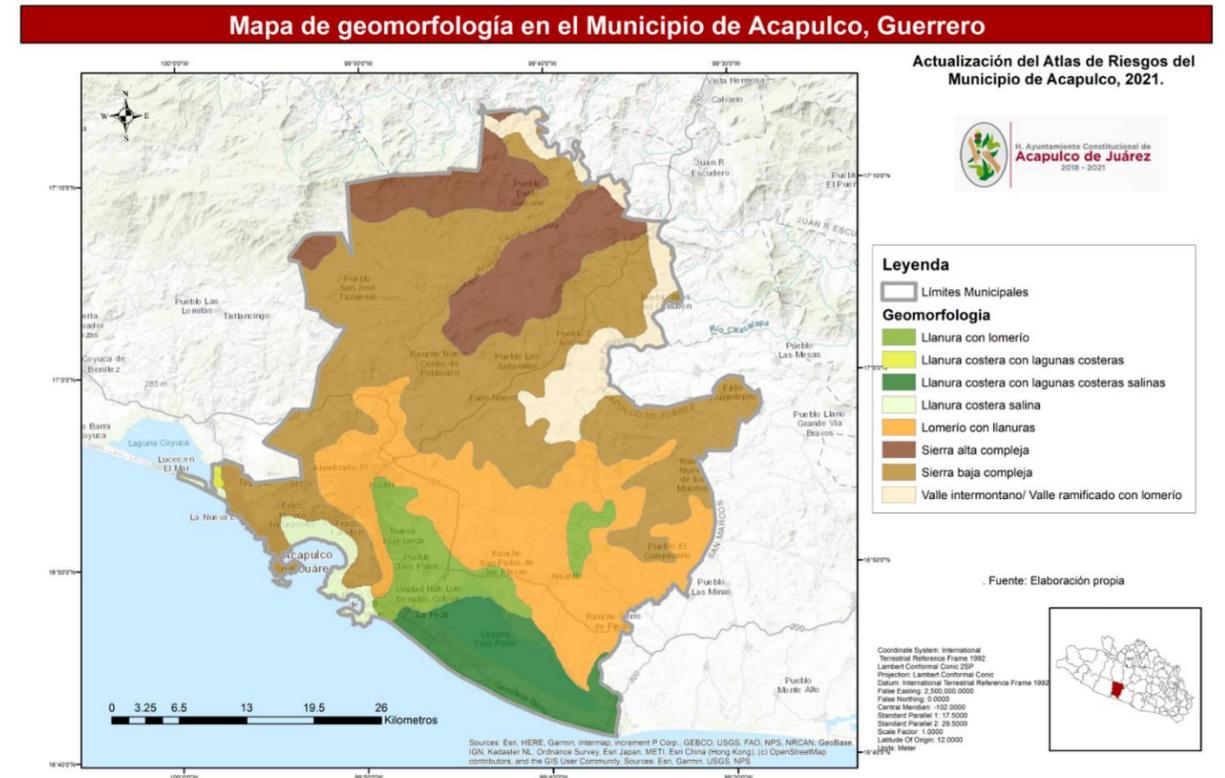
Cada una de estas unidades responde de manera distinta a las acciones de los procesos modeladores de erosión costera y fluvial, por ello, la geomorfología se conforma principalmente por amplias sierras que integran el municipio, siendo este el elemento principal presente en toda su superficie. Por su proximidad con el mar existen playas, marismas y esteros pantanosos a largo del litoral. Asimismo, las llanuras costeras presentan planicies bajas y están asociadas a zonas cercanas a las costas. También como rasgo característico existe una porción importante de llanuras con lomeríos que, comúnmente, es el lugar en donde se genera una zona de intercambio de materiales con el continente. A continuación, se detallan las principales formas del relieve en el municipio.

Tabla 3: Principales unidades morfogenéticas

Geomorfología	Área (Km2)	% de Sup.
Sierra baja compleja	741.6	42.8
Lomerío con llanuras	397.8	23.0
Sierra alta compleja	218.9	12.6
Llanura costera con lagunas costeras salina	134.6	7.8
Llanura con lomerío	105.3	6.1
Valle ramificado con lomerío	97.1	5.6
Llanura costera salina	29.7	1.7
Llanura costera con lagunas costeras	2.7	0.2
Valle intermontano	2.0	0.1
N/a	1.6	0.1
Total	1731.3	100

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

Ilustración 3: Mapa Geomorfológico del municipio de Acapulco de Juárez.



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

Geología

De acuerdo con el INEGI, la geología del municipio está compuesta principalmente por rocas pertenecientes al Jurásico (mesozoico) con un 68.9% de la superficie, después de rocas del terciario (cenozoico) con 15.1% del territorio, mientras que del periodo cuaternario (cenozoico) se contabiliza un 15%. Con respecto al área restante, el 0.7% corresponde al neógeno y, finalmente el 0.2% al cretácico. Únicamente se desconoce con exactitud el origen de la roca en el 0.1% del municipio.

Específicamente, en la parte municipio que rodea a la laguna de tres palos, las formaciones corresponden al mesozoico, mientras que en la zona norte que colinda con Chilpancingo de los Bravo pertenece al cenozoico terciario, sin embargo, en la parte central predomina las formaciones pertenecientes al jurásico.



La cuenca en donde se ubica el acuífero Bahía de Acapulco presenta una orientación NW-SE, paralela a la costa, con elevaciones máximas de 400 a 600 msnm en las sierras de que la delimitan. Presenta sierras abruptas y de morfología irregular, constituidas por rocas ígneas de composición granítica y granodiorítica. El relieve es juvenil y sumamente accidentado debido a que la región se encuentra en continuo rejuvenecimiento por la intensa actividad derivada de los movimientos tectónicos recientes y constantes.³

En cuanto al material rocoso, el municipio se divide en cuatro grandes categorías: roca metamórfica de tipo gneis con el 92.9% de la superficie, roca ígnea intrusiva con el 37.4%, ígnea extrusiva con 0.7% y sedimentaria (calizas) con 0.2% tal y como se desglosa a continuación:

Tabla 4: Tipos de roca y suelo localizados en el municipio de Acapulco de Juárez.

Roca	Tipo	Área (Km2)	% de superficie
Metamórfica	Gneis		
Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	807.2	46.6
N/A	N/A	647.3	37.4
Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	261.4	15.1
Sedimentaria	Caliza	11.4	0.7

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2010. 1:250000.

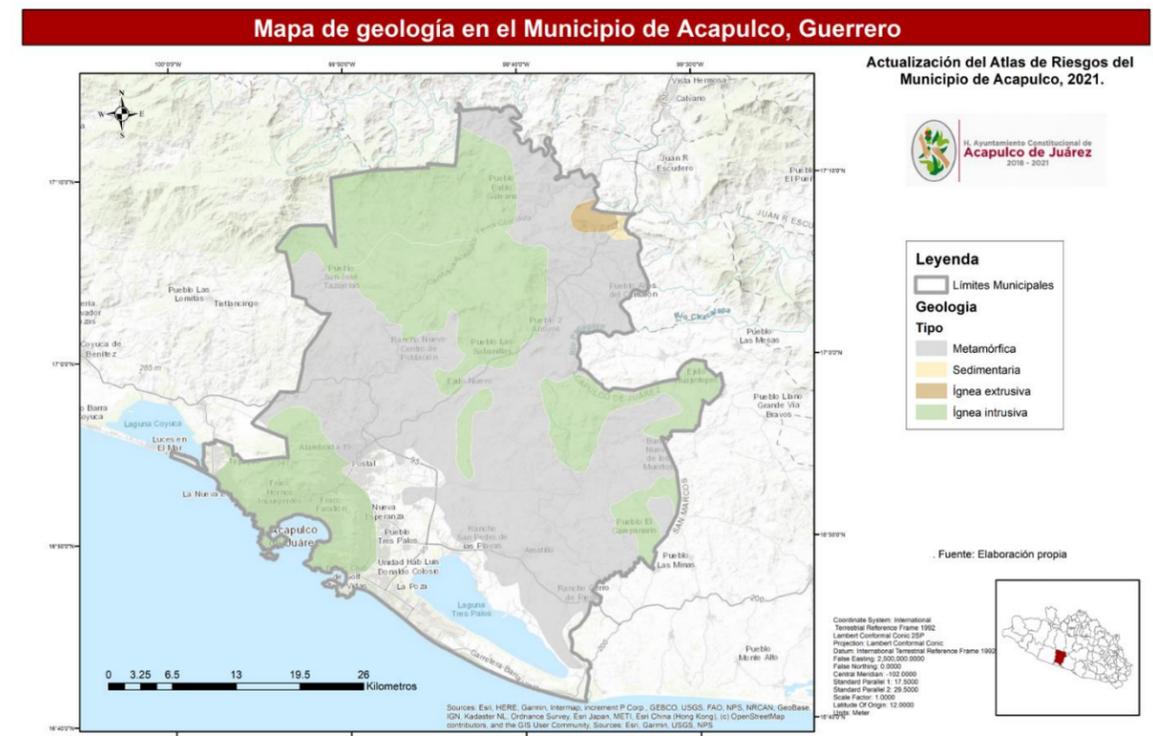
- **Gneis.** Es una roca metamórfica compuesta de cuarzo, feldespato potásico, mica y plagioclasa, rica en sodio. Se diferencia del granito por la disposición de los minerales en forma de capas o bandas, que se han producido tras la recristalización en líneas de flujo a partir de la roca madre, generalmente protolito.
- **Ígnea intrusiva ácida.** Son rocas que se forman a partir de magma enfriado lentamente en la corteza. Las rocas ígneas extrusivas se forman a partir de lava enfriada en la superficie. Estas rocas tienen cristales pequeños. La textura refleja cómo se formó una roca.
- **Ígnea extrusiva ácida.** Las rocas volcánicas o extrusivas se forman por la solidificación del magma (lava) en la superficie de la corteza terrestre, usualmente tras una erupción volcánica. Dado que el enfriamiento es mucho más rápido que en el caso de las rocas intrusivas, los iones de los minerales no pueden organizarse en cristales grandes, por lo que las rocas volcánicas son de grano fino (cristales invisibles a ojo desnudo), como el basalto, o completamente amorfas (una textura similar al vidrio), como la obsidiana.

³ Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Bahía de Acapulco (1226) Estado de Guerrero. Disponible en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/querrero/DR_1226.pdf. Consultado el 25 de enero de 2021.

- **Caliza.** La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO₃), en general calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita (MgCO₃) y otros carbonatos.

En cuanto a la distribución espacial de estos materiales, se puede dividir en tres zonas. La primera se localiza al norte de la Bahía y corresponde con la zona montañosa constituida por rocas metamórficas; al sur se encuentra la depresión granítica que forma propiamente que, junto con otros pequeños valles, han sido rellenados por los productos de la erosión de las rocas graníticas y por las principales corrientes aluviales de la bahía. La tercera zona corresponde con los depósitos de barra que forman las lagunas de Coyuca o Pie de la Cuesta y la Laguna de Nahuala o de Tres Palos.

Ilustración 4: Mapa Geológico del municipio de Acapulco de Juárez.



Fuente: Carta Geológica, INEGI

Edafología



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

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

Por ello, el municipio se caracteriza por tener un suelo predominantemente del tipo regosol, los cuales son poco desarrollados, procedentes de materiales no consolidados, con una susceptibilidad a la erosión de moderada alta; posee un único horizonte A claro, con muy poco carbono orgánico, demasiado delgado y duro y macizo a la vez cuando se seca y no tiene propiedades sálicas.

El segundo tipo de suelo más común es el feozem, los cuales son suelos con igual o mayor fertilidad que los vertisoles, ricos en materia orgánica, textura media, buen drenaje y ventilación, en general son poco profundos, casi siempre pedregosos y muy inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente.⁴

En la siguiente grafica se observa el porcentaje de superficie que ocupan los suelos en Acapulco de Juárez, para destacar que la mayor parte son de tipo regosol con un 52.6% del área municipal, seguido de los suelos feozem con una predominancia de 26.0% y finalmente los cambisoles con 15.7%.

Tabla 5: Suelos ubicados dentro del municipio de Acapulco de Juárez.

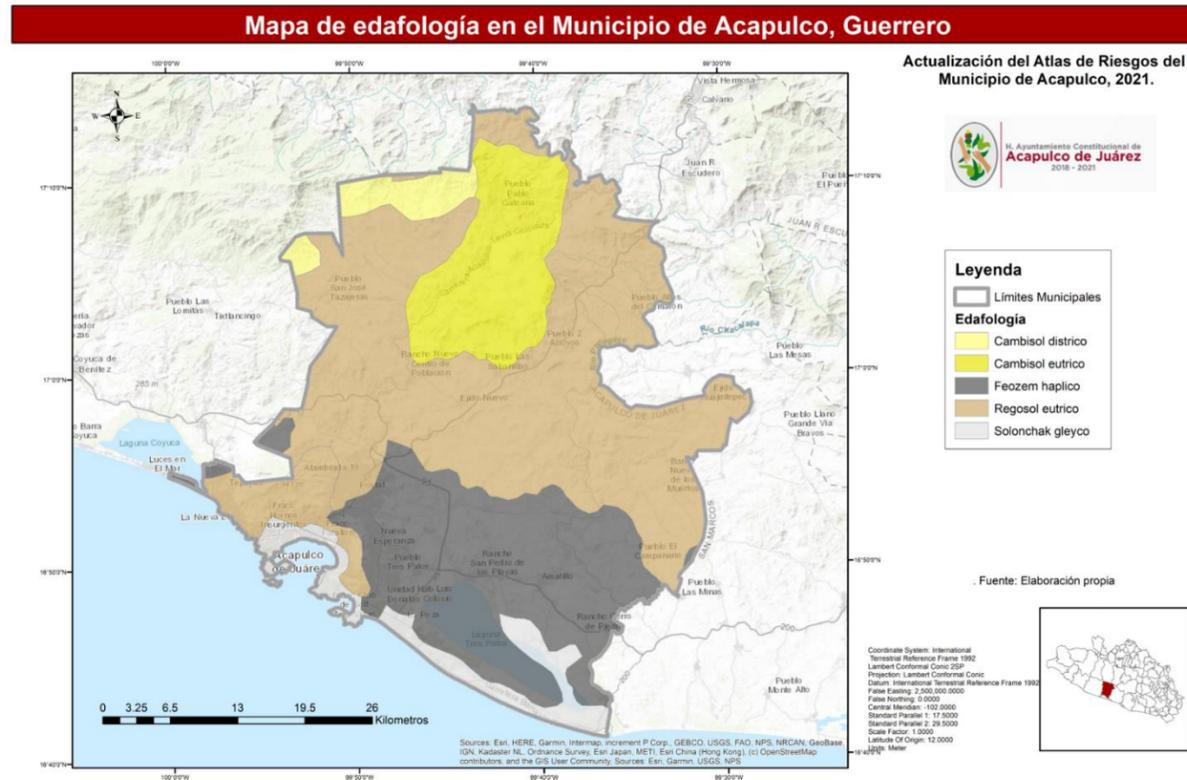
Suelo	Características	Área (Km2)	% de superficie
Regosol eutricto	Suelos poco desarrollados, generalmente constituidos por material suelto que es muy semejante a la roca de la cual se forma	910.8	52.6
Feozem haplico	Son suelos con igual o mayor fertilidad que los vertisoles, ricos en materia orgánica, textura media, buen drenaje y ventilación, en general son poco profundos, casi siempre pedregosos y muy inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente,	450.9	26.0
Cambisol eutricto/districo	Cambisol deriva del vocablo latino "cambiare" que significa cambiar, haciendo alusión al principio de diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos, entre otros	271.7	15.7
Solonchak Gleyco	Contienen altos contenidos de sales en condiciones de aridez, lo que limita el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales; son de color claro y no son aptos para la agricultura.	78.9	4.6
Otro		19.1	1.1
		1731.3	100

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

⁴ Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Chiapas. Disponible en: http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/MAPEMREG/REGION_VII_DE_LOS_BOSQUES_post.pdf#:~:text=Los%20feozem%20son%20suelos%20con,en%20el%20cultivo%20de%20pastos%2C, consultado del 16 de enero de 2021.



Ilustración 5: Mapa Edafológico del municipio de Acapulco de Juárez.



Fuente: INIFAP - CONABIO 1995

Hidrografía

El municipio forma parte de dos regiones hidrológicas, por un lado, la región Costa Grande y en ella prácticamente toda la zona oeste, suroeste y sur del municipio es bañada por la cuenca del río Atoyac y por el otro, el resto del territorio municipal forma parte de la región Costa Chica-Río Verde y es enriquecido por el río Papagayo, el cual tiene una longitud de 78.4 km.⁵

⁵ Programa Regional de Acapulco 2016-2021. Disponible en: <http://i.guerrero.gob.mx/uploads/2019/10/Programa-Regional-Acapulco-2016-2021.pdf> consultado el 25 de enero de 2021.

Otros recursos hídricos de tipo lótico, es decir, en movimiento, son el río de La Sabana que cruza el municipio, los arroyos de Xaltianguis, Potrerillo, La Provincia y Moyoapa, así como el río Omitlán. Por su parte, los recursos hídricos lénticos más representativos son las lagunas de Tres Palos y de Coyuca, Laguna Negra y La Sabana. Esta escasa distribución de cuerpos de agua son indicativos de la permeabilidad de suelos y materiales, así como la presencia de acuíferos someros con un nivel freático de poca profundidad que se encuentran en equilibrio hidrológico con respecto al nivel del agua de mar. Este delicado equilibrio se ve manifestado por la zona de manglar en el borde noroccidental de la Laguna Tres Palos.⁶

En general, una de las características de la red de drenaje natural es su configuración sub radial y sub dendrítico que fluye desde la sierra del Parque Nacional El Veladero hacia la bahía de Acapulco. Estos patrones corresponden a la erosión fluvial sobre rocas ígneas intrusivas de composición granítica en donde se presentan algunas corrientes perennes. En los cambios de pendiente hacia la zona costera, los patrones dendríticos amplios corresponden a suelos y materiales sin consolidar como arenas, gravas y bloques intermitentes que desaparecen porque se presenta material granular permeable en la zona costera que facilita la infiltración de agua superficial. Esta característica es importante para considerar que las descargas de aguas residuales contribuyen a la contaminación de acuíferos de la región y en especial en el subsuelo de la zona urbana de Acapulco. La mayor parte de las corrientes intermitentes que confluyen en la bahía de Acapulco, han sido entubados o canalizados; hacia el norte y noreste de la zona urbana, los ríos y los arroyos tributarios del Río La Sabana fluyen de norte a sur hacia la Laguna Tres Palos en donde desaparecen en una planicie fluvial conformada por material y suelo permeable.

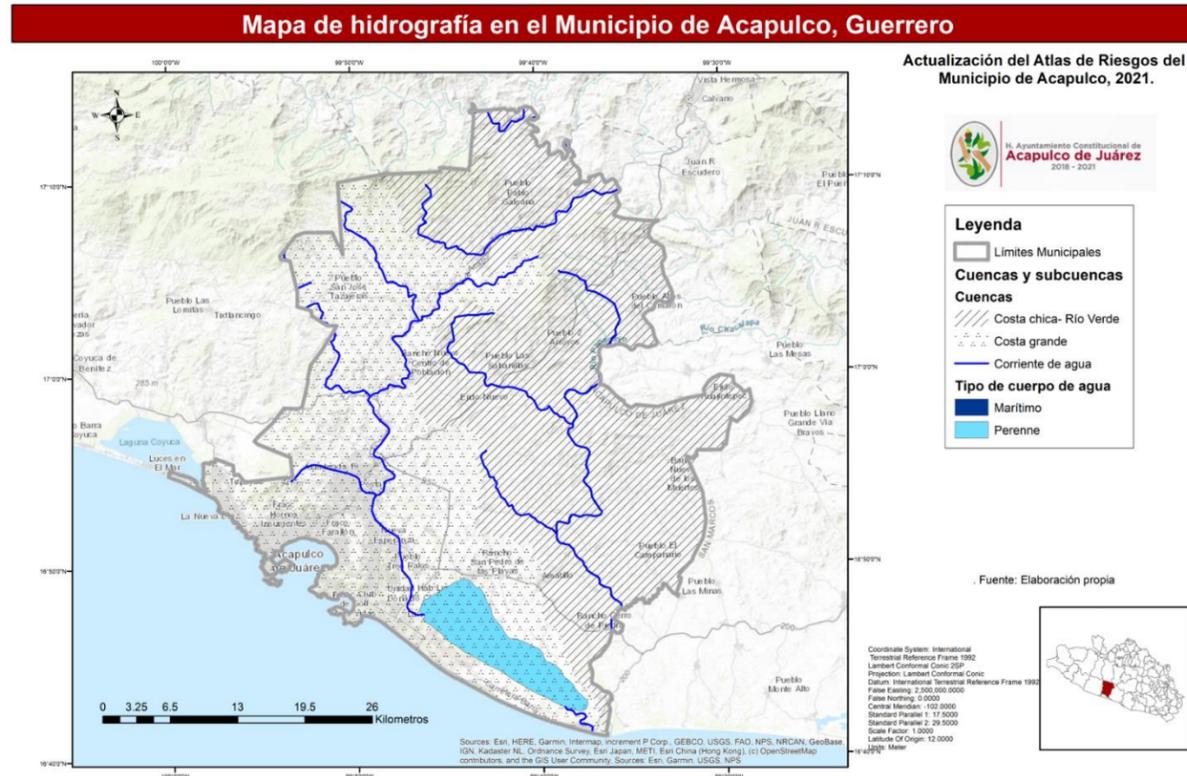
Tabla 6: Cuerpos de agua perenne.

Tipo de cuerpo de agua	Nombre	Área (Km2) /Long Km	% de superficie
Perenne	Laguna Tres Palos	68.2	3.9
Perenne	Laguna Coyuca	0.2	0.0
Marítimo	Litoral	1.1	0.1
		69.5	4.0

Fuente: Prontuario de Información Geográfica de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI 2009.

⁶ Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad regional del proyecto; "Camino Xaltianguis Río Verde, en el municipio de Acapulco de Juárez, en el estado de Guerrero" Disponible en: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/gro/estudios/2019/12GE2019V/D065.pdf> consultado el 16 de enero de 2021.

Ilustración 6: Mapa Hidrográfico del municipio de Acapulco de Juárez.



Fuente: SIATL INEGI

En el municipio, los escurrimientos más importantes tienen su origen en las partes altas de la Sierra Madre del Sur; entre ellos se encuentran los ríos La Sabana, Papagayo, Atoyac, Tecpan, San Luis y Coyuca. El río La Sabana tiene origen en el cerro de San Nicolás de la Sierra Madre del Sur, a una altura de 1600 msnm, con el nombre de Aguacatillo y recorre una longitud de casi 57 km hasta su confluencia en la laguna de Tres Palos. A lo largo de la zona, desde el ejido La Venta, pasando por las localidades de La Sabana, El Cayaco y Tres Palos, el cauce del río se ensancha, en su entrada al valle, lo que origina un abanico aluvial que, a su vez, produce numerosos meandros a través de su recorrido. En la región de Acapulco y La Sabana los principales elementos hidrográficos que la rodean son los ríos La Sabana y Papagayo, y las lagunas de Coyuca y de Tres Palos. Sin embargo, en la zona de la bahía no existen elementos hidrográficos importantes; ya que sólo existen escorrentías intermitentes a lo largo de las rocas graníticas que generalmente son captadas por el sistema de drenaje de la ciudad. Salvo los pozos

radiales que abastecen al complejo turístico de Acapulco y a la zona urbana de la bahía, así como el acueducto que conduce el agua extraída, no existe infraestructura hidráulica de mayor importancia en la zona.

Una de las mayores amenazas de contaminación se sitúa en el sistema de subcuencas río La Sabana-Laguna Negra-Laguna Tres Palos como también en el río Papagayo. Dentro de sus principales problemáticas se puede observar que existe una alta modificación del entorno en la parte baja de la cuenca por deforestación, desecación, sobreexplotación de pozos y contaminación, así como transformación de muchas zonas en pastizales y un hábitat muy deteriorado por influencia de la zona turística.

Por su parte, en cuanto a contaminación existe una cantidad importante de sedimentos en suspensión, materia orgánica, basura y descargas de la zona hotelera, principalmente en la Laguna Tres Palos y en la Laguna La Sabana- En lo que se refiere al uso de recursos, no hay un control sobre la pesca ni tratamiento adecuado de las aguas residuales, lo que ocasiona severos daños al medio ambiente.

Cuencas y Subcuencas

El municipio de Acapulco de Juárez se ubica dentro de la Región Hidrológica Administrativa V Pacífico Sur, la cual comprende la totalidad de los estados de Guerrero y Oaxaca. Específicamente, el municipio de Acapulco de Juárez se sitúa entre dos subregiones importantes: la RH 19 costa grande y la RH 20 Costa chica-Río Verde y representan 47.7% y el 52.3% del territorio, respectivamente.

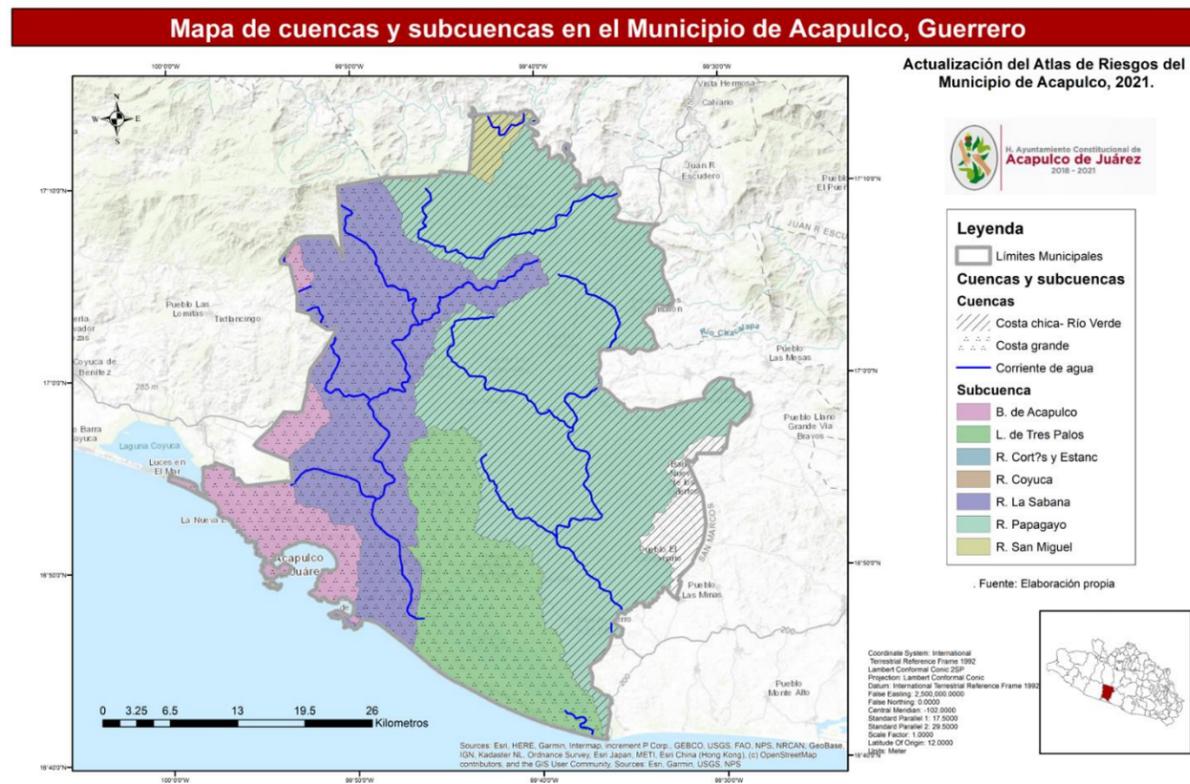
Tabla 7: Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas del municipio de Acapulco de Juárez.

Cuenca		Subcuenca	
Nombre	% de la superficie	Nombre	% de la superficie
Costa Chica-Río Verde	52.3	R. Papagayo	48.2

Costa grande	47.7	R. Atoyac	47.7	R. La Sabana	24.8
				L. de Tres Palos	15.9
				B. de Acapulco	6.9
				R. San Miguel	1.4
				R. Coyuca	0.0
	R. Nexpa y otros	2.7	R. Cortes	2.7	

Fuente: Prontuario de Información Geográfica de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI 2009.

Ilustración 7: Mapa de Cuenca y Subcuenca a los que pertenece el municipio de Acapulco de Juárez.



Fuente: SIATL INEGI

Bravo y Coyuca de Benítez, pertenece al clima semicálido subhúmedo en las partes altas de la cuenca con el 0.6% de la superficie. Esta clasificación se basa en que la temperatura media anual del mes más frío es mayor de 18° C, con lluvias en verano y oscilación de temperatura menor de 5 °C, siendo junio el mes más cálido⁷

La precipitación pluvial presenta su temporada principal de lluvias en verano, extendiéndose hasta el otoño (mayo-octubre). Los valores varían de 1020 a 1430 mm, con una media anual de 1213 mm. La temperatura media mensual varía entre los 21 y 33 °C, siendo junio el mes más caluroso, en tanto que los valores medios anuales varían entre los 22 y 26 °C, con valores extremos de 22 y 33 °C, dependiendo de la altura sobre el nivel medio del mar. El valor de la evaporación potencial varía de los 1300 a 2100 mm anuales, con una media anual de 1766 mm mayor que la precipitación, excepto para los meses de junio a septiembre cuando se registran los valores más altos de lluvia.⁸

Las zonas más cálidas se encuentran muy cerca del litoral costero. En ese sentido, las tormentas tropicales y los huracanes son una amenaza a partir de mayo y hasta noviembre. Los meses con más días de lluvia son agosto y septiembre. La precipitación anual promedio es variada, en su extremo sur, particularmente en el sureste, presenta 1,200 mm. En la zona centro y los extremos oeste y suroeste del territorio donde se localiza la cabecera municipal se presentan precipitaciones de 1,500 mm. En su extremo norte, en una muy pequeña porción, se llega a presentar precipitaciones de hasta 2,000 mm. La temperatura anual en Acapulco se encuentra entre 31.4°C la máxima y la mínima a 24.5°C. La precipitación promedio es de 1,367.3 mm al año. El promedio anual de días con lluvia es de 69.

Tabla 8: Climas del municipio de Acapulco de Juárez.

Clima	Descripción	Área (Km ²)	% de superficie
Awo (w)	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 4% del	1719.4	99.3

Clima

De acuerdo con la clasificación de climas de Köppen, modificados por E. García (1964), el clima imperante dentro del área de estudio es el cálido subhúmedo Awo (w) que corresponde a toda la planicie costera y que ocupa el 99.3% de la superficie. Únicamente una pequeña porción situada el norte, en los límites con Chilpancingo de los

⁷ Guía para la interpretación de cartografía climatológica, Inegi. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/clima/CLIMATIII.pdf, consultado el 21 de enero de 2021.

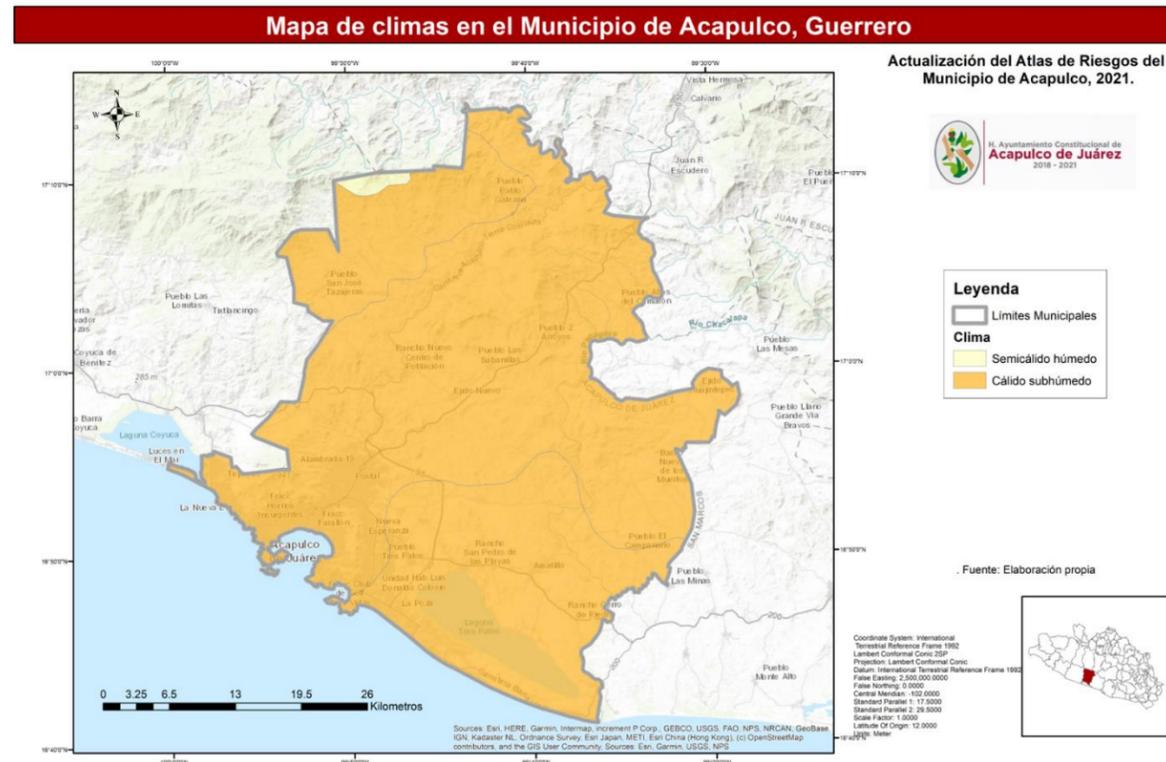
⁸ Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Bahía de Acapulco (1226) Estado de Guerrero. Disponible en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/querrero/DR_1226.pdf. Consultado el 25 de enero de 2021



Clima	Descripción	Área (Km ²)	% de superficie
	mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.		
(A)C(m)	Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano, precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	10.8	0.6
Otros	Agua	1.1	0.1
		1731.3	100

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

Ilustración 8: Mapa de Climas del municipio de Acapulco de Juárez.



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

Uso de suelo

El desarrollo del estado de Guerrero se ha basado de manera importante en el aprovechamiento de sus recursos naturales, lo que ha propiciado procesos de deterioro ambiental que incluyen la fragmentación de ecosistemas, pérdida de hábitat de flora y fauna, un creciente de deforestación que provoca una importante pérdida anual de 42 mil hectáreas de selvas y bosques en la entidad.⁹

En los últimos 18 años, el cambio de uso del suelo de áreas de manglares y pantanales que se ha registrado en el municipio de Acapulco para el desarrollo de unidades habitacionales es una de las principales prácticas que han disminuido las cubiertas vegetales y ha transformado el paisaje deteriorando el medio ambiente.

De esta manera, se identifica que las cubiertas Agrícola y Pastizal inducido, son las que más registran disminuciones con respecto a las tasas de cambio. De igual manera, las cubiertas de Bosques de encino y los Cuerpos de agua, son las más estables. Por el contrario, si consideramos los asentamientos humanos y las zonas urbanas como una sola cubierta de suelo, se observa un crecimiento de 5.4% de 2003 a 2013¹⁰.

Con respecto a la actual distribución del uso de suelo, el tipo de cobertura predominante es la vegetación secundaria la cual ocupa un 52.5% de la superficie municipal y cuenta con 909.1 km², tal y como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 9: Porcentajes de cobertura de uso de suelo y vegetación.

Tipo de cobertura	Área (Km ²)	% de superficie
Vegetación secundaria	909.1	52.5
Agricultura de temporal	393.1	22.7
Urbano	123.2	7.1
Agricultura de riego	79.1	4.6
Cuerpo de agua	61.7	3.6
Bosque	49.4	2.9

⁹ Gobierno del estado Libre y Soberano de Guerrero (2015). El pulmón verde de México, Guerrero. Disponible en: <http://guerrero.gob.mx/articulos/guerrero-el-pulmon-verde-de-mexico/>, consultado el 21 de enero de 2021.

¹⁰ Najera Valle et al. Análisis de la ocupación y uso de suelo en el Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, México durante el periodo 2003 a 2013. Publicado en: https://www.researchgate.net/publication/326408329_Analisis_de_la_ocupacion_y_uso_del_suelo_en_el_Municipio_de_Acapulco_de_Juarez_Guerrero_Mexico_durante_el_periodo_2003_a_2013, consultado el 21 de enero de 2021.



Tipo de cobertura	Área (Km2)	% de superficie
Pastizal	44.8	2.6
Sabanoide	35.4	2.0
Selva	19.2	1.1
Manglar	8.0	0.5
Otro	6.4	0.4
Desprovisto de vegetación	1.7	0.1
	1731.3	100

Fuente: INEGI, 2016

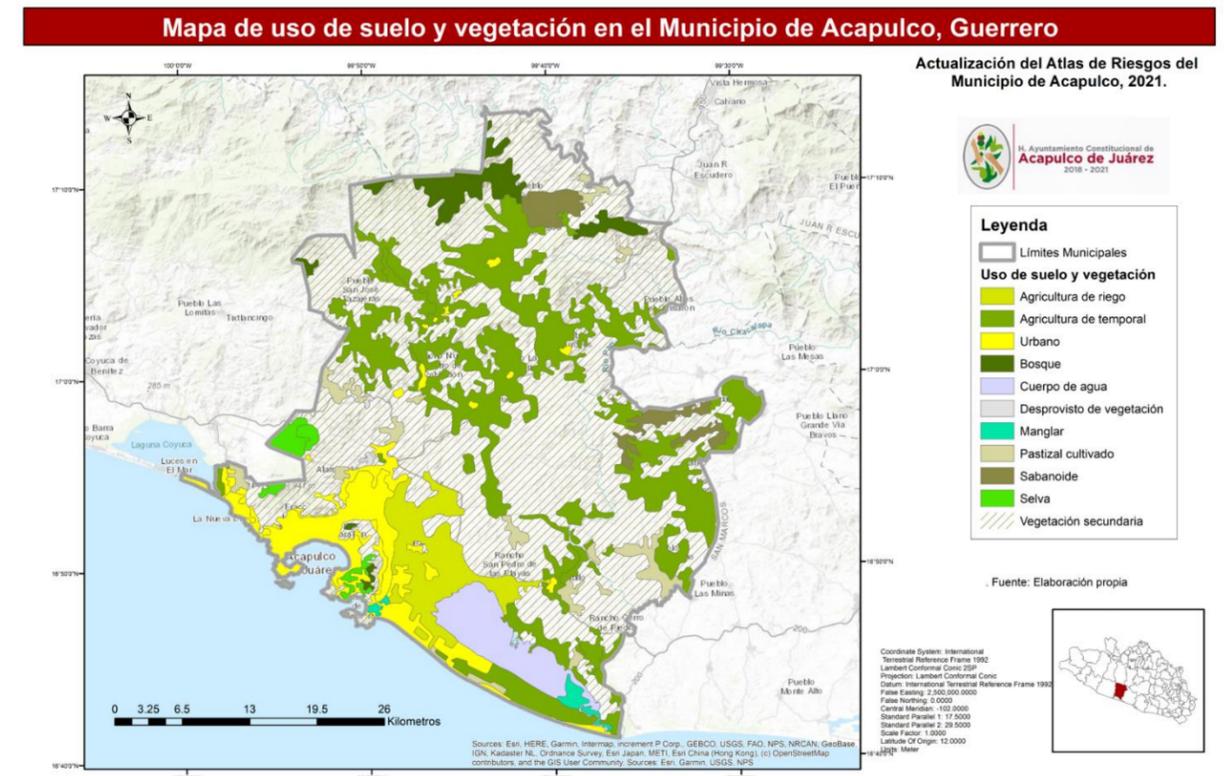
Vegetación secundaria: La vegetación que se desarrolla después de un disturbio (natural o humano) como resultado del proceso de sucesión secundaria, tras pasar por diversos estadios. Es el suelo predominante en el municipio con 52.5% de la superficie total.

Agricultura de temporal: La agricultura de temporal es un sistema de producción que depende del comportamiento de las lluvias durante el ciclo de producción y de la capacidad del suelo para captar el agua y conservar la humedad. Esta cobertura ocupa el 22.7% de la superficie municipal.

Agricultura de riego: consiste en el suministro de importantes cantidades de agua a los cultivos a través de diversos métodos artificiales. Este tipo de agricultura requiere grandes inversiones económicas y una cuidada infraestructura hídrica: canales, acequias, aspersores, albercas que exige, a su vez, un desarrollo técnico avanzado. Ocupa únicamente el 4.6% de la superficie municipal.

Manglar: El manglar es un bioma formado por árboles muy tolerantes a las sales existentes en la zona cercana a la desembocadura de cursos de agua. Entre las áreas con manglares se incluyen estuarios y zonas costeras. Esta cobertura ocupa el 0.5% de la superficie del municipio.

Ilustración 9: Mapa de Uso de Suelo y Vegetación en el municipio de Acapulco de Juárez.



Fuente: INEGI

Áreas naturales protegidas

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



Nuestro país cuenta con 182 áreas naturales de carácter federal, y cada uno de los Estados tiene diferentes categorías de ANP. Como parte de las ANP, el municipio únicamente cuenta con el parque Nacional El Veladero que es una extensa reserva ecológica situada en la zona alta o anfiteatro de la bahía. Cuenta con una extensión de 31.2 km². Dentro del sitio, se asienta la localidad que lleva el mismo nombre del parque, misma de la que se derivan numerosos asentamientos irregulares que, en numerosas ocasiones, han puesto en peligro la conservación ecológica del lugar.

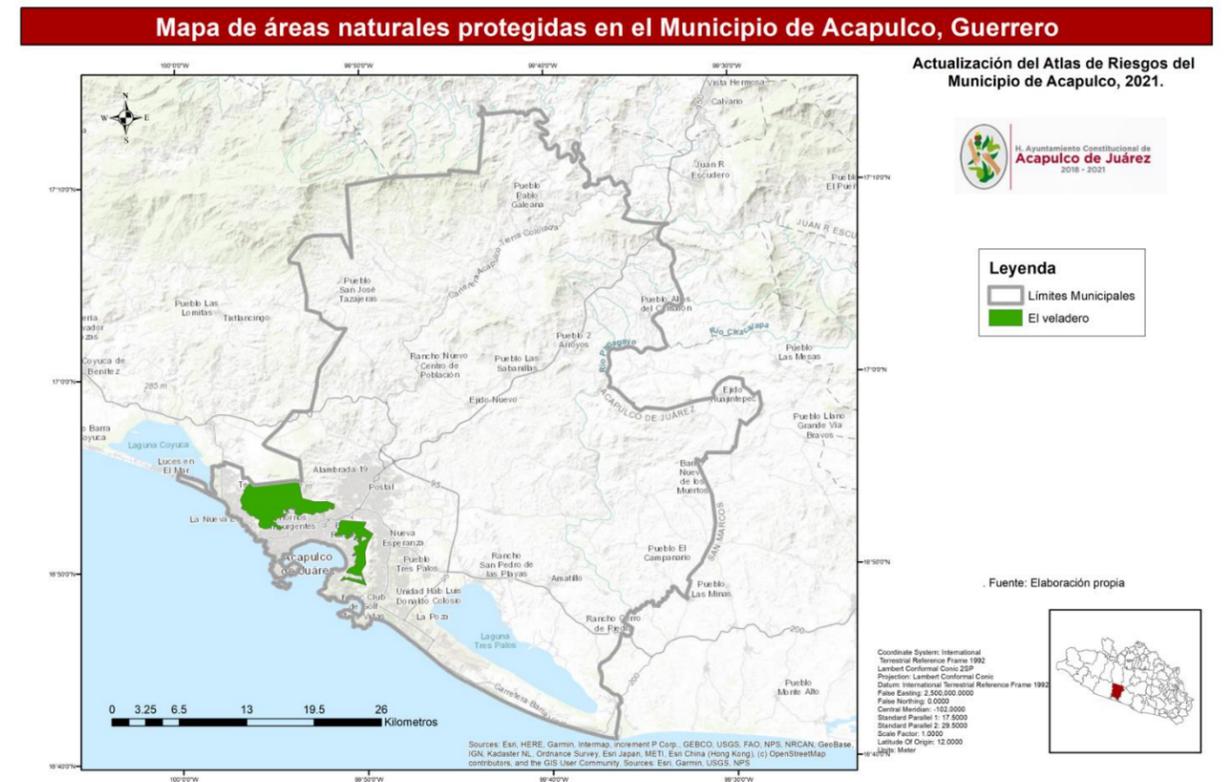
Su vegetación está conformada, como en gran parte del municipio, de selvas de tipo mediana subcaducifolia y predominan los encinos *Quercus affinis* y *Quercus laurina*, así como la Selva caducifolia.

La fauna domina en especies de aves, reptiles como iguanas y serpientes y destaca la especie de boa denominada *Constrictor imperator*, el garrobo conocido como *Ctenosaura pectinata*, el águila pescadora *Pandion haliaetus*, el escorpión de tipo *Heloderma horridum* y la iguana verde.¹¹

Otra área verde de acceso a gran parte de la población urbana es el Parque Ignacio Manuel Altamirano, mejor conocido como el Parque Papagayo, es una amplia reserva ecológica, recreativa y turística que tiene un área de 21.8 hectáreas, es la única superficie verde que comparte con los pobladores para actividades de recreo.

El intenso crecimiento demográfico, la falta de estrategias de planeación y manejo interinstitucional, así como el desconocimiento del valor ecológico de los sistemas, han ocasionado graves problemas de contaminación e impacto ambiental y la pérdida de valiosos recursos naturales.

Ilustración 10: Mapa de Áreas Naturales Protegidas del municipio de Acapulco de Juárez



Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Tabla 10: ANP del municipio de Acapulco de Juárez.

Nombre	Fecha de decreto	Categoría	Área (Km ²)	% de superficie
El veladero	17/07/1980	Reserva Ecológica	31.2	1.8

Fuente: CONANP, 2016.

¹¹ Instituto Nacional de Ecología. "Parque Nacional El Veladero". Disponible en: <https://web.archive.org/web/20070726223644/http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/108/gro.html>, consultado el 21 de enero de 2021



Capítulo 3 Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.

La dinámica demográfica, así como las actividades y estructura económica que componen al Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero. Constituyen una parte fundamental a considerar dentro del Atlas de Riesgos. Esto permite la identificación de los diversos factores socioeconómicos, culturales y políticos, detectando el grado de vulnerabilidad social que pudieran presentar ciertos sectores de la población, facilitando la toma de decisiones, y el planteamiento de estrategias dirigida a la población que pueda ser más susceptible a sufrir daños por los riesgos, ya sean estos de origen natural o provocados por el ser humano.

Dinámica Demográfica.

El Estado de Guerrero, según datos obtenidos por el INEGI, contaba con una población de 3,540,685 habitantes en el año 2020. El Municipio de Acapulco, cuenta con un total de 779 566 habitantes, con una población masculina de 371,794 que representa el 47.6%, y un total de 407 772 mujeres que representa el 52.4% de la población. (INEGI, 2020).

Tabla 11: Población del municipio de Acapulco, 2020.

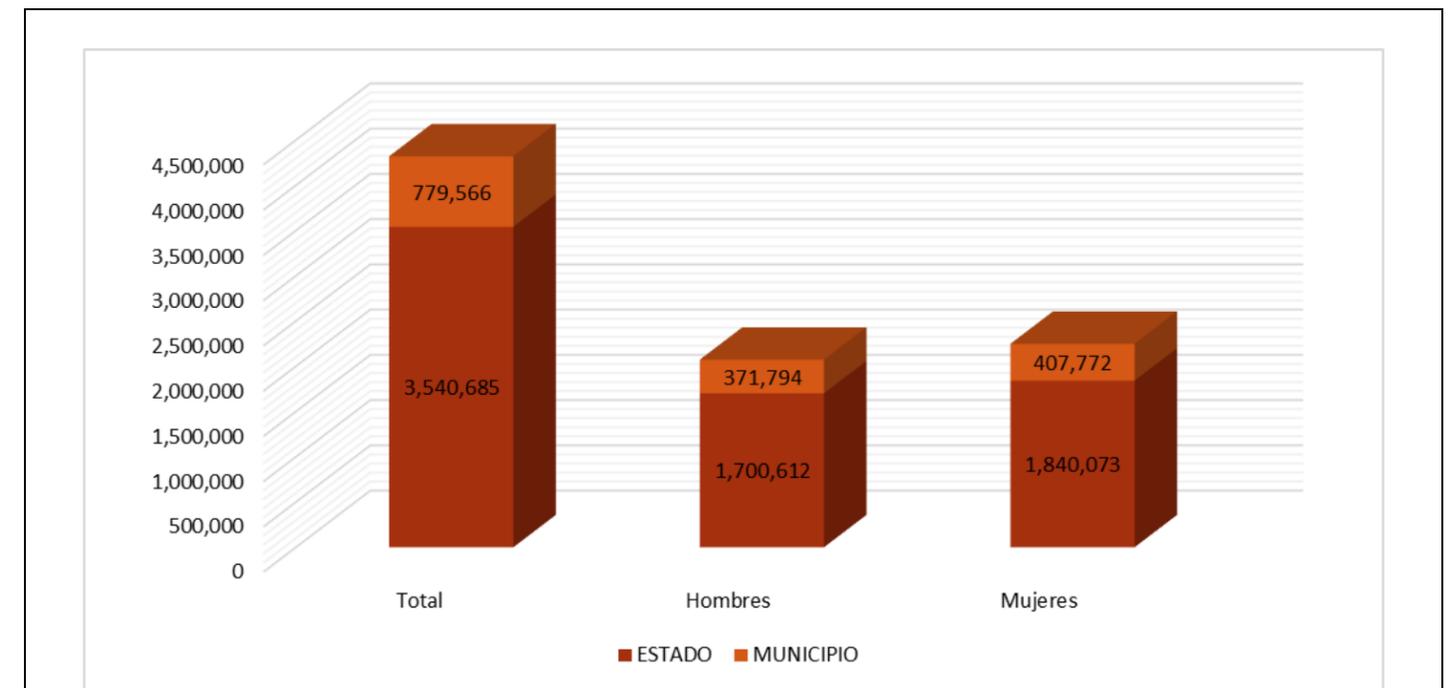
Municipio	Total	Hombres	Mujeres
Guerrero	3 540 685	1 700 612	1 840 073
Acapulco de Juárez	779 566	371 794	407 772

Fuente: CONAPO. Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050. www.gob.mx/conapo (21 de febrero de 2020).

Proyección de la población de Acapulco de Juárez al año 2030

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2020 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) el municipio de Acapulco de Juárez, contabilizó una población de 779,566 habitantes, cifra que lo hace el municipio más habitado en el estado de Guerrero, representando el 23% de la población estatal. El Consejo Nacional de Población (CONAPO), estima que para el 2030 se contará con una población de 879,038 habitantes, mostrando una tendencia de estabilización en la tasa de crecimiento poblacional. (INEGI, 2020).

Ilustración 11: Población del municipio de Acapulco, 2020.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: https://acapulco.gob.mx/transparencia/wp-content/uploads/marcojuridico/planes/PLAN_MUNICIPAL_DE_DESARROLLO_2018-2021.pdf



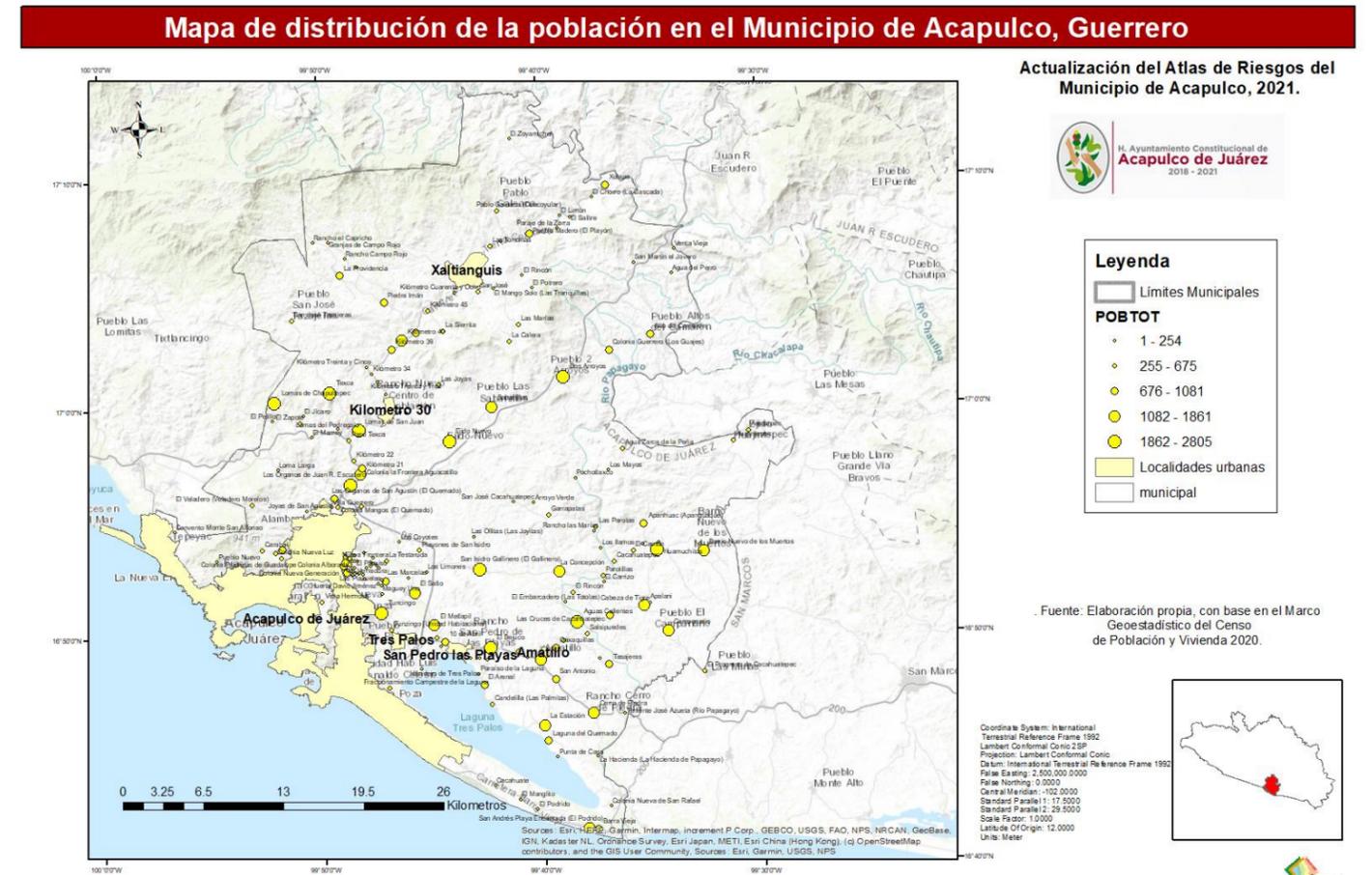
Distribución de la población

Se localiza al sur de la capital del estado, geográficamente se ubica entre los paralelos 16°41' y 17°14' de latitud norte; los meridianos 99°28' y 101°00' de longitud oeste. Cuenta con una superficie territorial de 1,883.60 km², que representa el 2.6% de la superficie del estado y con un litoral de 62 km que constituye el 12.3% de la costa guerrerense. (INEGI, 2020)

Colinda al norte con los municipios de Juan R. Escudero (Tierra Colorada) y Chilpancingo de los Bravo; al oriente con el municipio de San Marcos, al sur con el océano Pacífico y al poniente con el municipio de Coyuca de Benítez. (INEGI, 2020)

Forma parte de los 81 municipios que tiene el estado, está integrado por una cabecera municipal que es la ciudad de Acapulco, y está organizado territorialmente por 67 comisarías y 57 delegaciones municipales. (INEGI, 2020)

Ilustración 12: Mapa de Distribución de la Población en el Municipio de Acapulco, Guerrero.



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Densidad de la población.

Es la relación entre un espacio determinado y el número de personas que lo habitan, la cual se obtiene dividiendo el número de personas que viven en un lugar específico entre el número de kilómetros cuadrados que mide ese territorio. (INEGI, 2015)



Tabla 12: Densidad poblacional de Acapulco de Juárez.

Municipio de Acapulco de Juárez	Estado de Guerrero	Nacional
451.3	55	64

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Panorama sociodemográfico de Guerrero, México 2020. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/>

Pirámide poblacional

En relación con la población por grupos quinquenales en este municipio, los rangos de edad donde se concentran los mayores porcentajes de la población son en la infancia de 0-4 años, que representa el 7.5%, de 5-9 años que es de 8.3%, de 10-14 alcanzando el 8.6%, de 15-19 que es de 8.6%, y el de 20-24 años que alcanza un 8.1%, ubicada ésta como la población de mayor riesgo en el consumo de drogas. Si comparamos estos datos con la estadística estatal, encontramos que los porcentajes son similares en la población infantil hasta la adolescencia, siendo el porcentaje más alto el grupo de 10 a 14 años. (INEGI, 2020).

Tabla 13: Población por grupos quinquenales de edad.

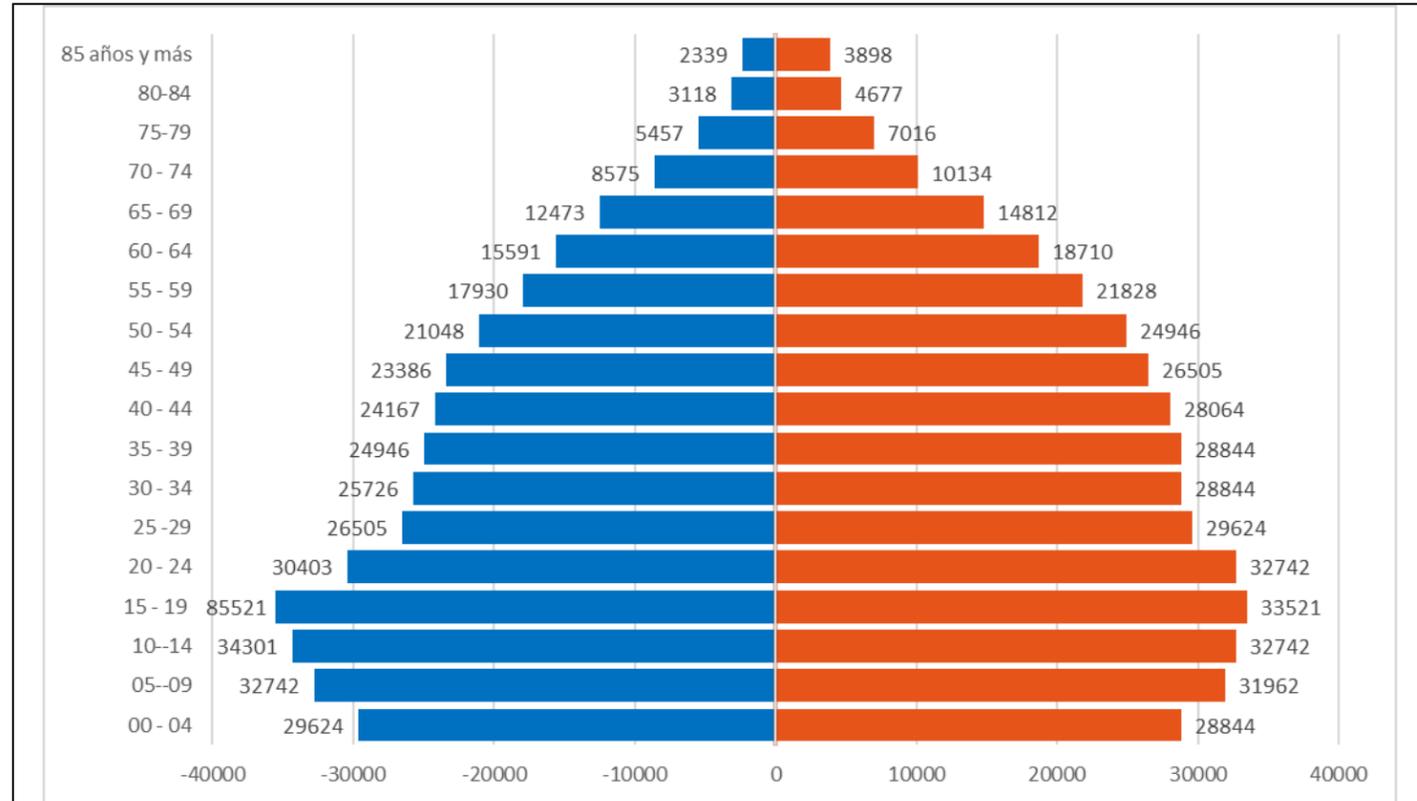
Entidad federativa	Grupos quinquenales de edad	Población total
Guerrero	00-04 años	336 365
	05-09 años	350 528
	10-14 años	350 528
	15-19 años	325 743
	20-24 años	283 255
	25-29 años	258 470
	30-34 años	237 226
	35-39 años	223 063
	40-44 años	212 441
	45-49 años	191 197
	50-54 años	177 034
	55-59 años	152 249
	60-64 años	155 790
65-69 años	123 924	
70-74 años	84 976	

Entidad federativa	Grupos quinquenales de edad	Población total
Acapulco de Juárez	75-79 años	56 651
	80-84 años	38 948
	85 años y más	38 948
	Total	3 540 685
	00-04 años	58 467
	05-09 años	64 704
	10-14 años	67 043
	15-19 años	67 043
	20-24 años	63 145
	25-29 años	56 129
	30-34 años	54 570
	35-39 años	53 790
	40-44 años	52 231
	45-49 años	49 892
	50-54 años	45 994
	55-59 años	39 758
	60-64 años	34 301
	65-69 años	27 285
	70-74 años	18 710
	75 a 79 años	12 473
80 a 84 años	7 796	
85 años y más	6 237	
TOTAL	779 566	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Tabulados Guerrero. Población. México. 2020. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/>

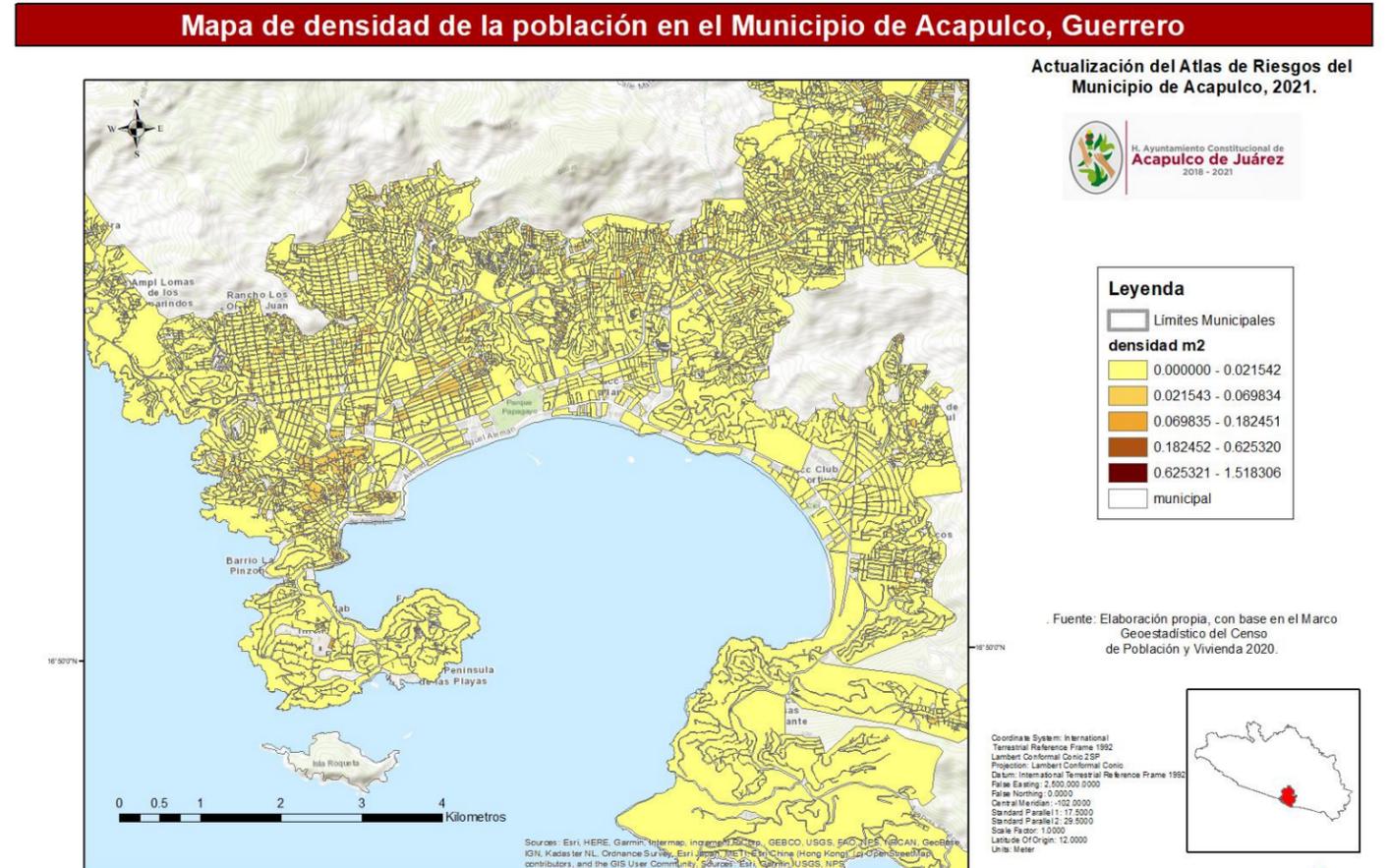


Ilustración 13: Pirámide poblacional del Municipio de Acapulco de Juárez



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2020 Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/>

Ilustración 14: Mapa de Densidad de la Población en el Municipio de Acapulco, Guerrero.



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.



Características Sociales de Acapulco

Porcentaje de analfabetismo

La población que cuenta con algún grado de escolaridad en el municipio de Acapulco, observamos que **34 065 son analfabetas** y 37 734 se encuentran sin escolaridad, 187 300 corresponde a educación básica, 270 012 con educación posbásica y 180 702 tienen instrucción superior. Mientras que a nivel Estatal 310 327 se encuentran sin escolaridad, 858 733 cuentan con educación básica, 852 693 cursan educación posbásica y 548 806 tienen instrucción superior. (INEGI, 2020).

Tabla 14: Población de 15 años y más por nivel de escolaridad.

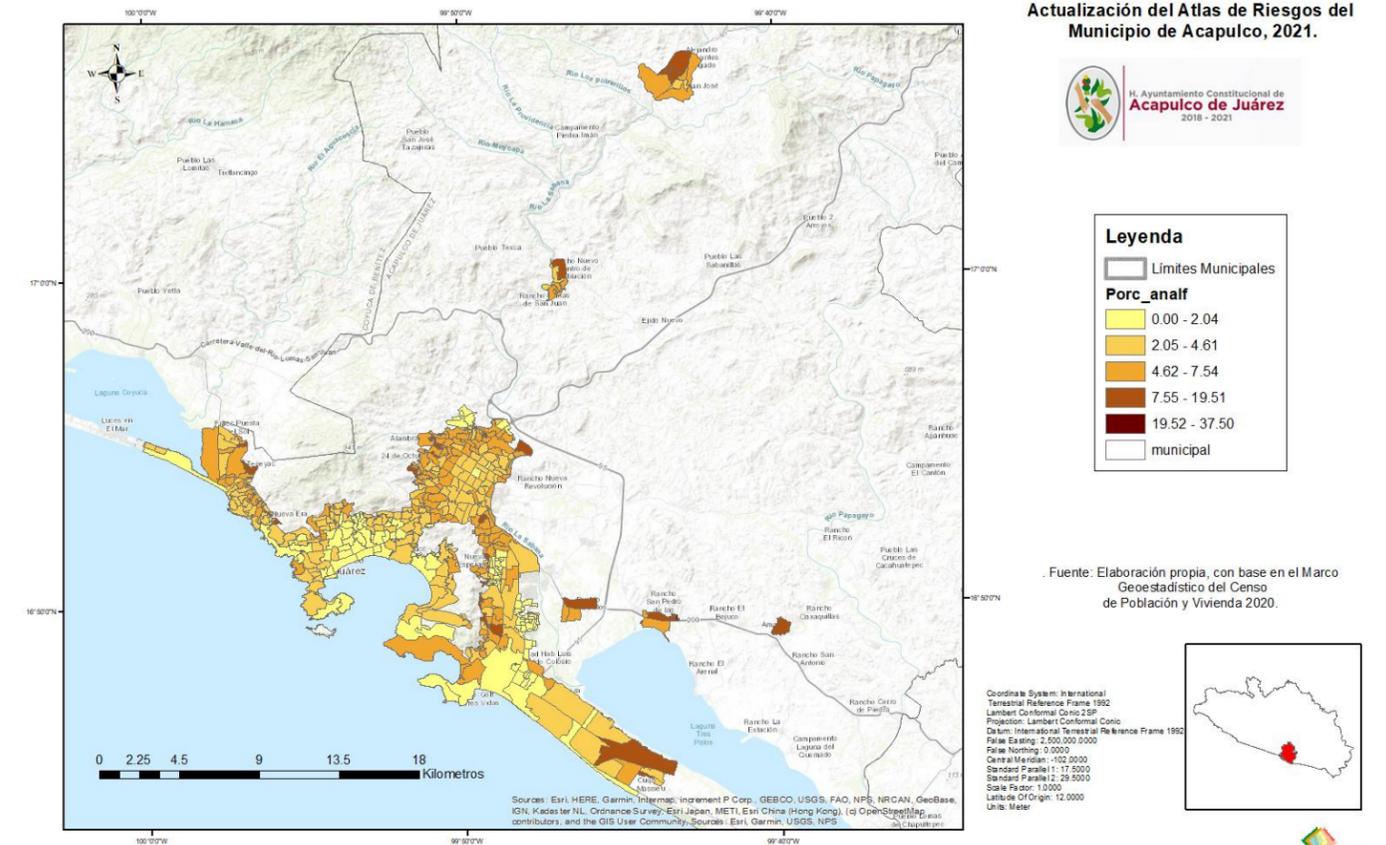
Nivel De Escolaridad	Municipio De Acapulco De Juárez	Estado De Guerrero
Sin escolaridad	37 734	310 327
Educación básica	187 300	858 733
Educación media superior	270 012	852 693
Educación superior	180 702	548 806

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/>

Los datos anteriores indican que en el municipio de Acapulco el nivel de escolaridad a nivel medio superior y superior es alto comparado con los porcentajes estatales. (INEGI, 2020).

Ilustración 15: Mapa de porcentaje de analfabetismo en el Municipio de Acapulco, Guerrero

Mapa de porcentaje de analfabetismo de la población en el Municipio de Acapulco, Guerrero



Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco, 2021.



Leyenda

- Limites Municipales
- Porc_analf
 - 0.00 - 2.04
 - 2.05 - 4.61
 - 4.62 - 7.54
 - 7.55 - 19.51
 - 19.52 - 37.50
- municipal

Fuente: Elaboración propia, con base en el Marco Geoestadístico del Censo de Población y Vivienda 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

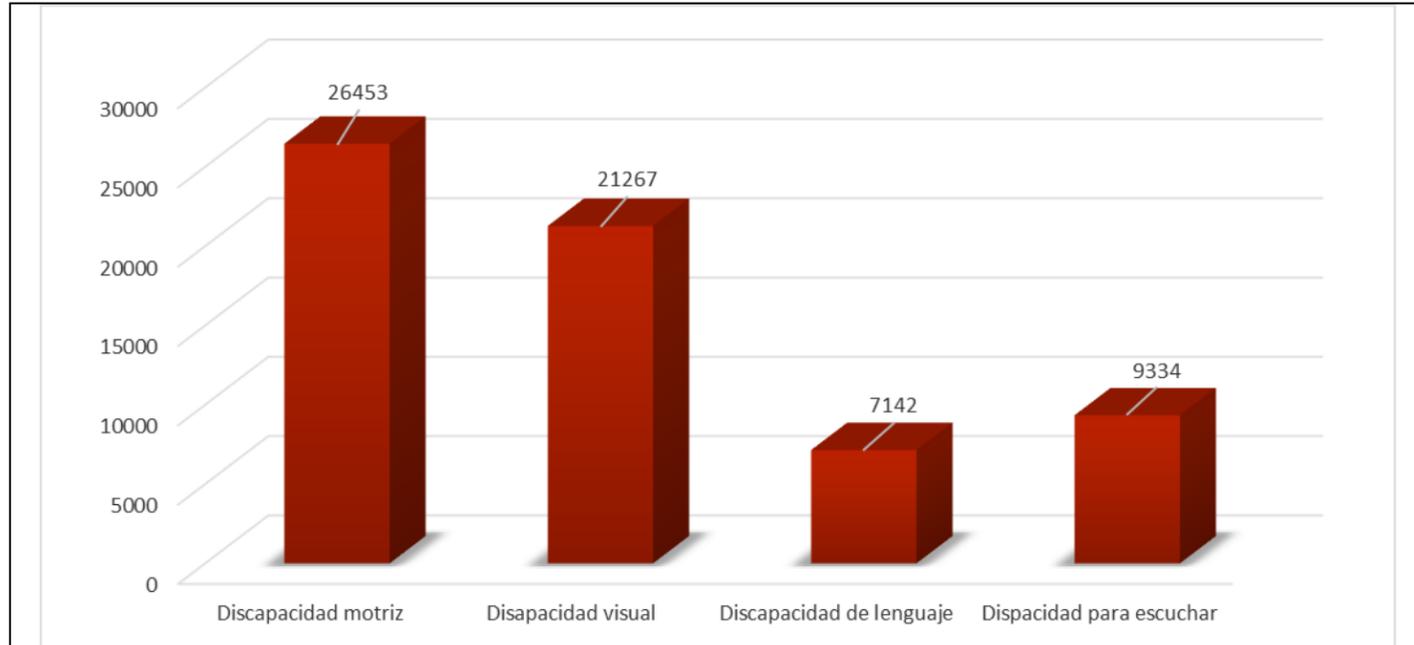
Población con discapacidad

En Acapulco el número de personas con alguna discapacidad es de 49,238 habitantes mismos que representan el 3.84% de la población total, de acuerdo con la Encuesta Intercensal 2020 de INEGI.

Dentro de las principales discapacidades en Acapulco de Juárez, encontramos las siguientes:

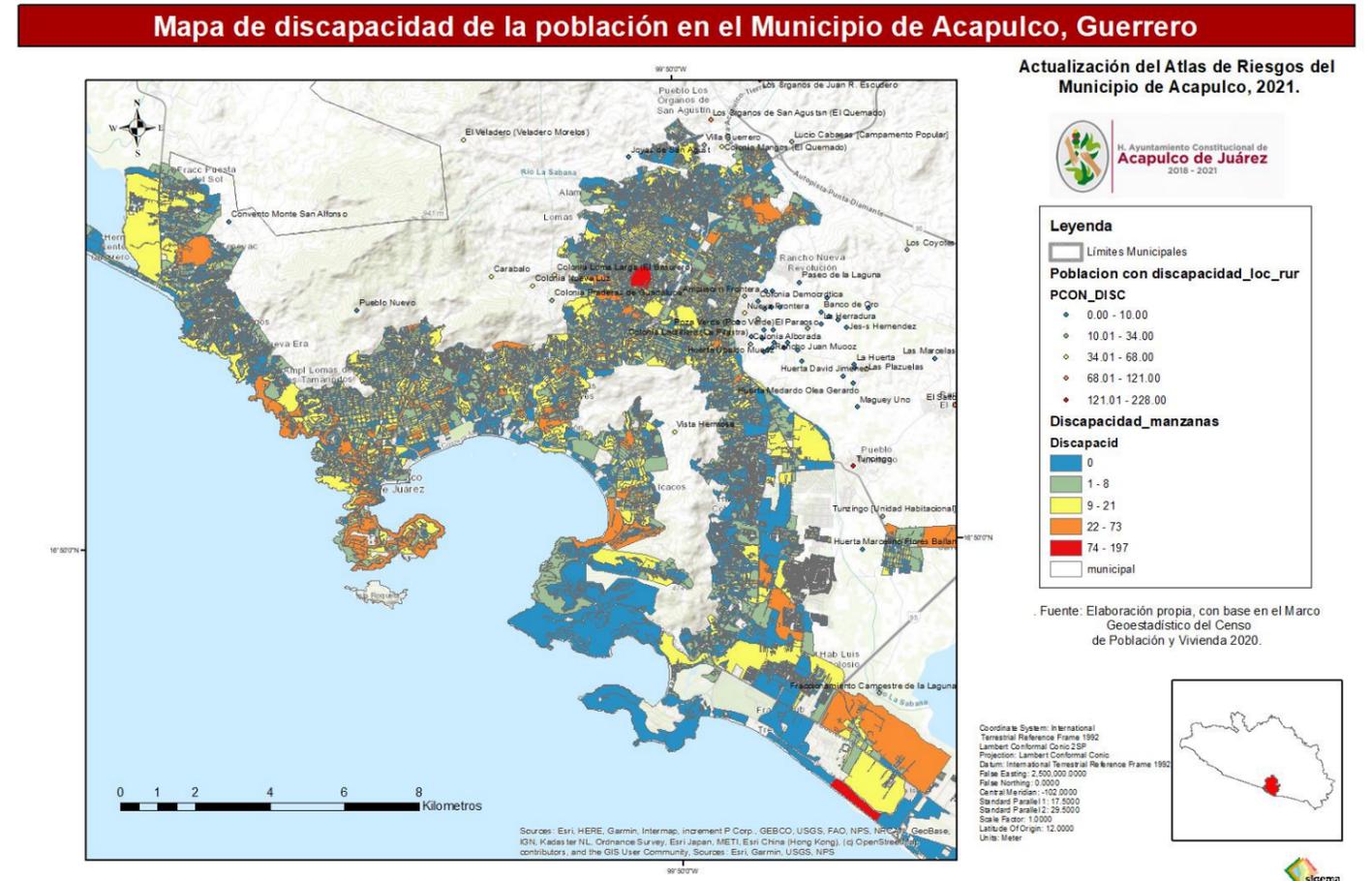


Ilustración 16: Discapacidades en Acapulco de Juárez.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Tabulados de la encuesta intercensal 2015.
Recuperado de: www.inegi.org.mx

Ilustración 17: Mapa de discapacidad en el Municipio de Acapulco, Guerrero.



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Salud

La salud es una condición indispensable para el desarrollo de las personas, permite el uso de sus habilidades y capacidades en el entorno que le rodea. De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2020, en el municipio el 80.93% de la población estaba afiliada a alguna institución de salud y el 18.66% no estaba afiliada. (INEGI, 2020)

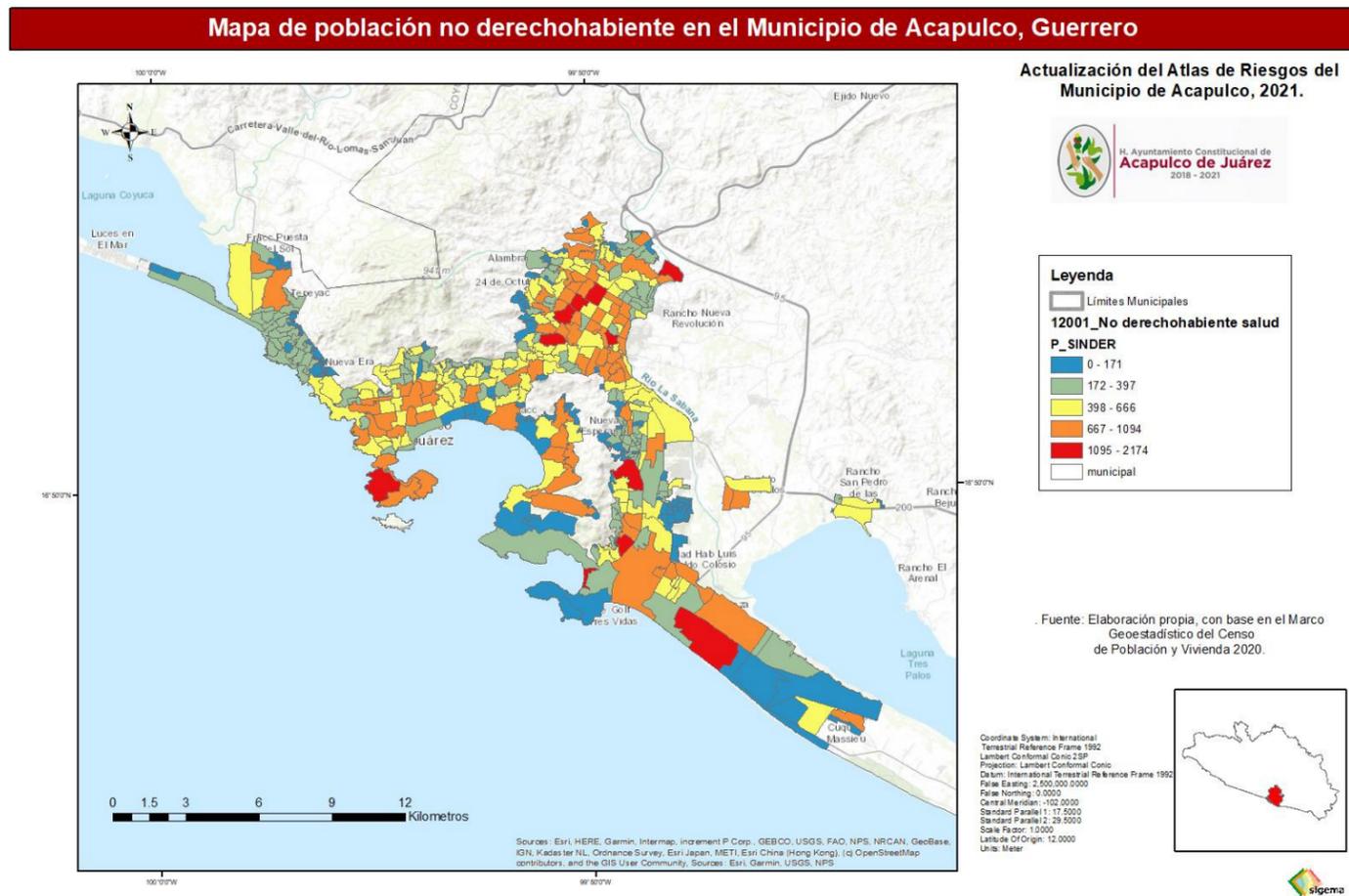


Tabla 15: Población y condición de afiliación a servicios de salud en Acapulco

Población total afiliada	IMSS	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.	ISSSTE e ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Instituto de salud para el bienestar	IMSS Bienestar	Institución privada	Otra institución
551,872	282,831	73,611	2,797	14,491	176,451	5,068	3,448	1,780

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: www.inegi.org.mx

Ilustración 18: Mapa de población sin derechohabencia en el Municipio de Acapulco, Guerrero.



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Mortalidad

En cuanto a las causas de muerte, en orden de mayor a menor frecuencia, se encuentran en el Estado de Guerrero las enfermedades del corazón (enfermedades isquémicas del corazón), Diabetes Mellitus, agresiones, tumores malignos (del estómago, de la próstata), accidentes (de tráfico de vehículos de motor); mientras que a nivel nacional se encuentran en el siguiente orden: Enfermedades del corazón (enfermedades isquémicas del corazón), Diabetes Mellitus, tumores malignos, accidentes (de tráfico de vehículos de motor) y enfermedades del hígado (enfermedad alcohólica del hígado). (INEGI, 2015)

Tabla 16: Principales causas de mortalidad general en 2015.

Estado De Guerrero	Nacional
Enfermedades del corazón* (enfermedades isquémicas del corazón).	Enfermedades del corazón (enfermedades isquémicas del corazón).
Diabetes mellitus	Diabetes mellitus
Agresiones	Tumores malignos
Tumores malignos (del estómago, de la próstata, del hígado y de las vías biliares intrahepáticas).	Accidentes (de tráfico de vehículos de motor).
Accidentes (de tráfico de vehículos de motor).	Enfermedades del hígado (enfermedad alcohólica del hígado).

Fuente: INEGI. Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido. México. 2016.

Recuperado de

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/PC.asp?t=14&c=11817>

En el caso de Acapulco de Juárez las siguientes estadísticas son las siguientes:

Tabla 17: Defunciones generales según sexo.

Municipio	Total	Hombres	Mujeres	No especificado
Acapulco de Juárez	4,870	2,882	1,987	1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: www.inegi.org.mx

Tabla 18: Defunciones de menores de un año según sexo

Municipio	Total	Hombres	Mujeres	No especificado
-----------	-------	---------	---------	-----------------



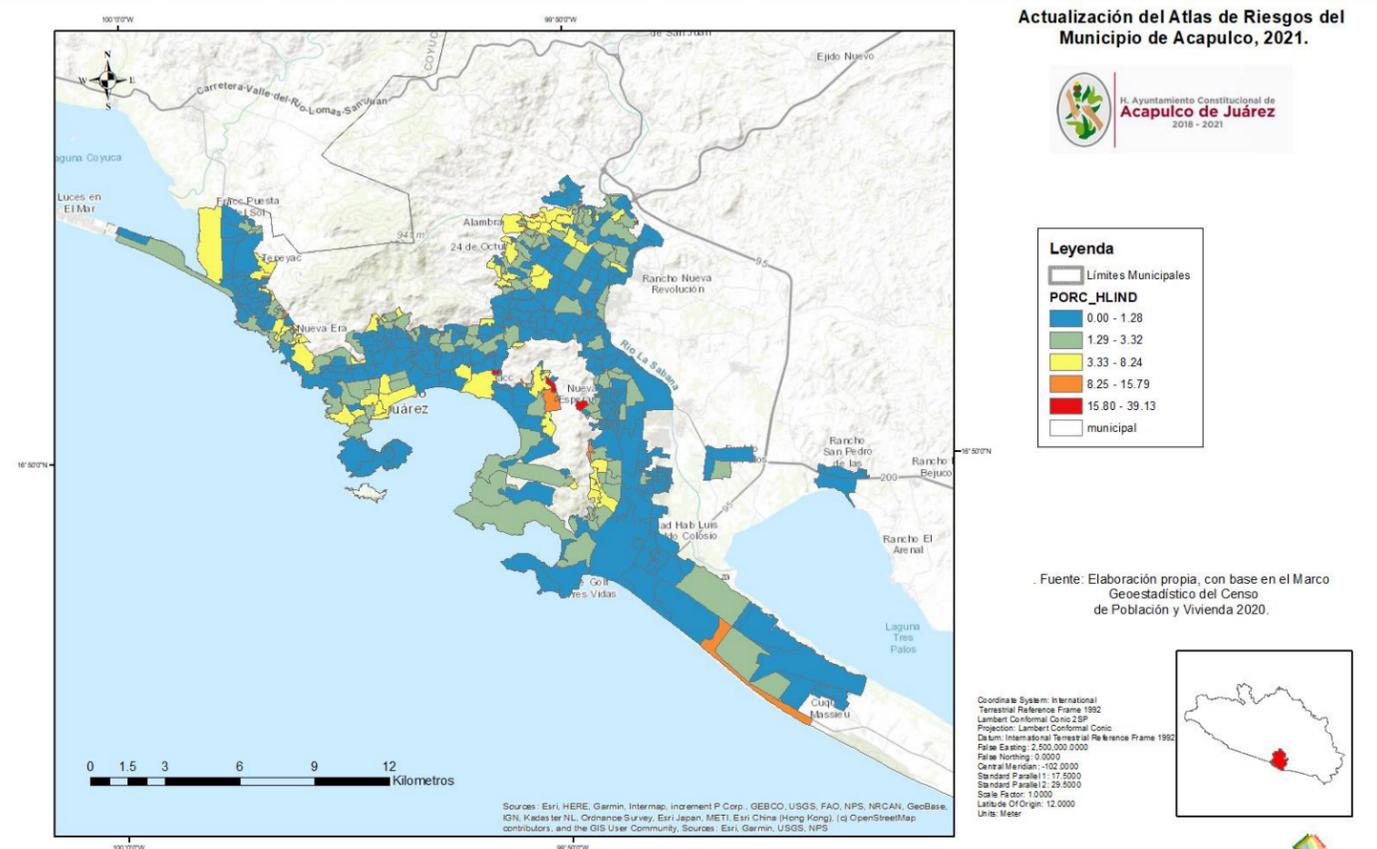
años y más son hablantes de lenguas indígenas, estamos hablando de un 1.60% de la población y un 1.30% es una población de 3 años y más que son hablantes de una lengua indígena que no habla español. (INEGI, 2020)

Las colonias donde radican las comunidades étnicas se encuentran mayormente en las afueras de la ciudad, algunas de ellas son la Chinameca, Palma Sola, Hermenegildo Galeana, parte alta de la colonia Praderas de Costa Azul, poblado Vista Hermosa, Unidos por Guerrero y el Coloso, también existen núcleos en la Progreso, Centro y Caleta. (INEGI, 2020)

Para poder dar atención y brindar servicio de calidad a los indígenas radicados en Acapulco, se requiere programas focalizados en educación, alimentación, vivienda, proyectos productivos, derechos indígenas, desarrollo de capacidades. (INEGI, 2020)

Ilustración 20: Mapa de porcentaje de población hablante de lengua indígena en el Municipio de Acapulco, Guerrero.

Mapa de porcentaje de población hablante de lengua indígena en el Municipio de Acapulco, Guerrero

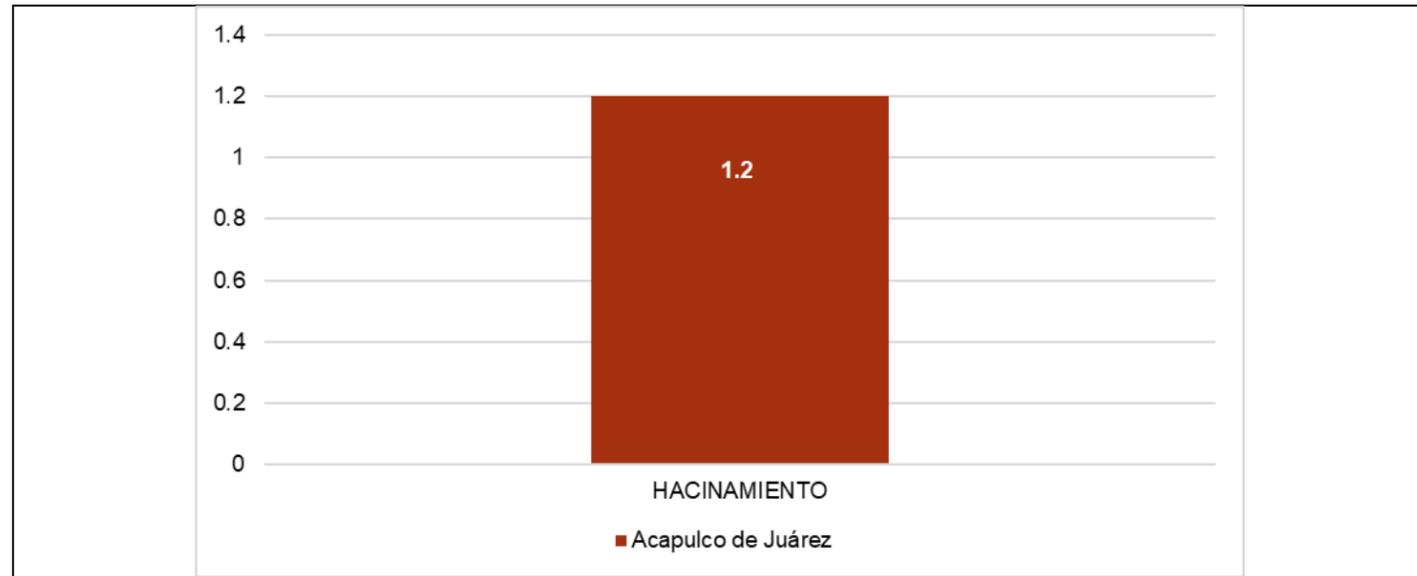


Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.



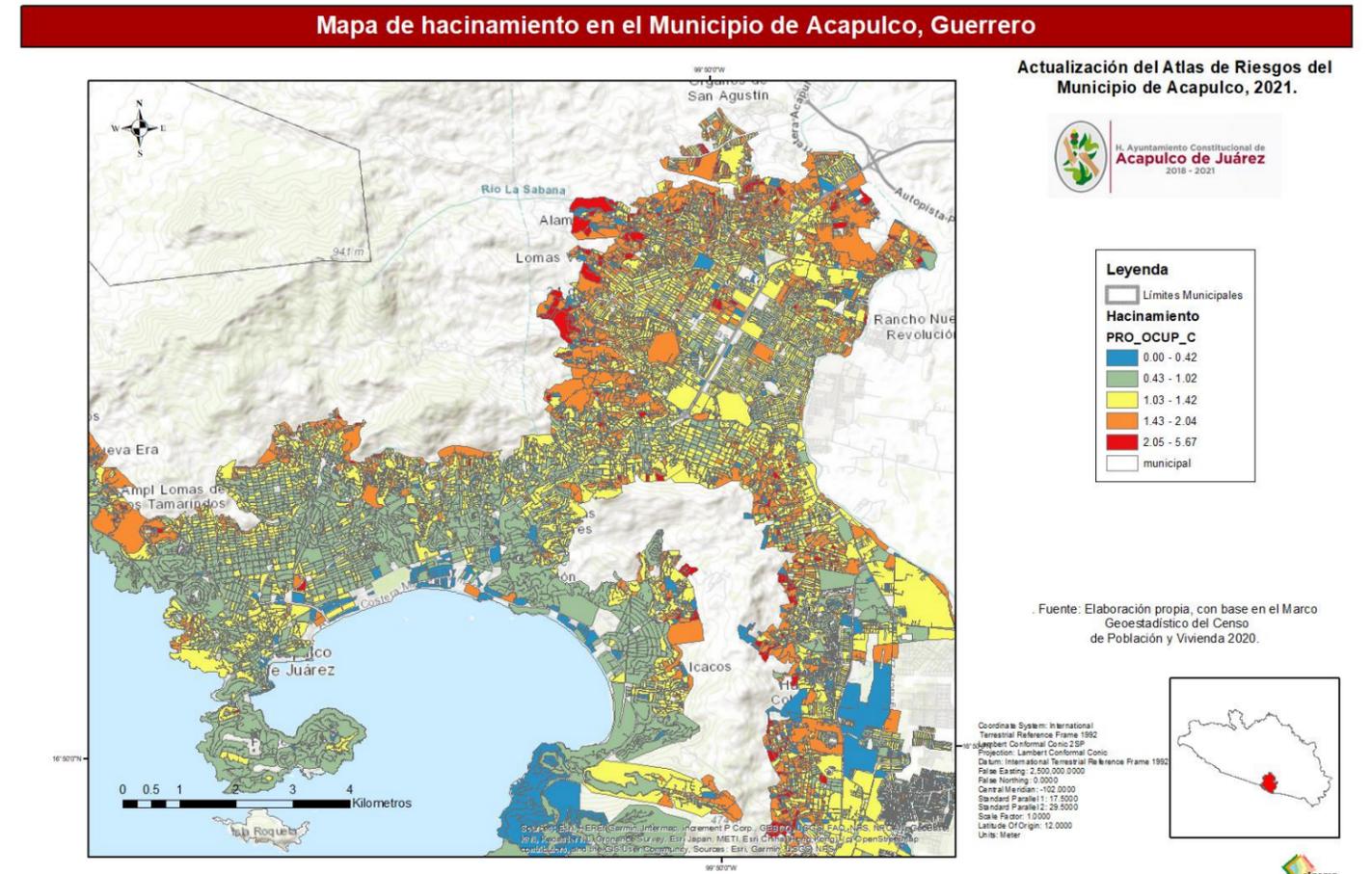
Hacinamiento

Ilustración 21: Promedio de ocupantes por cuarto (Índice de hacinamiento, promedio).



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: www.inegi.org.mx

Ilustración 22: Mapa de hacinamiento en el Municipio de Acapulco, Guerrero.



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Marginación

El municipio de Acapulco presenta un grado de marginación bajo, sin embargo, cabe destacar que más de la mitad de la población (57%) vive en pobreza y paradójicamente presenta una ocupación económica alta del 98%. (CONEVAL, 2015)

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



H. Ayuntamiento Constitucional de
Acapulco de Juárez
2018 - 2021

Del total de la población que presenta pobreza el 21% tiene pobreza extrema, es decir carece de 3 a más derechos sociales, estas son las personas que demandan atención prioritaria. La población que presenta pobreza moderada representa el 79%, son aquellas que carecen de 1 a 3 derechos sociales. (CONEVAL, 2015)

La población vulnerable por carencias representa el 46%; la población vulnerable por ingresos 10% y la población que no es pobre ni vulnerable el 21%. (CONEVAL, 2015).

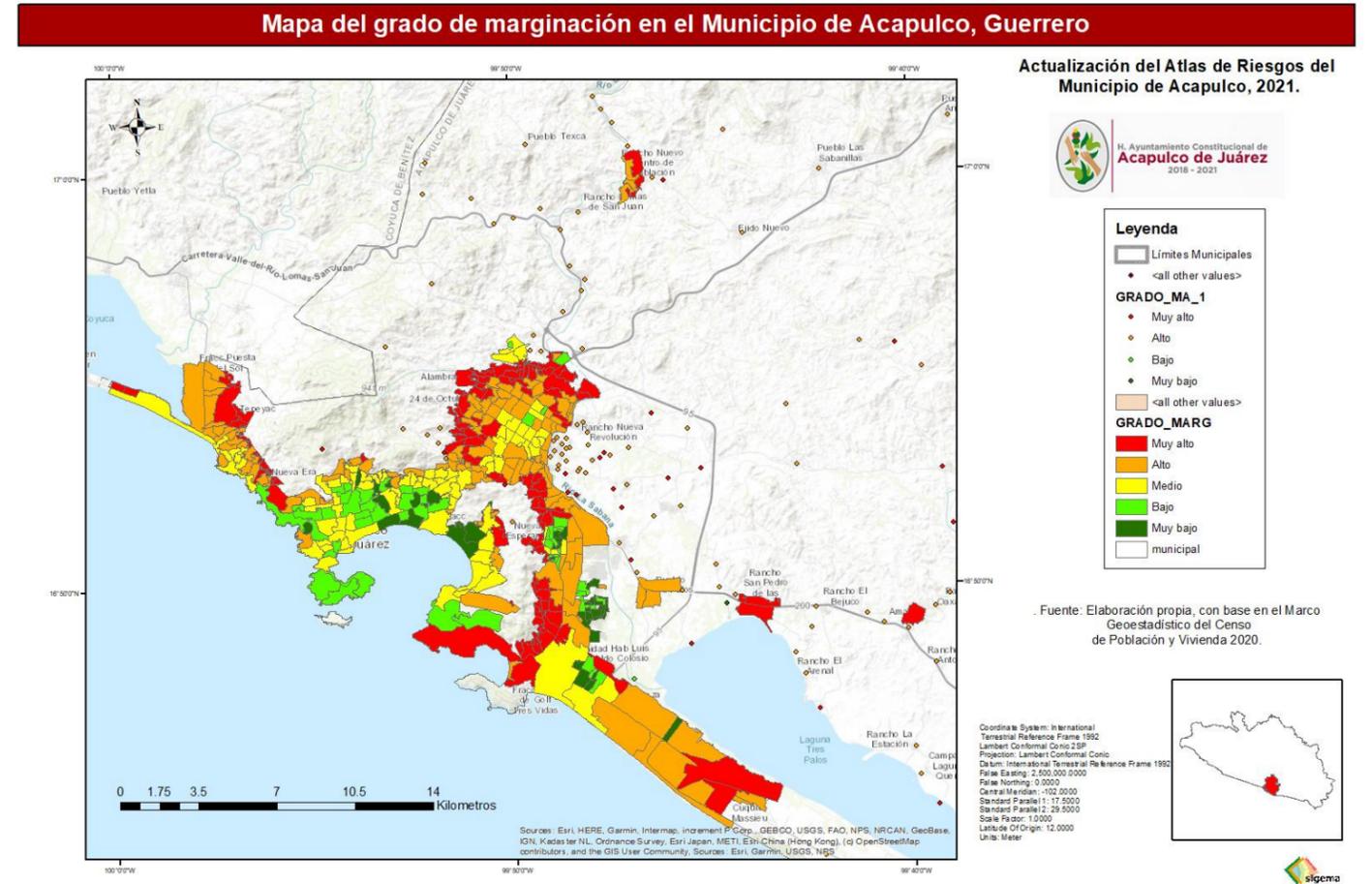
Tabla 20: Pobreza multidimensional en Acapulco.

	Municipal		Estatal	
POBLACIÓN	771,454		3,574,221	
Población en pobreza	436,947	57%	2,398,183	67%
Población en pobreza extrema (carencia de 3 a 6 derechos sociales)	93,513	21%	822,185	34%
Población en pobreza moderada (carencia de 1 a 3 derechos sociales)	343,434	79%	1,575,998	66%
Población vulnerable por carencias	199,386	46%	892,239	25%
Población vulnerable por ingresos	43,801	10%	78,876	2%
Población no pobre y no vulnerable	91,320	21%	24,923	1%
Grado de rezago social	BAJO		MUY ALTO	
Zonas de atención prioritarias urbanas	294		1755	
Zonas de atención prioritarias rurales	0		69	

NOTA: Los pobres multidimensionales son quienes presentan al menos una carencia social y cuyos ingresos son inferiores a la **Línea de Bienestar Económico (LBE)**, la cual especifica el ingreso necesario para adquirir las canastas alimentaria y no alimentaria de bienes y servicios. En este grupo, tiene particular relevancia identificar a las personas en pobreza extrema, aquellas cuyo ingreso total es insuficiente incluso para comprar la canasta que permite satisfacer sus necesidades alimentarias y que, además, tienen tres o más carencias sociales, es decir, las más pobres entre las pobres, que demandan atención prioritaria del Estado dadas sus mayores necesidades y condiciones de precariedad. Como pobres moderados se considera a las personas pobres que no se encuentran en pobreza extrema.

Fuente: medición de la pobreza municipal 2015, CONEVAL. Recuperado de: https://acapulco.gob.mx/transparencia/wp-content/uploads/marcojuridico/planes/PLAN_MUNICIPAL_DE_DESARROLLO_2018-2021.pdf

Ilustración 23: Mapa de marginación en el Municipio de Acapulco, Guerrero.



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2015 (encuesta intercensal).

Características de la vivienda

En el municipio de Acapulco conforme al Intercensal 2020 de INEGI, se registraron 223,924 hogares con una población de 779 566 personas. La relación de parentesco con el jefe o la jefa de familia se comportó de la siguiente forma: 16.35% esposo (a) o pareja; 37.75%, hijo (a), 9.71% nieto (a); 2.74% yerno o nuera; 4.30% otro



parentesco; 0.56% sin parentesco; el 0.26% y el 27.14% es el jefe o jefa de familia. El 40.0% del total de hogares tiene a una jefa de familia y el 60.0% a un jefe de familia. (INEGI, 2020).

- Promedio de ocupantes por vivienda: 3.5
- Promedio de ocupantes por cuarto: 1.2

Tabla 21: Servicios básicos en viviendas

Municipio	Total	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje.	Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje.
Guerrero	942 043	748 860	4 703
Acapulco de Juárez	223 924	199 020	217

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Servicios básicos en viviendas. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas Recuperado de www.inegi.org.mx

Tabla 22: Número de cuartos

Municipio	Total	1 cuarto	2 cuartos	3 cuartos
Guerrero	942 043	147 473	256 749	531 518
Acapulco de Juárez	223 924	32 062	52 140	136 609

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Viviendas particulares habitadas por municipio y su distribución según número de cuartos. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Recuperado de www.inegi.org.mx

Tabla 23: Material en pisos

Municipio	Total	Piso de material diferente de tierra	Piso de tierra
Guerrero	942 043	803 696	132 012
Acapulco de Juárez	223 924	204 965	15 814

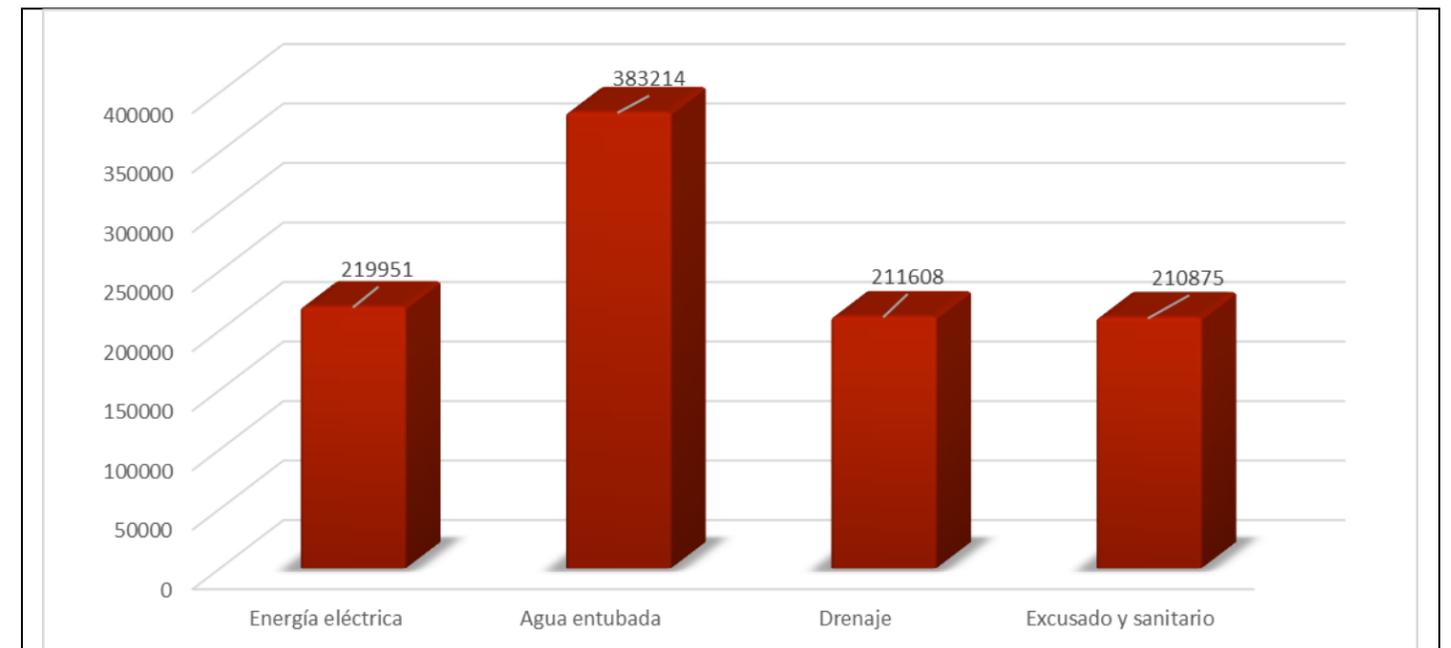
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Viviendas particulares habitadas por municipio y su distribución según material en pisos. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Recuperado de www.inegi.org.mx

Tabla 24: Viviendas particulares con dormitorios

Municipio	Total	Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más
Guerrero	942 043	425 351	510 403
Acapulco de Juárez	223 924	84 604	136 210

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Viviendas particulares con dormitorios. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Recuperado de www.inegi.org.mx

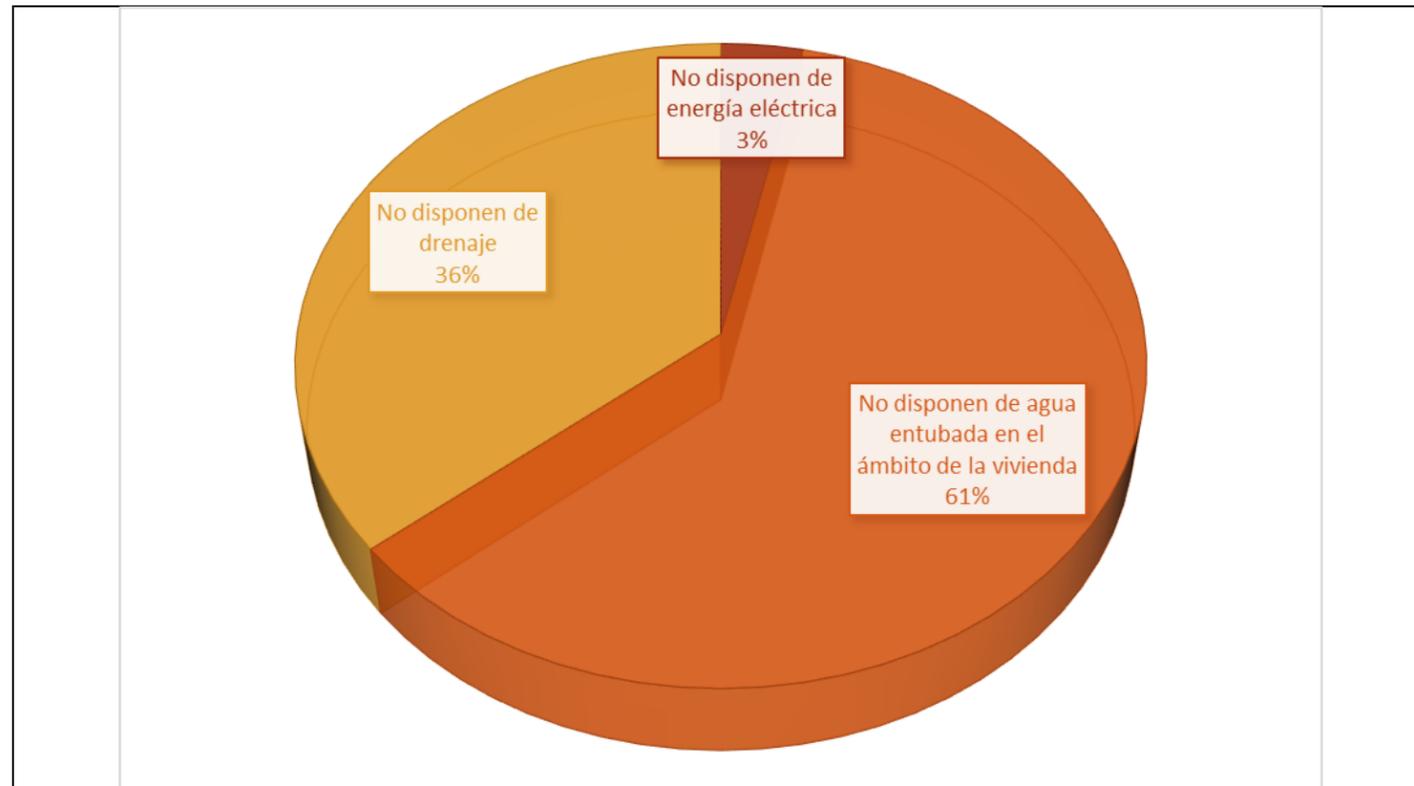
Ilustración 24: Disponibilidad de servicios en la vivienda.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: www.inegi.org.mx

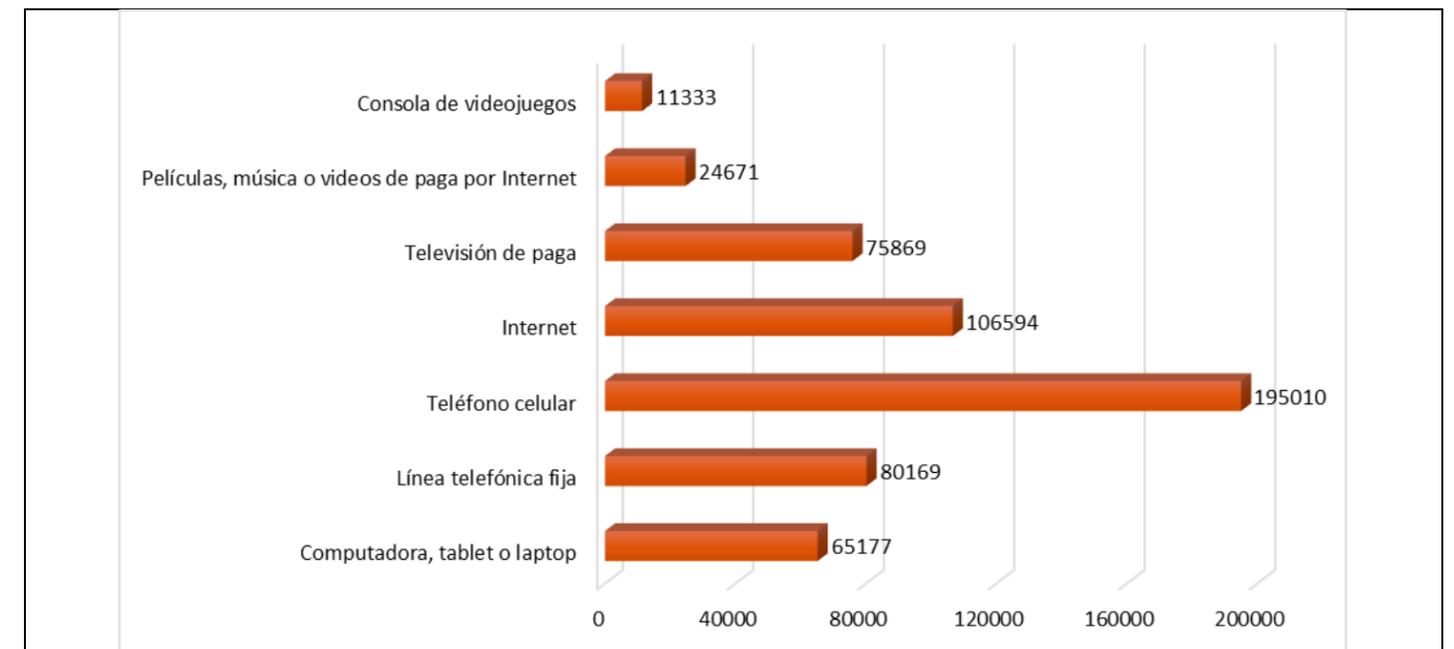


Ilustración 25: Carencias de la vivienda.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: www.inegi.org.mx

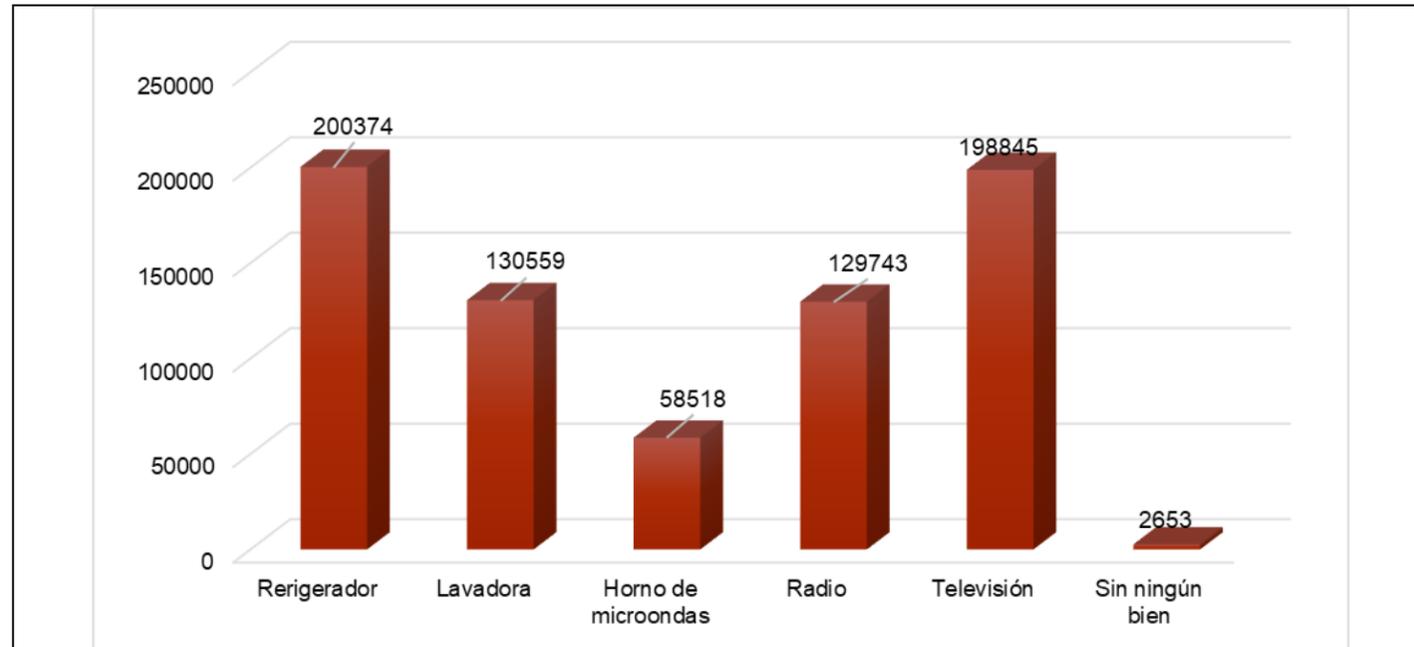
Ilustración 26: Disponibilidad de TIC.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: www.inegi.org.mx

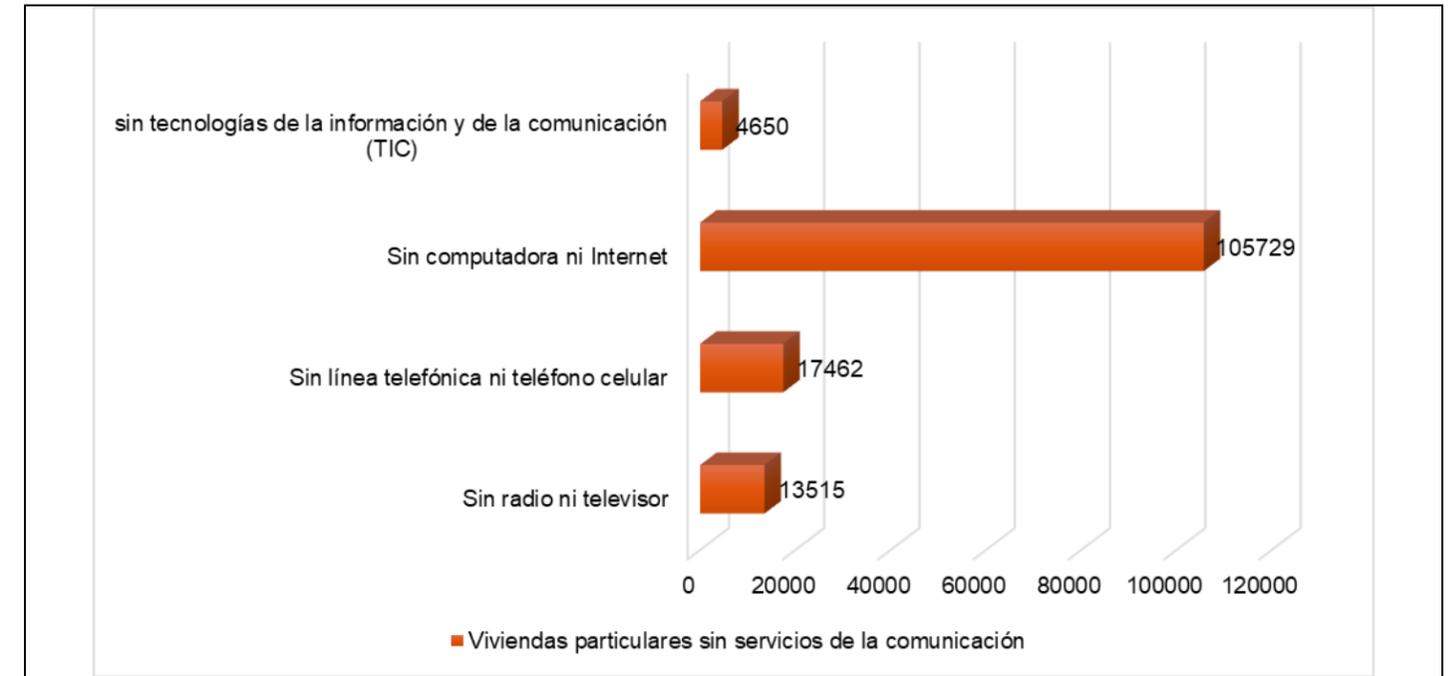


Ilustración 27: Viviendas con bienes propios.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: www.inegi.org.mx

Ilustración 28: Viviendas particulares sin servicios de la comunicación.

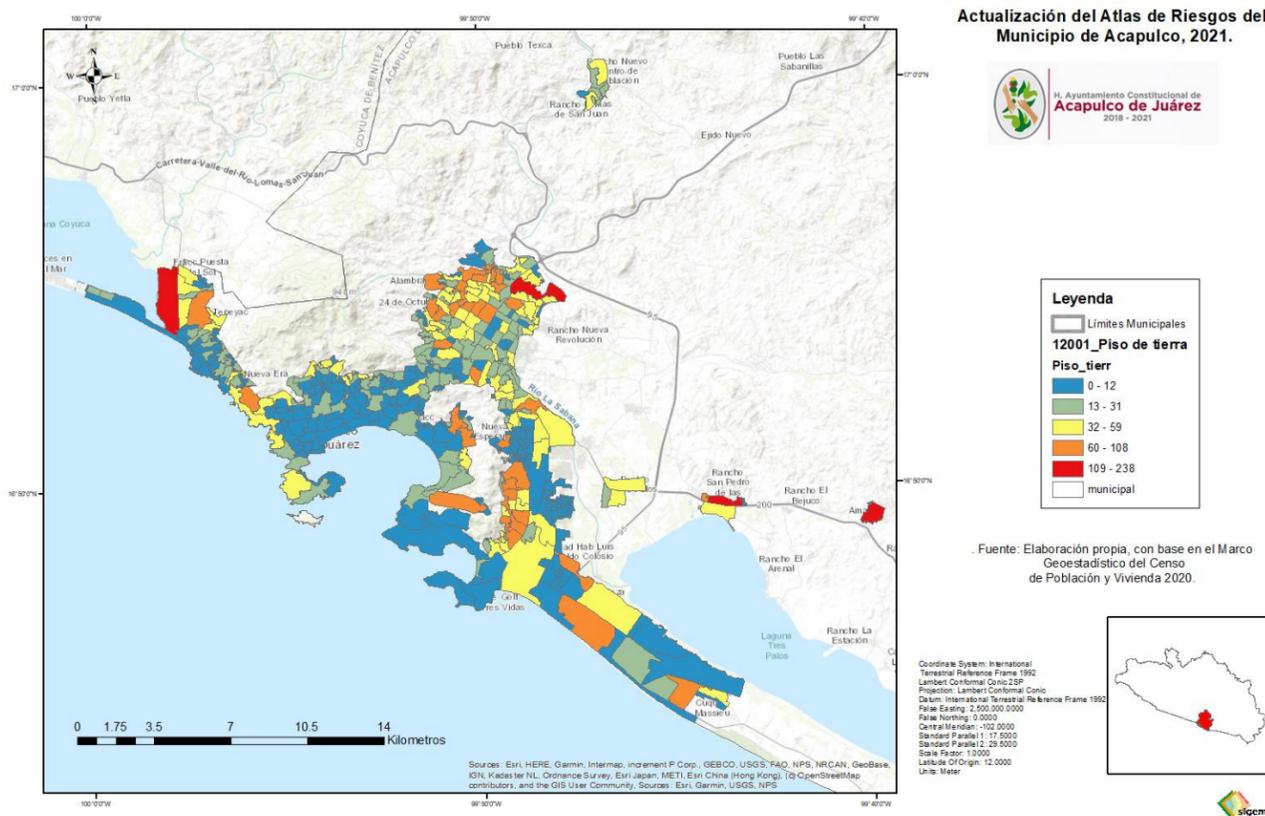


Fuente Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: www.inegi.org.mx



Ilustración 29: Mapa de viviendas con piso de tierra en el Municipio de Acapulco, Guerrero

Mapa de viviendas con piso de tierra en el Municipio de Acapulco, Guerrero



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla 25: Población económicamente activa e inactiva en Acapulco. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas.

Población de 12 años y más	Total	Ocupada	Desocupada	Total
	61.8	98%	2%	36.5%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. www.inegi.org.mx

Tabla 26: Población ocupada por municipio y su distribución porcentual según división ocupacional

Municipio	Total	Funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos	Trabajadores agropecuarios	Trabajadores en la industria	Comerciantes y trabajadores en servicios diversos	No especificado
Estado	1 127 299	21.39	19.09	18.07	40.41	1.04
Acapulco de Juárez	316 765	25.69	3.05	18.22	52.08	0.96

Fuente: Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Encuesta Intercensal 2015. www.inegi.org.mx

Principales actividades económicas

Con base en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), realizada por el INEGI en el tercer trimestre de 2018, la especialización económica del municipio de Acapulco corresponde a servicios de alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas; visto desde la ocupación de la población económicamente activa (PEA), destaca el sector terciario y, en específico, las actividades de comercio y servicios relacionados con el turismo que es del 83% de la PEA. (ENOE e INEGI, 2018)

En los últimos seis años, Acapulco se ha mantenido en el Ranking Nacional de los destinos de sol y playa más visitados; en el año 2013 se posicionó en primer lugar arriba de Cancún y en los siguientes años se ha mantenido en el segundo sitio muy por arriba de la Riviera Maya, Veracruz y Mazatlán. Anualmente durante el 2013 al 2017, se han recibido a 5 millones, 288 mil 928 turistas, en este promedio no se considera el año 2018 debido a que las cifras son al corte del mes de agosto. (ENOE e INEGI, 2018)

No obstante, Acapulco es la ciudad que provee, estructura y organiza la mayor parte de la economía del estado de Guerrero, con un importante peso en el sector turístico, ya que aloja 70% de la planta hotelera del estado. La ciudad, el puerto y sobre todo el polo turístico son centros de intercambio de bienes y servicios, ya que atraen población de comunidades rurales para este fin, así como turistas e inversionistas. En síntesis, la importancia del

Características económicas

Empleo e ingresos

De acuerdo con los resultados del Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2020, la población económicamente activa (PEA), representa el 61.8% de la población total de más de 12 años; el 98% de la PEA corresponde a la población ocupada y el 2% a población desocupada. (INEGI, 2020)

turismo, la expansión urbana, el predominio del empleo de baja remuneración y el impacto de estos factores en el ambiente y los recursos naturales, son los principales elementos contextuales que deben considerarse en la estrategia de desarrollo turístico, recalcando que una ciudad próspera en términos de productividad, garantiza la generación de empleos competitivos y bien remunerados, que permiten igualdad de oportunidades y calidad de vida adecuada a su población. (ENOE e INEGI, 2018)

Tabla 27: Población ocupada por municipio y su distribución porcentual según división ocupacional al 15 de marzo de 2015

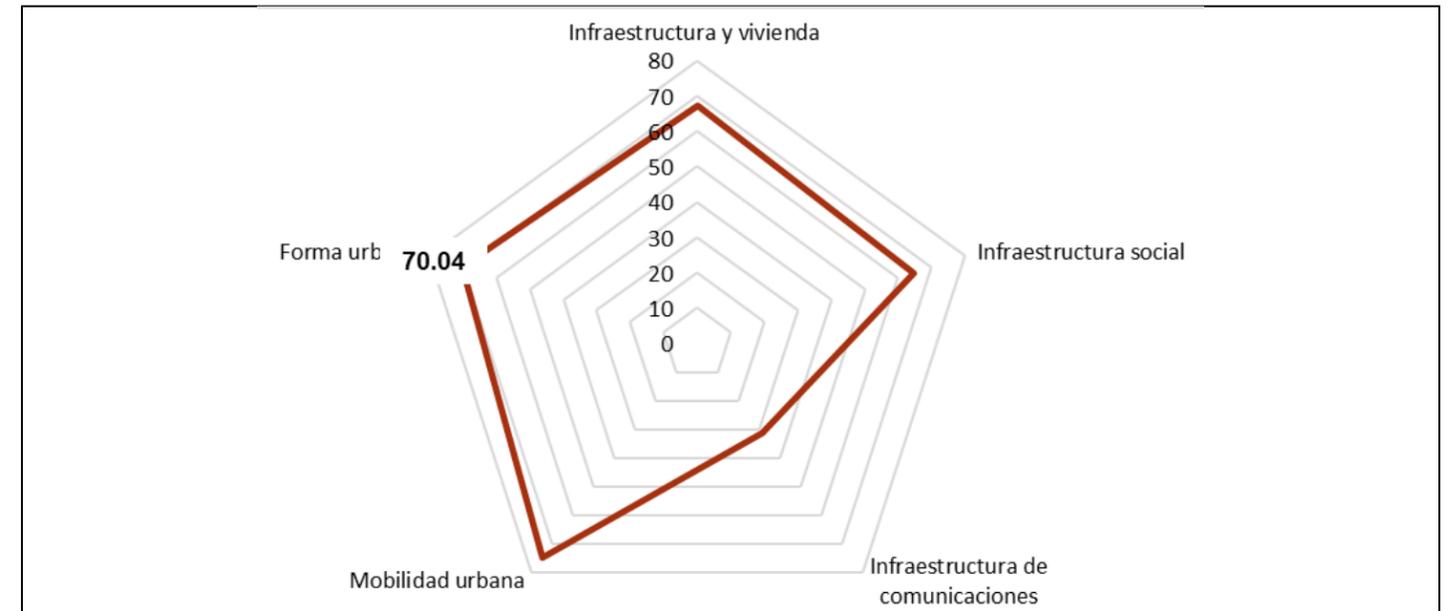
Municipio	Total	Primario	Secundario	Comercio	Servicios	No especificado
Guerrero	1 127 299	20.91	18.39	16.00	43.26	1.43
Acapulco de Juárez	316 765	3.61	16.07	20.81	57.99	1.52

Fuente: Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Encuesta Intercensal 2015. www.inegi.org.mx

Equipamiento e infraestructura

El resultado para el municipio de Acapulco en la medición de ONU-HÁBITAT sobre el Índice de Ciudades Prósperas en Infraestructura de Desarrollo es de 61.59. Esto significa que la calidad y cobertura de la infraestructura urbana del municipio es moderadamente sólida.

Ilustración 30: Índice de infraestructura y desarrollo 61.59.



Fuente: ONU-HÁBITAT. Índice básico de las ciudades prósperas (city prosperity INDEX 2018). Recuperado de: https://acapulco.gob.mx/transparencia/wp-content/uploads/marcojuridico/planes/PLAN_MUNICIPAL_DE_DESARROLLO_2018-2021.pdf

El municipio tiene exigencias en materia de servicios públicos como agua, drenaje, pavimentación, alumbrado público, recolección de basura. Durante 2017, se invirtieron 54 millones de pesos de recursos del convenio de Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) para cinco nuevos accesos a playa e iluminación de la bahía. (ONU-HÁBITAT, 2017).

Entre las principales obras en proceso de 2018, se encontraban la rehabilitación y equipamiento de un deportivo, pavimentación, la vía rápida hacia Pie de la Cuesta, la construcción de un nuevo edificio del Ayuntamiento, así como los proyectos Acapulco Ciudad Luz y de turismo religioso. (ONU-HÁBITAT, 2017).

Los proyectos de infraestructura de mayor magnitud son llevados a cabo por el gobierno estatal. Entre estos está la remodelación del Zócalo que forma parte del proyecto de rescate del Acapulco tradicional, con el cual se busca fomentar el aspecto cultural e histórico del puerto con la apertura de museos. El Estado también ha invertido en alumbrado público sustentable en la zona diamante y avenida Escénica (2,500 luminarias solares LED), una



planta potabilizadora en el poniente de la ciudad, el Macrotúnel que enlaza a la zona diamante con la zona dorada del puerto y la ampliación del aeropuerto internacional. (ONU-HÁBITAT, 2017).

Salud

Tabla 28: Población derechohabiente de las instituciones del sector público de salud por municipio de adscripción del derechohabiente según institución al 31 de diciembre de 2019

Municipio	Total	IMSS	ISSSTE	SEMAR
Estado	1 320 244	719 155	580 380	20 709
Acapulco de Juárez	593 762	407 780	166 517	19 465

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: INEGI. Datos calculados con base en la información proporcionada por las fuentes.

Tabla 29: Unidades médicas en servicio de las instituciones del sector público de salud por municipio y nivel de operación según institución al 31 de diciembre de 2019.

Municipio Nivel de atención	Total	IMSS	ISSSTE	SEMAR	IMSS- BIENESTAR	SSA	IE O	IEC	DIF
Estado	1 205	28	50	2	50	1 051	1	1	22
Acapulco de Juárez	125	6	7	1	3	102	1	1	4
De consulta externa	118	5	6	0	3	99	1	0	4
De hospitalización general	6	1	1	1	0	3	0	0	0
De hospitalización especializada	1	0	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2020. Recuperado de: INEGI. Datos calculados con base en la información proporcionada por las fuentes.

Educativo

En relación con la infraestructura educativa se tiene en el municipio 1,376 instituciones; de las cuales 1,026 son instituciones públicas y 350 de educación privada en los niveles de preescolar, primaria, secundaria, bachillerato, licenciatura y posgrado. En el ciclo escolar 2017- 2018 se contó con una planta académica aproximada de 12,877

profesores y una matrícula de alumnado de 235,127 estudiantes, de los cuales el 51% son mujeres y el 49% hombres. (SIMA, 2018)

Tabla 30: Instituciones públicas y privadas, profesores y alumnado ciclo escolar 2017-2018, municipio de Acapulco.

Nivel educativo	Nº de escuelas	Total profesores	Hombres	Mujeres	Total alumnos	Niños	Niñas
PÚBLICAS	1,026	9,711	3,511	5,157	203,916	100, 193	103,723
Preescolar	297	1,196	14	1,182	24, 240	12, 271	11,969
Primaria	419	3,333	1,281	2,052	75, 121	38, 322	36,799
Secundaria	206	2,173	1,000	1,173	36, 405	18, 368	18,037
Bachillerato	76	1,966	1,216	750	46, 066	20, 998	25,068
Licenciatura	28	1,043	N/D	N/D	22,084	10, 234	11,850
PRIVADAS	350	3,166	637	1,341	31,211	15, 459	15,752
Preescolar	97	311	0	311	4, 859	2, 456	2,403
Primaria	78	503	53	450	9, 451	4, 798	4,653
Secundaria	49	526	261	265	4, 297	2, 163	2,134
Bachillerato	76	638	323	315	6, 354	3, 131	3,223
Licenciatura	50	1,188	N/D	N/D	6, 250	2, 911	3,339

Fuente: elaboración propia con base a información de sep. Sistema interactivo de consulta de estadística educativa. Ciclo escolar 2017-2018. Recuperado de: https://acapulco.gob.mx/transparencia/wp-content/uploads/marcojuridico/planes/PLAN_MUNICIPAL_DE_DESARROLLO_2018-2021.pdf

El 59.90% de docentes en el municipio representa a mujeres mientras que el 40.10% restante a hombres y de acuerdo con el censo de INEGI 2015 en la actualidad existen 14.74 docentes por cada mil habitantes en el municipio. (SIMA, 2018)

Del total de la población económicamente activa en Acapulco, 6,961 personas estudian y trabajan, lo cual indica que el 2.17% de las personas dedican parte de su tiempo para poder tener una mejor calidad de vida y así poder sustentar sus estudios. (SIMA, 2018)

En la actualidad las escuelas públicas del municipio cuentan con déficit en servicios básicos y sanitarios; siendo las necesidades más apremiantes para las escuelas de educación primaria, seguidas de las secundarias y nivel preescolar. (SIMA, 2018)

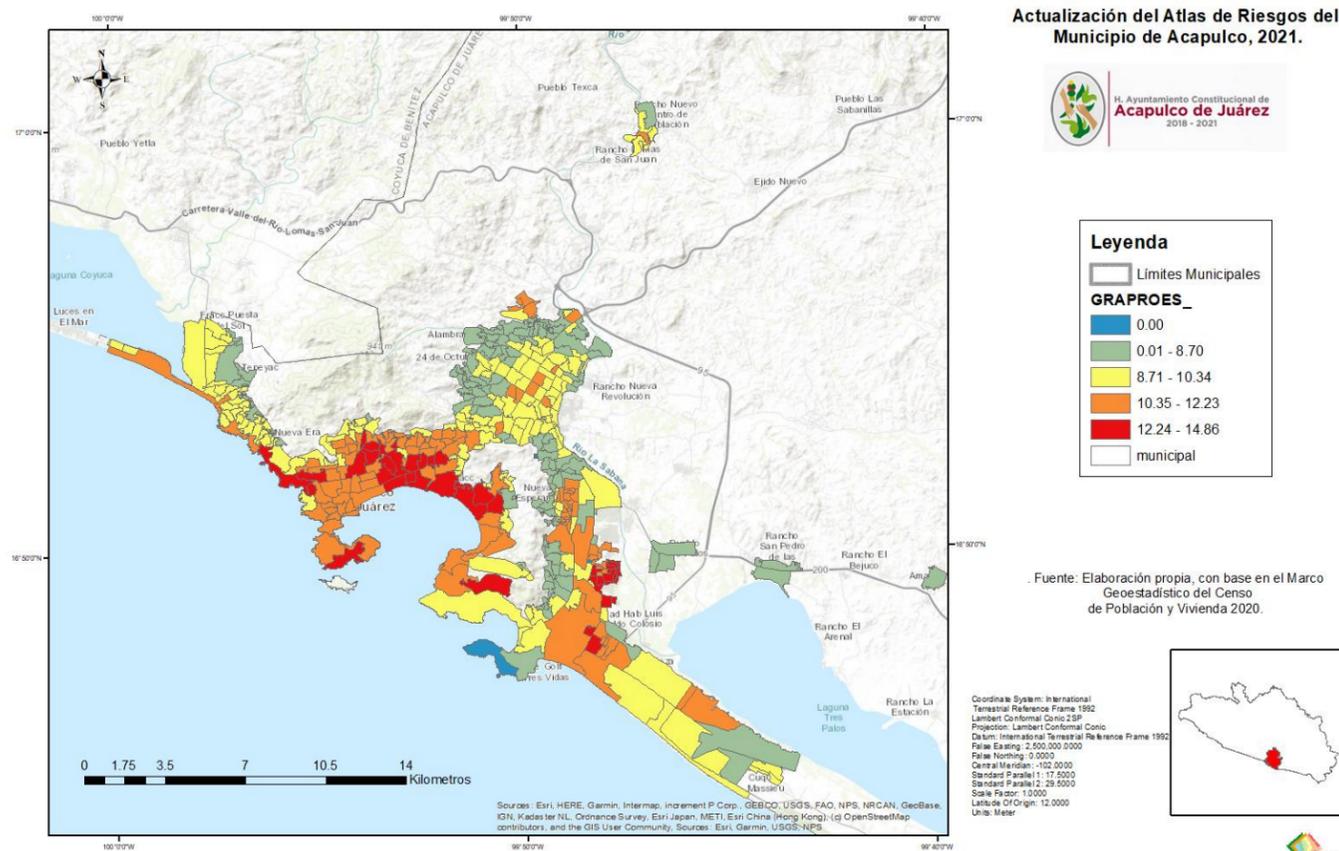
El municipio cuenta con 48 bibliotecas de las cuales 15 están a cargo de la Dirección de Fomento Educativo de la Secretaría de Desarrollo Social, las cuales están carentes de material y de servicios básicos. (SIMA, 2018)



Actualmente el 2.3% de la población escolar en educación básica inscrita es atendida por el municipio con beca económica. El 30.5% de las escuelas públicas registran alumnos beneficiados con becas económicas, el 9.0% ha sido atendida con mobiliario escolar, el 4.0% con equipo de cómputo, el 5.0% con construcción de aulas escolares, el 1.0% con la construcción de sanitarios y el 1.1% con la construcción de techumbres. (SIMA, 2018).

Ilustración 31: Mapa de grado promedio de escolaridad en el Municipio de Acapulco, Guerrero.

Mapa de grado promedio de escolaridad de la población en el Municipio de Acapulco, Guerrero



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Recreativo y/o de esparcimiento

Cultura. Acapulco cuenta con una Escuela de Iniciación Artística desde el año 2014 en convenio con el Instituto Nacional de Bellas Artes, atendiendo a niños y jóvenes de 9 a 21 años en cuatro disciplinas artísticas. Al 1er. semestre 2018 se vieron beneficiados 105 alumnos, una mínima muestra del total de la población de ese rango de edad en el municipio. Se cuenta con 7 centros culturales de los cuales únicamente 2: Progreso y Jardín están a cargo del municipio y 5 por el estado. (SIMA, 2018)

1. Centro Cultural Progreso
2. Casa de la Cultura
3. Casa de la Cultura Jurídica
4. Centro Cultural Progreso
5. Centro Cultural Jardín
6. Alianza Francesa
7. Casa Faro Zapata

Lo cual indica que en el municipio continúa siendo pobre la oferta cultural y débil en espacios con infraestructura básica. Se utiliza el auditorio de la Biblioteca 22 del Zócalo como espacio cultural, así como Plaza Pabellones y Plazoleta del Parque de la Reina. (SIMA, 2018)

Activación física y deporte. Entre la problemática existente se identifica la baja actividad física y deportiva de la población y el sedentarismo físico. Conforme a los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud, se considera que una persona es sedentaria si no realiza por lo menos 30 minutos diarios de ejercicio regular tres días a la semana, o si su gasto semanal en actividad física no supera las 2000 calorías. (SIMA, 2018)

Según el Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico (MOPRADEF) de INEGI, el 56.2% de la población mexicana de 18 años y más en área urbana es inactiva físicamente. De este universo, el 42.0% son hombres y el 58.0% mujeres. El nivel de escolaridad se relaciona de forma directa con la participación en la actividad física. A mayor nivel educativo aumenta el porcentaje de población que declaró realizar práctica físico-deportiva. De la población de 18 y más años que no ha concluido su educación básica la proporción de activos físicamente fue de 27.6%, mientras que la cifra se duplica entre quienes tiene al menos un grado de educación superior (57.6 %). (SIMA, 2018)



El 59.6% de las personas que practican algún deporte o ejercicio físico lo hacen por salud, el 19.0% lo hace por diversión y aquellos que tienen como motivación verse mejor el 17.6%. Acudir a instalaciones públicas para realizar la práctica físico-deportiva fue la respuesta de 62.8% de la población activa físicamente, mientras que 33.5% lo realiza en instalaciones privadas como gimnasios, clubes, domicilios particulares o instalaciones de su lugar de trabajo o estudio. En cuanto al horario para la práctica de algún deporte o ejercicio físico, 37.0% de la población prefiere realizar esta actividad en la mañana, 30.2% en la tarde y 19.1%, por la noche. Las principales razones de quienes declararon nunca haber realizado práctica físico-deportiva o quienes abandonaron el deporte o el ejercicio físico son: falta de tiempo, cansancio por el trabajo y problemas de salud. (SIMA, 2018)

El deporte, se considera como parte del desarrollo integral de las personas, también se concibe como la recreación de un instrumento de prevención en salud, mejoramiento de la calidad de vida y el medio para la prevención de las adicciones, y contribuye a la disminución de la delincuencia. (SIMA, 2018)

El reclamo ciudadano en este aspecto es por la falta de parques, áreas verdes, infraestructura deportiva, de inversión para actividades recreativas y deportivas para fortalecer la convivencia de las familias promoviendo la cohesión social. (SIMA, 2018)

Respecto a la inversión en parques y áreas recreativas ha tenido un decremento por la falta de proyectos. En los últimos años se ha venido trabajando en la “recuperación de espacios públicos”, sin embargo, esta se limitó a recuperar los parques olvidados y no a la construcción de nuevos espacios que es lo que demanda la ciudadanía en especial en las colonias de la periferia. (SIMA, 2018)

Seguridad pública

Una de las principales preocupaciones de la ciudadanía acapulqueña es la seguridad ciudadana. Actualmente, el municipio cuenta con 1,072 elementos policiales de proximidad social, sin incluir a la policía vial y auxiliar; esto significa que se tiene 1.4 elementos por cada mil habitantes. Para supervisión y recorridos cuenta con 119 patrullas. El costo de operación de la Secretaría de Seguridad Pública es de \$585.24 pesos por habitante en el municipio. (SIMA, 2018)

De acuerdo con el reporte del Índice de Paz en México del Instituto para la Economía y la Paz (IEP), en México se invierte mucho menos de lo requerido en sus sistemas de seguridad y judicial. Se gasta el equivalente a 1% de su PIB en seguridad interna y en el sistema judicial, cifra que equivale a sólo 60% del promedio en países de la

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Además, el gasto del gobierno federal en actividades de contención de la violencia disminuyó 7% en 2017, lo cual incrementó aún más la brecha respecto al promedio de la OCDE. En 2017, el porcentaje de mexicanos que dicen tener un alto nivel de confianza en las instituciones de seguridad pública se redujo a 18%.

Protección civil

El municipio de Acapulco por su ubicación geográfica es un lugar altamente vulnerable, está expuesto a eventos geológicos, meteorológicos y ambientales derivados de la actividad humana. Es por ello que se hace muy necesario disminuir los riesgos con políticas que impulsen la cultura de prevención, la cual permite actuar con oportunidad en situaciones de mediano y alto riesgo teniendo una sociedad informada que será capaz de actuar con seguridad y a tiempo ante los desastres. (SIMA, 2018)

En materia de protección civil, se cuenta con un mapa digital de riesgos, 87 refugios temporales seguros en 20 zonas del municipio y se trabaja en coordinación con el gobierno del estado el Sistema de Alertamiento Hidrometeorológico, también se tiene una Estación Central y cuatro Subestaciones de Bomberos. (SIMA, 2018).

Movilidad y transporte público

Acapulco concentra el mayor número de vehículos registrados en el estado, en el primer semestre del 2018 se registraron 374,442 vehículos de motor, generando una tasa de motorización de 436 vehículos por cada 1,000 habitantes. (SIMA, 2018)

El incremento del parque vehicular del primer semestre del 2017 al primer semestre del 2018 representa un incremento del 6%. En este sentido, el incremento en el parque vehicular sigue mostrando un aumento en los vehículos particulares con respecto a otras modalidades como son los vehículos de carga y de pasajeros, entre estos los que son utilizados como transporte público. (SIMA, 2018)

De acuerdo con el reporte emitido por el Instituto Mexicano para la Competitividad, Acapulco tiene un índice de movilidad urbana BAJA; el 49% de la población usa transporte público, pero el 0% de los fondos federales para movilidad se destina a este servicio. Asimismo, este reporte nos indica que el 74% de los usuarios perciben una

suficiente cobertura de la red de transporte público, se tienen 4.2 vehículos particulares por usuario y se emiten 2,075 Kg de Co2 por cada vehículo. (SIMA, 2018)

Como medida de atender la problemática de transporte, el Gobierno del Estado consideró necesario contemplar políticas en infraestructura urbana para descongestionar las calles y avenidas principales, y a su vez, reducir la pérdida de tiempo horas-hombre, el alto índice de congestión y contaminación, el deterioro de nivel de vida y el continuo aumento de la motorización, privilegiando el transporte público para fortalecer la organización de los prestadores de servicio y generar estrategias de ordenamiento urbano, por todo esto se implementó el proyecto ACABUS, el 25 de junio del 2016. (SIMA, 2018)

El Sistema Integral de Transporte (SIT) Acabús está conformado por un Concesionario Operador Transportista, Concesionario Operador de Recaudo y un Organismo Público Descentralizado (OPD) que supervisa y regula a ambos concesionarios. (SIMA, 2018)

La infraestructura de este sistema se compone de 182 paraderos en corredores troncales sin carril exclusivo y 191 paraderos en vías alimentadoras; un carril confinado por sentido de 16 kilómetros con pavimentación de concreto hidráulico, el carril exclusivo que permite a las unidades articuladas y padrones del SIT Acabús librar el tránsito diario para realizar un traslado más rápido y seguro; un corredor principal de 32 kilómetros, desde Paso Limonero por el boulevard Vicente Guerrero, a través del Maxitúnel y por avenida Cuauhtémoc hasta el Zócalo; una terminal de Transferencia en Renacimiento y una estación de Integración Oviedo con 18 estaciones intermedias. (SIMA, 2018)

Las unidades están monitoreadas a través de un Sistema GPS que permite conocer la ubicación de cada una. El Sistema Acabús, cuenta con 29 autobuses articulados con capacidad para 125 pasajeros, 47 autobuses padrones con capacidad para 90 pasajeros, 59 autobuses convencionales con capacidad para 50 pasajeros. (SIMA, 2018).

Alumbrado público

Actualmente se tiene un inventario de 50,620 luminarias; de estas, 24,144 están instaladas en la zona urbana y 26,476 en la zona rural. De acuerdo con los resultados obtenidos en el segundo semestre del 2017 del Sistema de Indicadores del Municipio de Acapulco, el costo total de operación del alumbrado público fué de 87.37 millones de pesos y el costo de operación por luminaria al cierre del 2017 fue de 1,726 pesos. (SIMA, 2018)

Es indudable que una atención insuficiente de este servicio afecta derechos de seguridad social, aplicaremos un programa y recursos presupuestales, para mejorar el alumbrado público en colonias, barrios, fraccionamientos, unidades habitacionales y comunidades rurales del municipio. (SIMA, 2018)

Agua y drenaje

De acuerdo con el Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2018 en Acapulco sólo el 11.4% de las viviendas no disponían de agua entubada y 9.9% de las viviendas no tenían drenaje. (SIMA, 2018)

En cuanto a la provisión del servicio de agua potable sigue siendo deficiente con base a los datos registrados en el Sistema de Indicadores del Municipio de Acapulco en el año 2013 los predios que tenían un servicio de 8 horas o menos representaba el 10%, comparado con el año 2018 los predios con este servicio representaron el 25%. (SIMA, 2018)

Al primer semestre del 2018 los predios registrados con servicio de 24 horas representaron el 25%; los predios con servicio de 16 a 23 horas representaron el 20%; los predios registrados con servicios de 8 a 15 horas el 30% y los predios con servicio de 8 horas o menos el 25%. (SIMA, 2018)

En el cobro se tiene una eficiencia de 56.6%, se distribuyen 62 millones 360 mil m3 y se facturan 35 millones 312 mil m3 de agua anualmente. (SIMA, 2018)

Los principales problemas que se ha venido acumulando por años en la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA) son: la toma clandestina de agua y la cartera vencida, situación que ha limitado a los organismos a resolver la demanda ciudadana. (SIMA, 2018).

Tabla 31: Calidad en la provisión del servicio de agua potable

Predios con agua potable	2013	%	2018	%	Variación en el periodo
Total de predios	184,669		198,571		
Bueno (24 hrs)	55,401	30%	49,643	25%	-12%
Aceptable (16 a 23 hrs)	18,467	10%	39,714	20%	54%
Deficiente (8 a 15 hrs)	92,335	50%	59,571	30%	-55%
Malo (8 hrs o menos)	18,466	10%	49,643	25%	63%

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de indicadores del municipio de Acapulco (SIMA) 1er. Semestre 2018.

Recuperado: <https://acapulco.gob.mx/>



Reserva territorial

En 1987, se hace una división de zonas con sus respectivos subcentros urbanos. Ya se plantea una delimitación del Parque el Veladero. La zona Diamante es propuesta para uso turístico, habitacional y de preservación de áreas naturales, en especial el canal meándrico que comunica la laguna de Tres Palos con la de Puerto Marques, así como los manglares que rodean la Laguna de Tres Palos.

Sin embargo, actualmente La ciudad crece sin responder a un proyecto urbano que regule su expansión. Se carece de reservas territoriales, se acumula el déficit de vivienda y equipamiento, siendo por demás notorias las deficientes condiciones de vida de la población residente con relación a las zonas relacionadas con la actividad turística (Castellano y Palacio 2015).

En la propuesta urbana de 1993, se incluye a Coyuca como municipio conurbado. Divide al centro de población en cuatro sectores urbanos, siendo el sector diamante el sector más amplio en extensión. Plantea la saturación de baldíos dentro del anfiteatro y la reserva de crecimiento en los sectores Zapata-Renacimiento, Coyuca-Pie de La Cuesta y Diamante, el sector norte llega hasta San Agustín. En el sector Coyuca Pie de La cuesta plantea la absorción de localidades rurales de Coyuca al sector urbano (Castellano y Palacio 2015).

Expansión de la mancha urbana de 1980 a 2020.

Para la elaboración de este análisis se utilizaron las imágenes de satélite de Google Earth Pro, tomando las imágenes disponibles desde 1984 a 2020 y se hizo la digitalización mediante la observación ocular, siguiendo el perímetro de las parcelas urbana. Es importante decir que la mancha urbana de Acapulco ha crecido de manera significativa en los últimos 30 años, pasando de 42.7 km² en 1984 a 116 km² en 2015, de superficie, lo que representa un crecimiento del 270 %. Es decir, creció a una tasa anual de 8.7 % anual en los últimos 30 años.

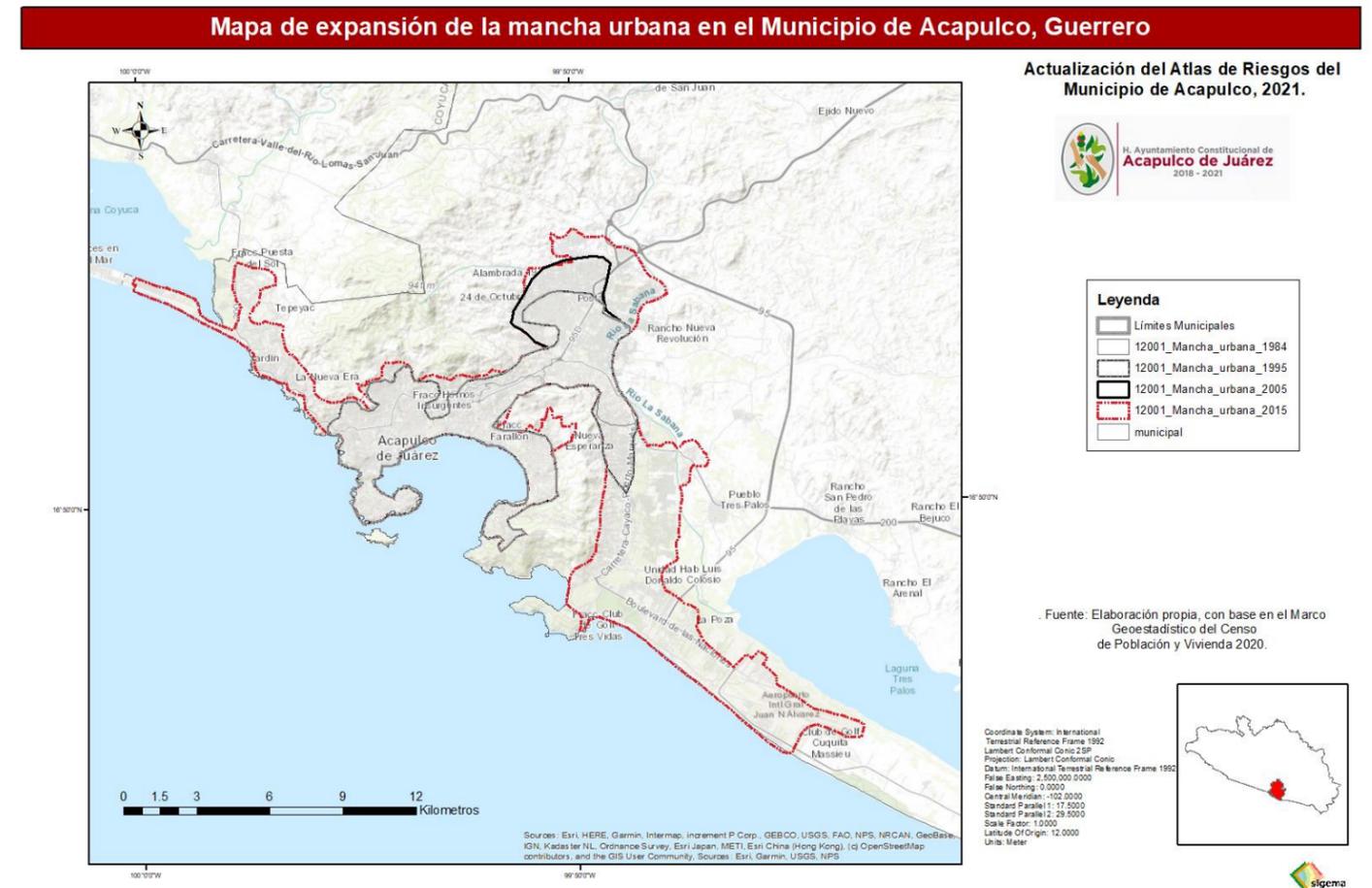
Tabla 32: Superficie de la mancha urbana de la cabecera municipal de Acapulco de 1984 a 2015

Año	Perímetro (km)	Área (km ²)
1984	70.5	42.7
1995	75.3	45.8

2005	77.7	51.8
2015	153	116

Fuente: elaboración propia

Ilustración 32: Mapa de expansión de la mancha urbana en el Municipio de Acapulco, Guerrero.



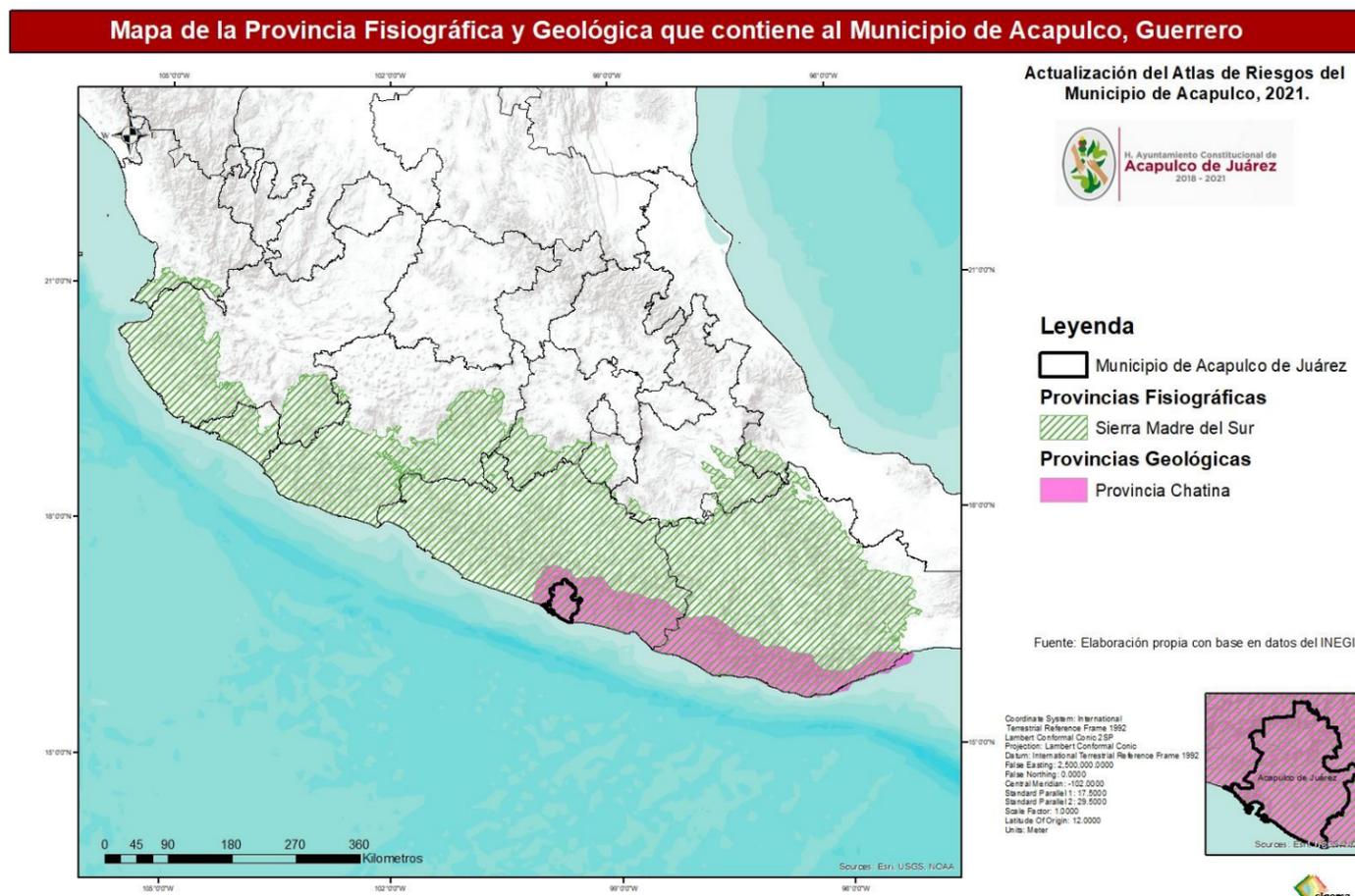
Fuente: Elaboración propia con base en imágenes de satélite de Google Earth 2015.



Capítulo 4 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico.

El territorio que comprende el municipio de Acapulco de Juárez con un área de 1,731.3 km² se encuentra en la parte sureste de la República Mexicana. Así mismo, corresponde fisiográficamente con la **Sierra Madre del Sur**, cubriendo el 100% del municipio de interés.

Ilustración 33: Mapa del Municipio de Acapulco de Juárez dentro de las provincias fisiográficas y geológicas del territorio mexicano.

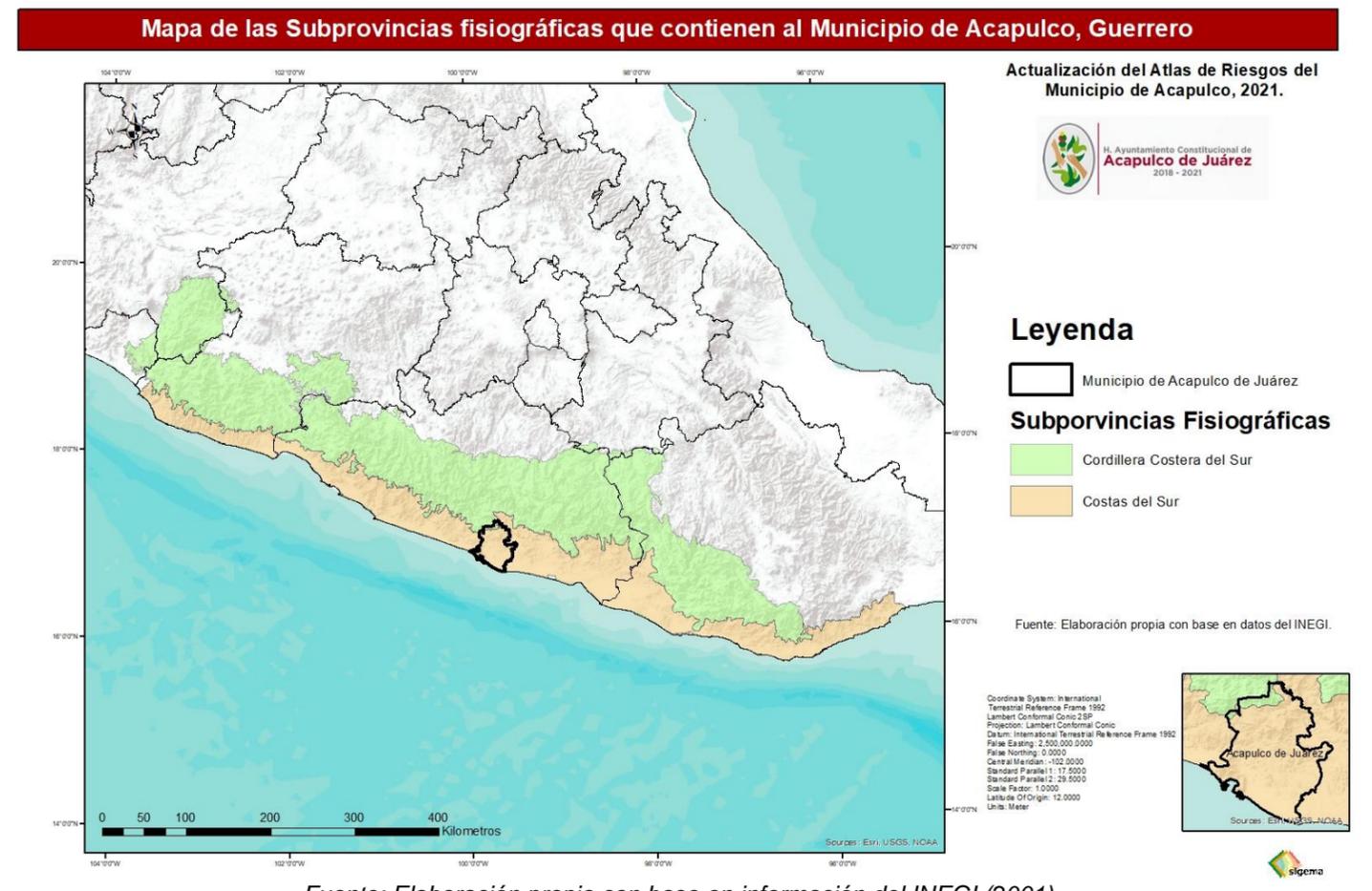


Fuente: Elaboración propia con base en información del INEGI (2001).

Esta provincia es de las más grandes del país y se extiende por las costas de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Se encuentra conformada por estructuras geomorfológicas tales como; valles de laderas, sierras altas, llanuras costeras, deltas fluviales y franjas costeras estrechas; por lo que, una gran porción de este territorio se encuentra conformado por rocas plutónicas, volcánicas, metamórficas y materiales de origen fluvial y aluvial.

Adicional a ello el municipio se encuentra dentro de 2 sub-provincias la primera es **Costas del Sur** la segunda es la **Cordillera Costera del Sur** descritas ambas por el INEGI.

Ilustración 34: Mapa de las subprovincias Cordillera Costera del Sur y Costas del Sur que contienen al Municipio de Acapulco de Juárez.



Fuente: Elaboración propia con base en información del INEGI (2001).



Por otro lado, la provincia geológica en la que se encuentra el municipio se le conoce como Terreno Chatina, definido por Sedlock et al. (1993), ocupando el 100% del territorio respectivamente.

El Terreno Chatina se localiza dentro del estado de Guerrero y parte del estado de Oaxaca, esta provincia está formada de rocas metamórficas como migmatita, gneis y esquistos, además, está intrusionada por cuerpos batolíticos del Terciario, los cuerpos están definidos como granitos y granodioritas (Moran et al., 2000).

Es de importancia caracterizar la morfología general de las unidades litológicas, si bien, la sección de la subprovincia **Cordillera Costera del Sur** está conformada principalmente de sierras y pequeños valles, esta morfología es producto de los batolitos y complejos metamórficos, así mismo, la sección de las **Costas del Sur** contiene morfológicamente sierras y llanuras costeras en su mayoría.

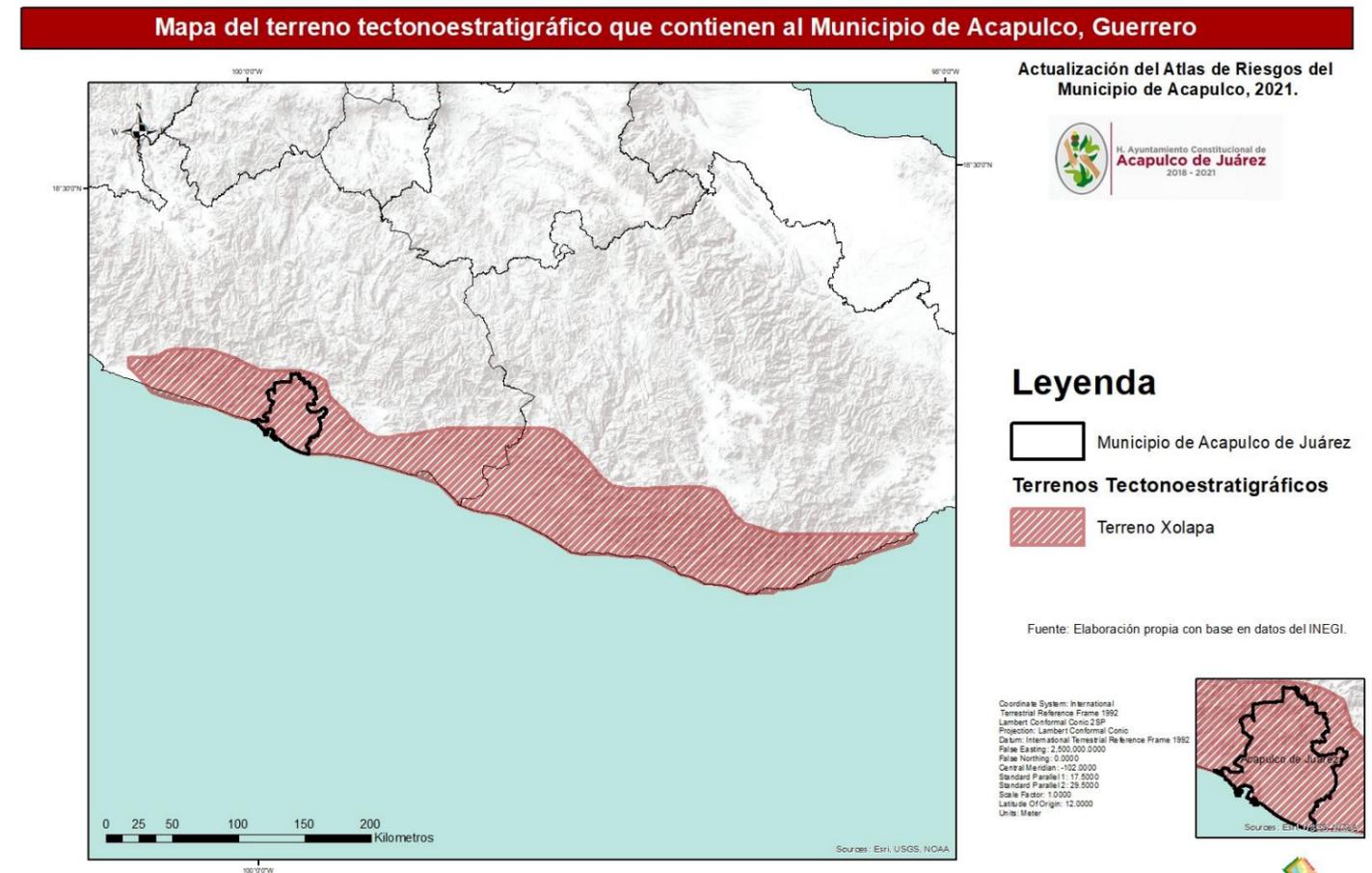
Marco geológico

El municipio de Acapulco se encuentra dentro de las cartas geológicas 1: 250,000 E14-11 "Acapulco" y E14-8 "Chilpancingo" (Servicio Geológico Mexicano, 2000), donde la columna estratigráfica descrita alberga materiales que van del Proterozoico y hasta el Cuaternario. De manera local los materiales aflorantes en el municipio van del Paleozoico al Cuaternario.

En el contexto tectónico, podemos localizar al Municipio de Acapulco dentro del *Complejo Xolapa*.

El *Complejo Xolapa* se caracteriza por contener a las rocas más viejas de la región, está constituido por una secuencia metasedimentaria y metaígneas de alto grado, afectadas por migmatización y deformación dúctil presentan edades de 130 Ma, las cuales son frecuentemente intrusionadas por rocas plutónicas deformadas y sin deformar. (Moran et al., 2000). El origen de este complejo es cuestionado hasta la actualidad, sin embargo, la explicación más acertada sugiere que la exhumación del *Complejo Xolapa* se debió al colapso gravitacional de un arco magmático Terciario, edificado en el borde de Norteamérica, manifestándose como un complejo con núcleo metamórfico gigante (Meschede et al., 1996).

Ilustración 35: Mapa del Terreno tectonoestratigráfico Xolapa.



Fuente: Elaboración propia modificado de Servicio Geológico Mexicano, 2007.

Litología y estratigrafía

Como se menciona anteriormente, el basamento está constituido por rocas metamórficas producto de metamorfismo regional, las principales unidades que pueden encontrarse son Paragneises intrusionados por unidades pegmatíticas, aplíticas y máficas. Así mismo se distribuyen en la región migmatitas, anfibolitas, ortogneises, esquistos pelíticos, esquistos de biotita y mármol, considerando a los protolitos como grawacas,



sedimentos pelíticos y carbonatos (Ortega, 1981). La edad de las rocas metamórficas por correlación geoquímica se estableció que las rocas pertenecen al Paleozoico hasta el Proterozoico.

Posterior a la acreción del Terreno Xolapa contra los terrenos adyacentes, se desarrolla un magmatismo durante el Terciario, el cual se caracteriza por un patrón sistemático en las edades de cristalización en 35 Ma, al Oeste del Municipio de Acapulco hasta 27 Ma al este de Puerto Ángel que conforman el Batolito de la costa que se caracteriza por presentar una serie de cuerpos intrusivos de composición granítica, granodiorítica y diorítica (Servicio Geológico Mexicano, 2000).

Finalmente en el periodo cuaternario, se encuentra una capa de aluvi3n que cubre a los intrusivos y rocas metam3rficas del terreno Chatino; estos dep3sitos aluviales se encuentran en los valles de los r3os o al pie de los cerros y lomas donde forman abanicos y terrazas; contempor3neo a este dep3sito ocurren los dep3sitos lacustres de sedimento limo-arcilloso, estos materiales se encuentran entrelazados con dep3sitos litorales, la unidad se puede ver en las playas que limitan el 3rea continental (Servicio Geol3gico Mexicano, 2000).

Geología estructural

De manera regional las estructuras m3s sobresalientes se encuentran en la zona del contacto tect3nico entre el Terreno Chatina y el Mixteco, representado como una zona de cizalla d3ctil-fr3gil, que se extienden al norte, los reflejos de este evento se manifiestan como cabalgaduras de bloques del Complejo Acatl3n sobrepuestos a los ortogneis del Complejo Xolapa, controlados aparentemente como por movimientos laterales dextrales con desarrollo de zonas de milonitas de orientaci3n NW-SE e inclinaciones de 35° al NE (Servicio Geol3gico Mexicano, 2000).

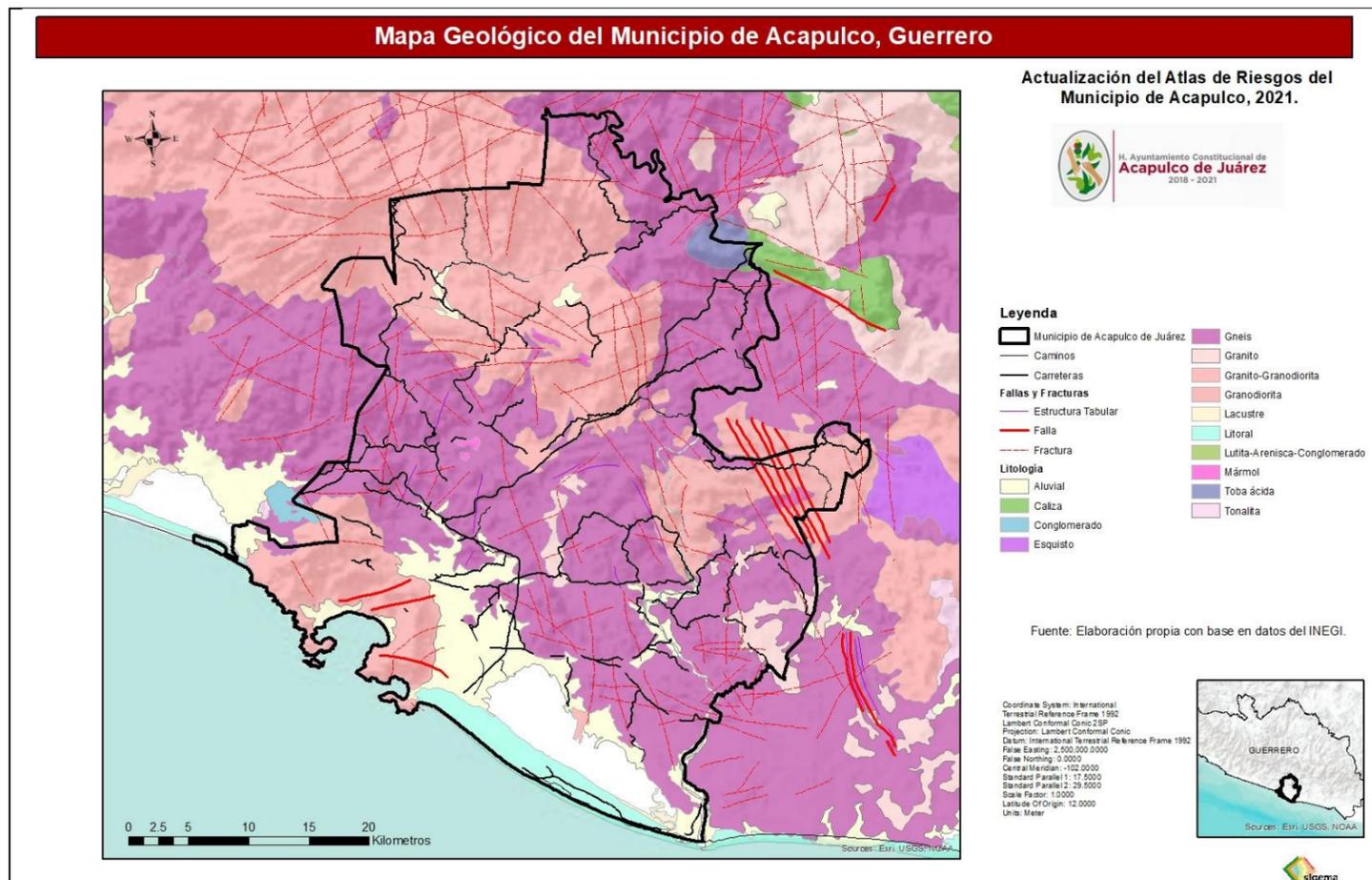
Otro rasgo sobresaliente es el del fallamiento regional que se manifiesta en la mayor parte de la carta, el cual corresponde a fallas de desplazamiento lateral, que contin3a al norte, relacionado a la tect3nica de desplazamiento lateral izquierdo del Bloque Chortis.

En las rocas del Complejo Xolapa fue posible determinar por medio los datos de foliaci3n una serie de aparentes plegamientos de ejes paralelos con orientaci3n NW-SE, tambi3n determinadas en diques pegmat3ticos plegados (Kevin, 1990).

Vulcanismo (Peligro Volc3nico)

Dentro del 3rea de inter3s el vulcanismo ha jugado un papel importante en la generaci3n de relieves, adem3s de otorgar una alta fertilidad en los campos de cultivo. Sin embargo, las erupciones volc3nicas pueden afectar de manera negativa a la sociedad, si estas se presentan en regiones pobladas o cultivadas (Tilling, 1989).

Ilustraci3n 36: Mapa geol3gico de Acapulco de Ju3rez,



Fuente: Elaboraci3n propia, informaci3n tomada del Servicio Geol3gico Mexicano, 1991



Se identifica como un área de peligro volcánico, a una zona afectada por procesos o productos volcánicos potencialmente destructivos en un intervalo de tiempo definido.

Mientras que la peligrosidad es la posibilidad de pérdidas humanas, propiedades, capacidad de producción etcétera (Tilling, 1989); de esta manera la peligrosidad que representa una formación volcánica se basa en el principio de que un volcán activo es capaz de repetir o exceder lo que ha hecho en el pasado. Por lo que será importante identificar las formaciones volcánicas que se encuentran dentro de un radio de 100 km del sitio de interés, siendo que esta es la zona volcánica que puede representar algún tipo de amenaza, a corto o largo plazo. Un volcán es considerado activo o peligroso, cuando tiene el potencial de producir nuevas erupciones, y ha mostrado algún tipo de actividad en aproximadamente los últimos 10,000 años (Martínez-Bringas, et al., 2006).

Dentro del municipio de Acapulco de Juárez no se tiene registro de materiales volcánicos, más bien como ya se definió, son materiales plutónicos – hipábisales y metamórficos en este caso No aplica.

Ilustración 37: Mapa de Volcanes activos cercanos al municipio de Acapulco de Juárez,



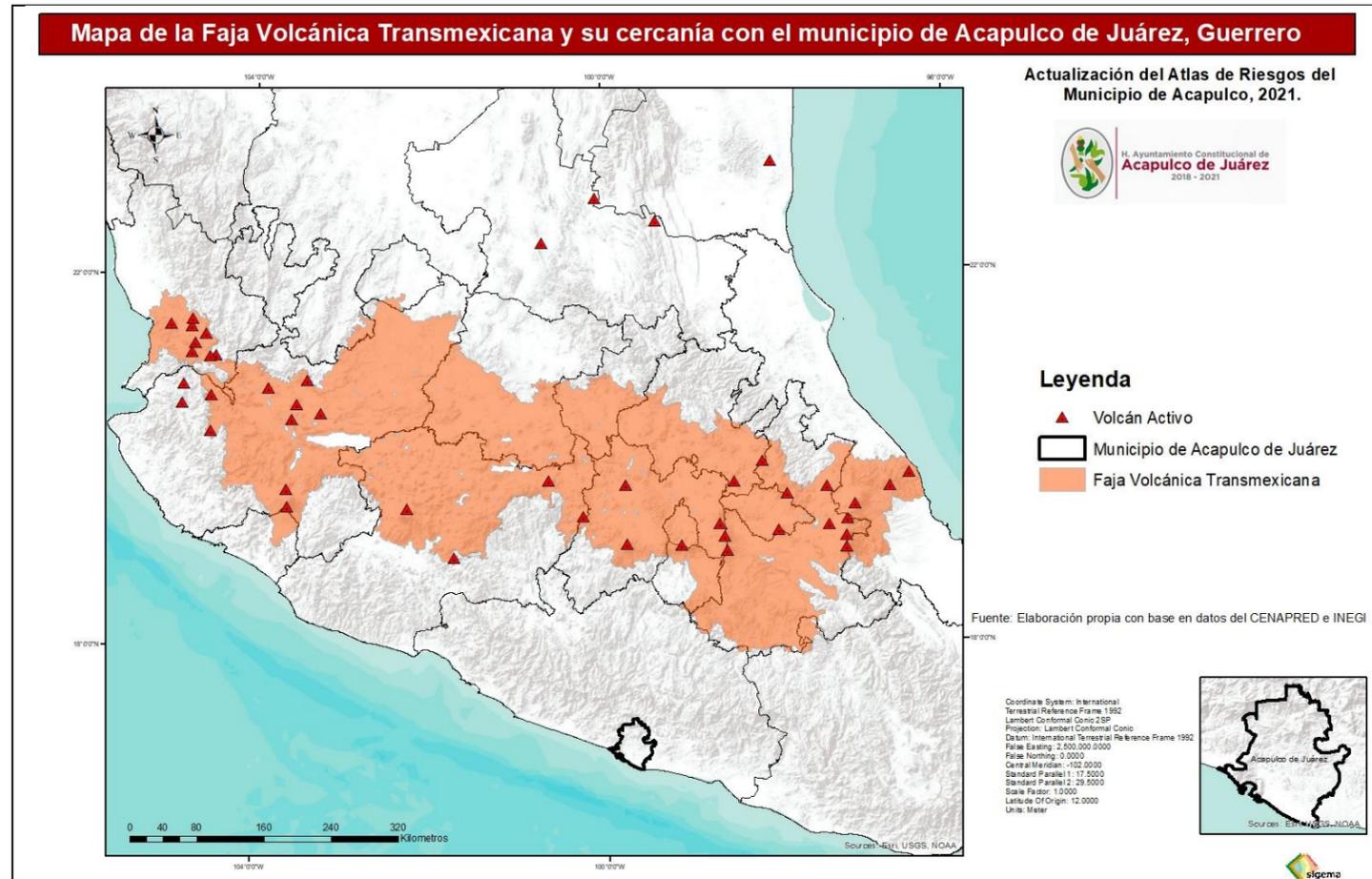
Fuente: Elaboración propia, información tomada de CENAPRED, 2015.

Faja Volcánica Transmexicana (FVTM)

La Faja Volcánica Transmexicana contiene a los volcanes más cercanos al municipio de Acapulco de Juárez. Es una de las provincias con mayor variación de relieve y de tipos de rocas, se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha faja de 130 km. Inicia en la Costa Occidental en la desembocadura del río Grande Santiago a la Bahía de Banderas, continúa hacia el sureste hasta encontrar el volcán de Colima para después continuar aproximadamente sobre el paralelo 19°N, hasta llegar al pico de Orizaba y al Cofre de Perote, alcanzando 880 km de longitud.



Ilustración 38: Mapa de la Faja Volcánica Transmexicana y su cercanía con el municipio de Acapulco de Juárez



Fuente: Elaboración propia, información tomada de CENAPRED e INEGI, 2015, 2001.

Cuando hablamos de la FVTM entendemos que su origen tectónico es por la subducción de las placas Rivera y Cocos, además constituye un arco volcánico de alta complejidad y variabilidad geoquímica, los principales rasgos que se pueden destacar son la variación de estilos volcánicos, vulcanismo alcalino intraplaca, la oblicuidad que forma con respecto a su trinchera y finalmente el cambio evidente en el ancho de la FVTM (Ferrari, 2000).

Gómez-Tuena et al. (2005) describe a la provincia en tres sectores con base en la geología y tectónica, un fragmento en la parte occidental entre la costa del Golfo de California y la junta triple de los rifts de Zacoalco, Chapala y Colima; una porción central ubicada entre dicha estructura y el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende; y una parte final al oriente entre este sistema y la costa del Golfo de México.

Vulnerabilidad por vulcanismo

Para que una formación o estructura volcánica se considere activa o potencialmente peligrosa para una zona, deben existir evidencias de algún tipo de actividad en alrededor de los últimos 10,000 años, por lo que la SMO ni la Faja Volcánica Transmexicana presentan un orden de peligrosidad importante para consideración del análisis.

De la misma manera, se puede apreciar al municipio de Acapulco de Juárez y en un radio de influencia de 100km, manifestando que dentro de **Acapulco de Juárez y hasta a 100km de radio del límite municipal, no se identifican estructuras volcánicas activas importantes o de alto riesgo** (de acuerdo con la información de [CENAPRED, 2017](#)).

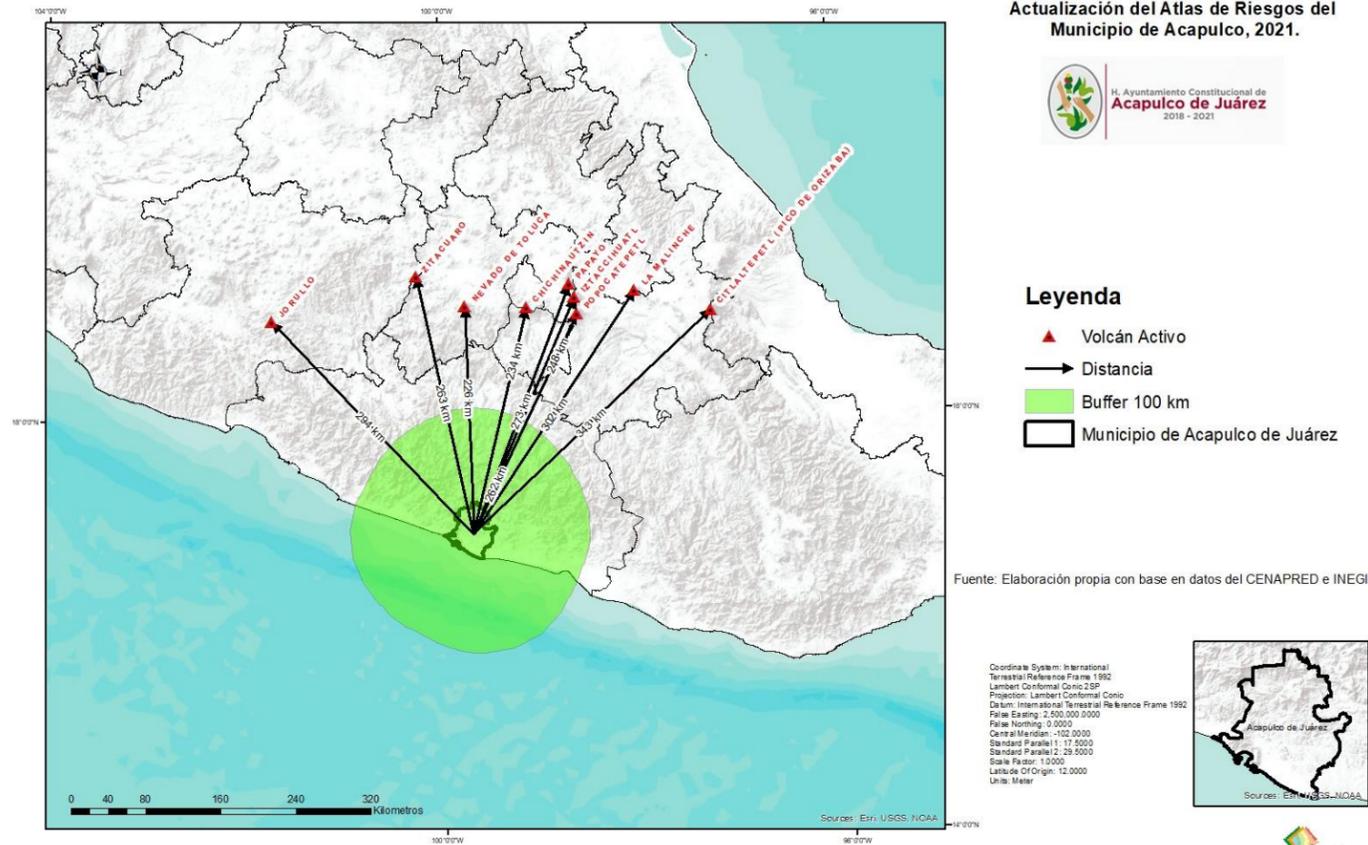
Siendo los volcanes activos de mayor cercanía los enunciados a continuación, en orden de cercanía: Nevado de Toluca (226 km), Chichinautzin (234 km), Popocatepetl (248 km), Iztaccíhuatl (262 km), Zitácuaro (263 km), Papayo (273 km), Jorullo (294 km), La Malinche (302 km), Citlaltépetl (Pico de Orizaba) (343 km).

Por otro lado, además de la efusión de lava, una erupción volcánica genera la expulsión de materiales incandescentes en un radio considerable y la caída de altas cantidades de ceniza, misma que puede generar amplios rangos de incidencia a partir de diversos factores. La siguiente Tabla presenta las características de las diferentes manifestaciones volcánicas, sus velocidades y sus alcances, en caso de una gran erupción de volcánica. De acuerdo con la actividad volcánica previa, se considera que el principal peligro al que se pudiera ver expuesto Acapulco de Juárez es a la caída de cenizas volcánicas.



Ilustración 39: Mapa de la Localización de los volcanes activos en un radio de 100 km,

Mapa de la Localización de los volcanes activos en un radio de 100 km



Fuente: Elaboración propia, información tomada de CENAPRED, 2015.

Tabla 33: Características de las manifestaciones volcánicas

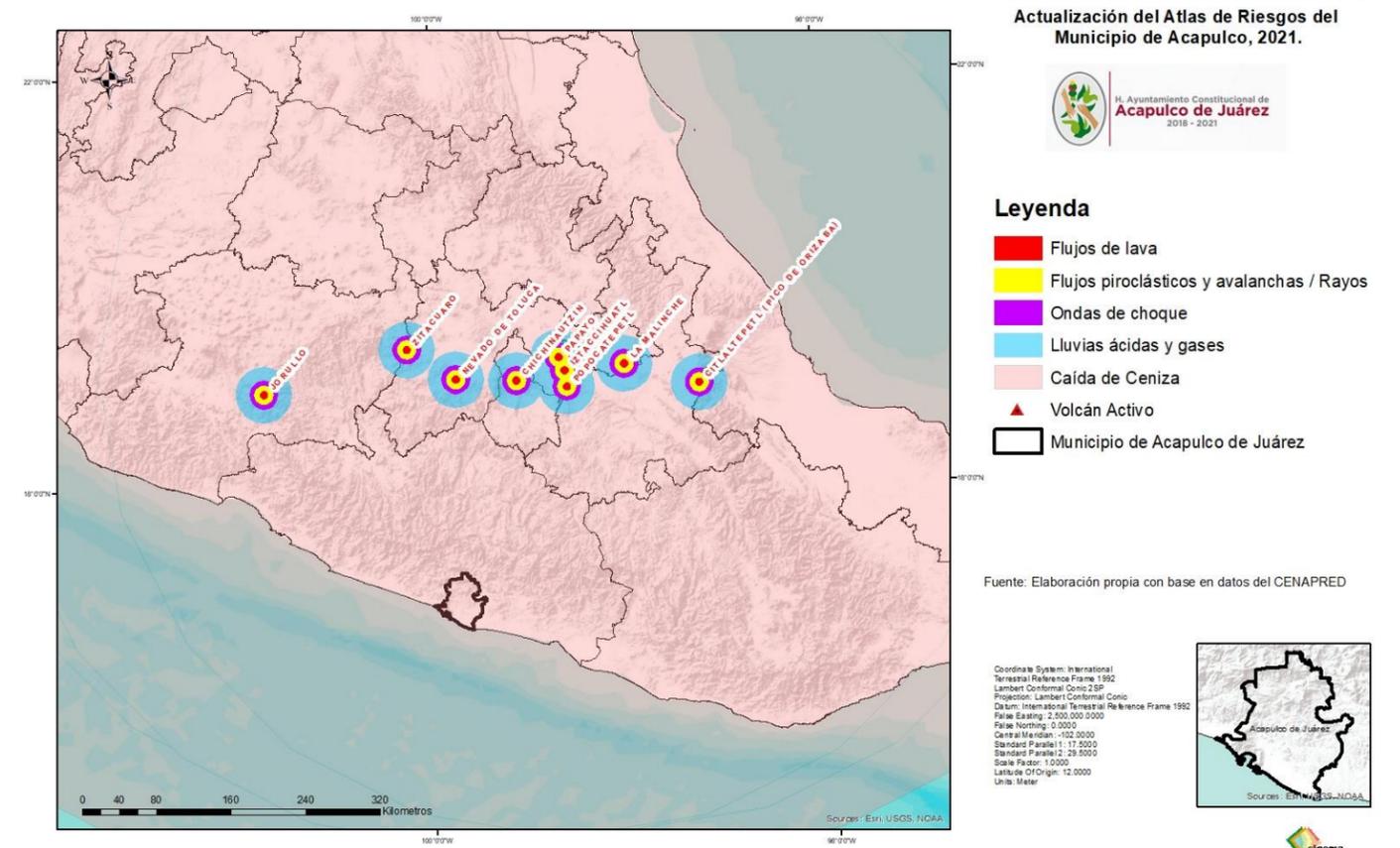
Peligros	Distancia a la que se extiende el efecto		Área afectada		Velocidad de la manifestación		Temperatura característica (°C)
	Promedio (km)	Máxima (km)	Promedio (km ²)	Máxima (km ²)	Promedio (m/s)	Máxima (m/s)	
Caída de ceniza (fragmentos pequeños)	20-50	1000 +	100	100,000	15	30	Ambiente
Flujos piroclásticos y avalanchas	10	100	5-20	10,000	20-30	100	Hasta 900
Flujos de lava	3-4	100+	2	1,000 +	1	30	Hasta 1150

Peligros	Distancia a la que se extiende el efecto		Área afectada		Velocidad de la manifestación		Temperatura característica (°C)
	Promedio (km)	Máxima (km)	Promedio (km ²)	Máxima (km ²)	Promedio (m/s)	Máxima (m/s)	
Lluvia ácida y gases	20-30	2,000 +	100	20,000	15	30	Ambiente
Ondas de choque	10-15	800 +	1,000	100,000 +	340	500	Ambiente
Rayos	10	100+	300	3,000	-	-	incandescencia

Fuente: Modificada de Blong, 1984

Ilustración 40: Mapa de peligrosidad asociadas a los distintos peligros volcánicos que afectan al municipio de Acapulco de Juárez

Mapa de peligrosidad asociadas a los distintos peligros volcánicos que afectan al municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero.



Fuente: Elaboración propia, información tomada de CENAPRED, 2015.

Sismos

La costa del Pacífico mexicano es una zona de gran actividad sísmica. Esta actividad es consecuencia de la interacción entre la placa continental de Norte América y la placa de oceánica de Cosos y Rivera. La subducción de la placa de Cocos bajo la placa de Norteamérica ha genera más de 70 sismos de magnitud $M > 6.5$. Esta zona abarca el segmento de costa de 15° a 20° de latitud Norte y de 92° a 105° oeste. El ángulo de subducción de la placa de Cocos con respecto a la Norteamérica es de aproximadamente 12° (considerado un ángulo de subducción bajo) en el área comprendida entre Michoacán y Oaxaca (Franco et al., 2007).

La zona central de Guerrero se encuentra al sur de la zona de ruptura de los sismos de Petatlán (1979) y Michoacán (1985), se considera que es una brecha sísmica con alto potencial sísmico, (Brecha sísmica de Guerrero). Actualmente se considera que la *Brecha sísmica de Guerrero* tiene un potencial sísmico capaz de producir un terremoto de magnitud $M_w = 8.1-8.4$ (Suárez et al., 1990).

ruptura para los eventos de magnitud $M > 7.0$ que ocurrieron en el siglo pasado. Se muestra la Brecha de Guerrero.
Fuente: Franco et. al., 2007.

Análisis de sismicidad

Auto-similitud

Cuando observamos fractales cuyas pequeñas copias son variaciones del todo, tenemos la llamada auto-similitud estadística. Para poder entender la dimensión de un fractal u objeto auto-similar, es posible referenciar un segmento de línea recta con longitud L . Este segmento puede dividirse en N segmentos de tamaño $m = L/N$; cada uno de estos segmentos puede ser obtenido del segmento original por una similitud dada por m . Entonces la relación está dada por: $N = (\frac{1}{m})^d$

Y obteniendo el logaritmo obtenemos la expresión:

$$\log(N) = d * \log\left(\frac{1}{m}\right)$$

En dónde d es la dimensión de auto-similitud.

Distribución Frecuencia-Magnitud (Relación Gutenberg-Richter)

De manera análoga, en la sismicidad, la autosimilitud es un ejemplo claro el cual se puede ver reflejado en la equivalencia entre la magnitud y la frecuencia de ocurrencia de los sismos, la cual se puede ver reflejada en la siguiente expresión:

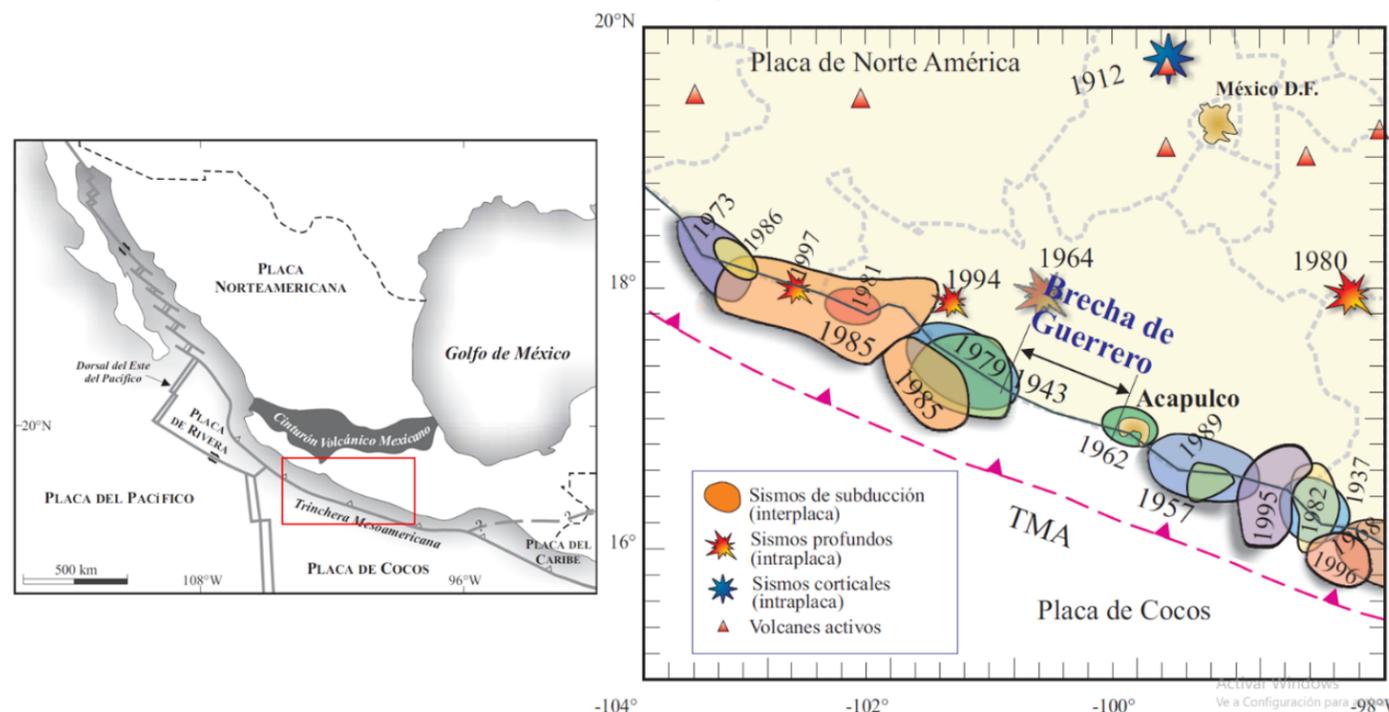
$$\log_{10}(N) = a - bM$$

Resolviendo para N la relación responde a una ley exponencial

$$N = 10^{a-bM}$$

En donde N es el número acumulado de eventos con magnitudes mayores a M , y a y b son constantes. La relación se observa de manera descendiente respecto a la magnitud de los eventos, lo que significa que, teóricamente, para un evento de magnitud M habrá más eventos de magnitud menor, a una escala de número de eventos definida (una forma de ejemplificarlo sería; si $b = 1$, para cada evento $M = 7$ se tendría 10 con $M = 6$, 100 con $M = 5$, etc.) (Garza, 2014).

Ilustración 41: Mapa tectónico y Sismotectónico de México



Izquierda: Mapa tectónico de México, se muestran las placas que interactúan en el territorio, así como sus límites. Derecha: Sismotectónica, las áreas sombreadas representan las zonas de

Cuantitativamente, el valor b próximo a 1.0 ($b \sim 1$) está asociado a procesos tectónicos e indica zonas de corteza homogénea y alto esfuerzo aplicado. Sin embargo, en ambientes volcánicos y geotérmicos estos valores son mayores a 1, inclusive cercanos a 2 ($b \sim 2$) (Antayhua, 2017). Estos valores b anómalos han sido atribuidos a la heterogeneidad del medio (Mogi, 1963), disminución del estado de esfuerzo efectivo (alta presión de poro) (Wyss, 1973; Pearson, 1981), alto grado de fracturamiento (McNutt, 2005), cambios bruscos de esfuerzo después de la ocurrencia de sismos de mayor magnitud (Del Pezzo et al., 2004).

Mientras que, para la ocurrencia de enjambres sísmicos de origen volcánico, presentan valores b entre 0.6 y 1.0; mientras que los de origen geotérmico, volcánico, inclusive la combinación de ambos y la tectónica donde el fluido está involucrado, se caracterizan por presentar valores $b > 1$, pueden sobrepasar los 2.5 ($b > 2.5$) (Neunhöfer y Hemmann, 2005).

Sin embargo, la estimación del valor b , depende, básicamente, de la estimación de la magnitud de completitud (M_{co} ; Zúñiga y Wyss, 2001); es decir, de la magnitud más baja a partir de la cual el 100% de eventos son detectados en espacio y tiempo (Woessner y Wiemer, 2005).

Existen diferentes métodos para estimar M_{co} ; entre ellos destacan: Máxima Curvatura ($MAXC$) y Mejor Combinación (M_C ; Wiemer y Wyss, 2000). La primera ($MAXC$), permite obtener M_{co} , a partir de la máxima curvatura de la distribución frecuencia-magnitud; mientras que la segunda (M_C), correlaciona el método de Máxima Curvatura ($MAXC$) y construye intervalos de confianza del 90 y 95 % para garantizar sesgos mínimos en el cálculo de la M_{co} .

Para la estimación del valor b promedio y por consiguiente la magnitud de completitud (M_{co}), se hizo uso del programa ZMAP (Wyss et al., 2001) y los métodos de Máxima Verosimilitud (MV) descrito por (Utsu, 1984) así como una desviación estándar del valor b menor o igual a 0.2 ($\sigma_b \leq 0.2$).

Lo óptimo para realizar un buen análisis espacial del valor b es tener un catálogo de eventos sísmicos extenso, por tal motivo, se debe mantener una buena calidad de los sismos seleccionados, ya que el método y los resultados dependen totalmente de la precisión en la localización de los hipocentros (Garza, 2014).

Método de la Máxima Curvatura

En este método es posible obtener M_c a partir del punto de máxima curvatura en la primera derivada de la distribución frecuencia-magnitud. Cada magnitud calculada (M_{bin}) se relaciona con la frecuencia más alta de

eventos en la distribución f-m no acumulativa. A pesar de la fácil aplicación, fiabilidad y rapidez del método, M_c generalmente es subestimado especialmente para distribuciones f-m gradualmente curvadas que resultan de la heterogeneidad espacial o temporal de los datos (Mendoza-Ponce, 2012).

Método de máxima verosimilitud

El método de máxima verosimilitud es el usado para estimar los valores de a y b , en tanto para el periodo de retorno local de sismos, se utiliza la siguiente relación (Wiemer y Wyss, 2002):

$$P_r(M) = T_L(M) = \frac{\Delta T}{10^{1-bM}}$$

Donde ΔT es el periodo de datos considerado y la magnitud máxima del sismo es M , cuyo periodo de recurrencia se desea conocer. Tanto el método máxima verosimilitud como la relación de P_r , vienen incluidos como algoritmos en ZMAP.

La resolución de los valores de b depende de la homogeneidad del catálogo sísmico y de la magnitud de completitud (Wiemer y Wyss, 2000). En este sentido, siguiendo el procedimiento de Wiemer y Wyss (1997), para realizar un buen análisis de los datos es importante tener en cuenta tres aspectos: 1) homogeneizar el catálogo, 2) fijar magnitud de completitud (M_{co}) y 3) eliminar réplicas.

Software empleado

El cálculo empleado para los mapeos de valor b , se llevaron a cabo mediante el programa ZMAP (Wiemer, 2001). Este programa está asociado a una amplia variedad de rutinas, las cuales están programadas en el lenguaje de Matlab de Mathworks®. El software está programado para ser operado desde una interfaz GUI (Graphical User Interface). Dicha paquetería de ZMAP es libre y se puede descargar desde internet.

Para calcular los valores de a y b en el programa ZMAP se requiere de una serie de parámetros, tales como las dimensiones de una grilla (x, y) del área de estudio, la magnitud mínima de completitud del catálogo, la dimensión del radio para el trazado de círculos, etc. Estos parámetros básicamente dependerán de la densidad de datos con



que se cuente y de las características sísmicas de la región de estudio, tales como longitudes de ruptura y áreas de ruptura de los eventos principales, fuentes sismogénicas y distribución espacial de la sismicidad.

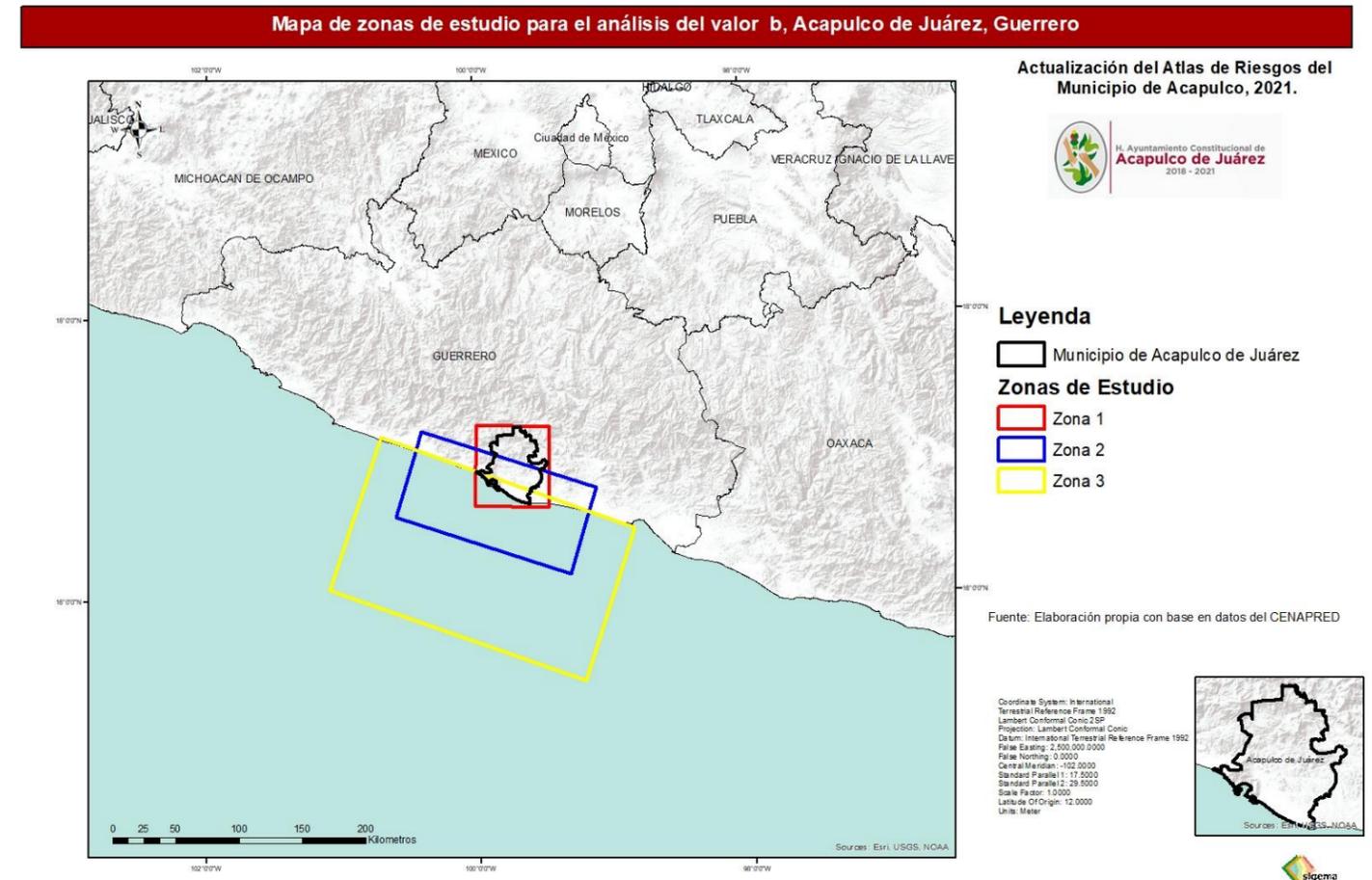
Sismicidad en el Municipio de Acapulco de Juárez y sus alrededores

Como se ve en la figura 2.9, el municipio de Acapulco de Juárez se encuentra cerca de la zona conocida como *brecha sísmica de guerrero* que tiene un alto potencial sísmico, lo que implica que esta zona presenta gran actividad sísmica.

Para este estudio se utilizó un catálogo de más de 11,000 eventos registrados en la red de monitoreo del Servicio Sismológico Nacional (SSN) a partir de 1900 a la fecha, se tomó un radio de 60 km alrededor del municipio de Acapulco para ver el comportamiento de la sismicidad en el municipio y sus alrededores.

El análisis del *valor de b* permite cuantificar la distribución relativa del tamaño de los sismos y el estado de esfuerzo de la zona de estudio, en este análisis se tomaron 3 zonas para ver su comportamiento, zona 1: corresponde a la sismicidad que se encuentra en el municipio de Acapulco (rectángulo rojo), zona 2: parte del municipio y la costa (rectángulo azul) y la zona 3: sismicidad que se encuentra únicamente en el pacífico (rectángulo amarillo).

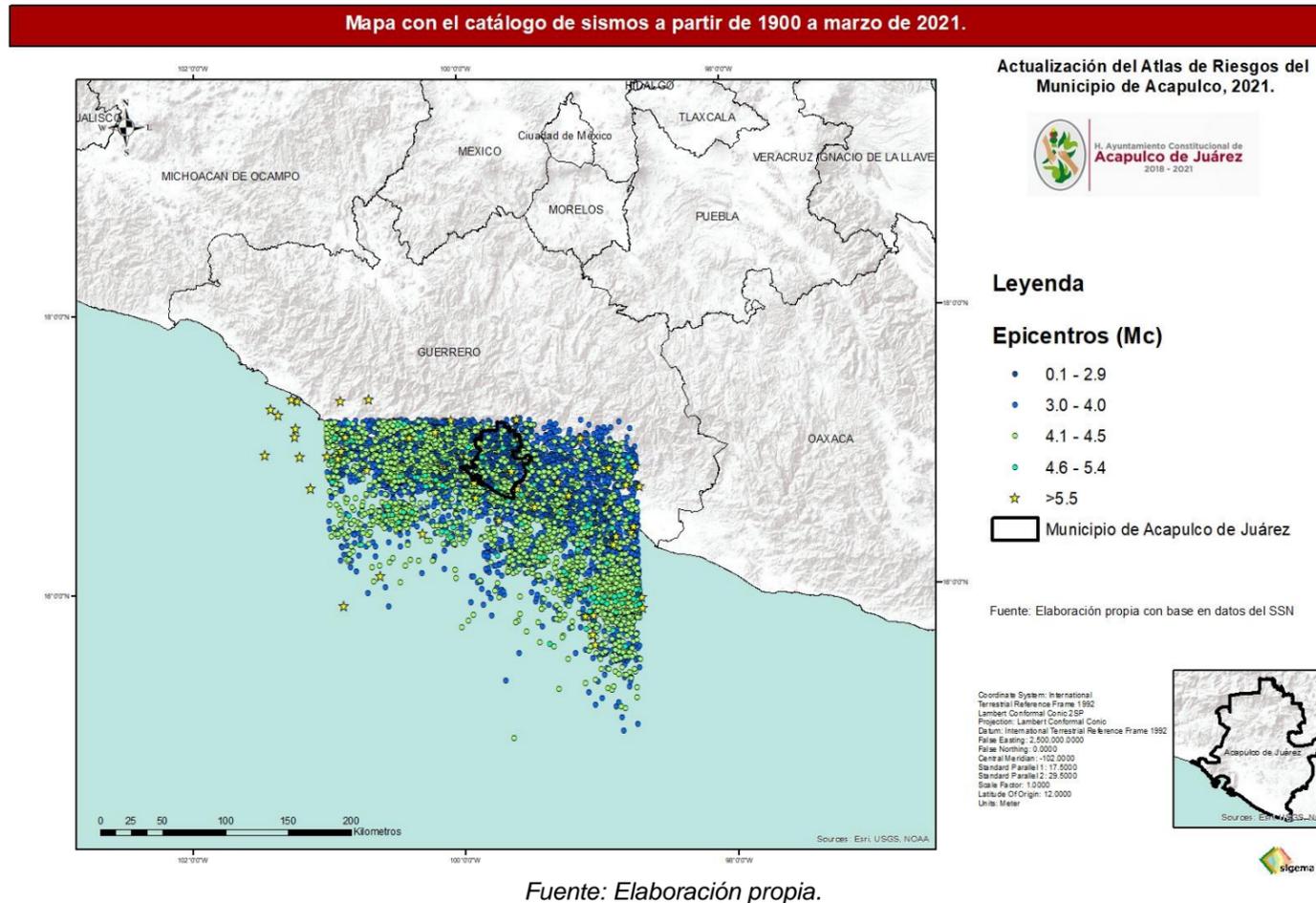
Ilustración 42: Mapa de las zonas de estudio para el análisis del valor de *b*.



Zona 1: municipio de Acapulco de Juárez (rectángulo rojo), zona 2: abarca parte del municipio y parte de la costa (rectángulo azul). Zona 3: área del pacífico y la costa (rectángulo amarillo).
Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 43: Mapa con el catálogo de sismos obtenidos de la red de monitoreo del Servicio Sismológico Nacional (SSN) a partir de 1900 a marzo de 2021.

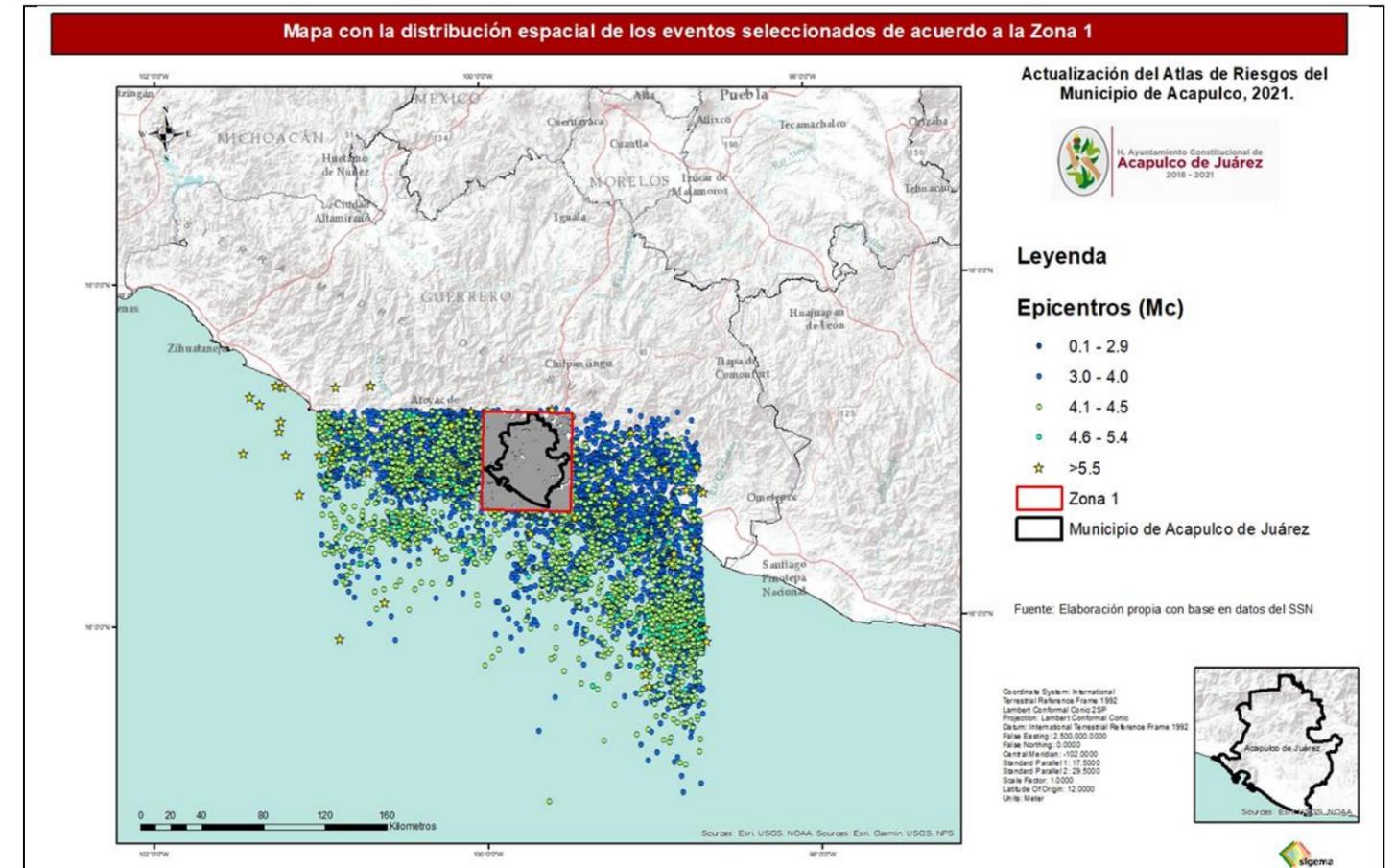


Fuente: Elaboración propia.

- **Valor de b, Zona 1.** Se realizó una selección de aquellos eventos que se encuentran dentro del municipio de Acapulco de Juárez con un total de 4729 eventos, la mayoría de éstos con magnitud de entre 3.3 – 3.6 (histograma).

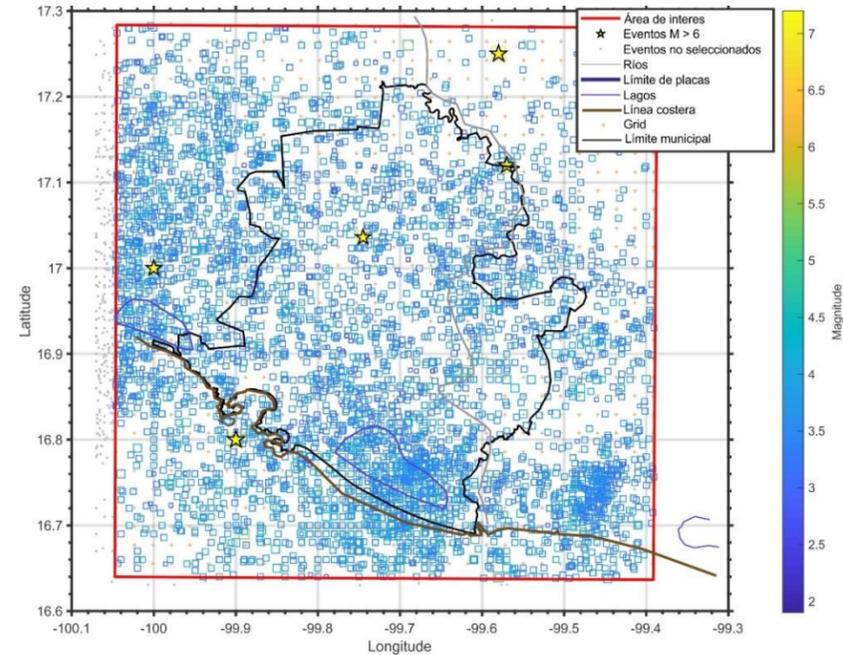
De manera general, el valor de b del área de interés (recuadro rojo) es de 1.46, sin embargo, se realizó un mapa local del valor de b con el fin de poder identificar las zonas anómalas (valor de b altos) dentro del municipio de Acapulco.

Ilustración 44: Mapa con la distribución espacial de los eventos seleccionados de la zona 1



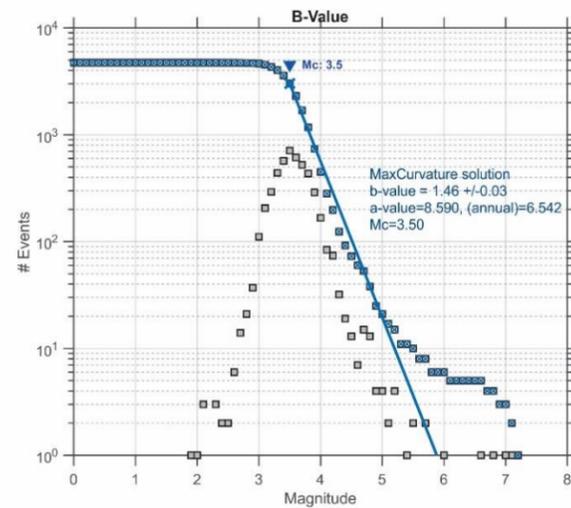
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 45: Eventos tomados por el programa ZMAP para calcular el valor de b (recuadro rojo).



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 46: Determinación del valor de b para el área seleccionada (recuadro rojo).

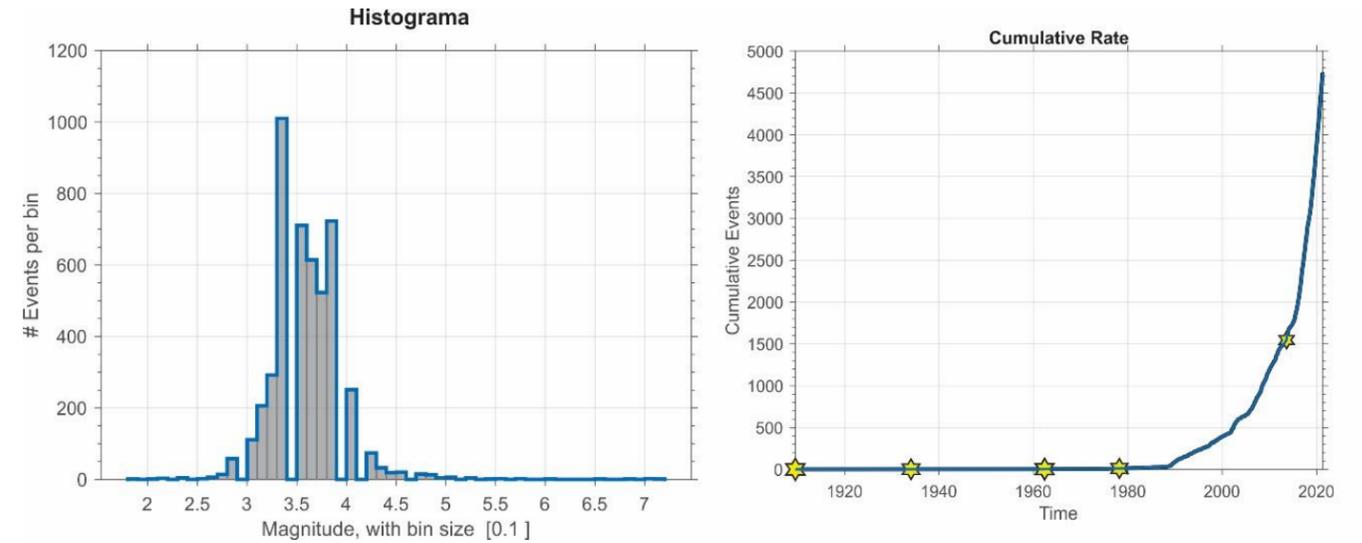


Los cuadros en gris muestran la distribución frecuencia-magnitud para el número de eventos y los cuadros en blanco el número acumulado. $M_c = 3.5$, $b = 1.46$ y $a = 8.59$.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 47: Izquierda: histograma del número de eventos vs la magnitud de cada, siendo la magnitud más frecuente de 3.3. Derecha:

Serie de tiempo para los eventos seleccionados.

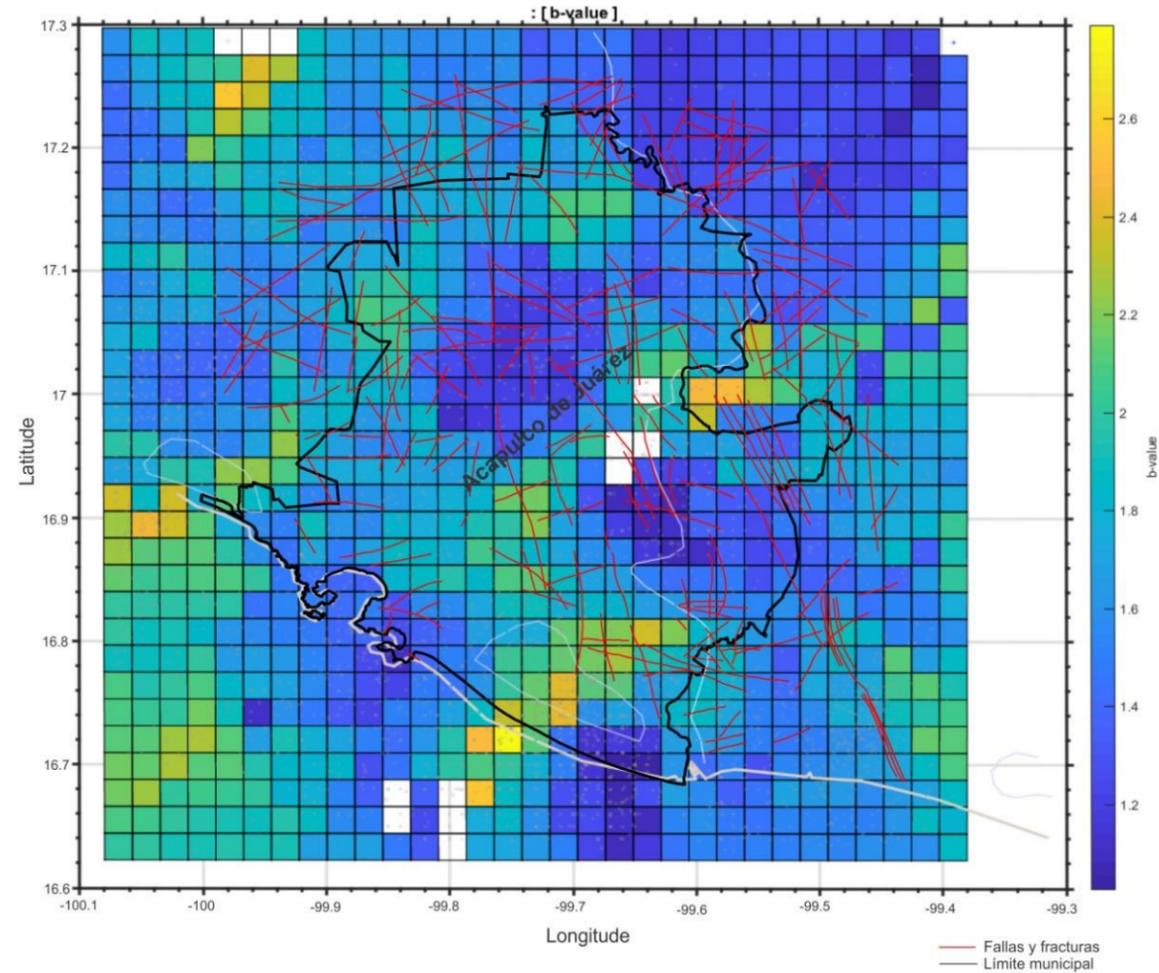


Fuente: Elaboración propia.

El mapa local del valor de b muestra algunas zonas con valores altos, lo que se considera como zonas anómalas, principalmente en la parte sureste del municipio, cerca de la Laguna Tres Palos, en dicha área se tienen identificadas 2 fallas lo que podría implicar que es una zona con un estado de esfuerzo mayor a otras áreas con valores de b menores a 1.

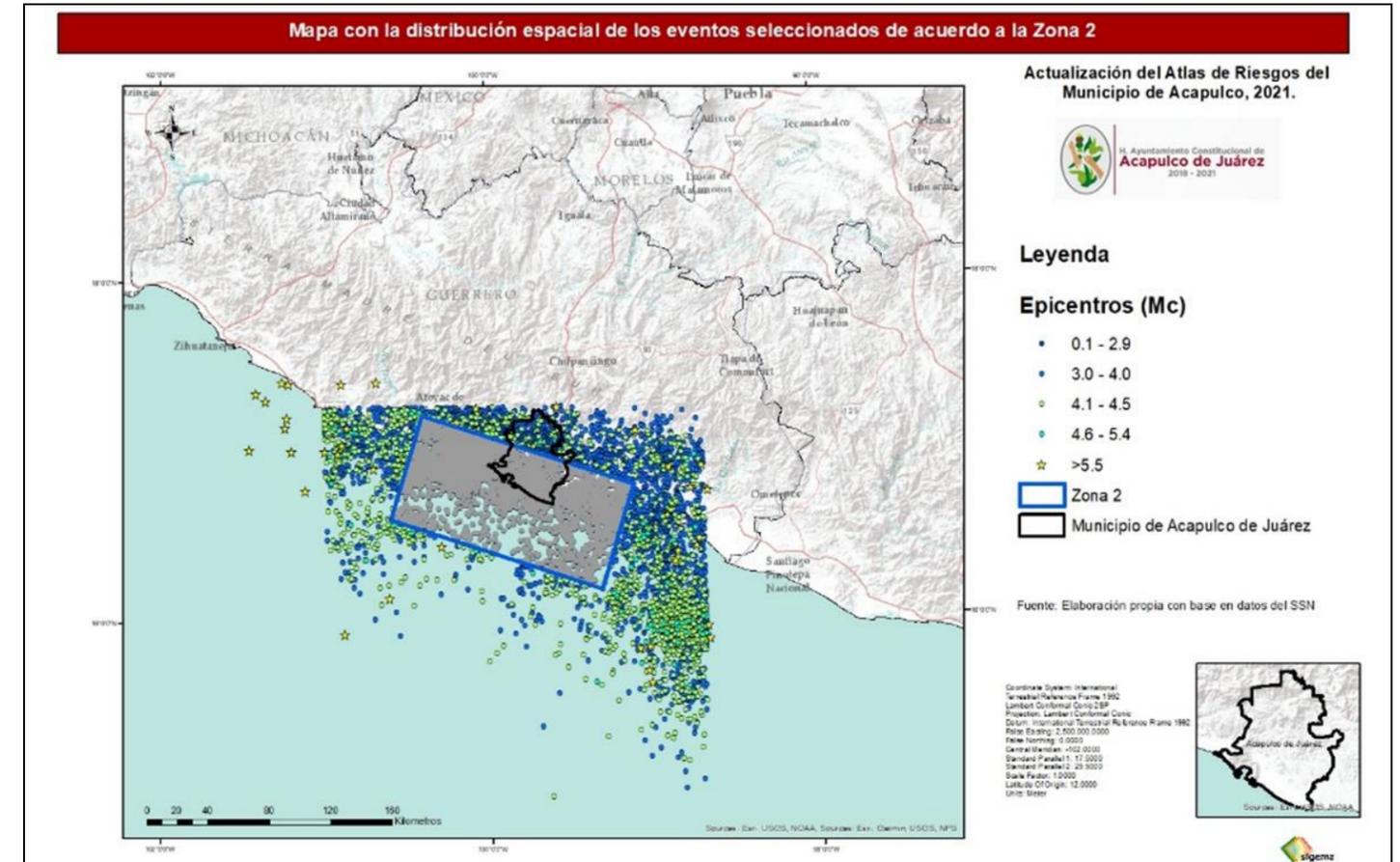


Ilustración 48: Mapa del valor de b para el área de interés



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 49: Mapa de distribución de eventos de la zona 2

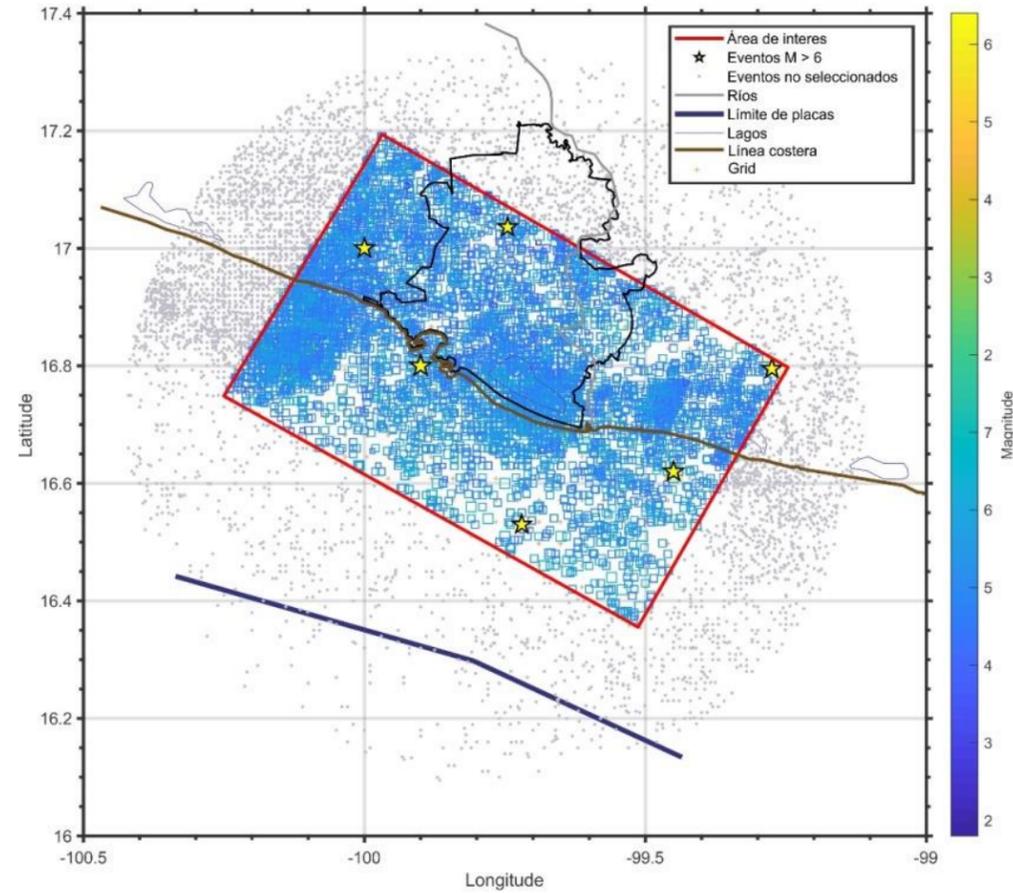


Fuente: Elaboración propia.

- **Valor de b, zona 2.** La zona 2 comprende parte del municipio de Acapulco de Juárez y parte la costa, el análisis se hizo con un total de 4484 eventos tomados por el programa para calcular el valor de b.

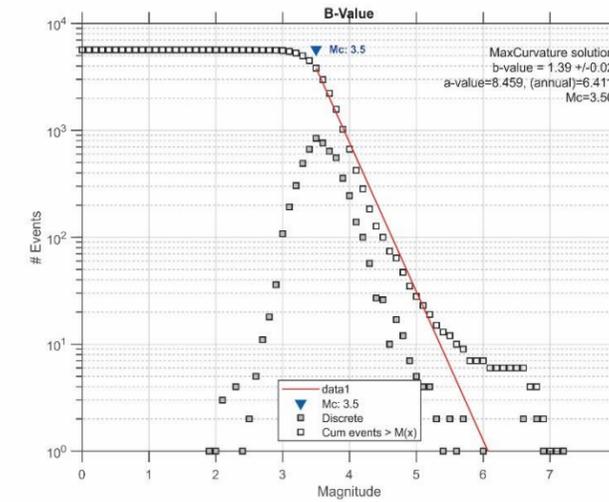


Ilustración 50: Catalogo total de eventos (puntos grises) del SSN, área seleccionada (recuadro rojo) para calcular el valor de b (cuadros de colores).



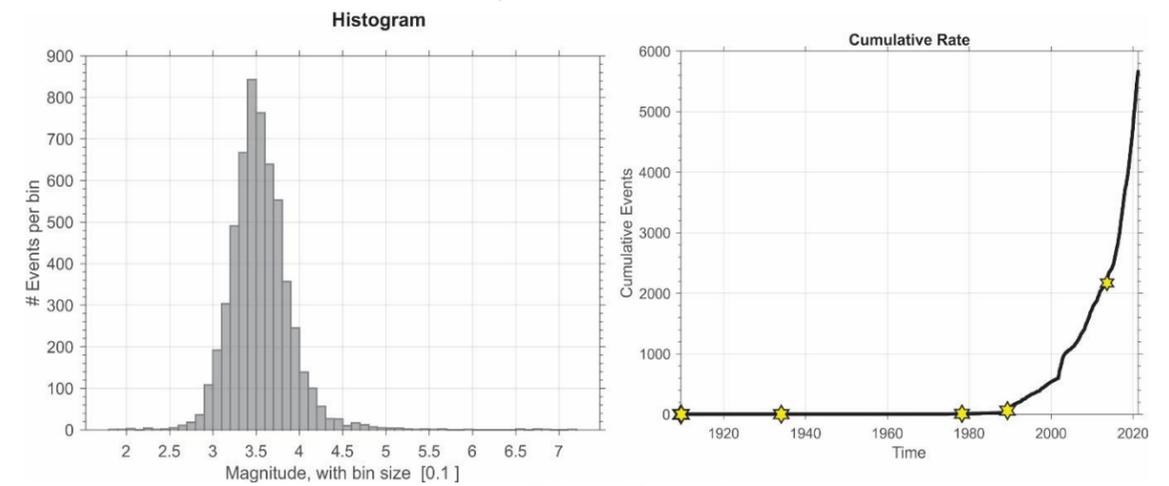
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 51: Valor de b para los eventos seleccionados por el programa.



Los cuadros en gris muestran la distribución frecuencia-magnitud para el nuero de eventos.
 $M_c=3.5$, $b=1.39$ y $a=8.459$
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 52: Derecha: serie de tiempo para el catálogo de eventos. Izquierda: histograma del número de sismos vs la magnitud de coda, siendo la magnitud de 3.4 la más frecuente.

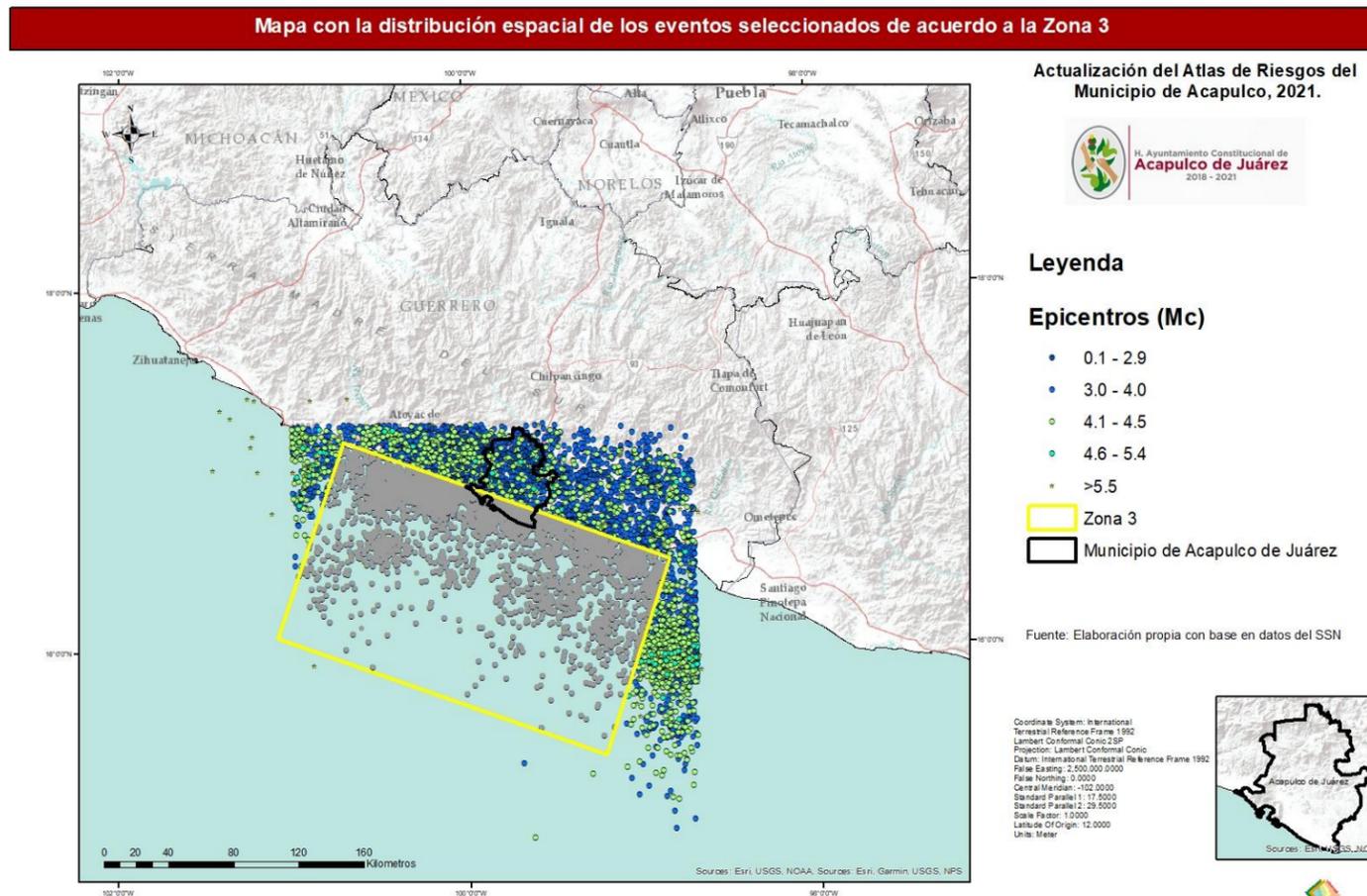


Fuente: Elaboración propia.



- **Valor de b, zona 3.** Esta zona comprende la parte de la costa hasta el límite de placa de cocos. En la Figura se muestra la selección de eventos para calcular el valor de b (recuadro amarillo, total de 4276 eventos) con el programa zmap.

Ilustración 53: Mapa de distribución de eventos en la Zona 3



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 54: catalogo total de eventos (los grises) del SSN, área seleccionada (recuadro rojo) para calcular el valor de b (cuadros de colores).

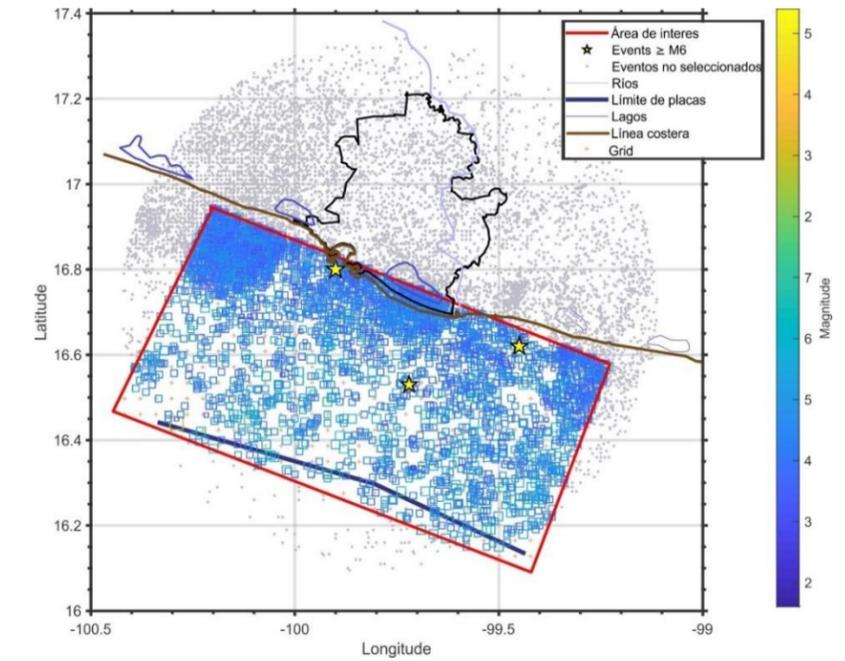


Ilustración 55: Valor de b para los eventos seleccionados por el programa. Los cuadros en gris muestran la distribución frecuencia-magnitud para el nuero de eventos. $Mc=3.5$, $b=1.20$ y $a=7.685$

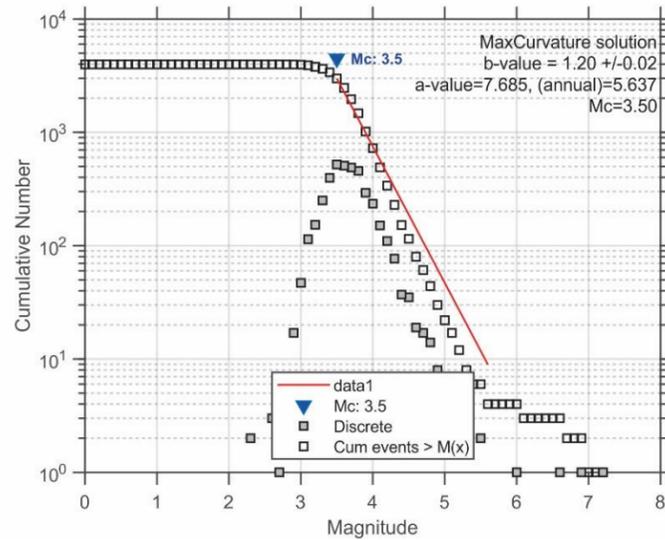
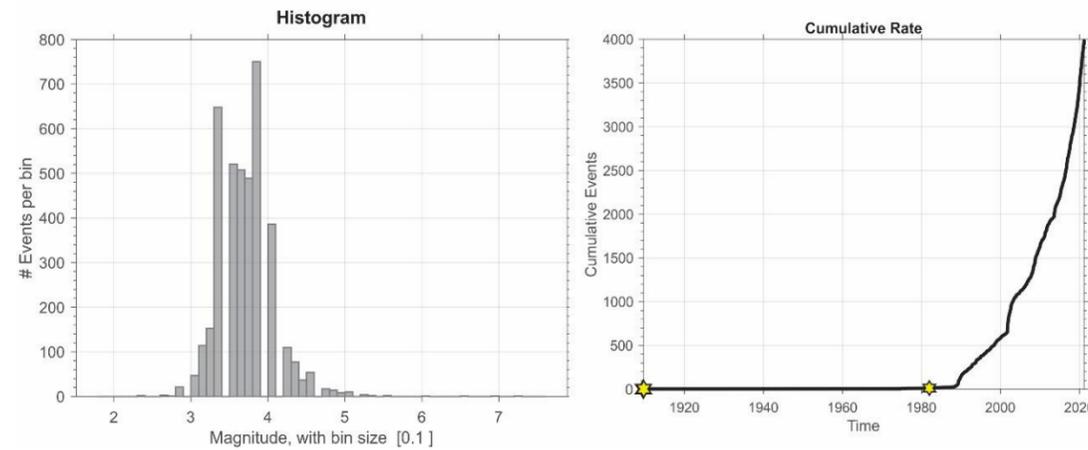


Ilustración 56: Derecha: serie de tiempo para el catálogo de eventos. Izquierda: histograma del número de sismos vs la magnitud de cada, siendo la magnitud de 3.9 la más frecuente.



El valor de b para la zona 1 es igual a **1.46**, en la zona 2 corresponde a **1.39** y para la zona 3 de **1.20** todos representan valores anómalos debido a que se encuentra cerca de la *brecha sísmica de Guerrero* y de la zona de subducción las cuales concentran una gran cantidad de eventos sísmicos, en su mayoría eventos de magnitud entre 3.2-3.6, no obstante se han registrado eventos de mayor magnitud en los alrededores de Acapulco de

Juárez, perceptibles en este municipio, generando un estado de esfuerzo considerable para tener en cuenta y realizar estudios más específicos para delimitar las zonas más vulnerables.

De manera más local, dentro del municipio de Acapulco de Juárez, el mapa del valor de b muestra algunas zonas con valores altos, asociados a una mayor concentración de sismicidad, lo que podría implicar que en esa zona hay una.

Mapas de Aceleraciones para periodos de Retorno de 10, 100 y 500 años.

En estos mapas se da a conocer la distribución de las intensidades en términos de aceleración del terreno asociadas a periodos de retorno. Aunque no directamente, dicha información es aplicable en la población con fines de protección civil, y constituye un elemento fundamental para especialistas en el diseño de nuevas construcciones y modificación o refuerzo de obras civiles existentes. Estos mapas están en función de la vida útil de la gran mayoría de las construcciones correspondientes a periodos de 10, 100 y 500 años. En ellos se muestran aceleraciones máximas en terreno firme para un periodo de retorno dado (tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada).

Para el caso del Municipio de Acapulco de Juárez se tienen los siguientes valores

Tabla 34: Valores de aceleración máxima para 10, 100 y 500 años. *1Gal= 1 cm/s²

A max (Gal*) para Tr = 10 años	A max (Gal*) para Tr = 100 años	A max (Gal*) para Tr = 500 años
80-103	244-406	495-585

Estos valores pueden servir para definir las ordenadas de diseño para edificaciones de poca altura (construcciones de uno o dos niveles ubicadas en suelo firme).



Ilustración 57: Mapa de aceleraciones para periodos de 10 años.

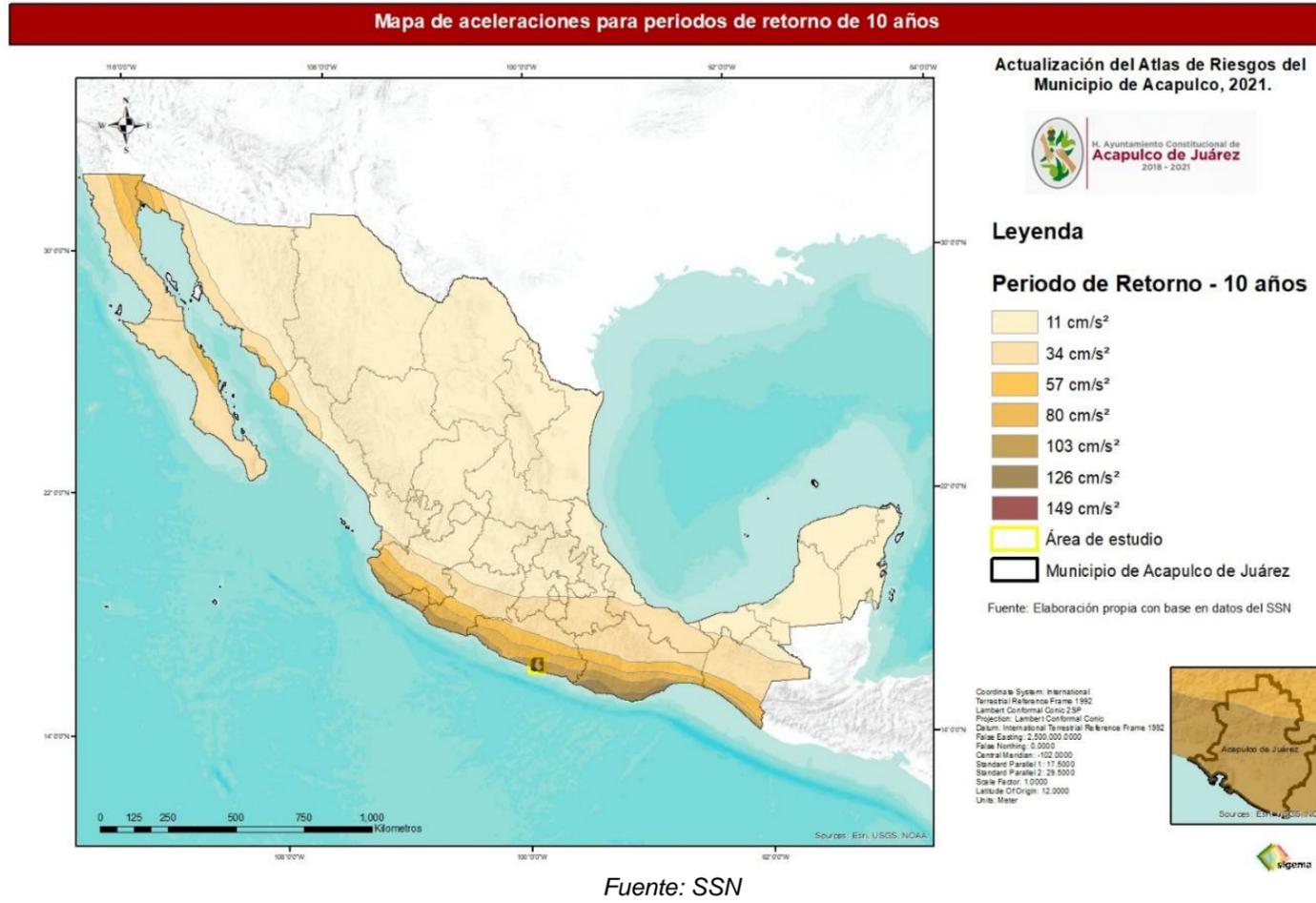


Ilustración 58: Mapa de aceleraciones para periodos de 10 años a nivel nacional y mapa de aceleraciones sísmicas para periodos de retorno de 10 años del municipio de Acapulco de Juárez. Fuente: SSN

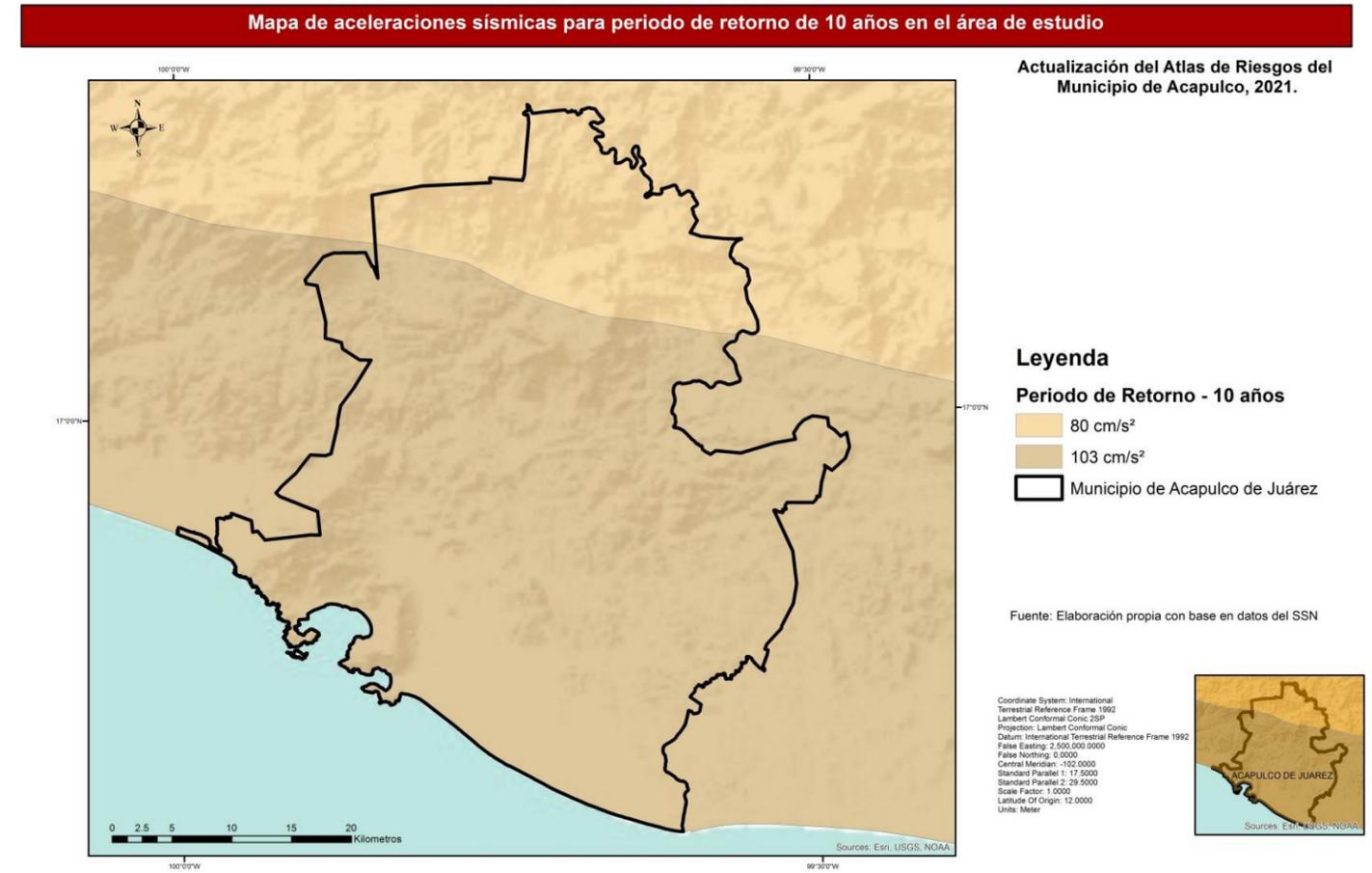




Ilustración 59: Mapa de aceleraciones para periodos de 100 años.

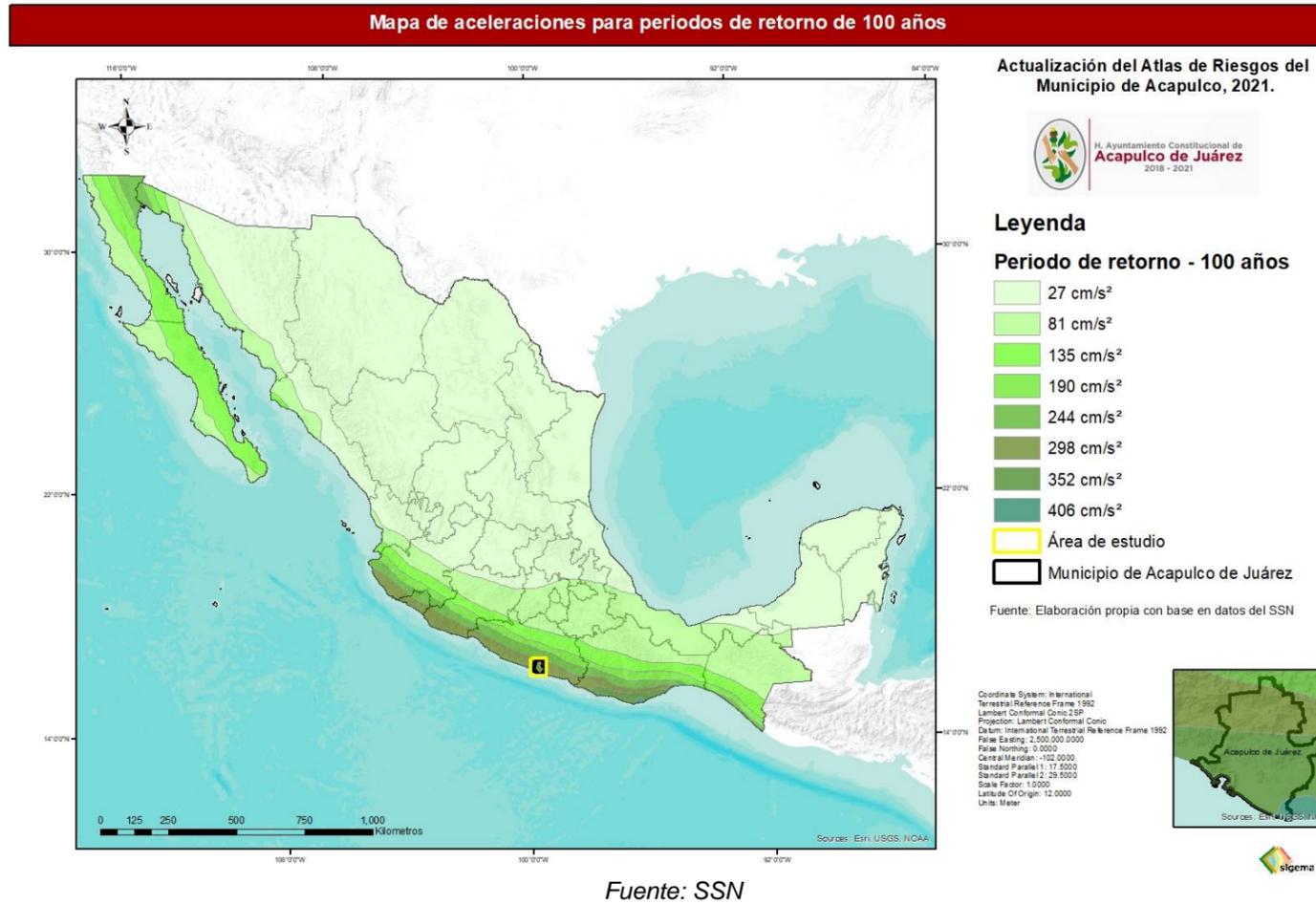


Ilustración 60: Mapa de aceleraciones para periodos de retorno de 100 años a nivel nacional y mapa de aceleraciones sísmicas para periodos de retorno de 100 años del municipio de Acapulco de Juárez. Fuente: SSN

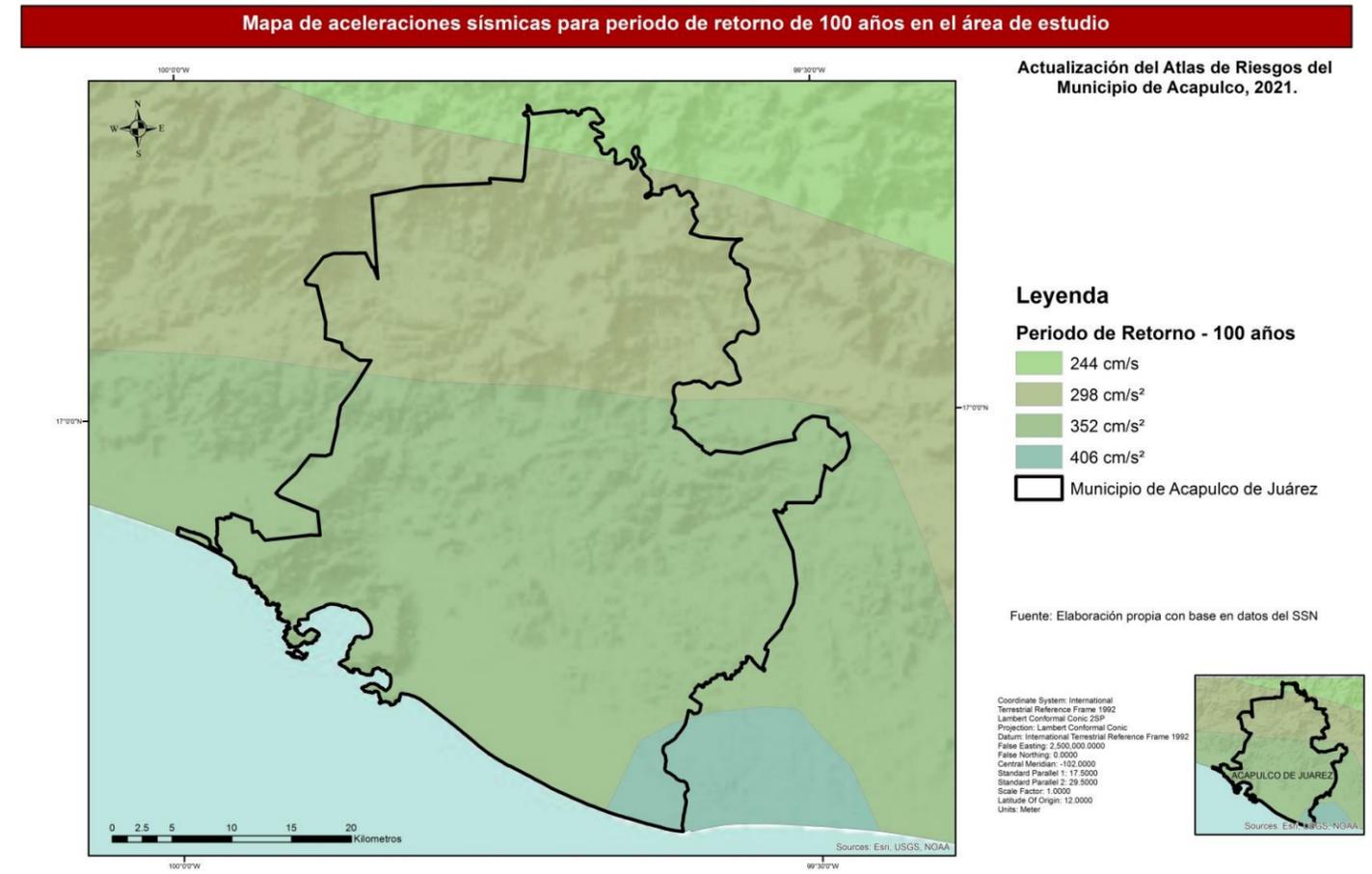




Ilustración 61: Mapa de aceleraciones para periodos de 500 años. Fuente: SSN

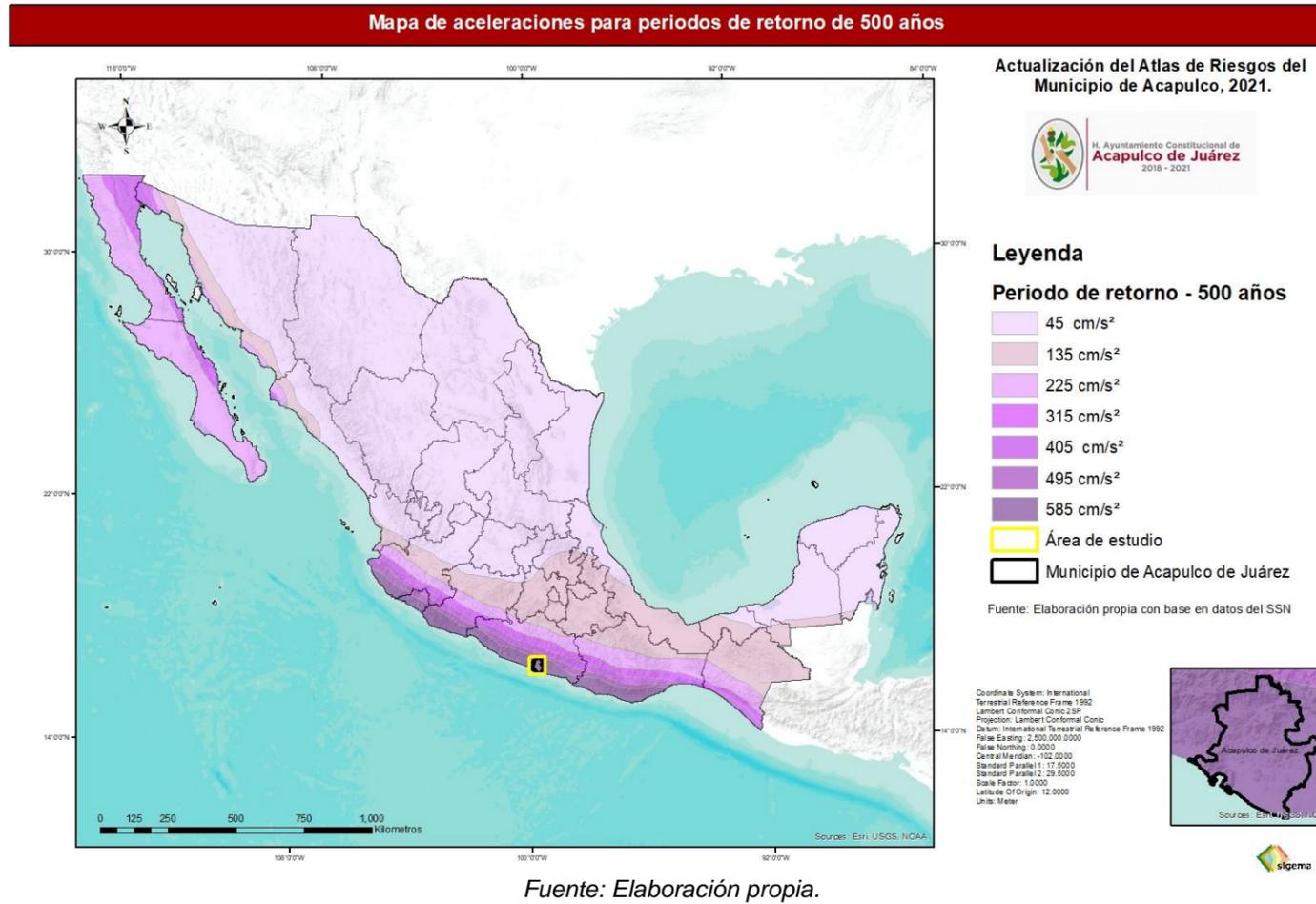


Ilustración 62: Mapa de aceleraciones para periodos de retorno de 500 años a nivel nacional y mapa de aceleraciones sísmicas para periodos de retorno de 500 años del municipio de Acapulco de Juárez. Fuente: SSN

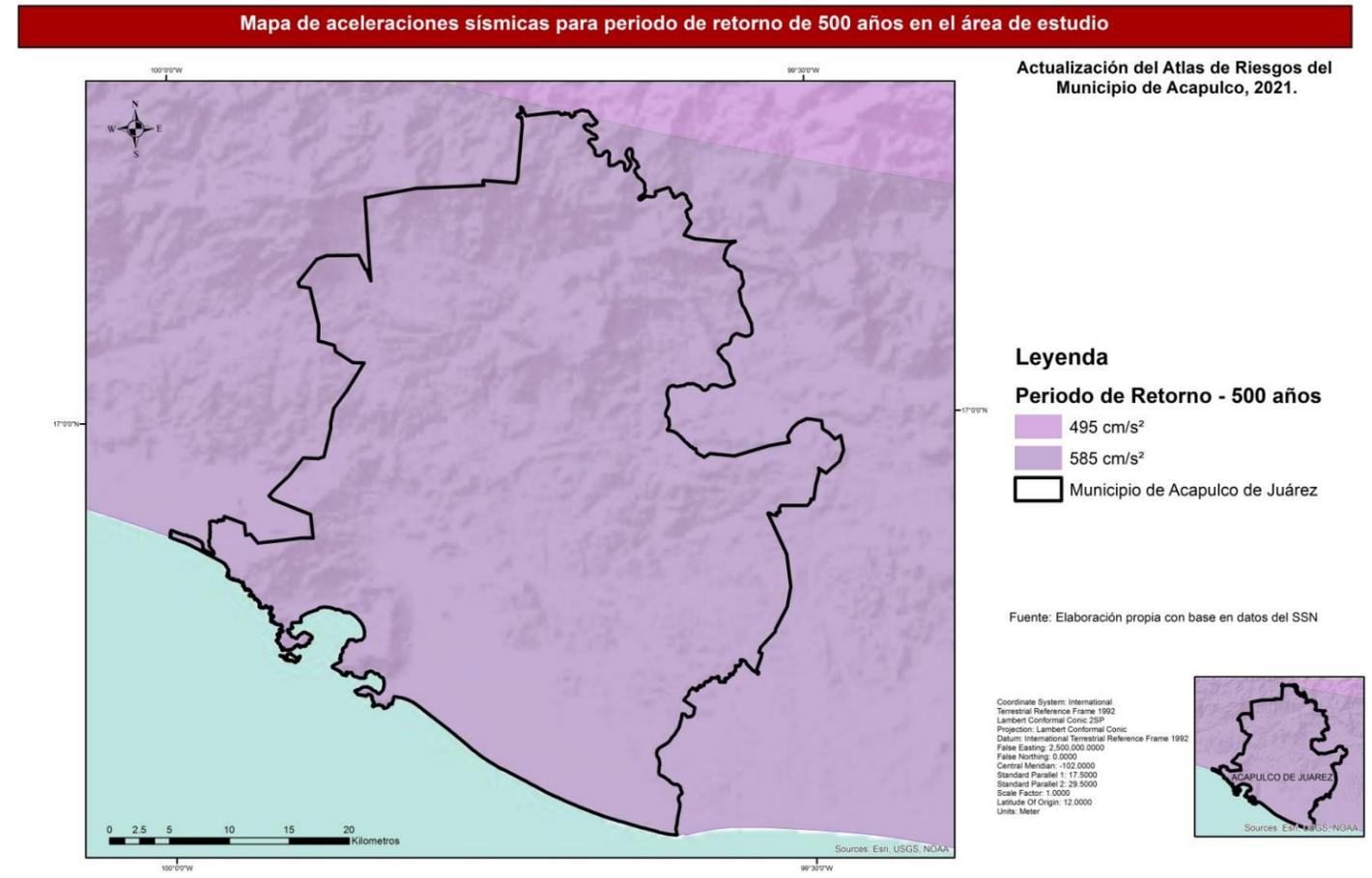




Ilustración 63 Mapa de peligro sísmico

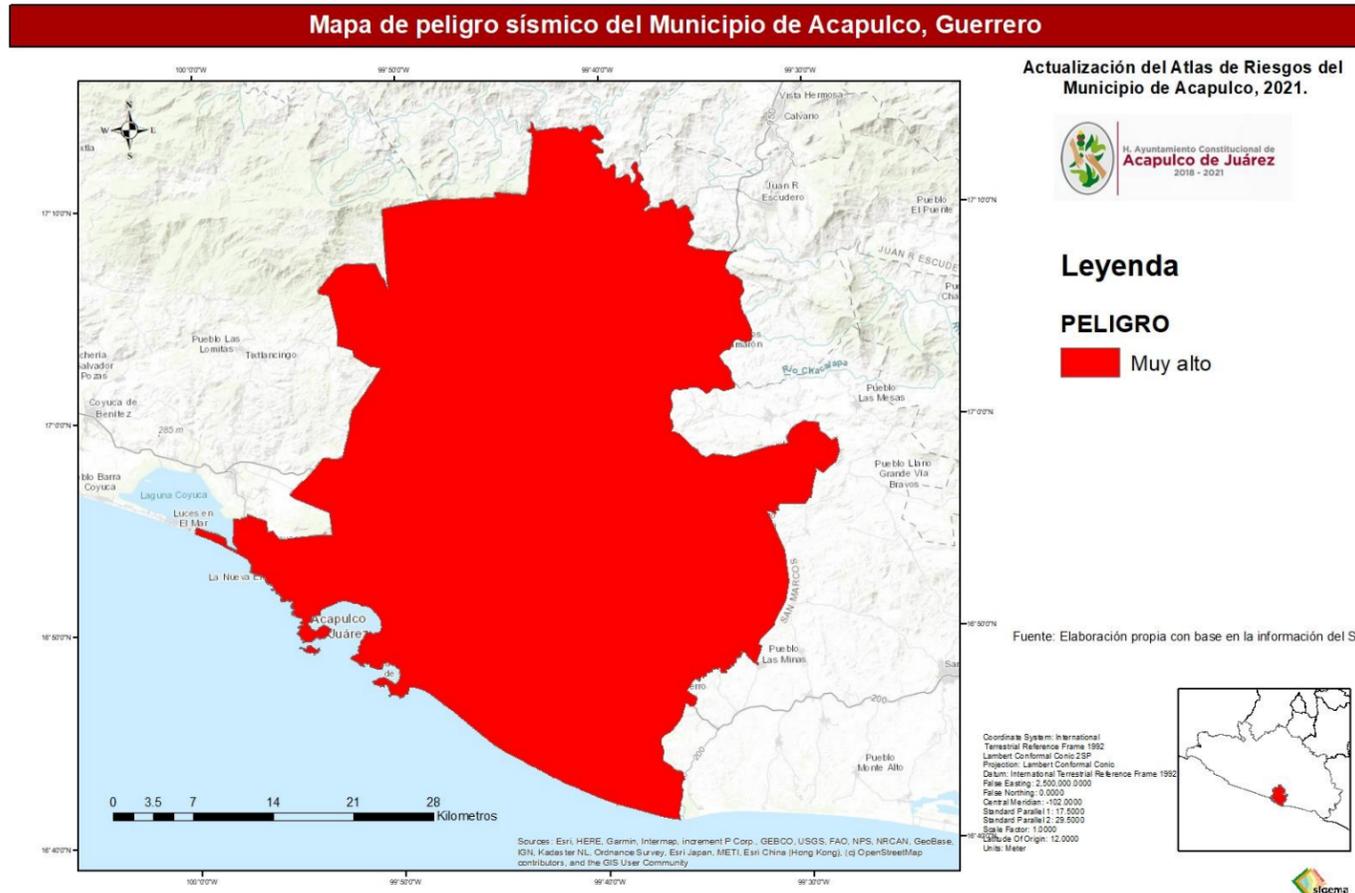


Ilustración 64 Vulnerabilidad sísmica

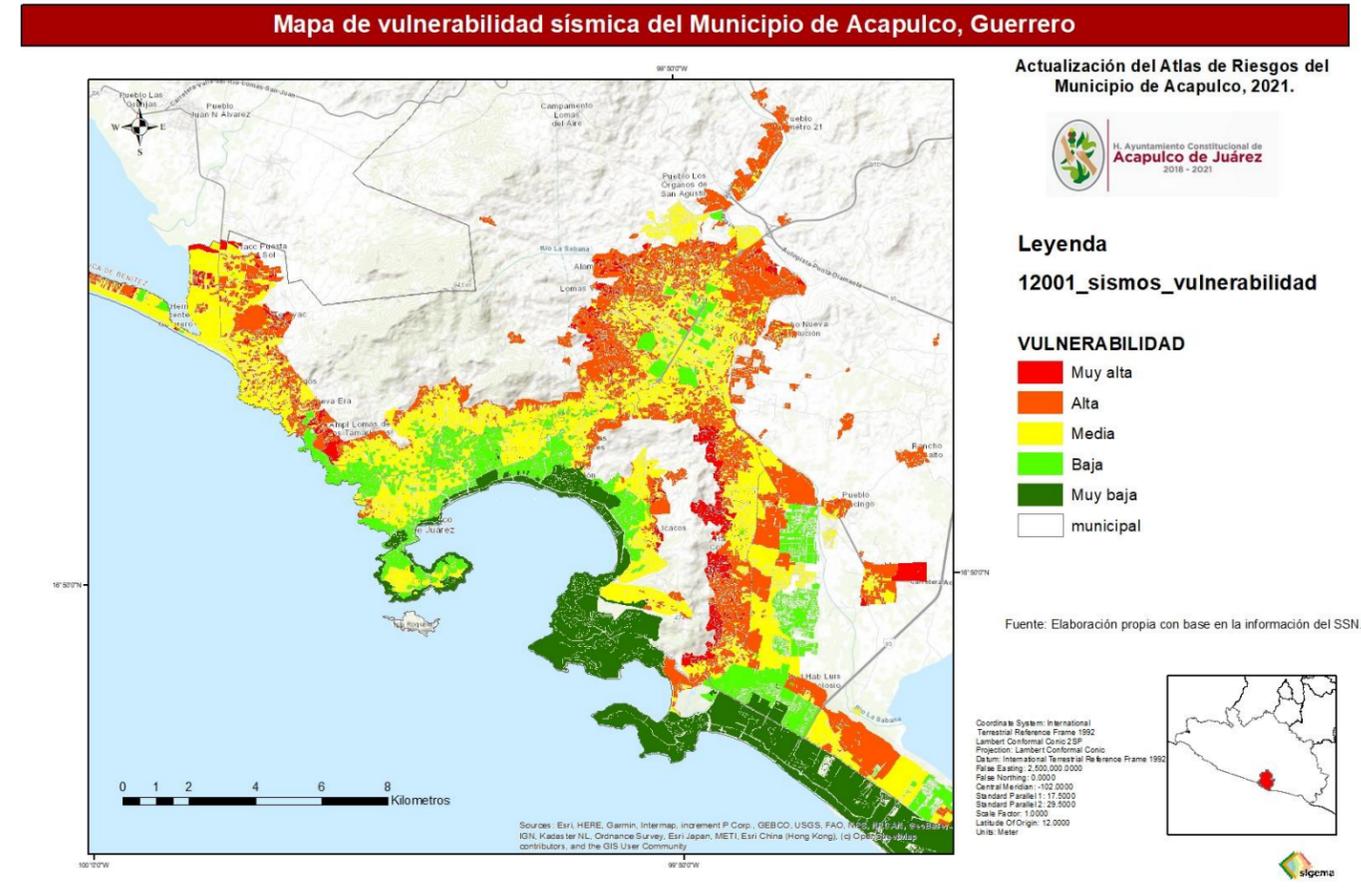
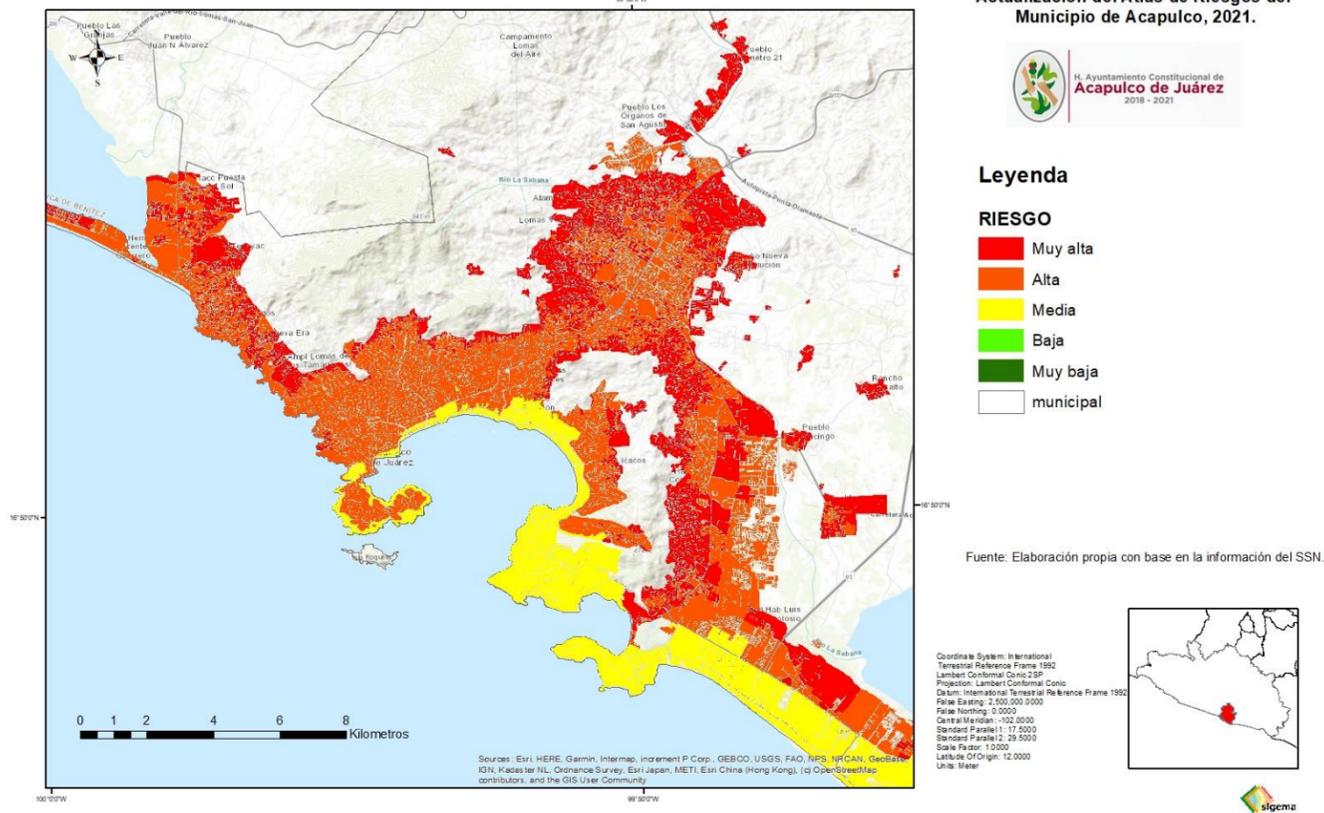




Ilustración 65 Riesgo sísmico

Mapa de riesgo sísmico del Municipio de Acapulco, Guerrero



Tsunamis o maremotos

Los tsunamis o maremotos están formados por una secuencia de olas causadas generalmente por terremotos que ocurren debajo del fondo marino. Aunque menos comúnmente, los tsunamis también son generados por derrumbes submarinos, erupciones volcánicas submarinas y muy raramente por el impacto de un gran meteorito en el océano. Cabe aclarar que las erupciones volcánicas submarinas tienen el potencial de producir ondas de tsunami verdaderamente poderosas (Farreras, 2005).

Los tsunamis originados por la ocurrencia de un terremoto cerca o en el fondo del océano son los más comunes y cuando las olas arriban a las costas con gran altura, pueden provocar poderosas inundaciones con efectos destructivos como pérdida de vidas y daños materiales. En México la gran mayoría de los tsunamis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del Océano Pacífico, particularmente en los bordes de las placas tectónicas de tipo zonas de subducción, afectando principalmente a las zonas costeras (Farreras, 2005).

Los tsunamis pueden ser asociados generalmente a terremotos submarinos con profundidades menores a 50km bajo el piso marino y magnitudes mayores a 6.5. La frecuencia de ocurrencia de los tsunamis es muy baja, dependiendo de la naturaleza y actividad sísmica de cada región, sin embargo, cuando ocurren suelen causar graves daños materiales y humanos sobre las costas.

En general, los tsunamis se asocian con dislocaciones verticales del suelo marino, como es el caso de las zonas de subducción; mientras que las dislocaciones horizontales, como en la zona de dispersión y transformación del Golfo de California, rara vez producen tsunamis. Cuando grandes sismos de zonas como la del Golfo de California llegan a producir tsunamis, sus efectos son locales y no se propagan a distancias mayores a los 100 km (Isacks et al., 1986).

Estas ondas se propagan rápidamente con velocidades que pueden exceder los 700 Km/h en aguas profundas, donde la altura de ola es inferior a los 2 m. A medida que la onda viaja hacia la costa, es decir, hacia aguas menos profundas o someras, disminuye su velocidad aumentando su altura en forma considerable, y pueden llegar a alcanzar alturas extremas de hasta 30 m. Además de esto, cuando están cerca de las costas desarrollan fuertes corrientes, lo que contribuye a su acción destructora (Sánchez, 1980)

De acuerdo con la distancia en que se originan los tsunamis con respecto a la zona de interés, se clasifican en “locales”, “regionales”, y “lejanos” (CENAPRED, 2001).



Tsunamis locales: El lugar de arribo a la costa está muy cercano o dentro de la zona de generación, a menos de 100km. Ejemplo, el generado por el sismo del 19 de septiembre de 1985, que tardó sólo 30 segundos para llegar a Lázaro Cárdenas, y 23 minutos a Acapulco.

Tsunamis lejanos: El litoral invadido está a no más de 1,000 km o a pocas horas de viaje de la zona de generación. Ejemplo, el provocado por un sismo en las costas de Colombia el 12 de diciembre de 1979, que tardó 4 horas para llegar a Acapulco.

Ilustración 66: Mapa de áreas costeras susceptibles de afectaciones por tsunamis.



Fuente: CAT 2017

Vulnerabilidad por Tsunamis

Para el caso de México un riesgo aún 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 (riesgo mayor; Farreras, 2005).

De acuerdo con el catálogo de Tsunamis registrados en México en los últimos 284 años (CAT, 2017), se describen los siguientes eventos que afectaron las costas de acapulco:

- **Febrero 25 de 1732**, “El origen del sismo se localizó cerca de Acapulco, Guerrero, donde destruyó algunos edificios. El tsunami asociado al sismo inundó la plaza principal del puerto. La altura del tsunami se estimó visualmente entre 3 y 4 m”.

- **Septiembre 1 de 1754**, “El origen del sismo se localizó cerca de Acapulco y de San Marcos, sintiéndose en la Ciudad de México. El tsunami generado por el sismo se manifestó en el puerto de Acapulco inicialmente como una disminución del nivel del mar. Al retirarse las aguas hacia el océano dañaron una embarcación y, a su regreso, inundaron la plaza principal, afectando algunos edificios y casas. La altura de la ola se estimó entre 4 y 5 m. El tsunami fue más violento que el de febrero 25 de 1732”.

- **Marzo 28 de 1787**, “Sismo de magnitud mayor a 8.0, se produjo a las 11:30 hora local y se localizó cerca de San Marcos, Guerrero, afectando las costas de los estados de Oaxaca, Guerrero y Michoacán, sintiéndose en la ciudad de México durante 6 minutos y provocó daños en algunos edificios, entre ellos el Palacio Nacional, en Teuchitlán, Jalisco, fueron destruidas tres iglesias y en la ciudad de Oaxaca se desplomaron muchos edificios. El tsunami afectó el puerto de Acapulco. El alcalde de Igualapan, Guerrero, describió el tsunami en una carta publicada en la Gaceta de Acapulco del mes de mayo de 1787 en la forma siguiente: "El mar se vio correr en retirada, y luego crecer y rebosar sobre el muelle, repitiéndose esto varias veces por espacio de 24 horas, al



mismo tiempo que la tierra se cernía con frecuentes terremotos. En la playa abierta se salieron de caja las aguas del mar, derramándose con fuerza y arrastrando entre sus ondas gran cantidad de ganado, que pereció. Algunos costeños, como el mayordomo de la hacienda de Don Francisco Rivas, regidor de Oaxaca, pudieron salvar sus vidas encaramándose a los árboles hasta que se retiraron las aguas. Algunos pescadores en la barra de Alotengo, a las once horas de ese día, vieron con asombro que el mar se retiraba, dejando descubiertas en más de una legua de extensión tierras de diversos colores, peñascos y árboles submarinos, y que retrocediendo luego con la velocidad con que se había alejado, cubría con sus ondas los bosques de la playa, en que se internó más de dos leguas, dejando entre las ramas de los árboles al volver a su casa, muchos y variados peces muertos; algunos de los pescadores perecieron, y otros pudieron salvarse muy estropeados", (dos leguas equivalen a 8 kilómetros de penetración tierra adentro).

En Acapulco la marejada más alta alcanzó una altura de doce pies (4 m.). La ola del tsunami fue observada también en la región de Pochutla, Tehuantepec y otros asentamientos de Oaxaca".

- **Mayo 4 de 1820**, "El sismo de magnitud Ms (Magnitud de onda de superficie) $^2 = 7.6$ ocurrido a las 24:00 hora local y se localizó frente a Acapulco y San Marcos, Guerrero ($\phi = 17.2^\circ\text{N}$, $\lambda = 99.6^\circ\text{W}$). Se sintió en los estados de Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz; En Chilapa, Guerrero, el sismo destruyó edificios públicos, entre ellos la iglesia y su prisión, mientras que en Mochitlán, Guerrero, fueron destruidas algunas casas; En lo que hoy es el estado de Guerrero, el sismo causó daños a edificios en Chilpancingo, Petaquilla, Dos Caminos, Arenas, San Miguel, Oampampa, Acapulco y Tixtla; En la Ciudad de México algunos edificios y acueductos sufrieron enormes daños; En Oaxaca se sintieron fuertes oscilaciones terrestres que duraron 35 segundos aproximadamente, provocando gran temor entre la población, un intenso ruido subterráneo se mezcló con el agrietamiento de las paredes y techos de los edificios, el sismo principal estuvo asociado a una multitud de réplicas. El sismo generó un tsunami que fue observado en Acapulco, se notaron oscilaciones alternadas de la marea ascendente y descendente con algunas pausas en el movimiento del agua al alcanzar los niveles más altos y más bajos, dos horas después de iniciado el fenómeno, la marea ascendente fue tan larga que el agua inundó la plaza, llegando hasta las puertas de la iglesia, situada en la parte más alta de ésta; El mar avanzó tierra adentro con gran velocidad y en forma de pared vertical arrastró todo lo que encontró a su paso, después el nivel del mar retornó gradualmente a su estado normal, el rompeolas fue cubierto totalmente por arena con una altura de 1.5 – 2 m., mientras que la playa se ensanchó en 17 m. En relación con el sismo y tsunami, un maestro del puerto de Acapulco relató lo siguiente: "Ayer a las 14:00 horas, un fuerte terremoto se sintió en el Puerto. Duró cinco minutos, a los siguientes 15 minutos ocurrió otro sismo que fue seguido por varios más, no tan prolongados. Todo

esto aterró y deprimió a los habitantes. Después del horror de los temblores empezaron los movimientos del mar en la forma de una marea ascendente y descendente anormal, la primera a lo largo de la horizontal fue de 40 a 50 m., y la segunda de 15 a 20 m. uno de los barcos que estaban cargando provisiones, fue forzado a salir de la bahía por seguridad".

- **Mayo 4 de 1826**, "Un registro en los archivos del ayuntamiento de Acapulco, Guerrero, explica que un maremoto ocurrido ese día ocasionó que el mar se saliera de 40 a 48 m. fuera de sus límites normales."

- **Marzo 10 de 1833**, "El sismo ocurrió cerca de Acapulco. En la Ciudad de México, las oscilaciones del sismo se sintieron durante un minuto y medio. En Acapulco se reportó que el mar se retiró una extensión de 12 m., recuperando después su nivel de equilibrio."

- **Marzo 11 de 1834**, "El sismo también ocurrió cerca de Acapulco. Fue seguido por gran cantidad de réplicas durante varios días. En la Ciudad de México el estremecimiento del sismo se sintió por más de 2 minutos. El mar se retiró 33 m. de la costa, regresando gradualmente a su nivel normal."

- **Abril 7 de 1845**, "Un sismo de magnitud Ms=7.9 ocurrió en la costa frente a Acapulco ($\phi = 16.6^\circ\text{N}$, $\lambda = 99.2^\circ\text{W}$). Se manifestó inicialmente con ligeras oscilaciones, aumentando gradualmente su intensidad, el cual se sintió en los estados de Guerrero, Michoacán, Puebla, Hidalgo, Guanajuato, Colima, Veracruz, San Luis Potosí, Querétaro, Jalisco, Oaxaca y la Ciudad de México, en donde se colapsó la cúpula del templo de Santa Teresa la antigua. En Acapulco una ola enorme inundó una extensión horizontal de 40 m. aproximadamente, posteriormente el agua retrocedió dejando al descubierto una extensión de 35 m. del fondo marino. Los científicos revelan que este maremoto fue uno de los más documentados del siglo XIX, provocó tsunamis en las costas de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Jalisco."

- **Diciembre 4 de 1852**, "Un sismo de alta magnitud destruyó gran parte del puerto de Acapulco. Se derrumbaron muchos edificios. Los residentes salieron precipitadamente de sus casas a las calles y plazas para evitar ser sepultados por los escombros. El sismo causó pocas víctimas, pero una gran cantidad de personas resultaron heridas. El tsunami generado por el sismo fue pequeño, sólo causó un retroceso mínimo del mar en unos 6 m. de la costa."

- **Agosto 12 de 1868**, "El boletín El Faro de Acapulco, reportó que se registraron en la madrugada dos sismos en las costas de Guerrero a los cuales, dice: "Debe atribuirse el extraordinario flujo y reflujo que desde la mañana y hasta las ocho de la noche se observó en el mar, el cual se retiró por 30 varas (24 m.) más allá de su posición ordinaria, y después cubrió la ribera 40 varas (32 m.) más acá de la misma, inundando las casas inmediatas".



- **Abril 14 de 1906**, "Fue el primer maremoto registrado en el siglo XX, ocurrido en las costas de Guerrero, que ocasionó la inundación del pueblo de Coyuca de Catalán y algunos daños al puerto de Acapulco; además, se reportó que el mar en algunas zonas se retiró por más de 200 m. Sobre este acontecimiento, el relato del cronista Rosendo Pintos, menciona que: "Sin pasar aún el primer momento de estupor y angustia (por los temblores), se nos viene encima el mar, en ola rugiente y amenazadora, el pánico era intenso, pues aquellas olas arrolladoras imponían respeto, ya que nada ni nadie podía acertar acerca de la limitación de su empuje. Pérdidas de mobiliario en las casas de las partes bajas y toda la, hoy llamada, playa de Hornos, sufrieron la inundación de las aguas salobres del mar".

- **Abril 14 de 1907**, "El sismo de magnitud $M_s=8.0$ se localizó cerca de San Marcos, Guerrero ($\varphi=16.6^\circ N$, $\lambda=99.2^\circ W$). Se inició con oscilaciones débiles aumentando paulatinamente en intensidad. En la Ciudad de México las oscilaciones del sismo se sintieron fuertemente durante casi dos minutos, provocando el derrumbe de edificios y paredes. En Acapulco el mar se mostró embravecido y las olas se levantaron a una altura estimada en 2 m. saliéndose de sus límites y avanzando sobre la ciudad en una extensión horizontal como de 300 m. No se registraron desgracias personales de carácter grave, ya que los habitantes buscaron refugio en las partes altas del puerto."

- **Julio 30 de 1909**, "El sismo de magnitud $M_s=7.4$ se localizó cerca de Acapulco, Guerrero. ($\varphi=16.8^\circ N$, $\lambda=99.8^\circ W$). En el puerto de Acapulco el mar se retiró 10 m. de la costa recobrando lentamente su estado normal."

- **Diciembre 14 de 1950**, "El sismo de magnitud $M_s=7.3$ y epicentro localizado en los ($\varphi =17.2^\circ N$ y $\lambda=98.1^\circ W$), se sintió al SE y Centro de México. En la Ciudad de México se sintió con una intensidad "V" en la escala de Mercalli. El sismo generó un tsunami pequeño que fue registrado por el mareógrafo de Acapulco. Este registro está extraviado y es de fecha anterior al establecimiento de la Red Mareográfica Nacional en 1952. La altura de la ola inicial del tsunami fue de 0.30 m. y el periodo entre la primera y segunda cresta fue de 23 minutos. El tsunami también fue registrado en Port Allen, en las Islas Hawái, con una altura menor de 0.10 m. y el período de 25 minutos."

- **Mayo 11 de 1962**, "Este sismo de magnitud $M_s=7.0$ se localizó cerca de Acapulco ($\varphi=17.25^\circ N$, $\lambda=99.6^\circ W$), en donde causó 4 muertos, muchos heridos y daños materiales. El sismo generó un tsunami pequeño que fue registrado por el mareógrafo de Acapulco. El evento empezó a registrarse en el mareógrafo de Acapulco con un descenso en el nivel del mar de 0.54 m. y un ascenso subsiguiente de 0.81 m. Se observaron oscilaciones periódicas a intervalos regulares de 30 minutos que duraron más de 14 horas (en total 25 oscilaciones). La ola

inicial del tsunami tardó 9 minutos en recorrer los 100 km que separan aproximadamente el epicentro del sismo (origen del tsunami) y la estación mareográfica de Acapulco, con una velocidad promedio de 666 km/hr."

- **Mayo 19 de 1962**, "Este sismo de magnitud $M_s=7.2$ se originó cerca de Acapulco ($\varphi=17.1^\circ N$, $\lambda=99.6^\circ W$). El tsunami asociado al mismo fue registrado en el mareógrafo de Acapulco, siendo menor al ocurrido ocho días antes, en Mayo 11 del mismo año. El inicio del tsunami en la estación mareográfica se registró como un descenso en el nivel del mar de 0.27 m. y una elevación subsecuente de 0.34 m. Las oscilaciones tuvieron un período de 30 minutos, igual que en el caso anterior. La velocidad de propagación promedio del tsunami desde su origen a la estación mareográfica fue de 660 km/h."

- **Septiembre 19 de 1985**, "En la estación mareográfica de Acapulco, la ola inicial del tsunami se registró con una elevación de 0.53 m. La elevación máxima fue de 1.15 m. El período entre la primera y segunda cresta del tsunami fue de 12 minutos. El tiempo de propagación (desde su origen a la estación mareográfica) y su velocidad promedio fue de 23 minutos y 802 km/h., respectivamente."

- **Abril 18 del 2014**, "El día 18 de Abril de 2014 el Servicio Sismológico Nacional reportó un sismo con magnitud 7.2 localizado a 40 km al sur de Petatlán, en el estado de Guerrero. El sismo, ocurrido a las 9:27 horas fue sentido fuertemente en el D.F., en Guerrero, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Michoacán, Jalisco, Oaxaca y en otras localidades. Las coordenadas del epicentro fueron $\varphi=17.18^\circ N$ y $\lambda=101.19^\circ W$. El terremoto fue percibido al menos en quince entidades del país, incluyendo el Distrito Federal, y dejó afectaciones de consideración en las ciudades de Petatlán, Ixtapa-Zihuatanejo y Chilpancingo, en el estado de Guerrero, así como grietas y derrumbes en la Carretera Federal 200 en su tramo Coyuca de Benítez – Ixtapa Zihuatanejo. Por otro lado, se registraron daños de consideración en algunas colonias de la Ciudad de México. Hasta las 18:00 (hora local) del 18 de abril se habían cuantificado un total de 106 réplicas del sismo principal. Se presentó un tsunami pequeño con variaciones que oscilaron alrededor de los 30 cm tal y como fue registrado en los mareógrafos de Acapulco y Zihuatanejo y de algunos centímetros en Lázaro Cárdenas y Manzanillo."

- **Septiembre 07 del 2017**, después del sismo, en Acapulco Guerrero se registró una hora de arribo del tsunami a las 00:47 con una altura máxima de 0.5 m.

Con base en el registro histórico de tsunamis que han afectado la costa del municipio de Acapulco de Juárez, se plantea un mapa de susceptibilidad por tsunamis, tomando como base los siguientes datos propuestos por SEDATU (2018):

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



H. Ayuntamiento Constitucional de
Acapulco de Juárez
2018 - 2021

Se considera en riesgo todo terreno que tenga una elevación con respecto al nivel medio del mar menor a 20 m, ya que las olas provocadas por los tsunamis registrados en la historia del país no superan los 12 m, así mismo, se le da una extensión con respecto a la costa de 1 km, mediante esas características se hizo el análisis con el modelo digital de elevación para obtener el área con elevaciones menores o iguales a 20 m, en un rango de 1 km.

Se dividieron las costas de acapulco en 5 regiones, Costa "Pie de la Cuesta", Costas de la Península "Las Playas", Costa de la Bahía de Acapulco, Costa de la región del Puerto Marqués, Costa de Acapulco Diamante.

En los siguientes mapas se puede observar el área que sería susceptible a una inundación por un tsunami local.

Ilustración 67: Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Pie de la Cuesta" Acapulco, Guerrero.

Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Pie de la Cuesta" Acapulco, Guerrero.



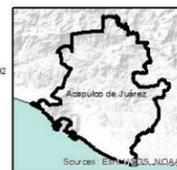
Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco, 2021.



Legenda
Susceptibilidad a Inundación por Tsunami

Fuente: Elaboración propia con base en datos del CAT (2017).

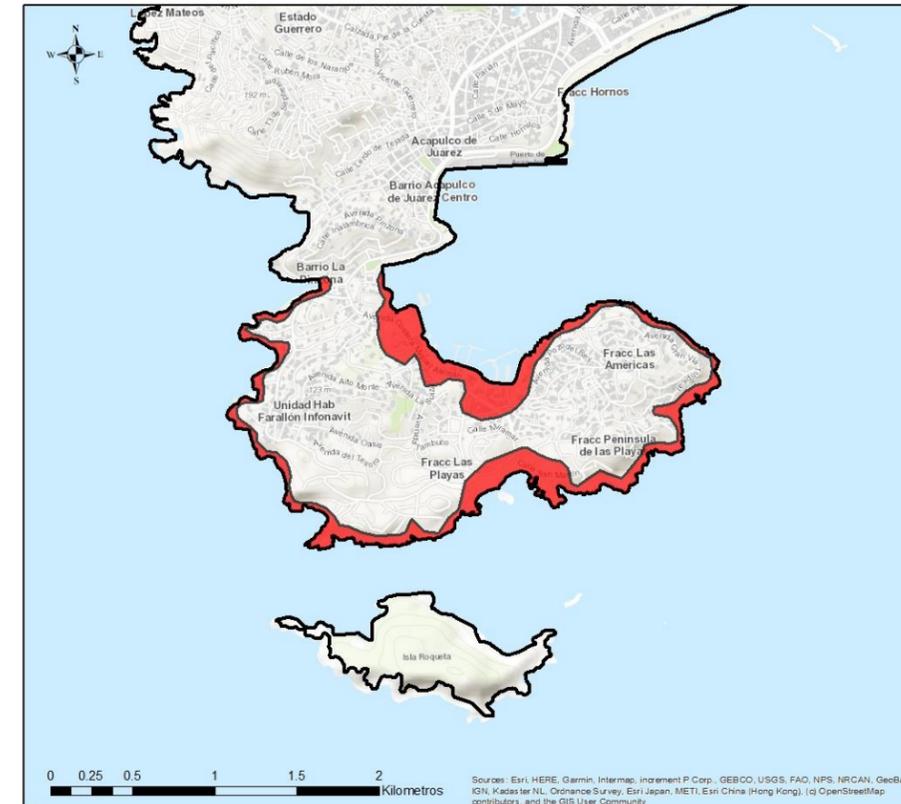
Coordinate System: International Terrestrial Reference Frame 1992
Projection: Lambert Conformal Conic
Datum: International Terrestrial Reference Frame 1992
False Easting: 2,000,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -102.0000
Standard Parallel 1: 17.5000
Standard Parallel 2: 29.5000
Scale Factor: 1.0000
Latitude Of Origin: 12.0000
Units: Meter



Fuente: Elaboración propia con datos del CAT 2017.

Ilustración 68: Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Península de Las Playas" Acapulco, Guerrero.

Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Las Playas" Acapulco, Guerrero.



Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco, 2021.



Legenda
Susceptibilidad a Inundación por Tsunami

Fuente: Elaboración propia con base en datos del CAT (2017).

Coordinate System: International Terrestrial Reference Frame 1992
Projection: Lambert Conformal Conic
Datum: International Terrestrial Reference Frame 1992
False Easting: 2,000,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -102.0000
Standard Parallel 1: 17.5000
Standard Parallel 2: 29.5000
Scale Factor: 1.0000
Latitude Of Origin: 12.0000
Units: Meter

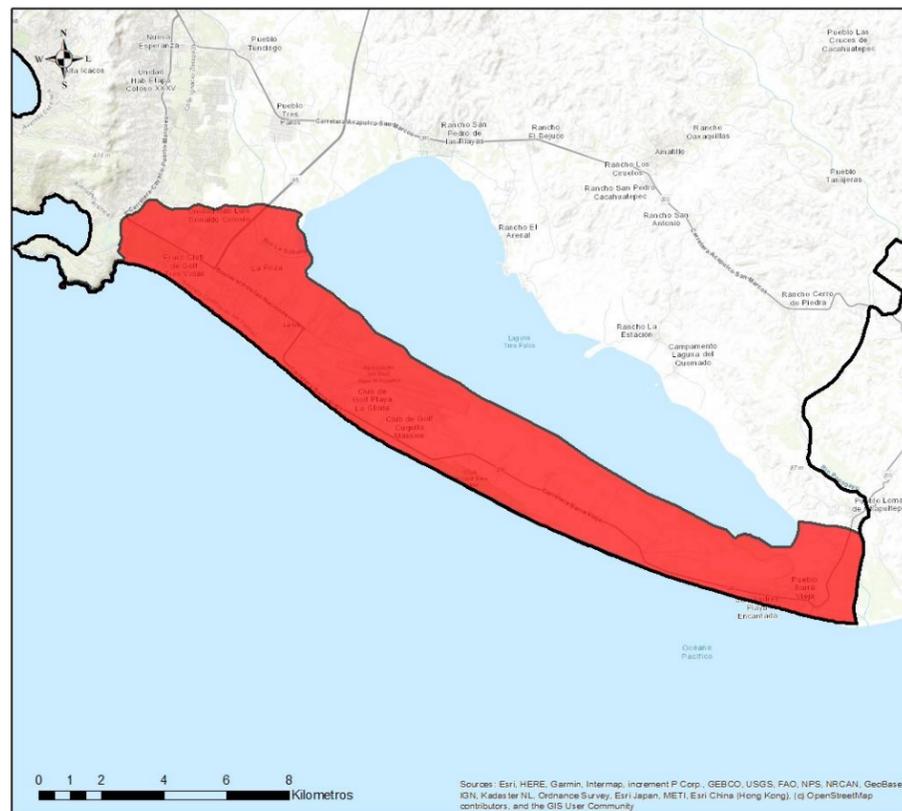


Fuente: Elaboración propia con datos del CAT 2017.



Ilustración 71: Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región Costera "Bahía de Acapulco" Acapulco, Guerrero.

Mapa de Susceptibilidad a inundación por Tsunamis en la Región costera "Acapulco Diamante", Acapulco, Guerrero.



Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco, 2021.

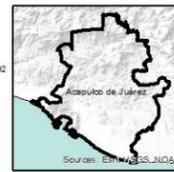


Legenda

Susceptibilidad a inundación por Tsunami local

Fuente: Elaboración propia con base en datos del CAT (2017).

Coordinate System: International
Terrestrial Reference Frame 1992
Lambert Conformal Conic 2 SP
Projection: Lambert Conformal Conic
Datum: International Terrestrial Reference Frame 1992
False Easting: 2,000,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -102.0000
Standard Parallel 1: 17.0000
Standard Parallel 2: 29.0000
Scale Factor: 1.0000
Latitude Of Origin: 12.0000
Units: Meter



Fuente: Elaboración propia con datos del CAT 2017.

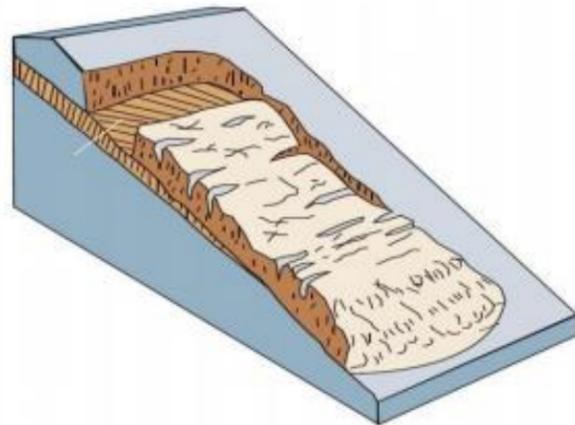
Riesgo por Tsunamis

La vulnerabilidad social una vez categorizada de forma cualitativa, se procedió a asignarle un valor numérico, siendo 1 para vulnerabilidad muy baja, incrementándose sucesivamente hasta 5 para vulnerabilidad muy alta; se procedió en el mismo sentido con el índice de peligro para estandarizar valores cualitativos y cuantitativos; los valores de ambas categorías, peligro y vulnerabilidad se suman para después dividirse entre dos, mediante un proceso de Map Algebra en un sistema de información geográfica (SIG). Este análisis permite obtener los valores de riesgo por AGEB, que es la unidad territorial más homogénea en términos de ocupación humana. Con base en este método se determinó que el riesgo por inundación al arribar un tsunami en el Municipio de Acapulco de Juárez en general es ALTO. Los resultados se muestran en el siguiente mapa de riesgos.

En conclusión, podemos observar que en los 5 casos, existe una susceptibilidad a inundación por arribo de tsunami, sin embargo, en las partes que están caracterizadas por la geomorfología de lomeríos, el mar no transgrede de manera excesiva, no obstante en "Acapulco Diamante", se aprecia como el mar entra hasta la laguna litoral, esto ocurre porque al ser morfológicamente una barra costera no tiene una elevación lo suficientemente alta para evitar la inundación, estando la mayoría del terreno al nivel del mar.

- 2.1. *Deslizamiento plano de roca*: son movimientos traslacionales de masas monolíticas de roca que se presentan en superficies planas formadas por discontinuidades que pueden estar rellenas de material arcilloso.
- 2.2. *Deslizamientos en cuña*: se refiere a la falla que se presenta en masas rocosas en las cuales el deslizamiento se desarrolla sobre la línea de intersección de dos discontinuidades planas.

Ilustración 74: Mecanismo Potencial de Falla Deslizamiento Traslacional

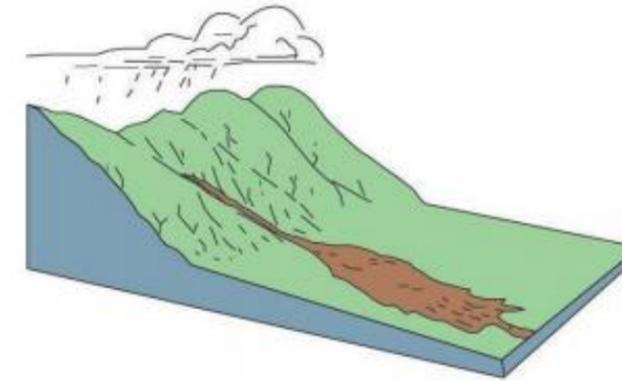


(FUENTE: USGS 2008).

Movimiento de detritos en forma de flujos

1. *Flujos de detritos*. Son movimientos de detritos húmedos y/o secos, con alto grado de saturación, que presentan un dinamismo de rápido a muy rápido. Esta forma destructiva de falla del talud está asociada a zonas de montañas donde una precipitación puede movilizar los detritos del manto e incorporarlos a un proceso de flujo. El material involucrado puede ser detritos de roca alterada o acumulaciones de material de escombros y/o material retrabajado.
2. *Avalancha*. Son flujos extremadamente rápidos de detritos secos. Algunos deslizamientos o caídas de roca de gran magnitud se pueden convertir en avalanchas.

Ilustración 75: Mecanismo Potencial de Flujos

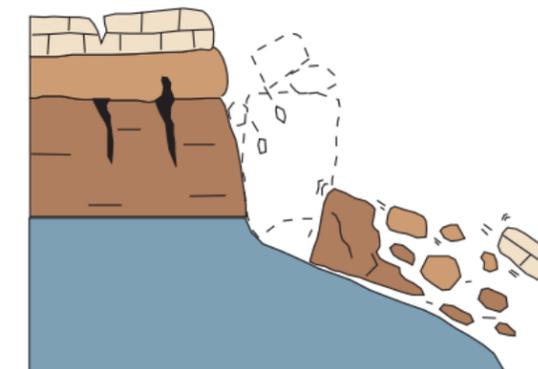


(FUENTE: USGS 2008).

Volteos. Este tipo de falla ocurre cuando la resultante de las fuerzas aplicadas a un bloque cae fuera del tercio medio en la base de este. El giro o volteo se produce alrededor de un punto de pivote. Este tipo de falla es común en masas rocosas con discontinuidades casi verticales.

1. *Volteo con flexión*: Se presenta cuando un sistema de discontinuidades orientado sub-verticalmente y con echado en contra del talud, delimita capas o columnas semicontinuas, donde la fuerza del peso induce un momento y los bloques tienden a flexionarse. Este mecanismo de falla puede ser inducido por erosión o excavaciones y alteraciones en la geometría del pie de un talud.
2. *Volteo de Bloques*: Este mecanismo de falla ocurre cuando se trata de bloques singulares que son divididos por discontinuidades muy espaciadas y con gran apertura.

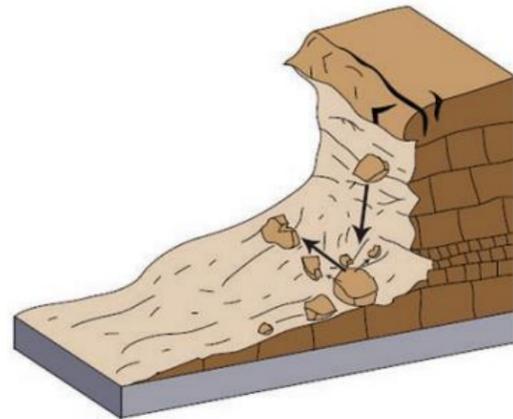
Ilustración 76: Mecanismo Potencial de Falla Volteo



(FUENTE: USGS 2008).

Caídos: son movimientos que se refieren al descenso rápido y libre de bloques de roca con tamaños y geometría variable, con fuerte pendiente de acantilados y son fuertemente influenciados por factores como la gravedad, la erosión y el agua. El movimiento puede incluir deslizamiento, rodamiento, rebotes y caída libre. La separación y generación de bloques se produce a lo largo de una serie de discontinuidades.

Ilustración 77: Mecanismo Potencial de Falla Caída o desprendimiento



(FUENTE: USGS 2008).

1. **Caída Primaria o desprendimiento:** Involucra material fresco que se ha separado del talud.
2. **Caída Secundaria o rodamiento:** Involucra material disgregado que ha quedado como un residuo del primario; es decir, material que se volverá a mover para depositarse en otros sitios.
3. **Movimientos Complejos:** se refiere a la combinación de dos o más mecanismos de falla, identificados a lo largo del frente de un talud.

Los mecanismos potenciales de falla identificados en el Municipio de Acapulco son:

- i. Deslizamientos;
- ii. Derrumbe; y
- iii. Flujos.

Estos se lograron identificar con trabajo previo realizado en gabinete donde, a partir del análisis de una serie de variables que detonan problemas de inestabilidad y que se manipularon con apoyo de software SIG, se complementaron con interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas, de manera que se lograron obtener las zonas con un alto potencial a desarrollar problemas de inestabilidad.

Deslizamientos (Inestabilidad de laderas).

Para obtener el índice de susceptibilidad a deslizamientos de una región, se requiere hacer un análisis involucrando variables de alto impacto en este fenómeno, que son descritas a continuación:

- 1) Zonas del terreno con pendientes entre 15° y mayores a 45°; donde la pendiente máxima que presenta el terreno es de 65°; siendo estos sitios de manera puntual, en general la morfología del sitio obedece a terrenos de lomerío y en menor proporción de llanura costera.
- 2) La litología presente en la zona de estudio en su mayoría tiene un comportamiento mecánico inestable, ya que la meteorización en las rocas hace que pierdan esas propiedades, reduciendo su resistencia a esfuerzos verticales y cortantes, es por ello por lo que en el análisis se tomarán en cuenta las características de rocas meteorizadas, ya que proporciona un análisis más real con respecto a la litología original.
- 3) Densidad de lineamiento, valor de la longitud total de fracturas o cantidad de estas en una superficie determinada (km/km²) (Lugo, ibid.).
- 4) Densidad de disección, del terreno (suma de la longitud de todos los cauces fluviales de una porción de la superficie terrestre, dividida entre el área de esta (km/km²) (Lugo, ibid.).
- 5) Precipitación total anual, es la cantidad de precipitación total anual en milímetros para la zona de Guerrero y determinada por los valores que van de los 1000 mm/y hasta los 1600 mm/y

Cabe señalar que para el mecanismo de deslizamiento se aplica en pendientes de 15° y hasta >45°, ya que es donde se presenta este proceso.

El análisis de susceptibilidad a deslizamiento se presenta mediante una metodología de análisis espacial, basada en la asignación de puntajes para cada clase que conforma cada una de las cinco variables que componen el presente análisis. Posteriormente se ponderaron las variables de acuerdo con su importancia para detonar el proceso de deslizamiento.

Tabla 35: Asignación de puntajes de susceptibilidad de las variables para el mecanismo de deslizamiento.

Variable	Porcentaje
Pendiente	35%
Litología	35%
Densidad de lineamientos	15%
Densidad de disección	10%



Variable	Porcentaje
Precipitación total	5%
TOTAL	100%

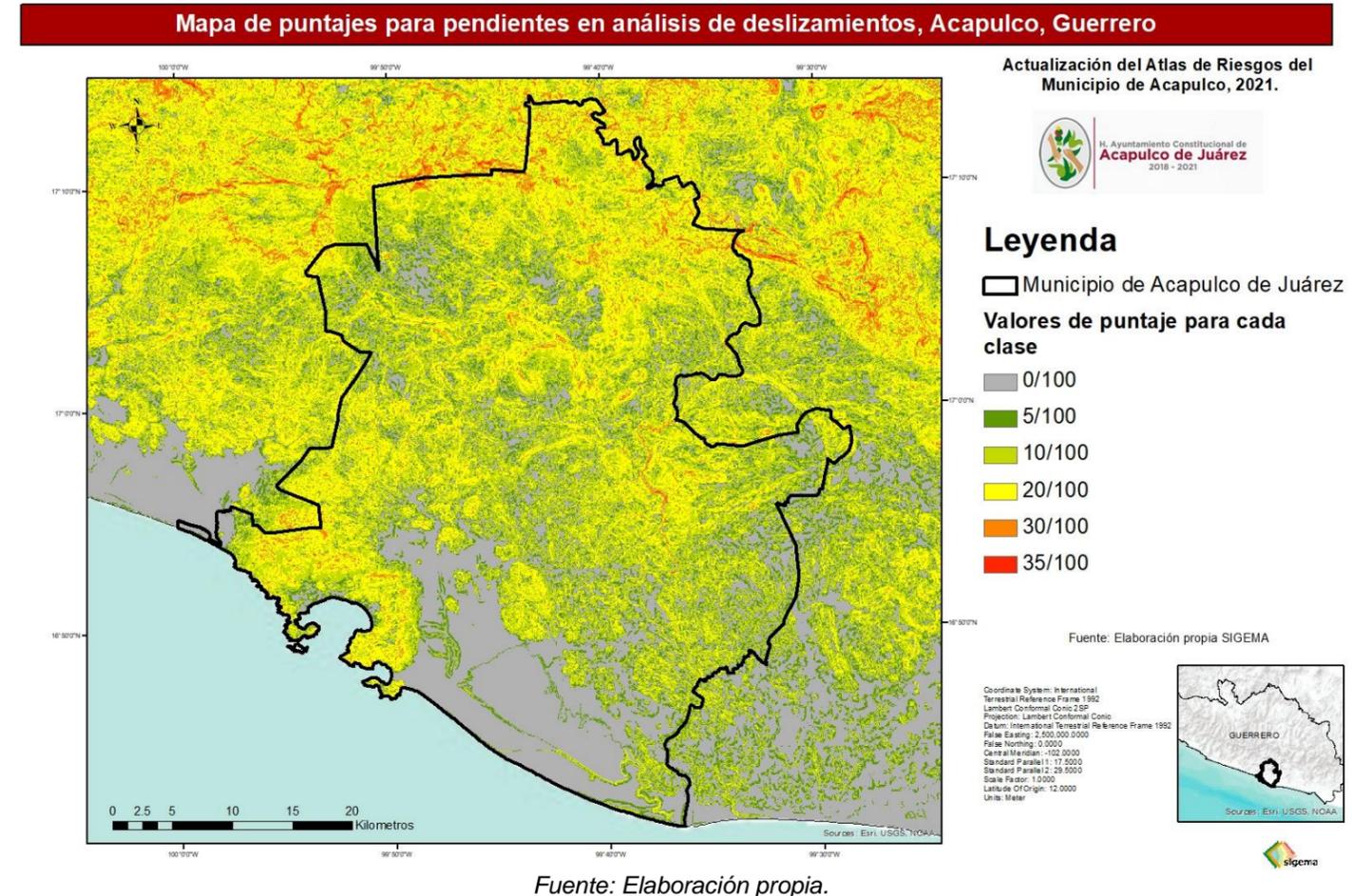
Elaboración de SIGEMA S.A. de C.V

Así, el método aplicado asigna una puntuación a cada clase, considerando que la suma total de las puntuaciones de todas las clases es 100 puntos. Las clases con una puntuación alta causan un valor mayor a la variable y por ende a la susceptibilidad.

Se consideró a la pendiente como una de las variables de mayor importancia, por ser en conjunto con la litología el principal detonante del mecanismo. Se asignó una mayor intensidad al rango de pendiente de 15° a >45° ya que, como se mencionó, es en este intervalo donde el proceso se presenta.

Clase (Pendiente en °)	Puntaje
Mayor a 45°	35/100
30° - 45°	30/100
15° - 30°	20/100
6° - 15°	10/100
3° - 6°	5/100
0° - 3°	0/100

Ilustración 78: Asignación de puntajes de clase en la variable pendiente para el mecanismo de deslizamientos.



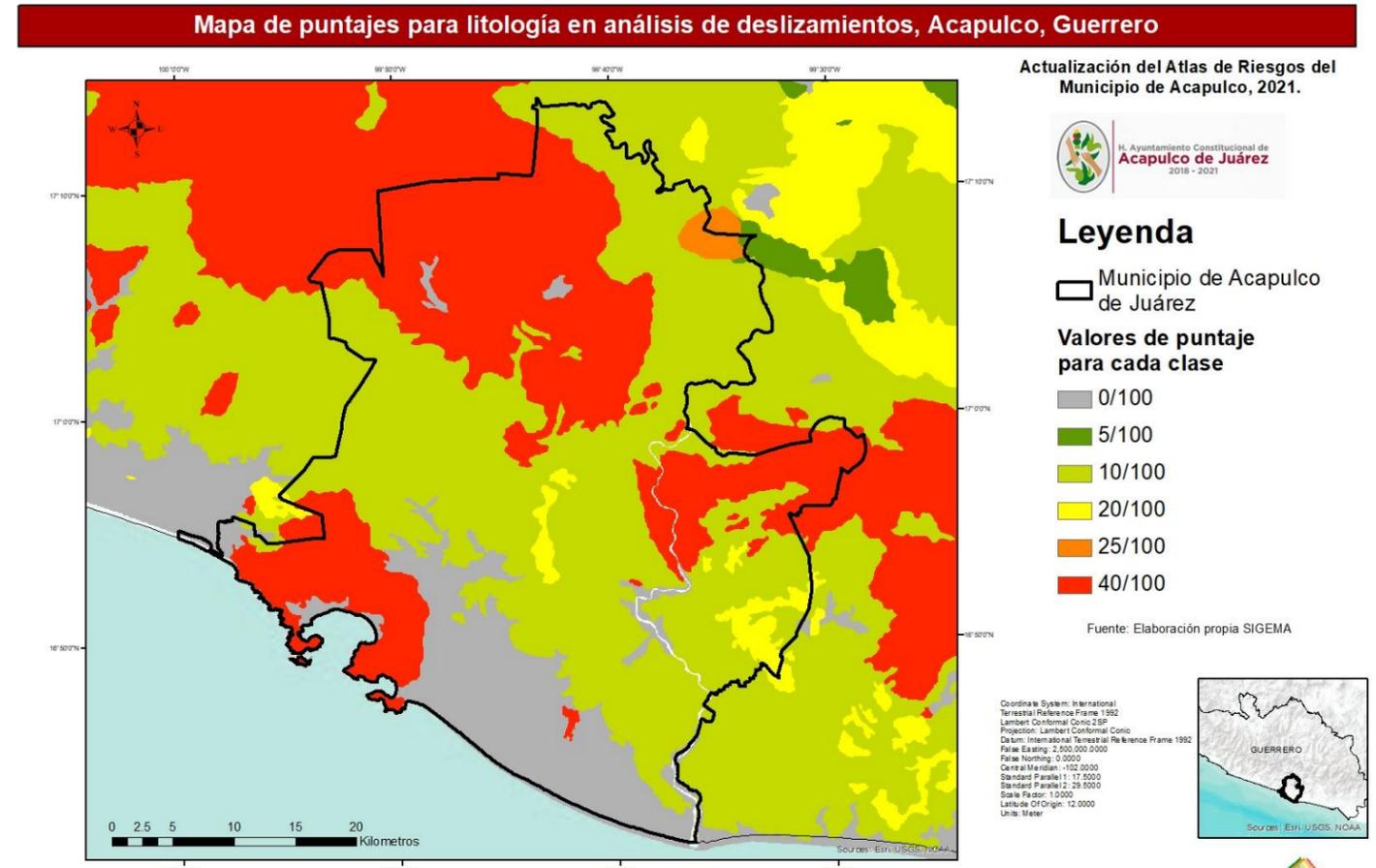
Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, se consideró a la litología como otra variable ponderante, por condicionar de manera importante el desarrollo del mecanismo y la asignación de sus puntajes también obedeció a una escala teórica un poco más amplia que el resto de las variables. Esta obedeció a las características de cada una de las litologías presentes en el municipio, no obstante, las rocas intrusivas son conocidas por su alta resistencia, sin embargo, en condiciones de meteorización, son poco resistentes y susceptibles a procesos de remoción en masa.



Clase (Litología)	Puntaje
Granodiorita	40/100
Esquisto	
Tonalita	
Toba Ácida	20/100
Granito	20/100
Conglomerado	
Lutita-Arenisca-Conglomerado	10/100
Gneis	
Mármol	5/100
Caliza	
Aluvial	0/100
Lacustre	
Litoral	

Ilustración 79: Asignación de puntajes de clase en la variable litología para el mecanismo de deslizamientos.



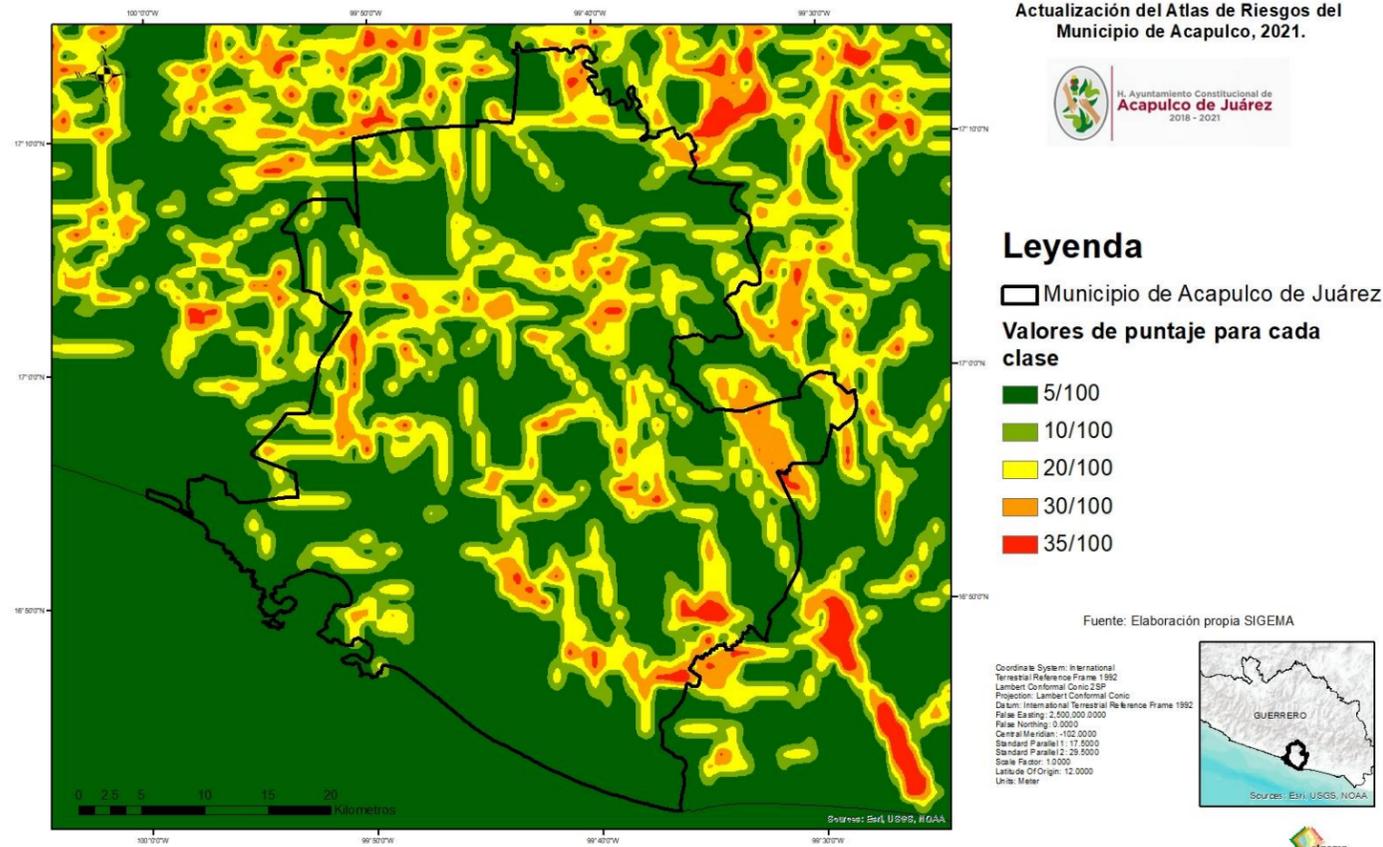
Fuente: Elaboración propia.

La variable densidad de lineamiento, se realizó mediante una interpolación a partir de los lineamientos registrados, en una superficie reticular (50 x 50 metros). Posteriormente, a los valores obtenidos se les asignó una calificación, así mismo, se especifican las unidades de medida como km/km².

Clase (km/km ²)	Puntaje
1.795 - 4.560	35/100
1.131 - 1.795	30/100
0.646 - 1.131	20/100
0.233 - 0.646	10/100
0 - 0.233	5/100

Ilustración 80: Asignación de puntajes de clase en la variable densidad de lineamiento para el mecanismo de deslizamiento

Mapa de puntajes para densidad de lineamientos en análisis de deslizamientos, Acapulco, Guerrero



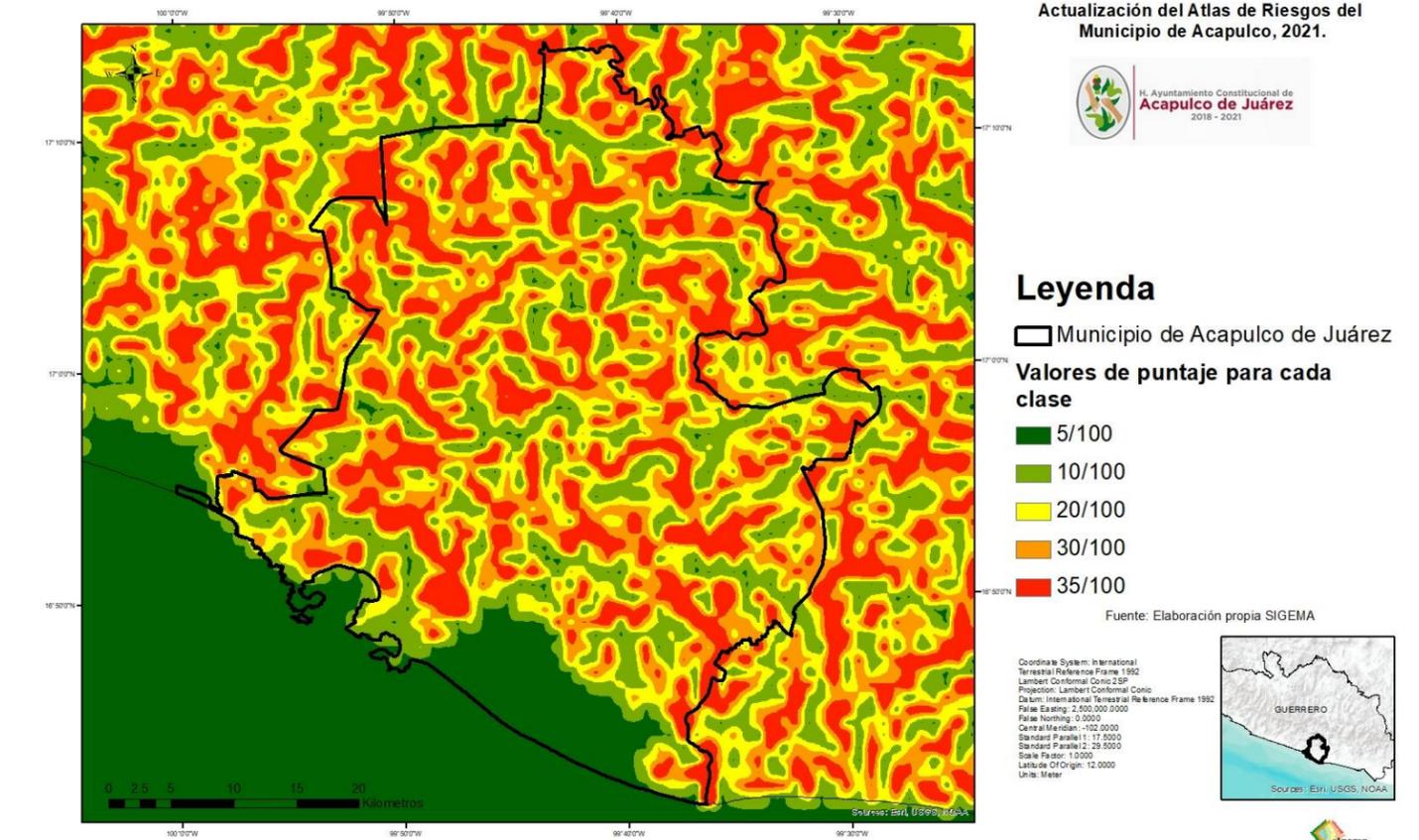
Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración de la densidad de disección, se utilizó la hidrografía de la zona de estudio, posteriormente se asignó la longitud de la red correspondiente a cada celda de 1000 x 1000 metros y los valores resultantes se interpolaron para obtener las áreas. Finalmente, se les asignaron puntajes a las clases resultantes.

Clase (km/km ²)	Puntaje
1.431 - 4.396	35/100
0.999 - 1.431	30/100
0.568 - 0.999	20/100
0.0517 - 0.568	10/100
0 - 0.051	5/100

Ilustración 81: Asignación de puntajes de clase en la variable densidad de disección para el mecanismo de deslizamiento.

Mapa de puntajes para densidad de disección en análisis de deslizamientos, Acapulco, Guerrero



Fuente: Elaboración propia.

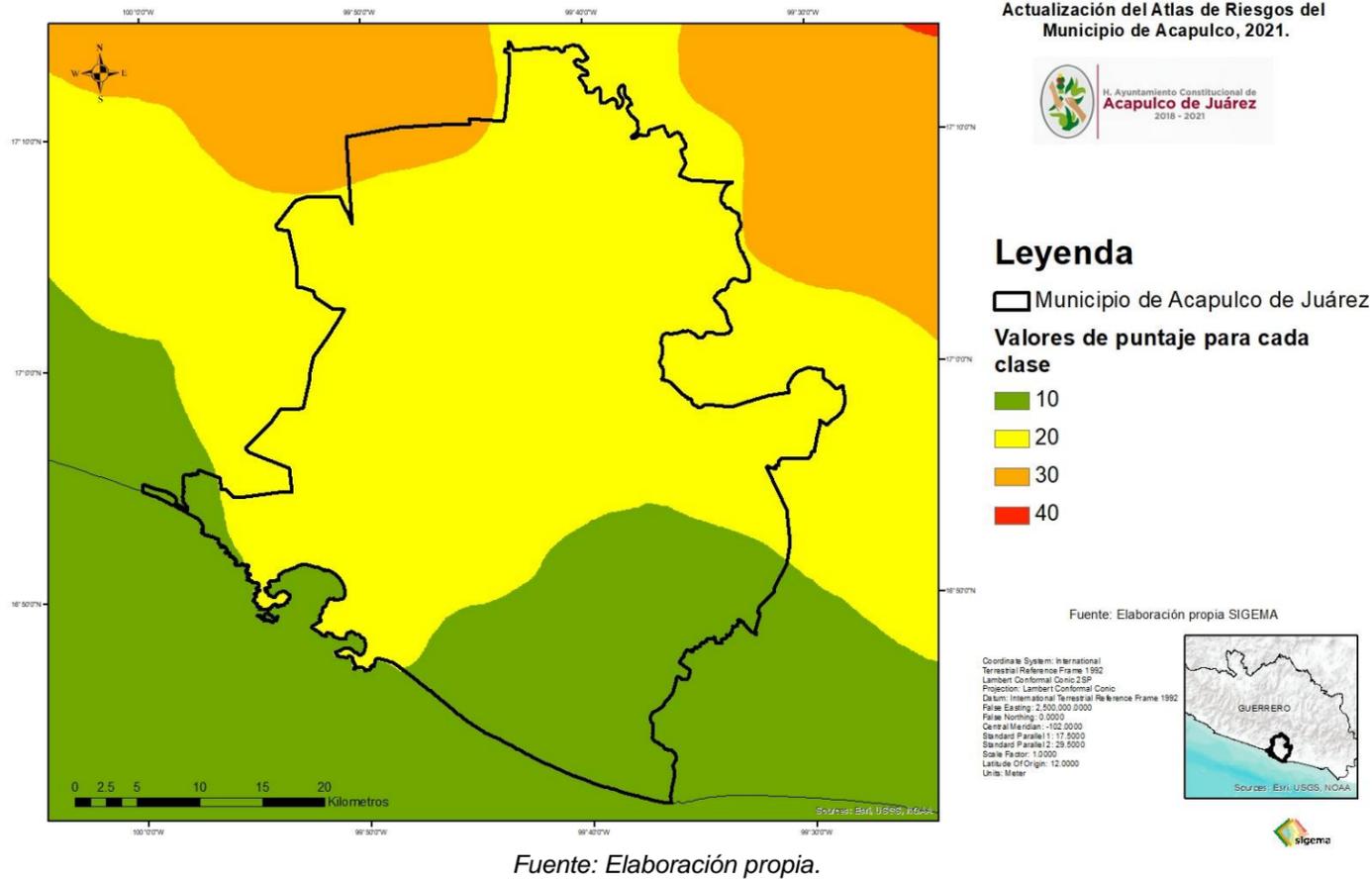
Por último, la variable de precipitación total anual:

Clase (mm/año)	Puntaje
1600	40/100
1400	30/100
1200	20/100
1000	10/100



Ilustración 82: Asignación de puntajes de clases a la variable precipitación total anual para el mecanismo de deslizamiento

Mapa de puntajes para precipitación total anual en análisis de deslizamientos, Acapulco, Guerrero



De la relación entre estas cinco variables se calculó un índice de susceptibilidad a deslizamiento, manejando como unidades de análisis superficies de 2500 m2 para la zona de estudio de Acapulco de Juárez, (*IsuscVDz*) definido por la siguiente operación:

$$IsuscVDz = (iP)0.35 + (iL)0.35 + (iLI)0.15 + (iD)0.10 + (iPT)0.05$$

donde:

- IsuscVDz:** Índice de susceptibilidad a deslizamiento;
- iP:** Puntaje de pendiente del terreno en la zona i;
- iL:** Puntaje de litología del terreno en la zona i;

iLI: Puntaje de la densidad de lineamiento en la zona i.

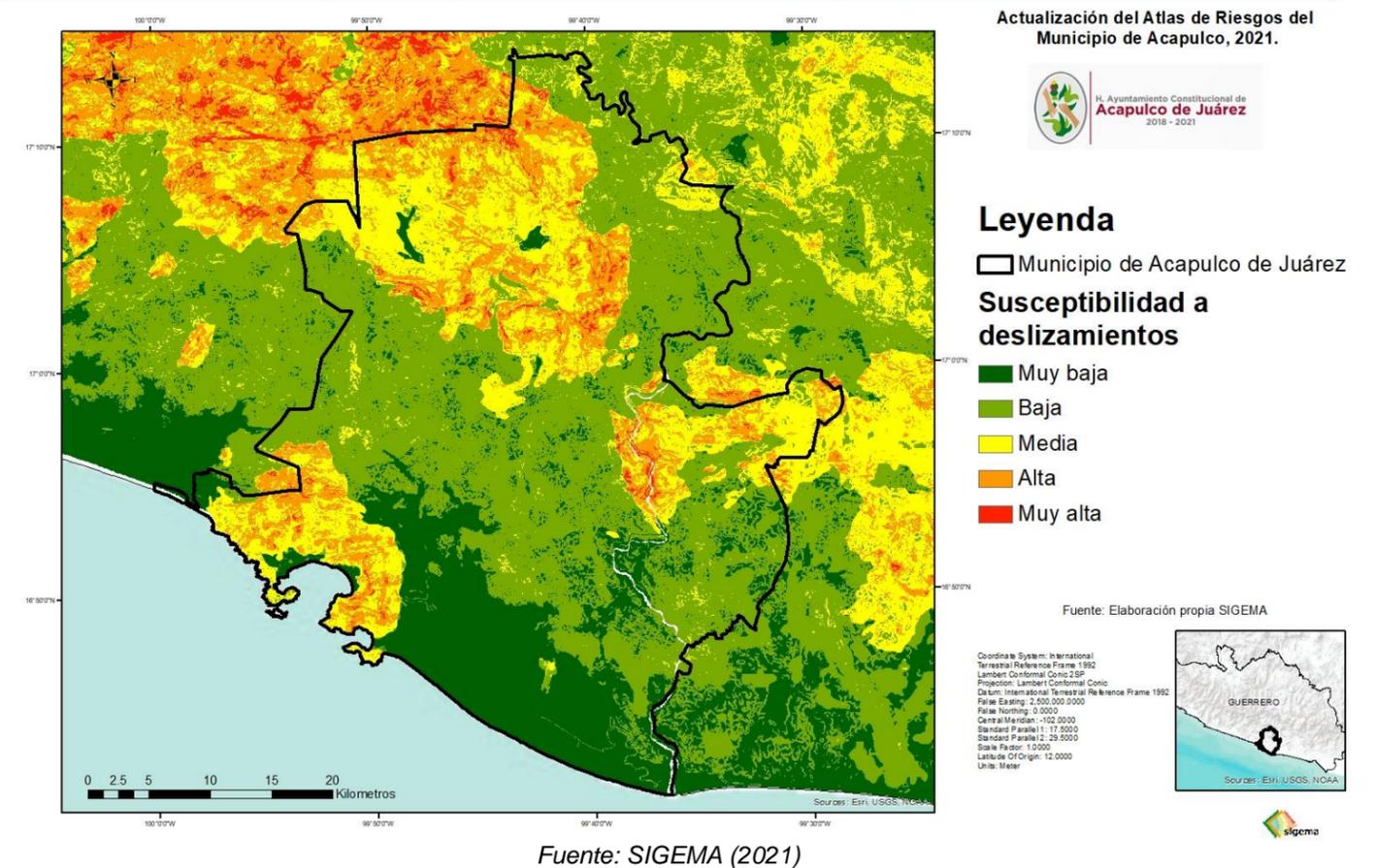
iD: Porcentaje de la densidad de disección en la zona i.

iPT: Porcentaje de la precipitación total anual en la zona i;

Finalmente, se representa el cálculo de variables en el siguiente modelo

Ilustración 83: Mapa de susceptibilidad a deslizamientos.

Mapa de Susceptibilidad a Deslizamientos, Acapulco, Guerrero



Vulnerabilidad por Deslizamientos

El modelo teórico recreado para el municipio de Acapulco de Juárez para los procesos de remoción en masa permite identificar áreas con mayor susceptibilidad al fenómeno de deslizamientos en aquellos sitios donde el



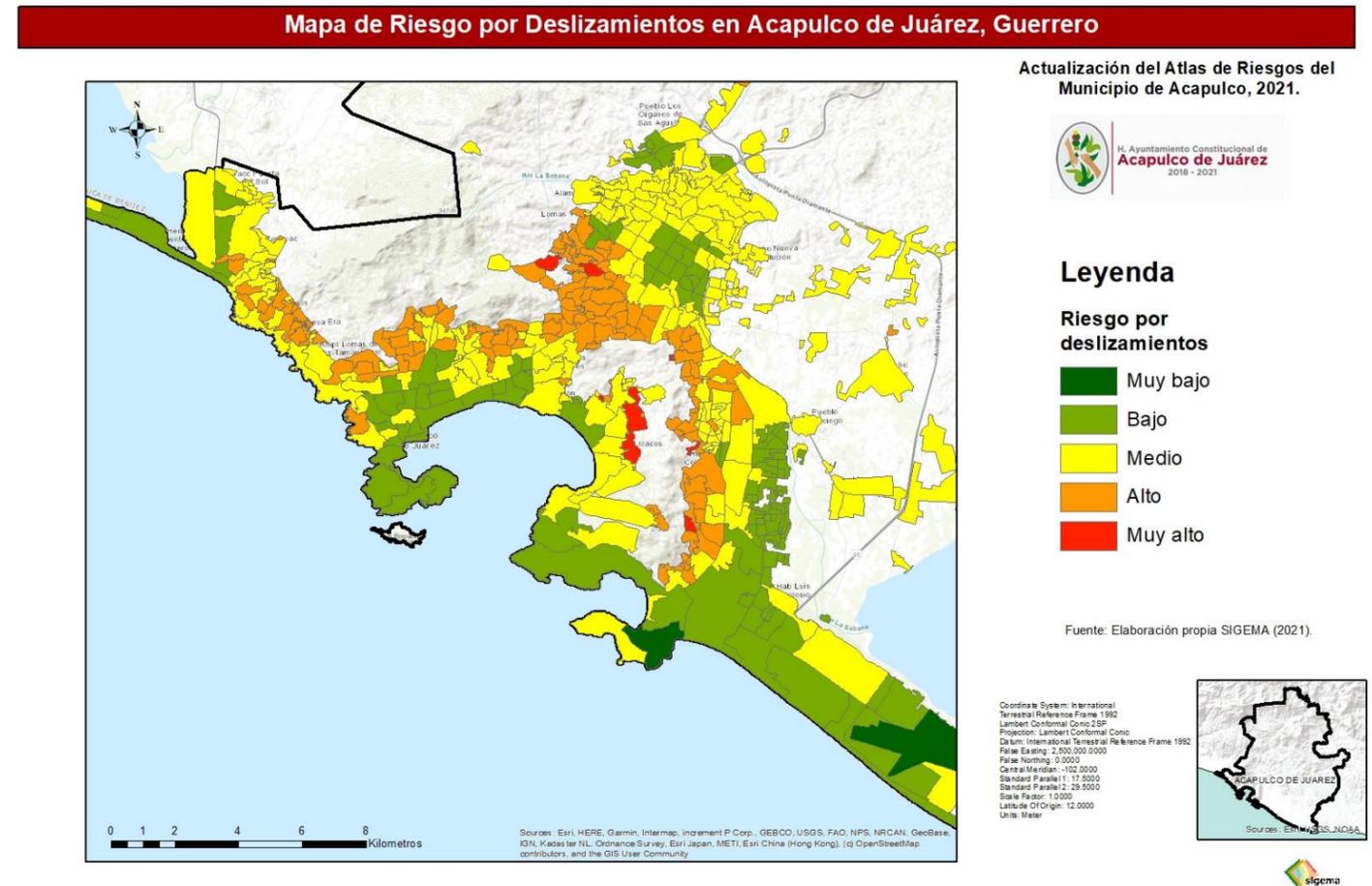
relieve se define morfogénicamente como lomeríos, así mismo, los cuerpos intrusivos definen el entorno geológico, a su vez el grado de susceptibilidad aumenta si existe una conexión con lineamientos estructurales como fallas, fracturas y estructuras tabulares, ya que estas al ser planos de debilidad permiten el movimiento cinemático de grandes extensiones de material, también, las corrientes fluviales causan erosión generando un aumento en la susceptibilidad a deslizamiento, finalmente, las altas tasas de precipitación contribuyen a la erosión y meteorización de las rocas, debilitando sus propiedades mecánicas.

En general, las condiciones morfológicas, geológicas e hidrometeorológicas del municipio de Acapulco de Juárez son un conjunto de características que influyen en el fenómeno de deslizamientos que de acuerdo al modelo la susceptibilidad a que ocurran en la parte noroeste, noreste y suroeste del municipio es mayor a la que hay en la parte sureste y centro, es importante mencionar que en la bahía de acapulco no ocurren estos procesos, no obstante, en las lomas aledañas a la misma, si existe susceptibilidad, observándose en el modelo. Como caso de estudio referente a deslizamientos se tomaron dos casos, el primero conocido como “Las Derrumbadas” y el segundo como “Colonia Obrera”.

Riesgo por Deslizamientos.

La vulnerabilidad social una vez categorizada de forma cualitativa, se procedió a asignarle un valor numérico, siendo 1 para vulnerabilidad muy baja, incrementándose sucesivamente hasta 5 para vulnerabilidad muy alta; se procedió en el mismo sentido con el índice de peligro para estandarizar valores cualitativos y cuantitativos; los valores de ambas categorías, peligro y vulnerabilidad se suman para después dividirse entre dos, mediante un proceso de Map Algebra en un sistema de información geográfica (SIG). Este análisis permite obtener los valores de riesgo por AGEB, que es la unidad territorial más homogénea en términos de ocupación humana. Con base en este método se determinó que el riesgo por deslizamiento en el Municipio de Acapulco de Juárez en general es MEDIO - ALTO. Los resultados se muestran en el siguiente mapa de riesgos.

Ilustración 84: Mapa de riesgos por deslizamientos, Fuente: SIGEMA (2021)



Caso Las Derrumbadas.

Las derrumbadas es un sitio que se encuentra sobre la carretera “Pie de la Cuesta”, con coordenadas 14Q 27206117 m N, 544007m E, se encuentra en la colonia Silvestre Castro, cabe mencionar que este lugar es usado como banco de material.



La roca que se puede encontrar en ese lugar es conocida como Granodiorita, de acuerdo con la descripción macroscópica, contiene un 60% de plagioclasas, 20% Cuarzo y 20% anfíboles, no obstante, esta composición es descrita en una roca fresca encontrada en el mismo lugar, sin embargo, el resto de las rocas que afloraban se tratan de la misma granodiorita meteorizada, es decir; el comportamiento mecánico cambia de una manera súbita, posiblemente aumentando el peligro por deslizamiento, ya que tiene una serie de planos de debilidad preferentes en dirección NE-SW, con una inclinación promedio de 60 a 65°, además, al desconfinar el material y realizar excavaciones para extraerlo, dieron origen a las grietas de tensión que se pueden observar en la corona del talud, la dirección preferente de estas grietas de tensión es semiparalela a la dirección del talud con una mayor inclinación.

El fenómeno de deslizamiento se puede definir mediante un análisis cinemático de rotura con base en los datos obtenidos en campo y en literatura.

El análisis cinemático se realizó tomando en cuenta las dos familias de discontinuidades, es decir; las grietas de tensión y los planos de diaclasamiento, además, el ángulo de fricción interna propuesto por Gianni (1992).

Geométricamente se observa la formación de cuñas susceptibles a deslizamiento, sin embargo, las cuñas formadas no cumplen con el principal criterio establecido por González de Vallejo para que un bloque sea susceptible a deslizamiento (2014); ya que el ángulo de inclinación de las líneas formadas por la intersección de los planos de debilidad es menor al ángulo de inclinación del talud, ahora, el ángulo de fricción interna de la roca debe ser superior al ángulo de inclinación de las líneas formadas por la intersección de los planos de debilidad para que no sea susceptible, lo cual no ocurre en este caso, entonces, se tendrá que calcular de factor de seguridad para un mecanismo de rotura tipo cuña con los datos ya mencionados.

Se colocan las familias de datos, homogenizando los valores a uno solo, con conteo estadístico generando un dato representativo de la familia de valores.

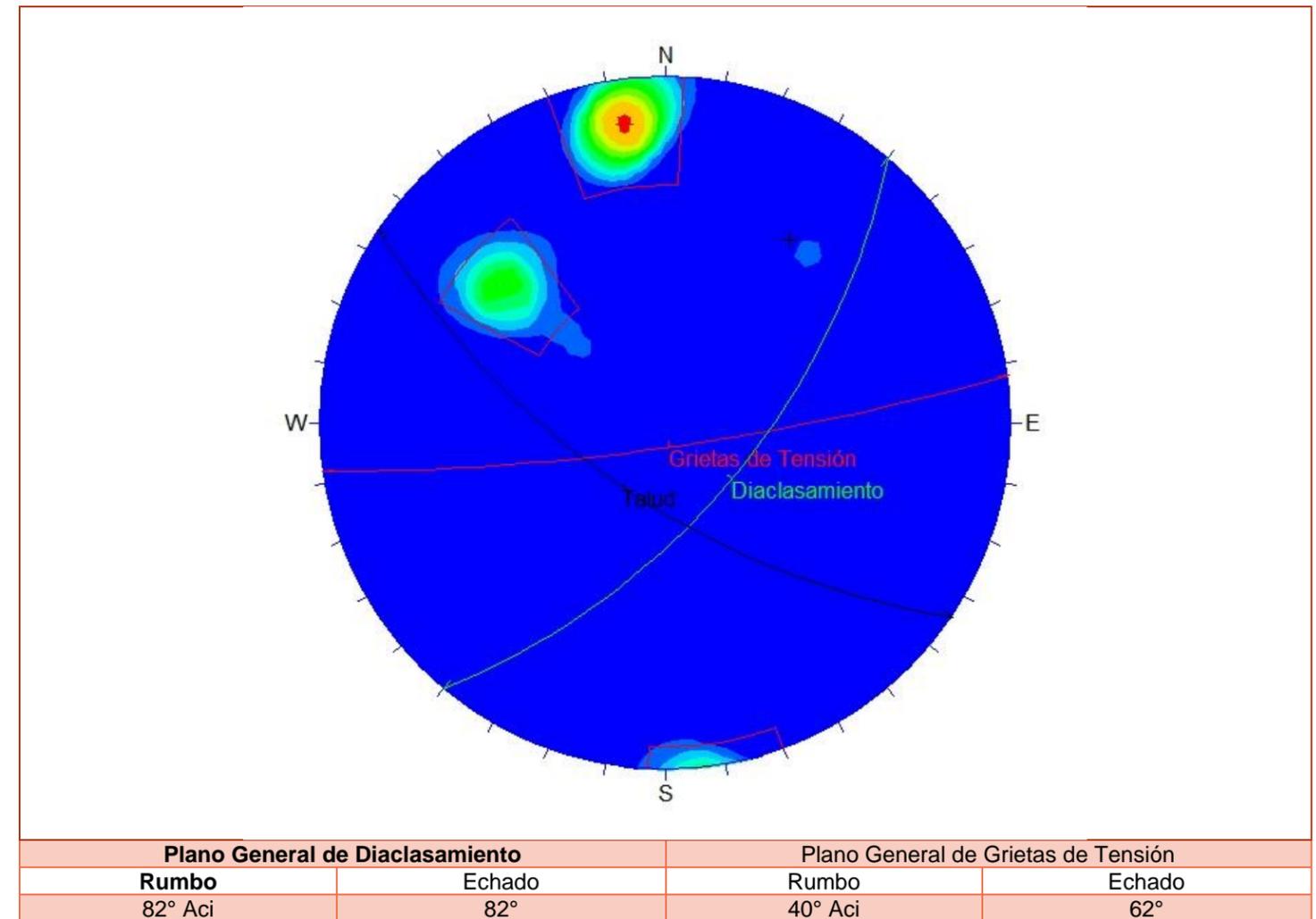
Tabla 36: Datos estructurales del caso "Las Derrumbadas",

Planos de Diaclasamiento (Naturales)		Grietas de Tensión (Antropogénicas)	
Rumbo (Acimutal)	Echado	Rumbo (Acimutal)	Echado
40°	65°	115°	80°
35°	60°	130°	85°
42°	36°	120°	78°
38°	61°	130°	82°

39°	59°	123°	80°
47°	65°	125°	84°
50°	61°	134°	79°
42°	50°	136°	82°
32°	69°	124°	84°
40°	70°	118°	89°

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 85: Estereograma de densidad de polos para definir un plano general.

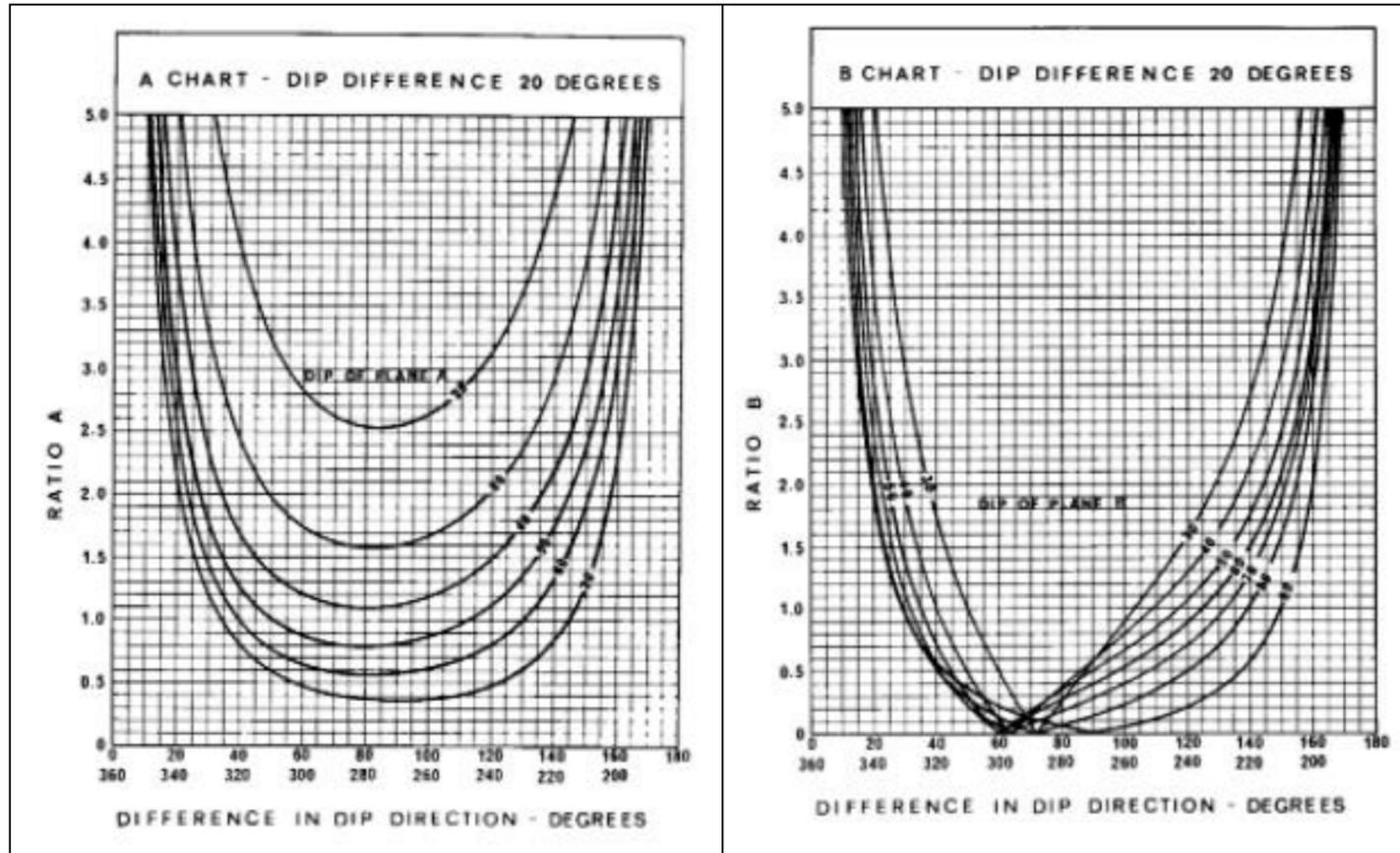


Fuente: Elaboración propia con DIPS (ROCKSCIENCE).

Después, ya definidos los planos preferentes se puede hacer el cálculo del factor de seguridad para determinar si las cuñas son susceptibles a deslizar.

Primero obtenemos la diferencia angular entre los echados de los planos: $82^\circ - 62^\circ = 20^\circ$ una vez definida la diferencia angular, utilizaremos un abanico de valores propuesto por Hoek & Bray (1981)

Ilustración 86: Abanicos de valores para 20° de diferencia.



Fuente: Hoek & Bray (1981).

Después, al tener las gráficas obtenemos los valores con base en la diferencia entre las direcciones de los echados, $172^\circ - 130^\circ = 42^\circ$, posteriormente obtenemos el valor A y B con las gráficas, finalmente ya que obtuvimos los valores sustituimos en la siguiente fórmula. $F = A (\tan \phi_A) + B (\tan \phi_B)$ Sabiendo que F es el factor de seguridad, A y B son los valores obtenidos de las gráficas, y ϕ_A, B son los ángulos de fricción interna, en este caso vamos a ocupar el valor proporcionado por la literatura y por el DEM de la zona de estudio (40°).

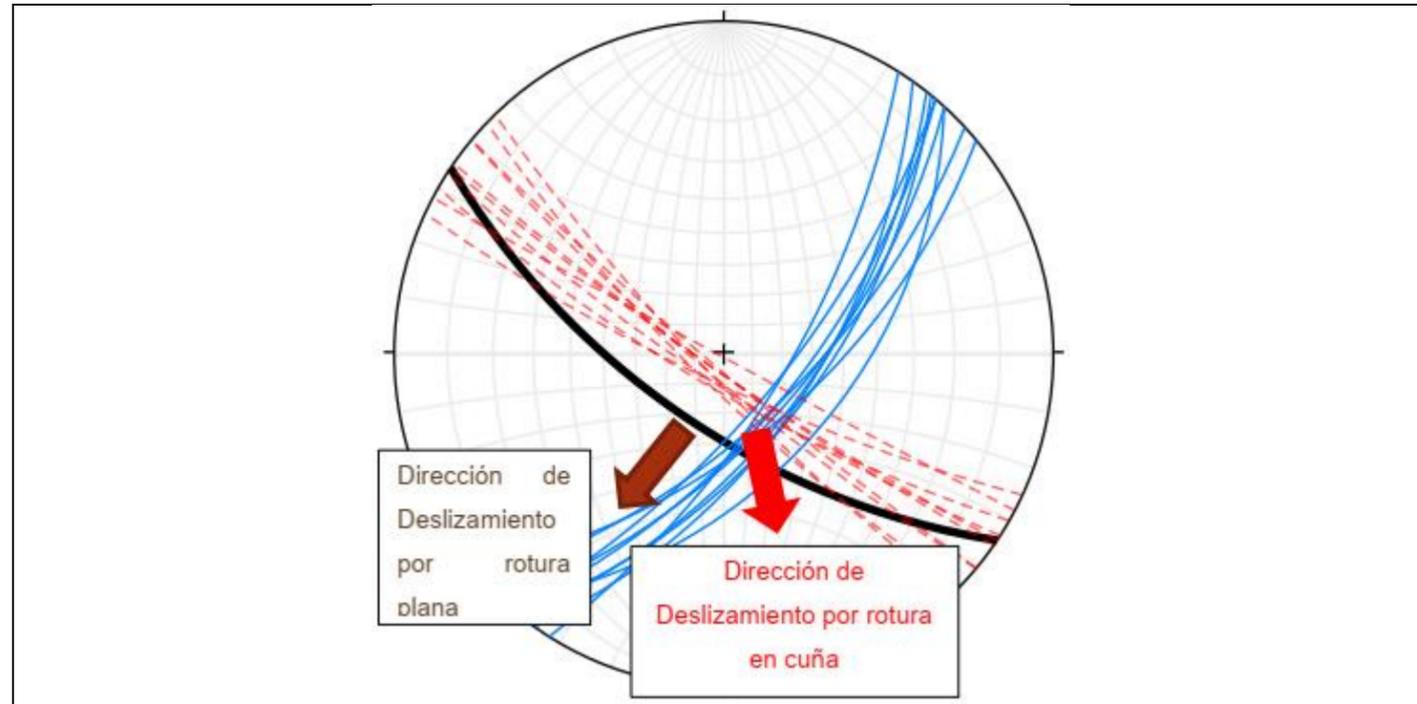
Sustituyendo los valores: $F = 0.8 (\tan 40^\circ) + 0.4 (\tan 40^\circ) = 1.005$

Por el valor se puede entender que apenas es estable de según con el análisis cinemático, ya que para ser estable de acuerdo con Hoek & Bray (1981) el factor de seguridad debe ser mayor a 1. En conclusión, el talud tiene un grado alto de susceptibilidad a deslizamientos por cuñas.

No obstante, los planos de las grietas de tensión mediante otro análisis cinemático, si cumplen criterios para deslizamiento por rotura plana según González de Vallejo (2014).

Como primera condicionante los planos deben ser sub paralelos a el plano del talud $\pm 20^\circ$ y en este caso, todos los planos entran dentro de ese criterio. La segunda es que los planos que delimitan el talud tienen una resistencia semidespreciable por la inclinación que presentan. Como tercer condicionante, el ángulo de inclinación de los planos de ruptura debe ser inferior a la inclinación del talud, en ningún caso se puede observar la condicionante, sin embargo, al cumplir con 2 de 3 condiciones se puede decir que es más susceptible a deslizamiento por mecanismo de rotura plana. Para un mayor análisis se recomienda hacer mecánica de rocas para definir el factor de seguridad del talud.

Ilustración 87: Estereograma con los planos trazados.



Fuente: Elaboración propia con STERONET.

Los ciudadanos que viven cerca del lugar comentan que cada cierto tiempo se deslizaban detritos que estorbaban el paso sobre la carretera, es por ello por lo que se colocó un muro de gaviones y una rejilla para que el agua se fuese por ahí, eso explica la inclinación puntual sobre los postes en esa parte de la carretera, sin embargo, se hizo un estudio geofísico para observar el subsuelo mediante la técnica de Radar de Penetración Terrestre, con antena de frecuencia central en 400 Mhz. La orientación del perfil fue N60°W, una longitud de 186.72, adquirido a un costado de la carretera Coyuca de Benítez – Acapulco, logrando una exploración máxima de 4 metros. La finalidad de este estudio fue explorar la zona reportada históricamente con diversas reparaciones sobre el asfaltado y el relleno antropogénico colocado para nivelar la carretera.

Debido a la cercanía con el corte antrópico que se ubica a un costado de la carretera, fue posible estimar los contactos litológicos de la siguiente manera: De superficie a 58 centímetros de profundidad se identificó las diversas capas de asfalto así como también la sub base empleada para su nivelación, posterior a esta profundidad se estimó el relleno empleado para nivelar la carretera hasta 1.80 metros de profundidad seguido de

material de granodiorita meteorizada hasta 2.4 metros de profundidad y finalmente después de esta distancia se infiere el mismo material pero en forma fresca.

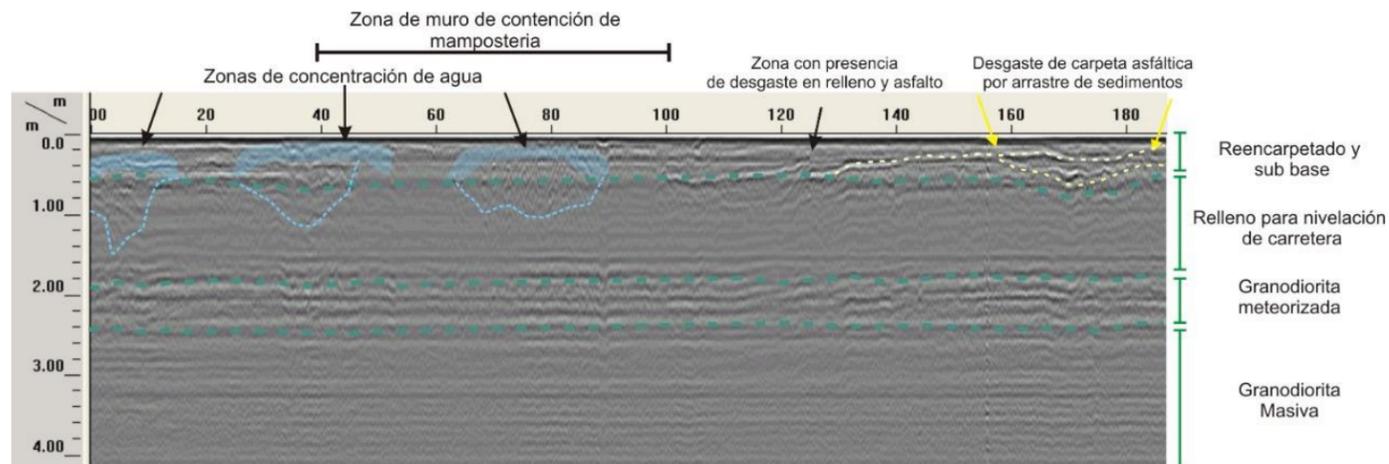
En cuanto a los rasgos anómalos que se identificaron en la sección, se observaron 3 zonas con aumento en contenido de agua (marcadas con polígonos y líneas en azul claro) siendo estas al inicio del estudio, esto se debe principalmente a que existe una pendiente mayor en la ladera contigua y tampoco se ubica una canaleta que permita la escorrentía de forma estratégica, caso contrario como al final del tramo adquirido, ya que aquí si se encontró dicha infraestructura, acompañada de rejillas para el escurrimiento superficial.

De 37 a 101 se ubicó el muro de contención de mampostería, siendo esta zona la que presenta condiciones de homogeneidad en el subsuelo, mientras que a partir de los 100 metros de distancia fue posible observar un trazo de la carretera en el que se han colocado al menos 2 carpetas asfálticas afectadas por asentamiento superficiales por paso de vehículos pesado y la misma escorrentía de agua superficial de zonas altas como el caso de las escalinatas contiguas como se observa a los 128 metros de distancia. Finalmente, de 158 hasta el final del estudio se infiere desgaste en la carpeta asfáltica, así como en la subbase que se aplica a este, dicha erosión se asocia a la caída de agua pendiente arriba y sistema de drenes, incidiendo hasta menos de un metro de profundidad, sin embargo, la afectación se disipa a poca profundidad debido al sistema de drenaje que permite una filtración de agua de mejor manera.

Cabe mencionar que tanto la zona inicial como la final del perfil en la capa identificada como granodiorita (1.8 m a 2.4 m) presenta un grado de meteorización por factores naturales, es por ello por lo que el contacto con el relleno es irregular, ya que es un paleo relieve de la roca cuando estaba expuesta.



Ilustración 88: Radagrama del levantamiento mediante RPT



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 89: Mapa de localización del caso de estudio

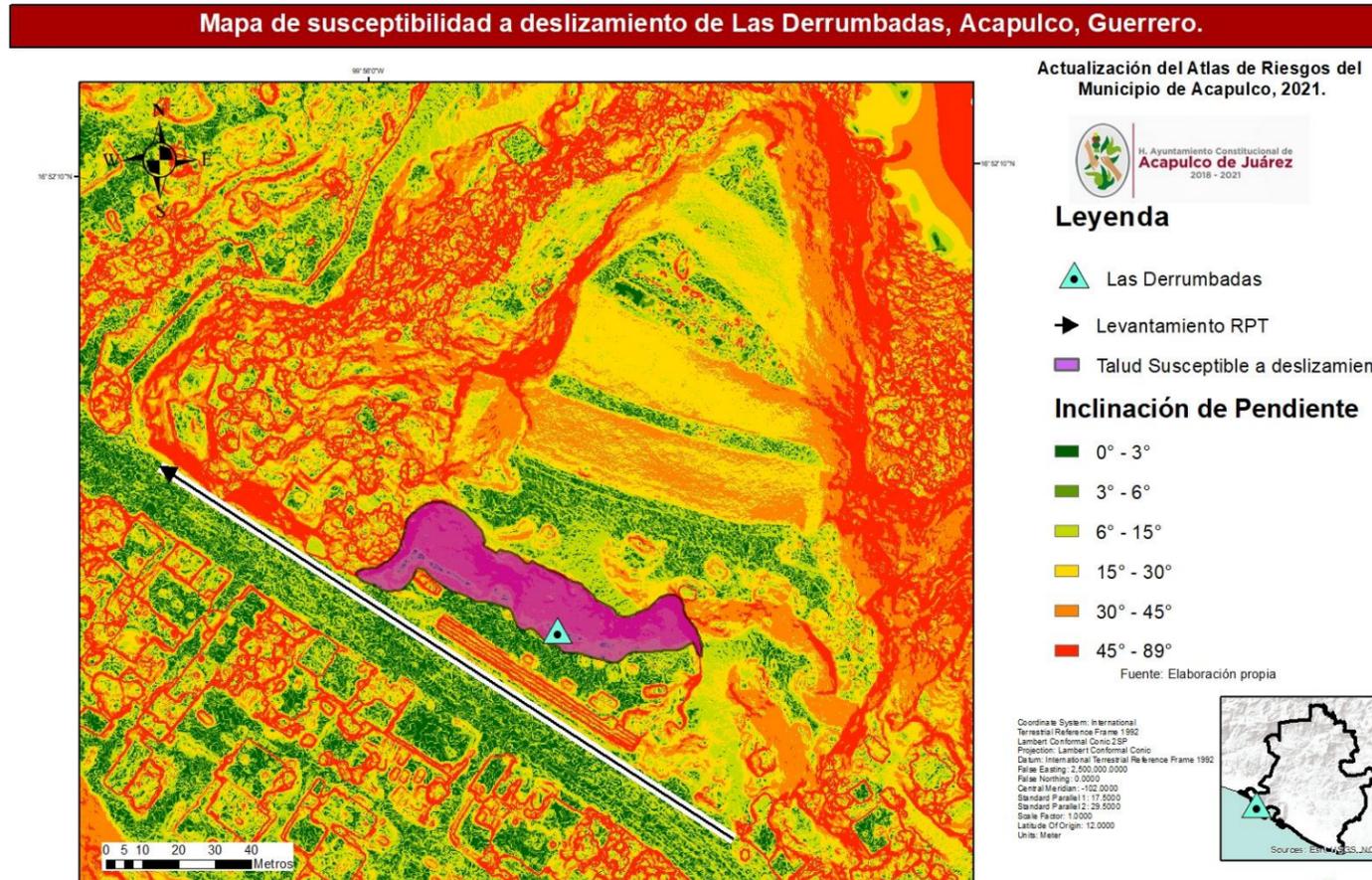
Mapa de Localización de Las Derrumbadas, Acapulco, Guerrero



Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 90: Mapa de pendientes del caso de estudio



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 91: Caso Las Derrumbadas



En esta foto se puede observar el talud y las grietas de tensión provocadas por la excavación sobre el mismo, **b**. Las grietas de tensión en la corona del talud. **c**. Muro de gavión colocado para evitar el deslizamiento de detritos. **d**. Levantamiento geofísico mediante RPT. **e**. Cara del talud estudiado.

Fuente: Elaboración propia.

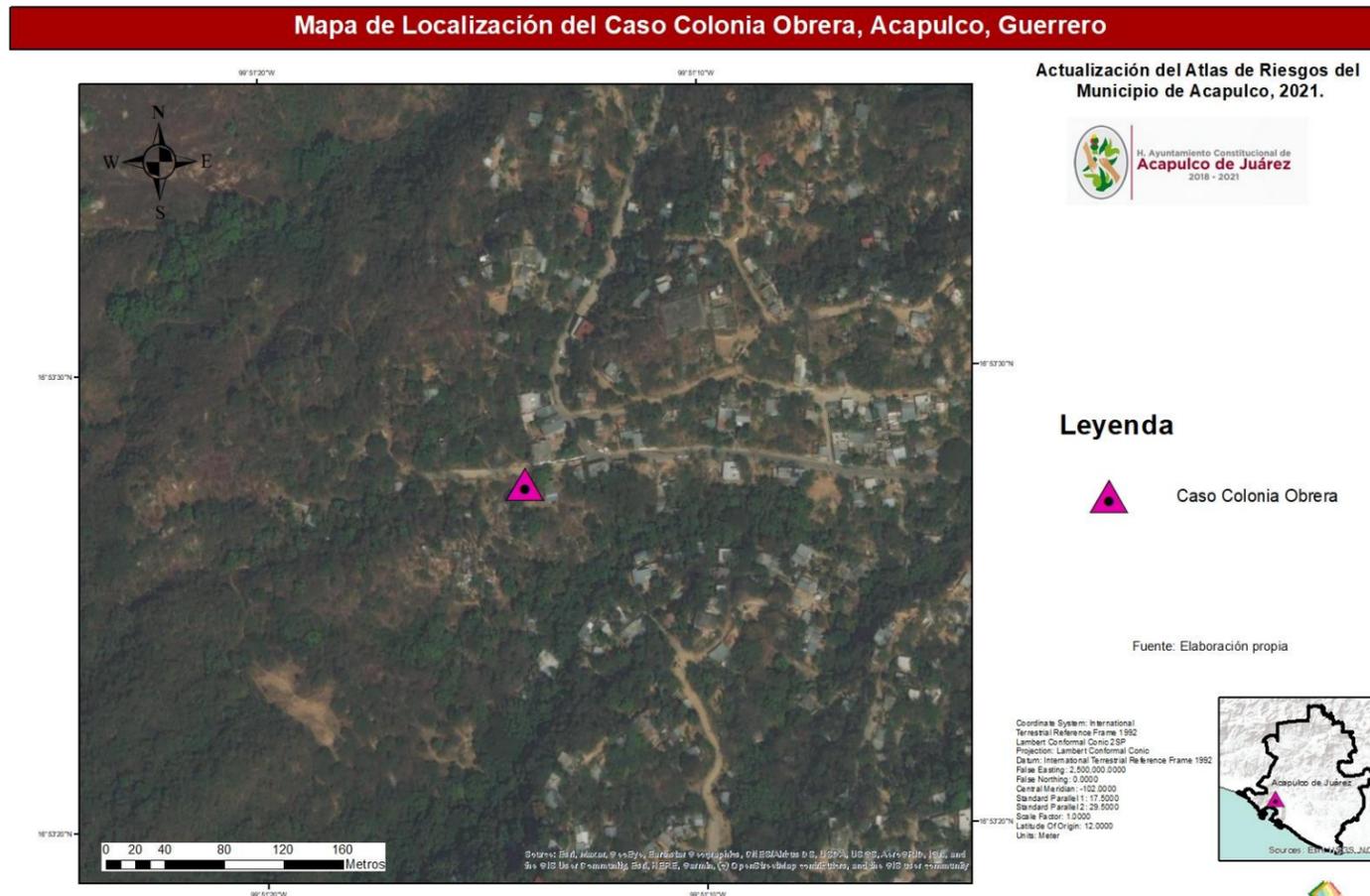


Caso Colonia Obrera

Este caso se encuentra localizado en las coordenadas: 14Q 409053.75 m 1867691.42 m, la colonia Obrera se encuentra localizada al NE de la Bahía de Acapulco de Juárez, en este caso se realizó un vuelo de dron para identificar las características principales del pequeño deslizamiento que se observa, el mecanismo está principalmente condicionado a la pendiente y litología.

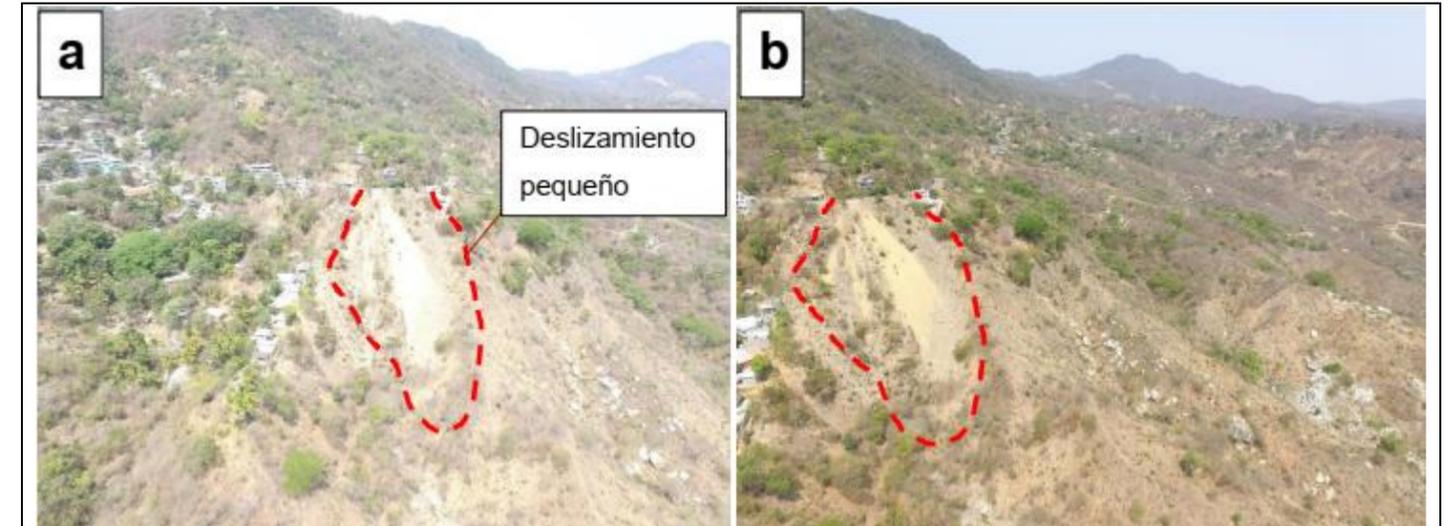
La litología juega un papel muy importante, ya que al tratarse de un cuerpo granítico meteorizado puede generar un pequeño deslizamiento, además de dar un aporte aluvial como se observa en la Figura.

Ilustración 92: Mapa de localización del caso de estudio,



fuelle: Elaboración propia.

Ilustración 93: a. Deslizamiento pequeño de sedimentos de origen granítico. b. Mismo deslizamiento visto desde otra perspectiva.



Fuente: Elaboración propia.

Derrumbes

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

- 1) Zonas del terreno con **pendientes** que van de los 6° y hasta los 65°; siendo estos sitios de manera puntual, en general la morfología del sitio obedece a terrenos de lomeríos y llanuras costeras.
- 2) El tipo de materiales rocosos representadas por la **litología** de la zona de estudio.
- 3) **Densidad de lineamiento** del terreno (suma de la longitud de todas las fallas y fracturas de una porción de la superficie terrestre, dividida entre el área de esta con unidades de km/km^2 (Lugo, ibid.)).
- 4) **Densidad de disección**, del terreno (suma de la longitud de todos los cauces fluviales de una porción de la superficie terrestre, dividida entre el área de esta generalmente en km/km^2 (Lugo, ibid.)).
- 5) **Precipitación** total anual, es la cantidad de precipitación total anual en milímetros/año para la zona de Guerrero y determinada por los valores que van de los 1600 a los 1000 mm/y

El análisis de susceptibilidad a derrumbes se presenta mediante una metodología de análisis espacial, basada en la asignación de puntajes para cada clase que conforma cada una de las cinco variables que componen el

presente análisis. Posteriormente se ponderaron las variables de acuerdo con su importancia para detonar el proceso de derrumbes.

Tabla 37: Asignación de puntajes de susceptibilidad de las variables para el mecanismo de caídos o derrumbes.

Variable	Porcentaje
Pendiente	40%
Litología	30%
Densidad de lineamientos	10%
Densidad de disección	15%
Precipitación total	5%
TOTAL	100%

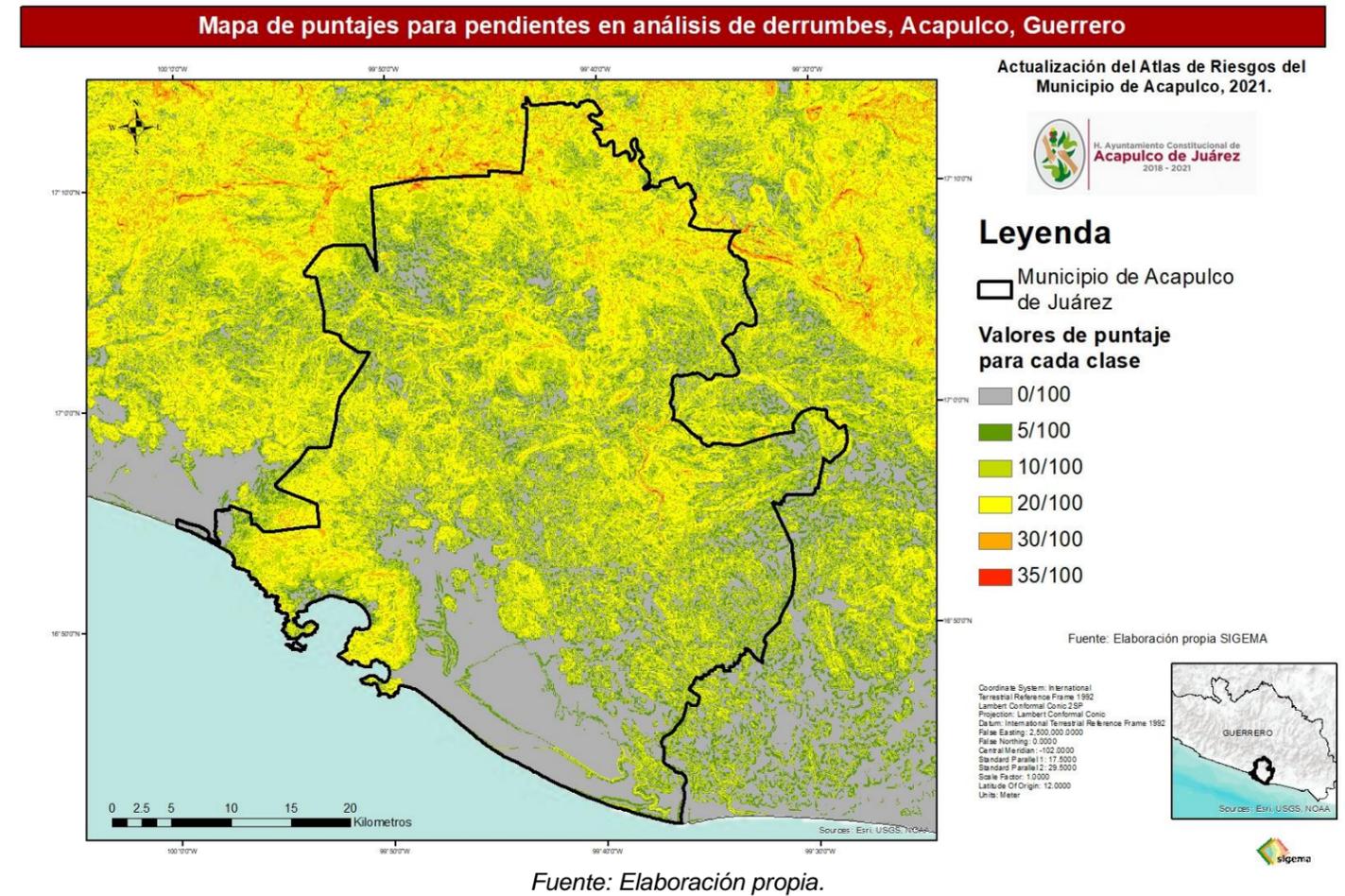
Elaboración de SIGEMA S.A. de C.V

El método aplicado asigna una puntuación a cada clase, considerando que la suma total de las puntuaciones de todas las clases es 100 puntos. Las clases con una puntuación alta causan un valor mayor a la variable y por ende a la susceptibilidad.

Se consideró a la pendiente como una de las variables de mayor importancia, por ser en conjunto con la litología el principal detonante del mecanismo.

Clases (Pendiente en °)	Puntaje
Mayor a 45°	35/100
30° - 45°	30/100
15° - 30°	20/100
6° - 15°	10/100
3° - 6°	5/100
0° - 3°	0/100

Ilustración 94: Mapa de puntajes de susceptibilidad de la variable pendiente para el mecanismo de derrumbes.

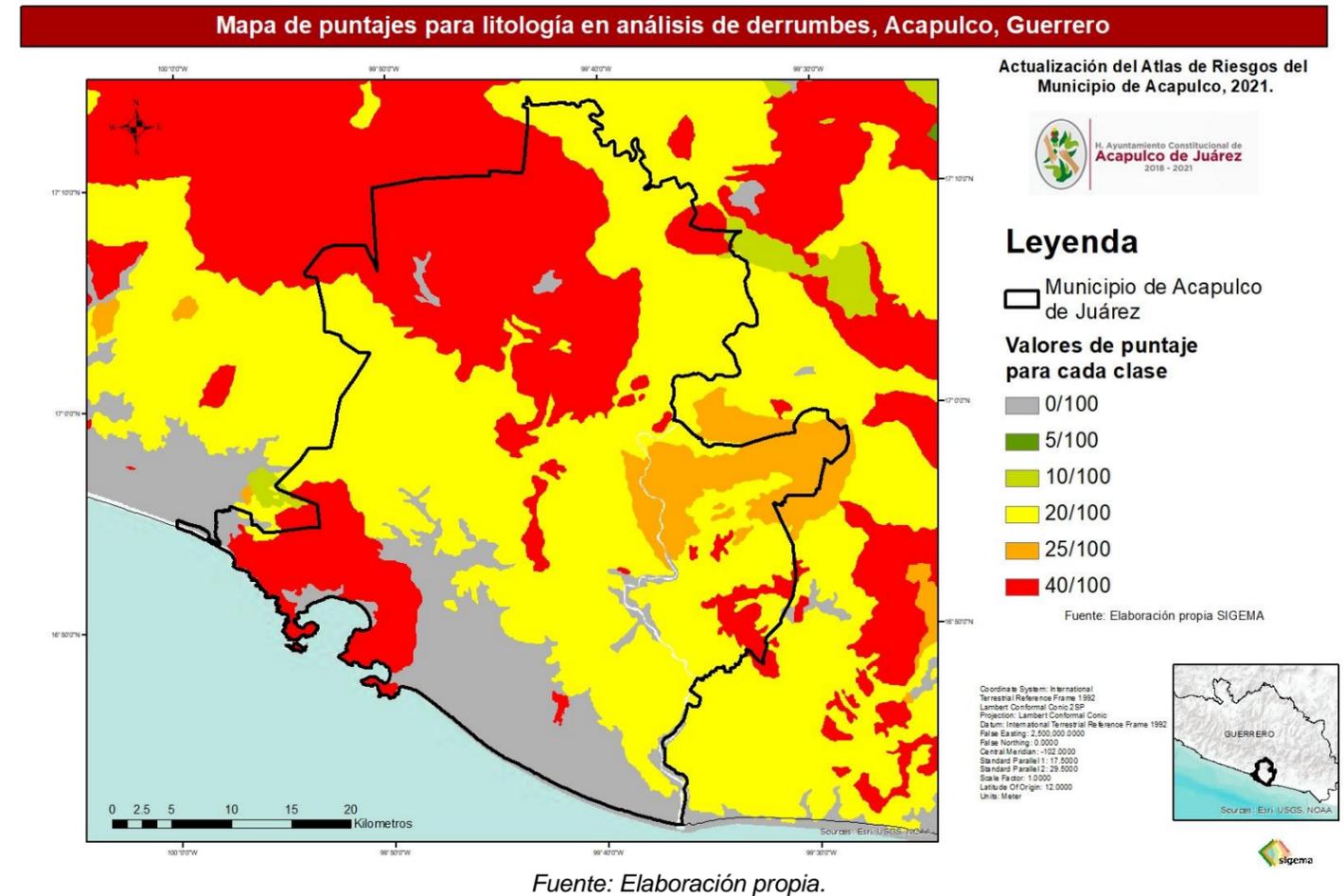


De igual manera, se consideró a la litología como otra variable preponderante, por condicionar de manera importante el desarrollo del mecanismo y la asignación de sus puntajes también obedeció a una escala teórica un poco más amplia que el resto de las variables. La escala de asignación se definió con respecto a la posibilidad de que las rocas pudiesen generar derrumbes.



Clase (Litología)	Puntaje
Granito	40/100
Toba Ácida	40/100
Granodiorita	25/100
Tonalita	25/100
Esquisto	20/100
Gneis	20/100
Mármol	20/100
Caliza	10/100
Conglomerado	10/100
Lutita-Arenisca-Conglomerado	5/100
Aluvial	0/100
Lacustre	0/100
Litoral	0/100

Ilustración 95: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable litología para el mecanismo de derrumbes.



Fuente: Elaboración propia.

La variable densidad de lineamiento, se realizó mediante una interpolación a partir de los lineamientos registrados, en una superficie reticular (50 x 50 metros). Posteriormente, los valores obtenidos se reclasificaron en cinco clases.

Clase (km/km ²)	Puntaje
1.795 - 4.560	35/100
1.131 - 1.795	30/100
0.646 - 1.131	20/100
0.233 - 0.646	10/100

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ

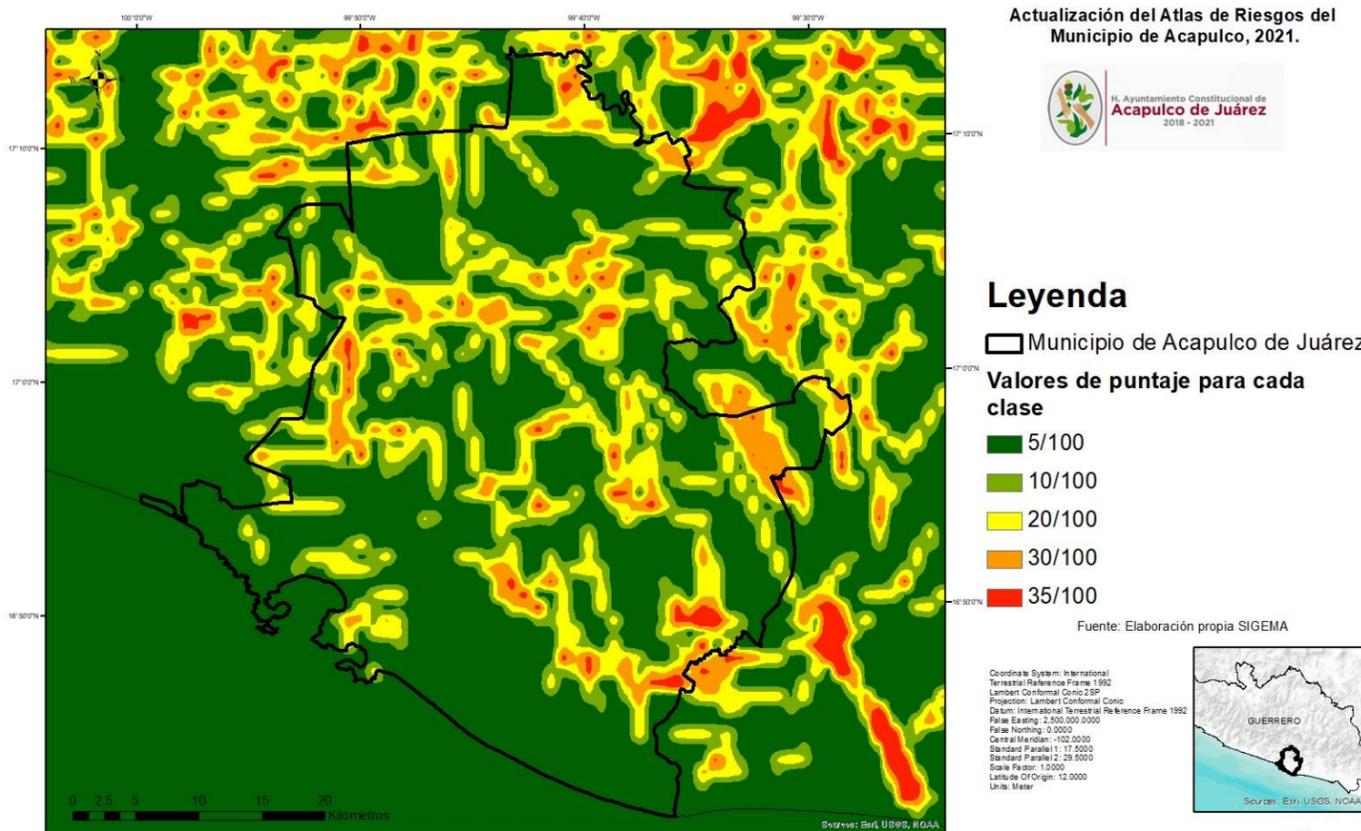
0 - 0.233	5/100
-----------	-------

Ilustración 96: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable densidad de lineamiento para el mecanismo de derrumbes.

0.568 - 0.999	20/100
0.0517 - 0.568	10/100
0 - 0.051	5/100

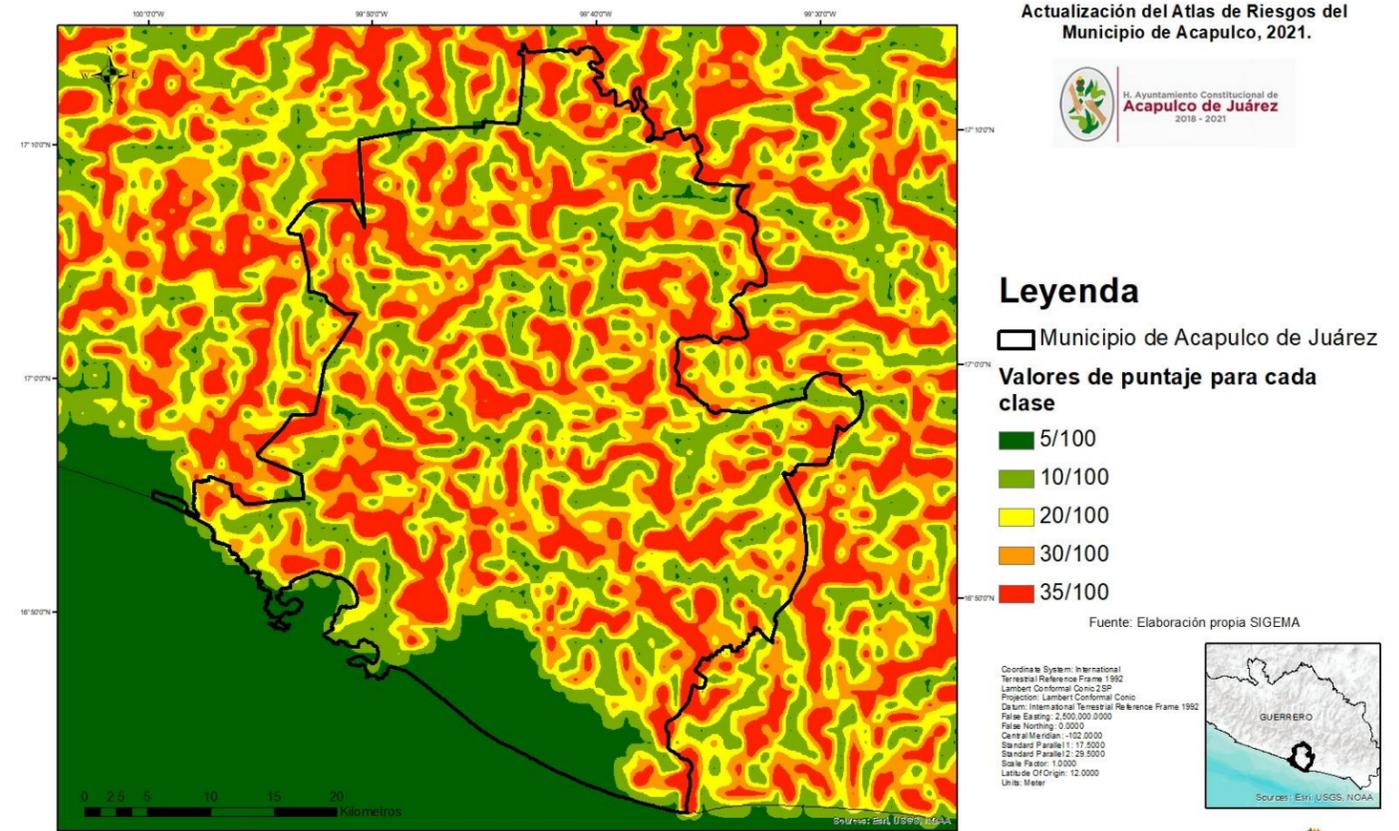
Ilustración 97: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable densidad de disección para el mecanismo de derrumbes.

Mapa de puntajes para densidad de lineamientos en análisis de derrumbes, Acapulco, Guerrero



Fuente: Elaboración propia.

Mapa de puntajes para densidad de disección en análisis de derrumbes, Acapulco, Guerrero



Fuente: Elaboración propia.

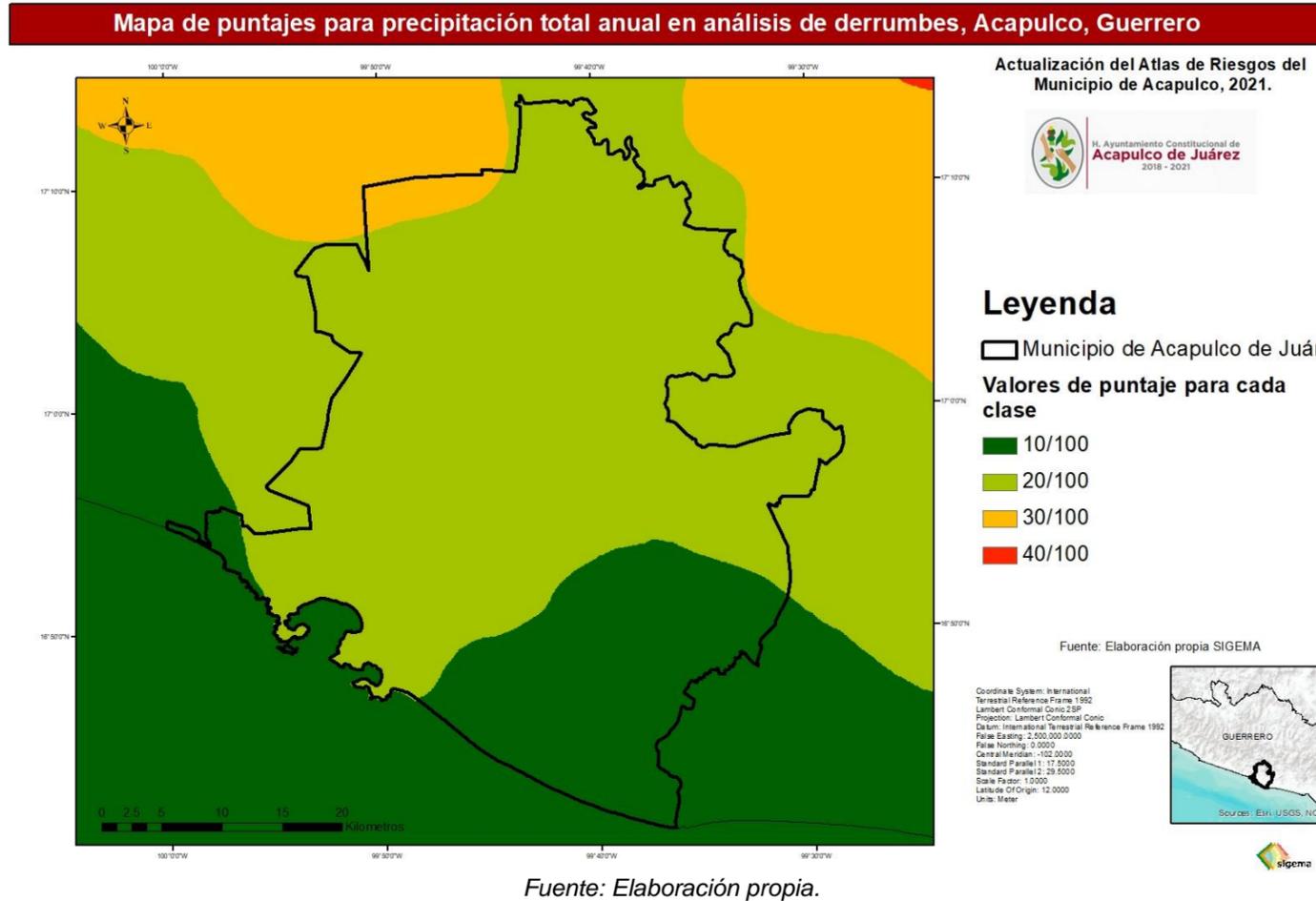
Para la elaboración de la densidad de disección, se utilizó la hidrografía de la zona de estudio, posteriormente se asignó la longitud de la red correspondiente a cada celda de 1000 x 1000 metros y los valores resultantes se dividieron entre el área. Finalmente, se les asignaron las siguientes intensidades a los valores resultantes.

Clase (km/km ²)	Puntaje
1.431 - 4.396	35/100
0.999 - 1.431	30/100

Por último, la variable de precipitación total anual:

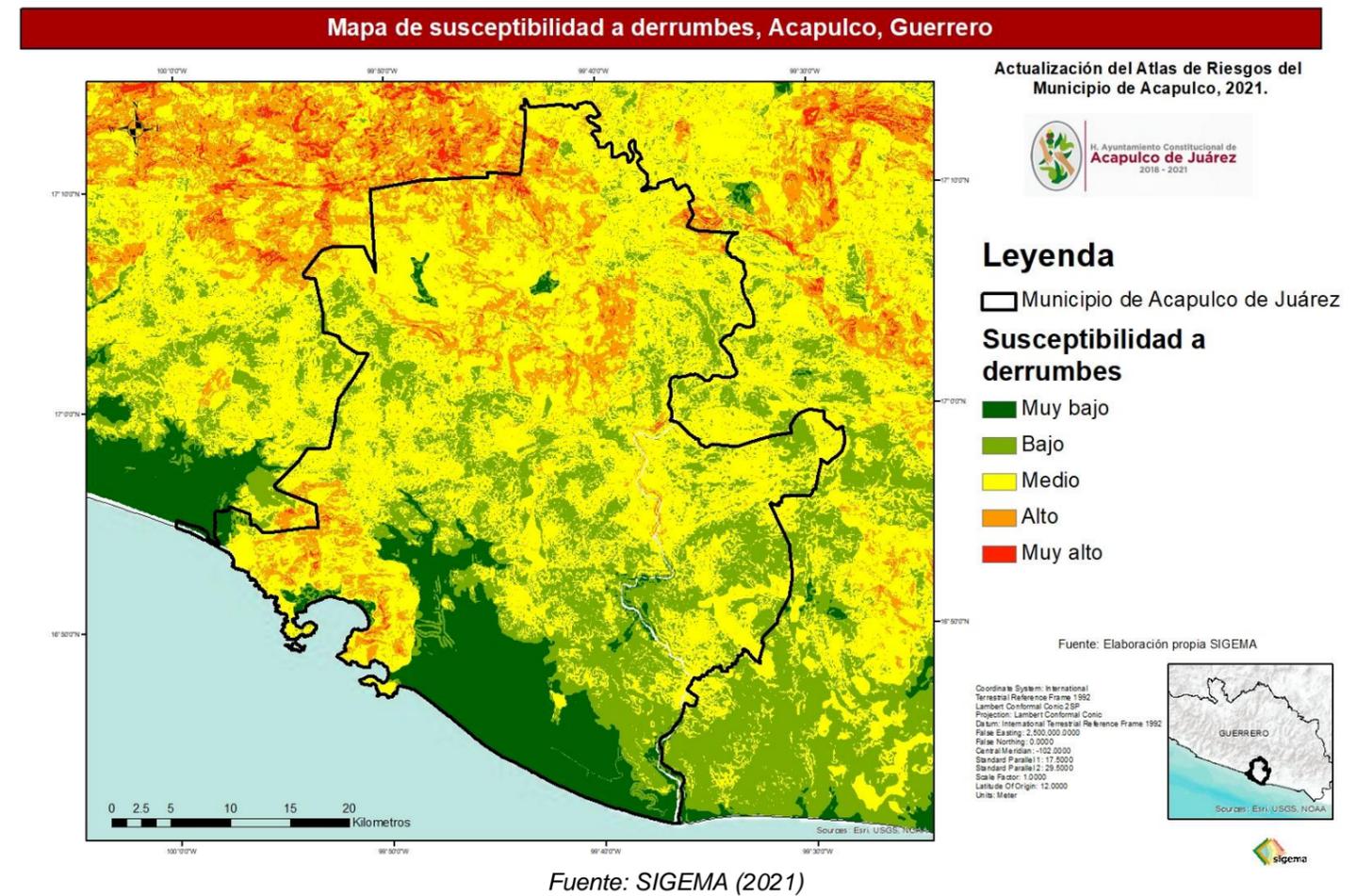
Clase (mm/año)	Puntaje
1600	40/100
1400	30/100
1200	20/100
1000	10/100

Ilustración 98: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable precipitación total anual para el mecanismo de derrumbes



iL : Puntaje de la clase para la variable litología del terreno en la zona i ;
 iLI Puntaje de la clase para la variable densidad de lineamiento en la zona i .
 iD : Puntaje de la clase para la variable densidad de disección en la zona i .
 iPT : Puntaje de la clase para la variable precipitación total anual en la zona i ;
 Finalmente, se representa el cálculo de variables en el siguiente modelo.

Ilustración 99: Mapa de susceptibilidad a derrumbes



De la relación entre estas cinco variables se calculó un índice de susceptibilidad a derrumbes, manejando como unidades de análisis, superficies equivalentes a m^2 para la zona de estudio de Acapulco de Juárez, ($IsuscVDz$) definido por la siguiente operación:

$$IsuscVDz = (iP)0.40 + (iL)0.30 + (iLI)0.10 + (iD)0.15 + (iPT)0.05$$

donde:

$IsuscVDz$: Índice de susceptibilidad a derrumbes;

iP : Puntaje de la clase para la variable pendiente del terreno en la zona i ;



Vulnerabilidad por Derrumbes

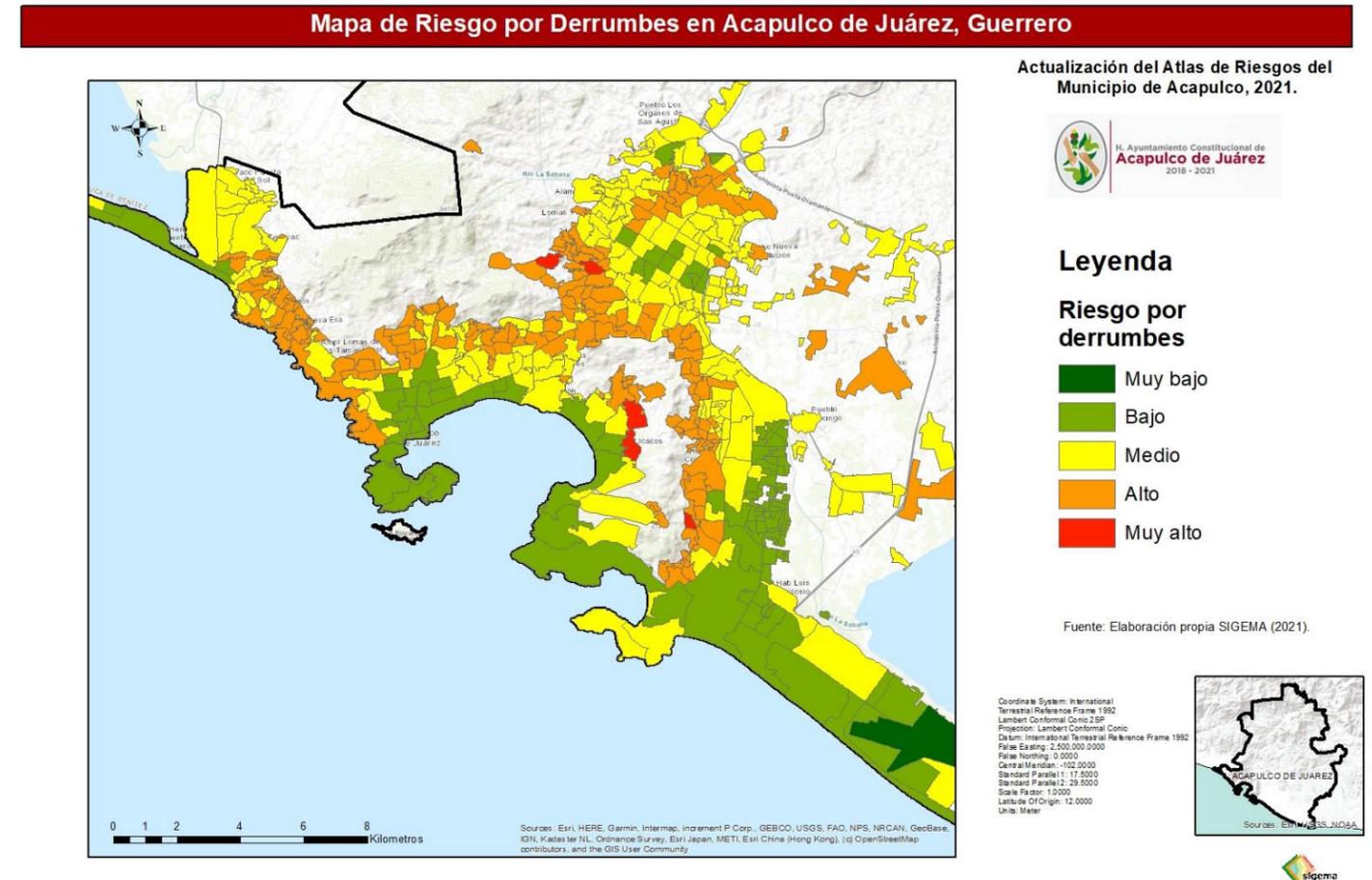
El modelo resultante para susceptibilidad a derrumbes es mayoritariamente regido por la morfología en conjunto con la geología, así mismo, las condicionantes hidrometeorológicas como la densidad de disección y la precipitación anual también juegan un papel importante para accionar este mecanismo, así mismo, se puede observar que los derrumbes son menos susceptibles a ocurrir en la Ciudad de Acapulco con respecto a los deslizamientos pero son más susceptibles a ocurrir en el resto del municipio, la zona de alta susceptibilidad es la parte norte del municipio y algunas regiones de los lomeríos aledaños a la bahía de Acapulco.

Como caso de estudio referente a derrumbes se tomaron dos casos: Caso “El retorno” y Caso “Colonia Costa Azul”.

Riesgo por Derrumbes

La vulnerabilidad social una vez categorizada de forma cualitativa, se procedió a asignarle un valor numérico, siendo 1 para vulnerabilidad muy baja, incrementándose sucesivamente hasta 5 para vulnerabilidad muy alta; se procedió en el mismo sentido con el índice de peligro para estandarizar valores cualitativos y cuantitativos; los valores de ambas categorías, peligro y vulnerabilidad se suman para después dividirse entre dos, mediante un proceso de Map Algebra en un sistema de información geográfica (SIG). Este análisis permite obtener los valores de riesgo por AGEB, que es la unidad territorial más homogénea en términos de ocupación humana. Con base en este método se determinó que el riesgo por derrumbes en el Municipio de Acapulco de Juárez en general es MEDIO - ALTO. Los resultados se muestran en el siguiente mapa de riesgos.

Ilustración 100: Mapa de riesgos por derrumbes, Fuente: SIGEMA (2021)



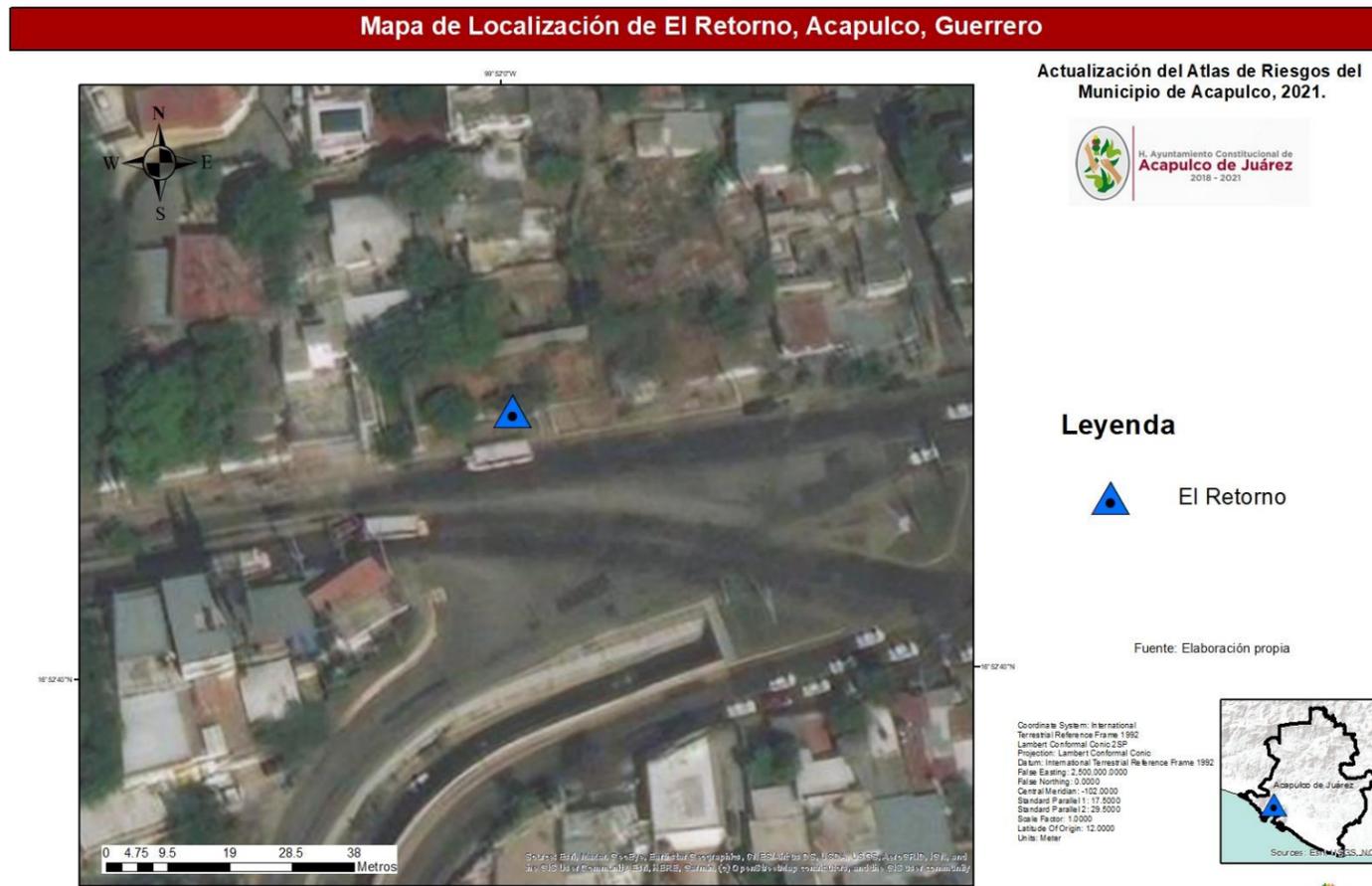
Caso la “Y” (El Retorno)

Este caso se encuentra en las coordenadas 14Q 545308.7 m 2727575.4 m y se identificó una ladera con rumbo N80°E, además, un proceso de remoción en masa de derrumbe, los bloques que cayeron tienen dimensiones irregulares, siendo su composición granítica, ya que al describir parte de la roca fresca que se encontraba en algunos bloques, se hallaron porcentajes de feldespato potásico de 55%, Cuarzo de 20% y finalmente 25 % Plagioclasa, así mismo, no se identificó un patrón preferencial de ruptura en las rocas, por ello se infiere que los



bloques no están en su afloramiento de origen, es decir; ya habían sido transportados una distancia mínima de acuerdo a las características, no presentan buena selección, ni redondez.

Ilustración 101: Mapa de localización del caso de estudio



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 102: Caso El Retorno





a. En esta foto se puede observar el talud de frente con bloques susceptibles a producir un derrumbe y un bloque caído, b. roca tomada del talud, se trata de un granito meteorizado, c. talud con vista de perfil con los bloques susceptibles a derrumbe

Fuente: Elaboración propia.

Caso Colonia Costa Azul

Este caso se encuentra en la Colonia Costa Azul con coordenadas 14Q 542271.28 m 2730329.7 m, en este caso la ladera con rumbo S65°E e inclinación general de 65° está formada por bloques de roca granítica, se definió la litología a partir de la composición descrita in situ, teniendo un porcentaje de 55% Feldespato potásico, 25% Cuarzo, 20% Feldespato alcalino, así mismo, los bloques se encuentran seccionados por juntas con orientación SW-NE con echados de 75°-85°, además, el tamaño de algunos bloques es mayor a los 3 metros, significativamente el proceso de erosión y meteorización por el agua y clima han sido un factor fundamental para el fracturamiento de esta roca, el proceso de transformación de los feldespatos potásicos a arcillas causa las juntas ya descritas, es importante mencionar que la roca es susceptible a derrumbes por la forma de su meteorización en contraste con la granodiorita, es por ello que el mecanismo de rotura se debe definir con un análisis cinemático a partir de la geometría de los planos y el ángulo de fricción interna de la roca.

Para realizar el análisis cinemático se debe trazar el talud en la red estereográfica, después se deben colocar los planos de fracturamiento y corroborar las siguientes condicionantes según González de Vallejo (2014).

Deberá haber presencia de dos planos de discontinuidad con dirección paralela o subparalela al talud. El buzamiento de una de las discontinuidades debe ser contrario al del talud.

1. Las direcciones de los planos deben ser paralelas o sub paralelas $\pm 20^\circ$ a la dirección del talud.
2. El echado de ambos planos debe interceptar la cara del talud: la dirección de echado debe estar situada entre 160° y 200° con respecto a la dirección del echado del talud.
3. Para que se produzca la inestabilidad, el polo de la discontinuidad debe inclinarse menos que la diferencia entre el echado del talud y el ángulo de fricción interna.

Tabla 38: Datos estructurales del caso "Colonia Costa Azul"

Planos de Juntas.		Planos de Juntas	
Rumbo (Acimutal)	Echado	Rumbo (Acimutal)	Echado
100	88°	285°	80°
101	80°	275°	75°
205	85°	267°	85°
103	75°	290°	60°
212	78°	315°	74°
114	84°	289°	84°
108	89°	240°	32°
210	90°	310°	82°
105	79°	302°	67°
208	84°	300°	80°

Fuente: Elaboración propia.

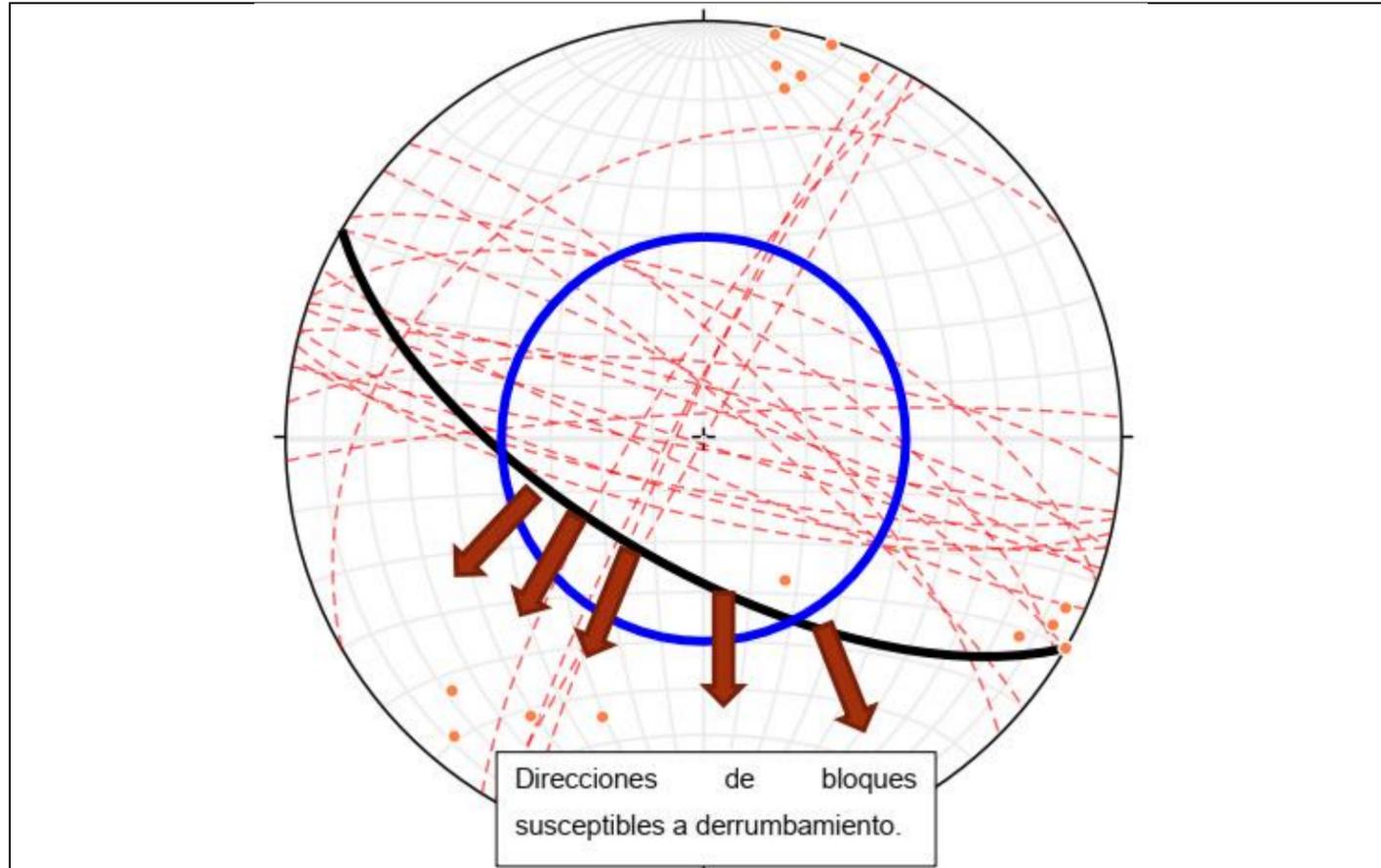
De acuerdo con las condicionantes la mayoría de los planos medidos en diversos bloques cumplen con lo establecido para que sean susceptibles a rotura por vuelco, generando derrumbes, como se observa en el estereograma, las líneas punteadas rojas son las juntas, los puntos anaranjados los polos de los planos de las juntas, el círculo azul es el ángulo de fricción interna y la línea negra es el plano del talud.

En este caso con respecto al talud las direcciones de bloques susceptibles a derrumbamiento tienen la siguiente dirección S10°E, S30°E, S20°W, S40°W, S60°W.

No obstante, se requieren de análisis por métodos finitos para definir la distancia que podrían moverse los bloques al caer con respecto al talud.

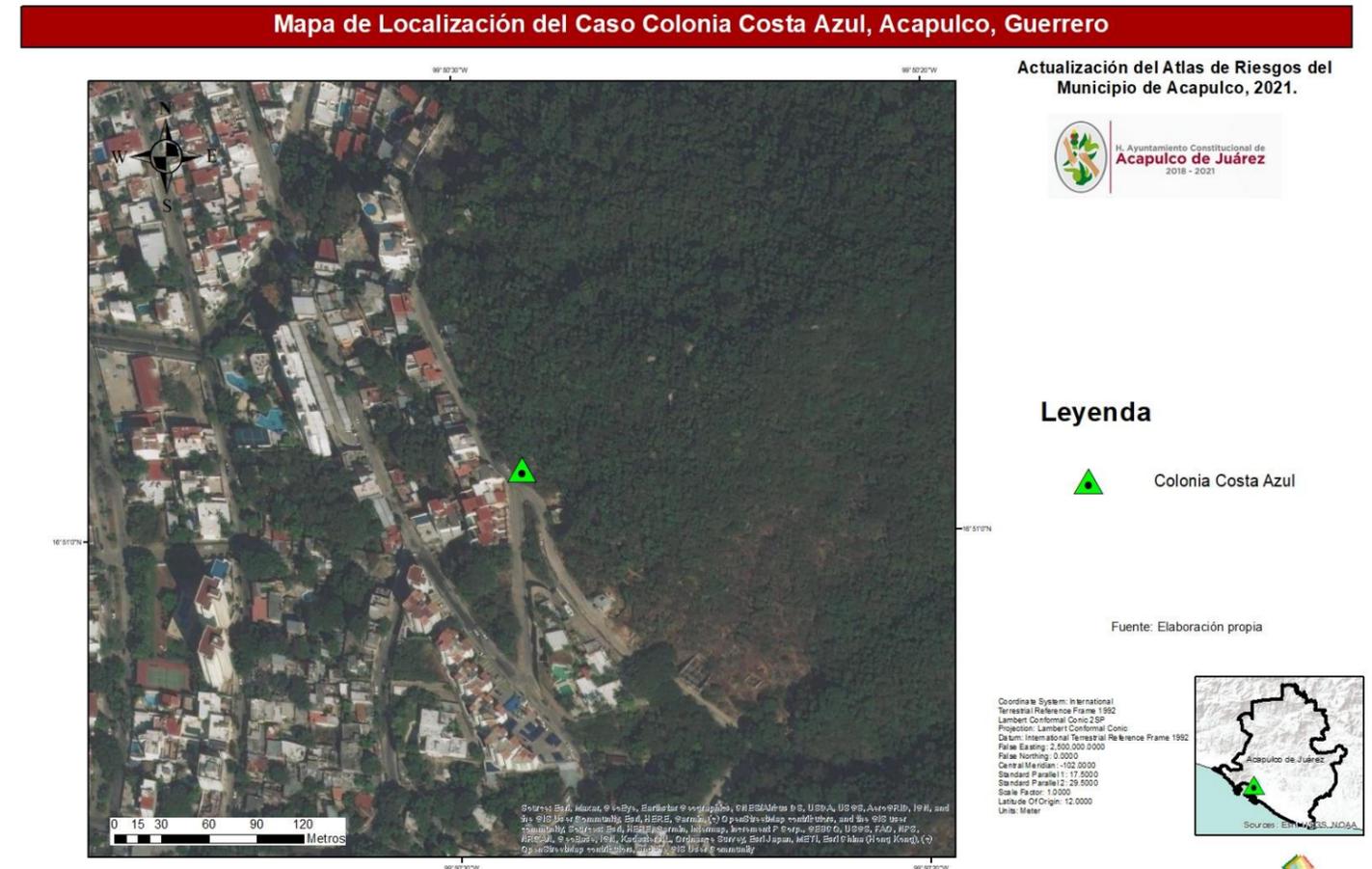


Ilustración 103: Estereograma con direcciones de susceptibilidad.



Fuente: Elaboración propia con STERONET

Ilustración 104: Mapa de localización del caso de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente mapa se puede observar la ubicación de la zona del caso.

- a. Talud visto de perfil, con bloques separados por discontinuidades. b. Bloque granítico con susceptibilidad a derrumbe. c. Bloque con juntas, de acuerdo con el análisis no es susceptible a derrumbarse. d. Bloques en la corona del talud, con una altura mayor a 3 metros. e. Bloques graníticos en la corona del talud.

Ilustración 105: Caso Colonia Costa Azul



Flujos

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

- 1) Zonas del terreno con **pendientes** que van de los 0° hasta los 65°, pero con mayor puntaje de 0° a 30°; en general la morfología del sitio obedece a terrenos de lomerío y llanuras costeras.
- 2) El tipo de materiales rocosos representadas por la **Litología** de la zona de estudio.
- 3) **Densidad de lineamiento** valor de la longitud total de fracturas y fallas o cantidad de estas en una superficie determinada, se mide en km/km² (Lugo, ibid.).
- 4) **Densidad de disección** del terreno (suma de la longitud de todos los cauces fluviales de una porción de la superficie terrestre, dividida entre el área de esta, se mide en km/km² (Lugo, ibid.).
- 5) **Precipitación** total anual, es la cantidad de precipitación total anual en milímetros para la zona de Acapulco de Juárez y determinada por los valores que van de los 1600 – 1000 mm/año

El análisis de susceptibilidad a flujos se presenta mediante una metodología de análisis espacial, basada en la asignación de puntajes para cada clase que conforma cada una de las cinco variables que componen el presente análisis. Posteriormente se ponderaron las variables de acuerdo con su importancia para detonar el proceso de flujos.

Tabla 39: Asignación de puntajes de susceptibilidad de las variables para el mecanismo de flujo.

Variable	Porcentaje
Pendiente	30%
Litología	25%
Densidad de lineamientos	5%
Densidad de disección	25%
Precipitación total	15%
TOTAL	100%

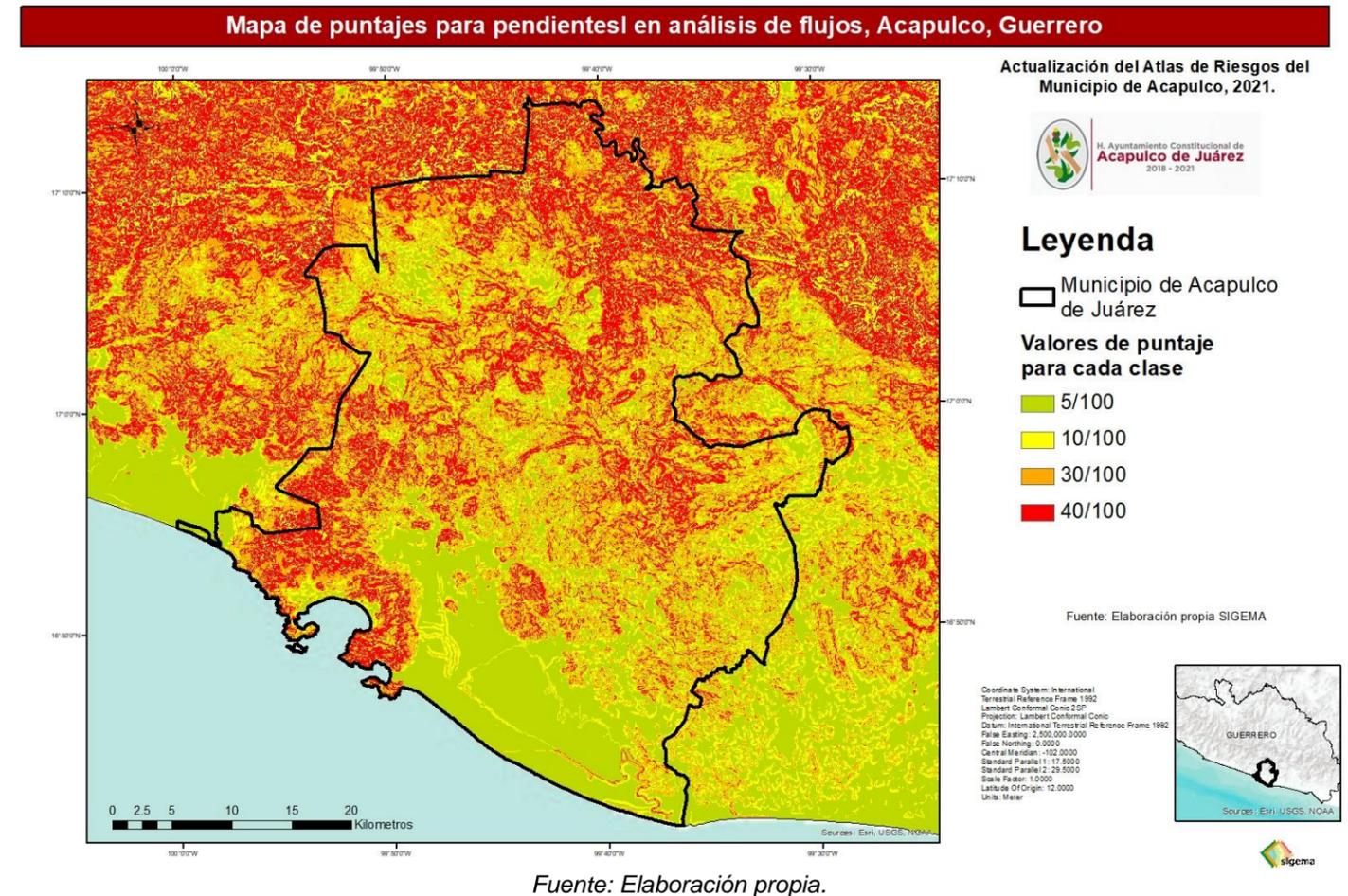
Elaboración de SIGEMA S.A. de C.V

El método aplicado asigna una puntuación a cada clase, considerando que la suma total de las puntuaciones de todas las clases es 100 puntos. Las clases con una puntuación alta causan un valor mayor a la variable y por ende a la susceptibilidad.

Se consideró a la pendiente y densidad de disección como una de las variables de mayor importancia, por ser en conjunto con la densidad de disección y la geología el principal detonante del mecanismo.

Clase	Puntaje
Mayor a 45°	5/100
30° - 45°	10/100
15° - 30°	40/100
6° - 15°	30/100
3° - 6°	10/100
0° - 3°	5/100

Ilustración 106: Asignación de puntajes de susceptibilidad de la variable pendiente para el mecanismo de flujos.



De igual manera, se consideró a la litología como otra variable ponderante, por condicionar de manera importante el desarrollo del mecanismo y la asignación de sus puntajes también obedeció a una escala teórica un poco más amplia que el resto de las variables.

Clase (Litología)	Puntaje
Aluvial	40/100
Lutita-Arenisca-Conglomerado	
Lacustre	25/100
Conglomerado	
Esquisto	20/100
Toba Ácida	

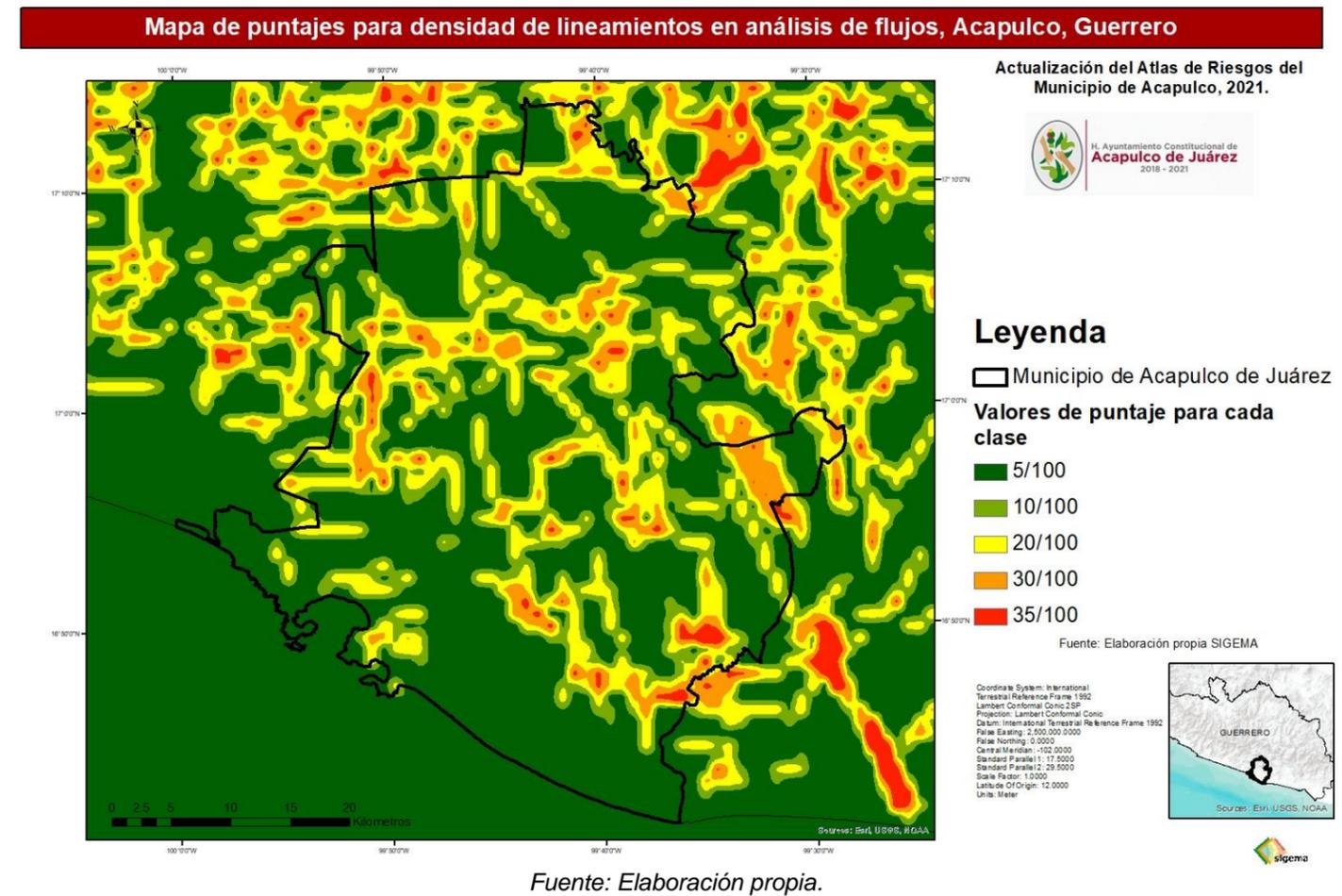
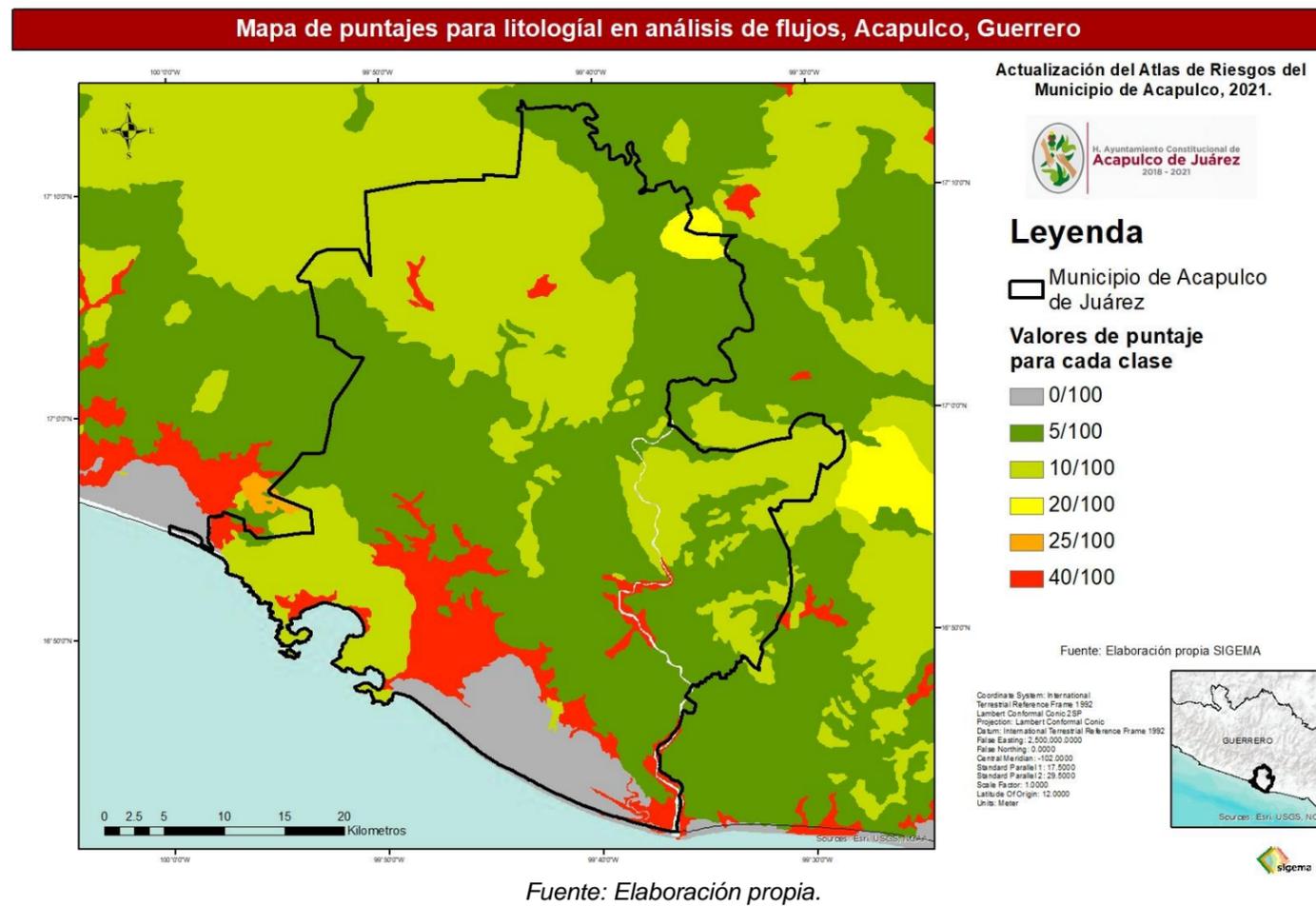
Granito	10/100
Granodiorita	
Tonalita	
Gneis	5/100
Mármol	
Caliza	0/100
Litoral	

La variable densidad de lineamiento, se realizó mediante una interpolación a partir de los lineamientos registrados, en una superficie reticular (50 x 50 metros). Posteriormente, los valores obtenidos se reclasificaron en cinco rangos y se mide en km/km².

Clase (km/km ²)	Puntaje
12.8 - 16	35/100
9.6 - 12.8	30/100
6.4 - 9.6	20/100
3.2 - 6.4	10/100
0.1 - 3.2	5/100

Ilustración 107: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable litología para el mecanismo de flujos.

Ilustración 108: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable densidad de lineamiento para el mecanismo de flujos.



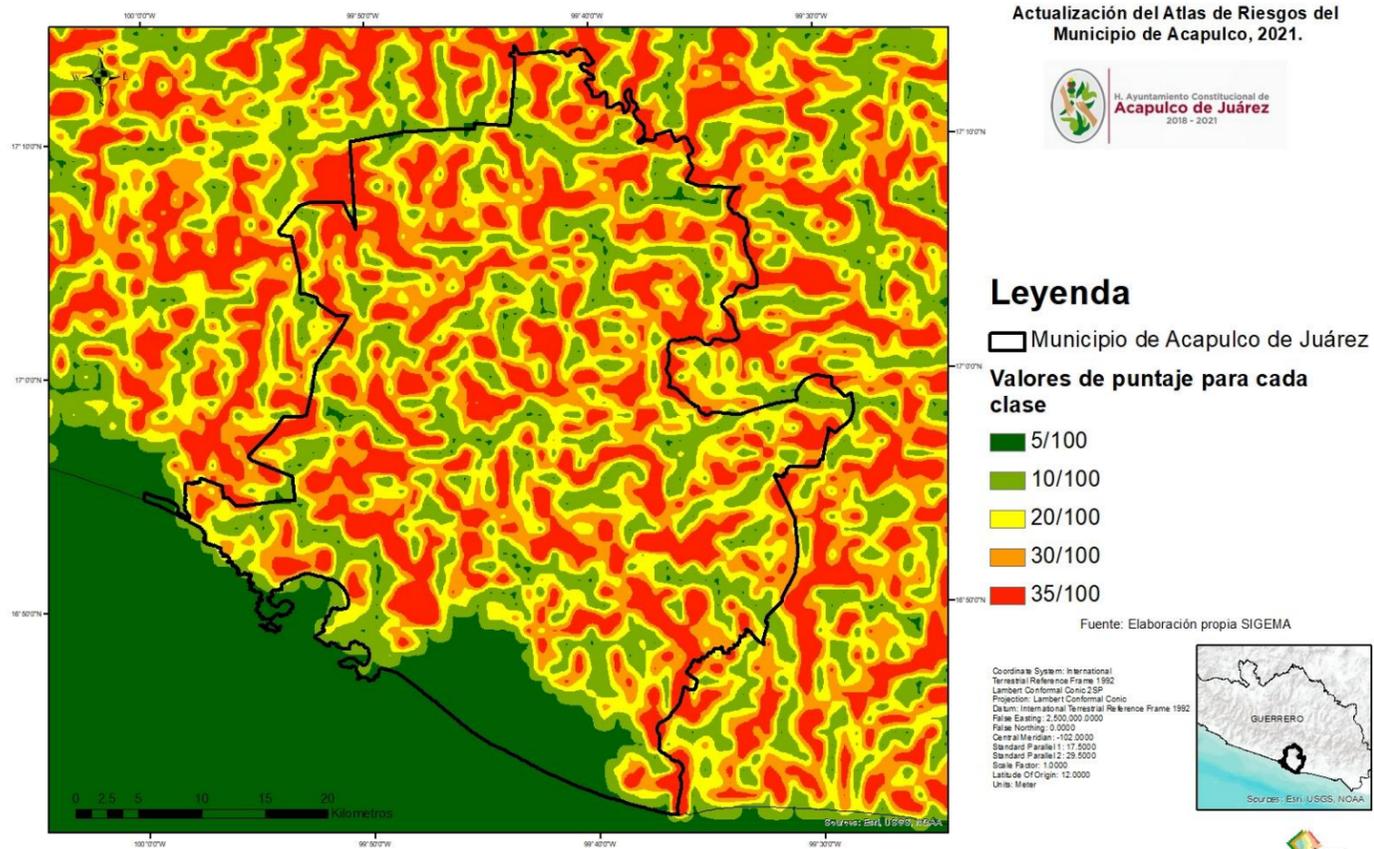
ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ

Para la elaboración de la densidad de disección, se utilizó la hidrografía de la zona de estudio, posteriormente se asignó la longitud de la red correspondiente a cada celda de 1000 x 1000 metros y los valores resultantes se dividieron entre el área de esta. Finalmente, se les asignaron las siguientes intensidades a los valores resultantes.

Clase (km/km ²)	Puntaje
32 - 41	35/100
24 - 32	30/100
16 - 24	20/100
8 - 16	10/100
0.1 - 8	5/100

Ilustración 109: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable densidad de disección para el mecanismo de flujos

Mapa de puntajes para densidad de disección en análisis de flujos, Acapulco, Guerrero



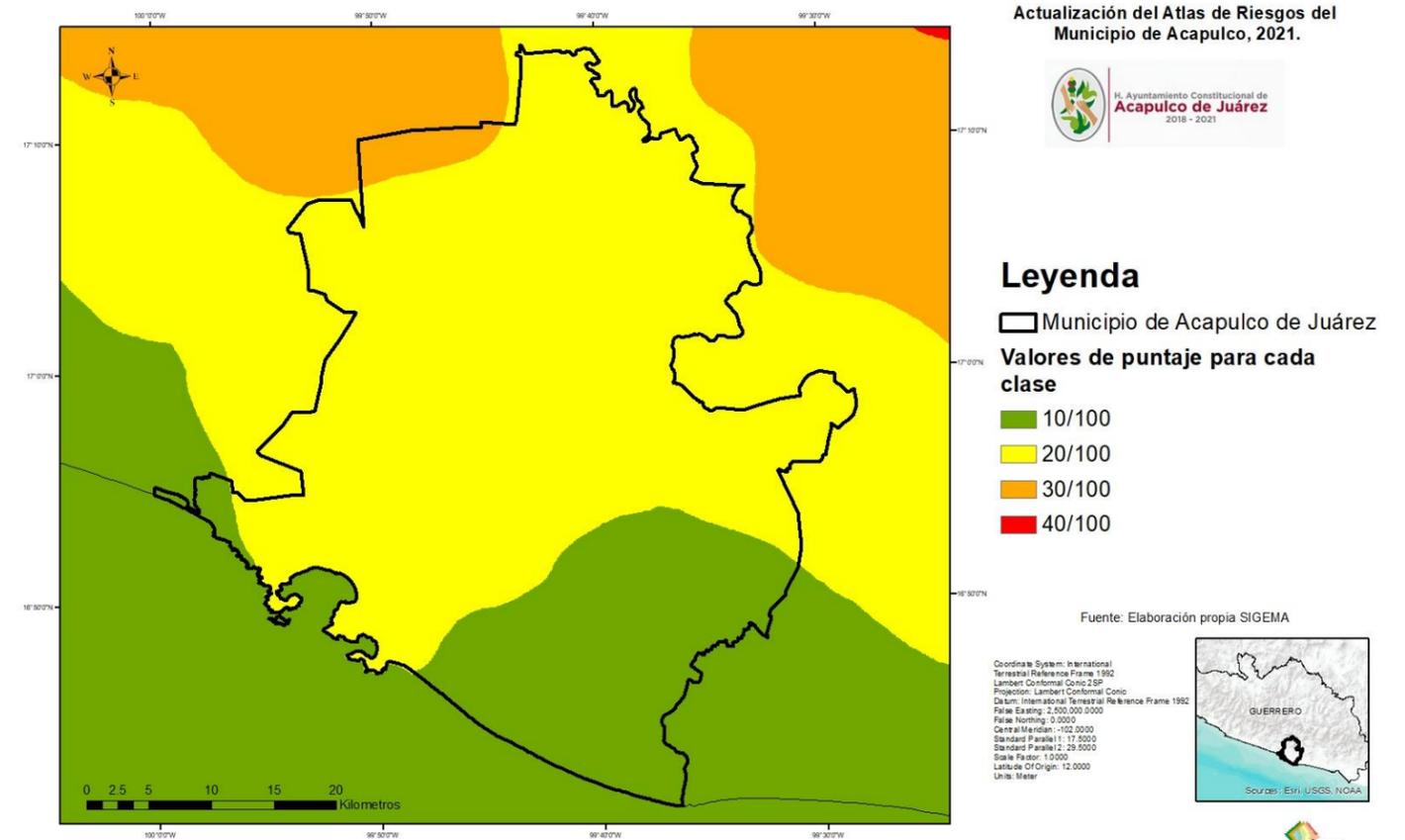
Fuente: Elaboración propia.

Por último, la variable de precipitación total anual:

Clase (mm/año)	Puntaje
1600	40/100
1400	30/100
1200	20/100
1000	10/100

Ilustración 110: Asignación de puntajes de susceptibilidad a la variable precipitación total anual para el mecanismo de flujos.

Mapa de puntajes para precipitación total anual en análisis de flujos, Acapulco, Guerrero



Fuente: Elaboración propia.



De la relación entre estas cinco variables se calculó un índice de susceptibilidad a flujos, manejando como unidades de análisis, superficies equivalentes a m² para la zona de estudio de Acapulco de Juárez, (*IsuscVDz*) definido por la siguiente operación:

$$IsuscVDz = (iP)0.30 + (iL)0.25 + (iLI)0.05 + (iD)0.25 + (iPT)0.15$$

donde:

IsuscVDz: Índice de susceptibilidad a flujos;

iP: Puntaje de la clase para la variable pendiente del terreno en la zona i;

iL: Puntaje de la clase para la variable litología del terreno en la zona i;

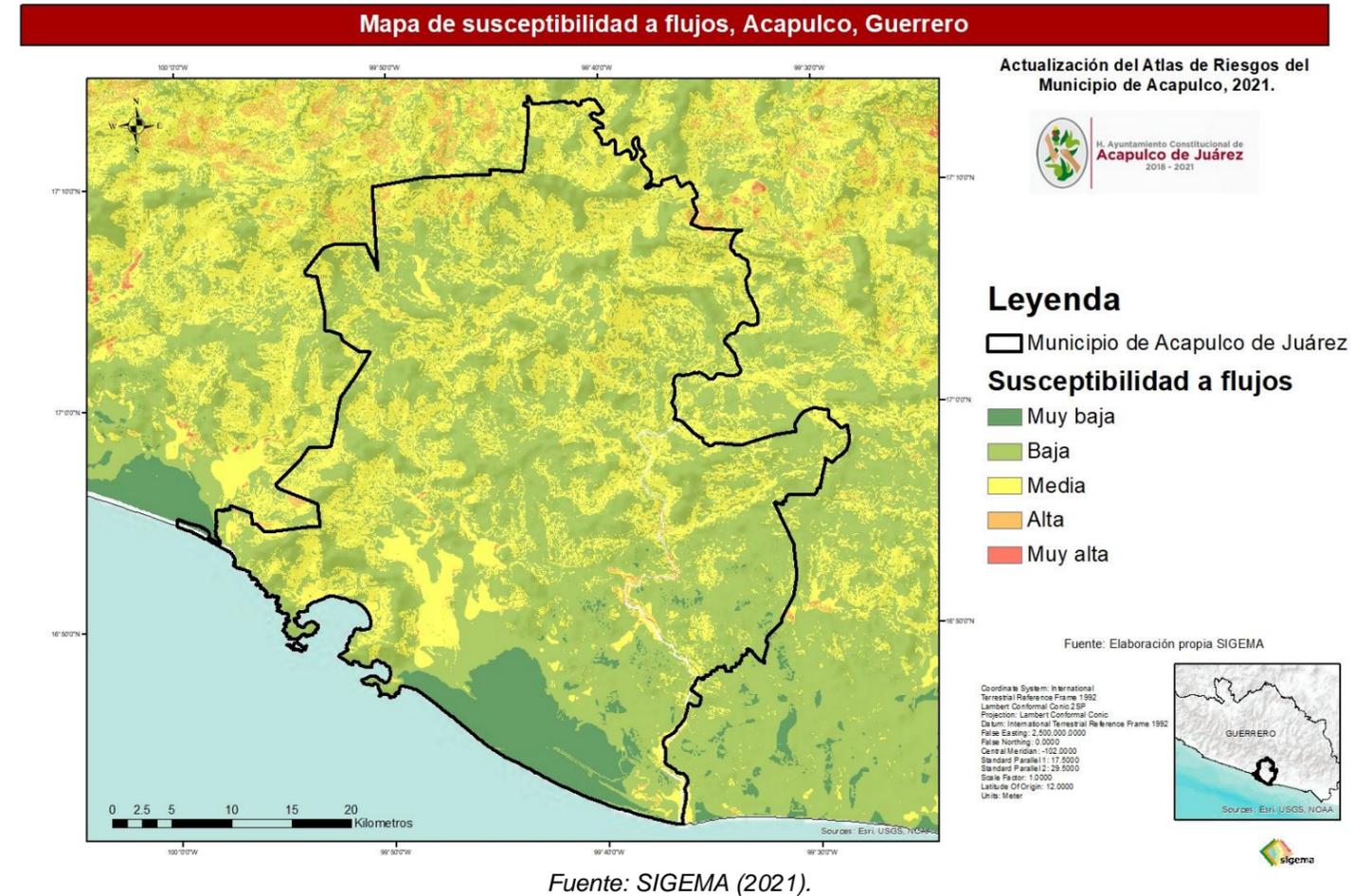
iLi: Puntaje de la clase para la variable densidad de lineamiento en la zona i.

iD: Puntaje de la clase para la variable densidad de disección en la zona i.

iPT: Puntaje de la clase para la variable precipitación total en la zona i;

Finalmente, se representa el cálculo de variables en el siguiente modelo

Ilustración 111: Mapa de Susceptibilidad a flujos en Acapulco, Guerrero.



Vulnerabilidad por Flujos

En este mapa se puede observar cómo los flujos presentan una susceptibilidad media en todo el municipio, sin embargo, al ser un proceso que requiere mucha agua, se puede ver como la susceptibilidad media a flujo se concentra mayormente en zonas de disección, es decir, sobre los causes de ríos, no obstante, el Río Papagayo

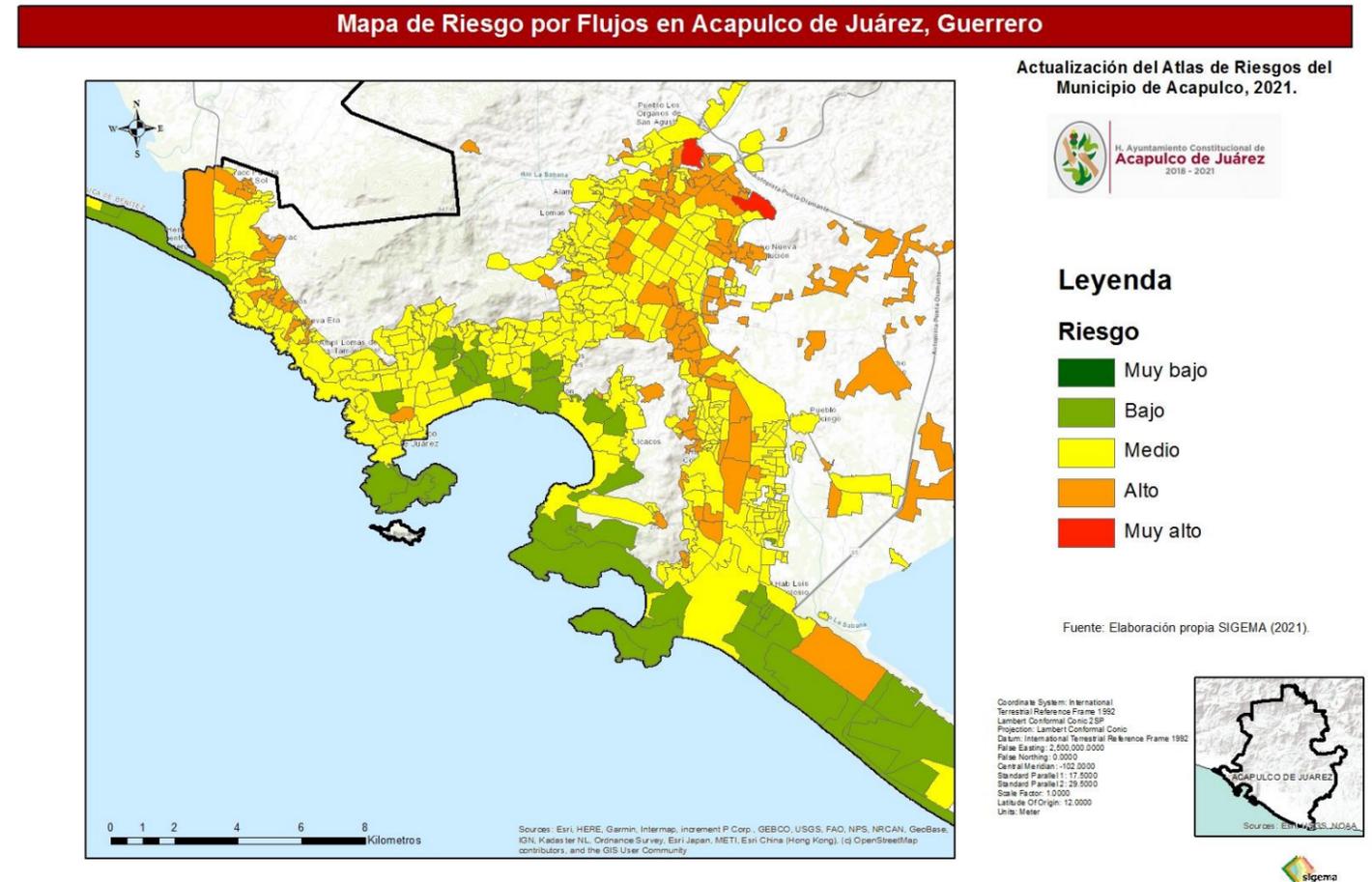
tiene algunas zonas de susceptibilidad alta y esto es entendible ya que cumple con características para ser un flujo.

Mientras que los parteaguas no presentan una susceptibilidad alta, y en lugares puntuales apenas llega a la susceptibilidad muy alta, en general se puede decir que el municipio de acapulco de Juárez no presenta una susceptibilidad muy alta a flujos, sin embargo, no se puede descartar este fenómeno.

Riesgo por Flujos

La vulnerabilidad social una vez categorizada de forma cualitativa, se procedió a asignarle un valor numérico, siendo 1 para vulnerabilidad muy baja, incrementándose sucesivamente hasta 5 para vulnerabilidad muy alta; se procedió en el mismo sentido con el índice de peligro para estandarizar valores cualitativos y cuantitativos; los valores de ambas categorías, peligro y vulnerabilidad se suman para después dividirse entre dos, mediante un proceso de Map Algebra en un sistema de información geográfica (SIG). Este análisis permite obtener los valores de riesgo por AGEBA, que es la unidad territorial más homogénea en términos de ocupación humana. Con base en este método se determinó que el riesgo por flujos en el Municipio de Acapulco de Juárez en general es MEDIO. Los resultados se muestran en el siguiente mapa de riesgos.

Ilustración 112: Mapa riesgos por flujos en Acapulco, Guerrero. Fuente: SIGEMA (2021)



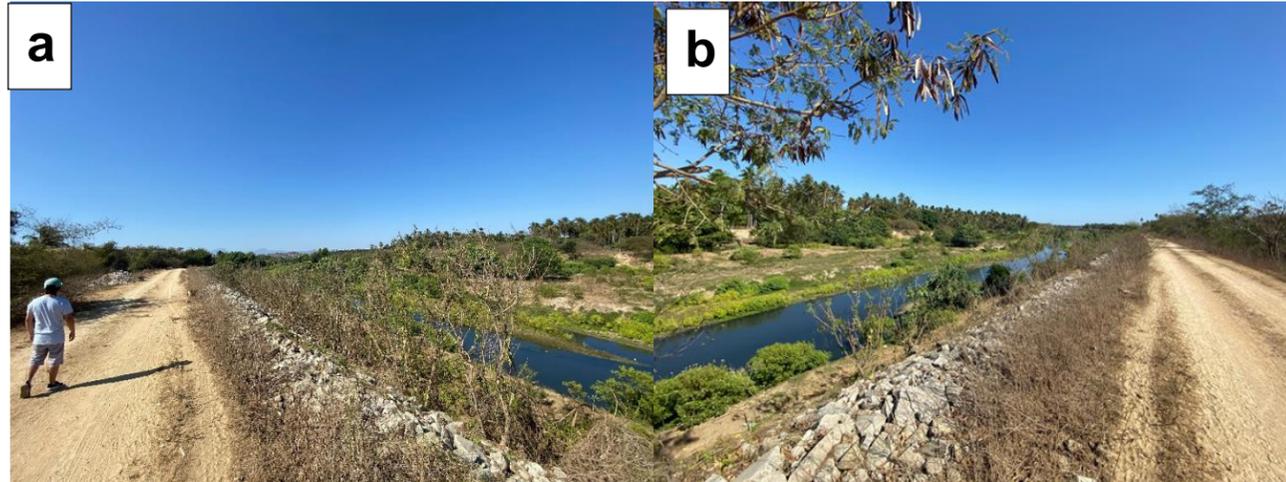
Caso Río La Sabana

En este caso las características que tiene este tipo de morfología fluvial aumentan la susceptibilidad a un flujo, sin embargo, durante la visita no se presentó alguna evidencia contundente de algún flujo que hubiese ocurrido actualmente, no obstante, en este caso es sabido que durante época de huracanes es propenso a desbordarse y causar daños por lo que se puede inferir que, si buscamos evidencias sedimentológicas debajo de los sedimentos más jóvenes, habrá restos de flujos antiguos.

No se encontraron en otros sitios flujos que pudieran ser descritos.



Ilustración 113: a. y b. Río La Sabana sin evidencia de flujos actuales.



Fuente: Elaboración propia.

Caso Río Camarón

El Río Camarón es un caso de flujo característico del municipio de Acapulco de Juárez, este río de manera natural se caracteriza por transportar sedimentos de diferentes tamaños (desde arcilla hasta bloques), esencialmente procedentes de roca granítica, además de basura, así mismo, se observan bloques de granito en el cauce del río, estos bloques solo se transportan con una gran cantidad de energía producto de un flujo, por ejemplo, los flujos provocados por el Huracán Paulina en 1997, causando pérdidas humanas y materiales, es decir, este río podría presentar un peligro muy alto en temporada de huracanes.



Ilustración 114 a. y b. Río Camarón con bloques de granito. c. Fotografía de un flujo producto del huracán Paulina en Octubre de 1997, Fuente: SIGEMA 2021 (a y b), A 23 años de "Paulina", persiste invasión de zonas de alto riesgo, El Sol de Acapulco, 8 de Octubre del 2020



Hundimiento y Subsistencia.

Un hundimiento es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas acinales o de muy baja pendiente. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad.

Los hundimientos son comunes en donde la roca que existe debajo de la superficie es piedra caliza, roca de carbonato, tiene capas de sal o son rocas que pueden ser disueltas naturalmente por la misma circulación del agua subterránea. Al disolverse la roca, se forman espacios y cavernas subterráneas, la tierra se mantiene



usualmente intacto por cierto tiempo, cuando estos espacios se hacen demasiado grandes y ya no pueden soportar el peso de la superficie de la tierra ocurre el hundimiento.

Los hundimientos pueden ser clasificados en dos tipos:

- **Hundimientos y colapsos de cavidades subterráneas**, con o sin reflejo en superficie. Es el movimiento vertical rápido y súbito, es decir, el hundimiento se da de forma rápida con una duración de segundos por cada metro cuadrado.
- **Subsidencias o descensos lentos y paulatinos de la superficie del terreno**. Es el movimiento vertical lento o muy lento, es decir, el hundimiento se da poco a poco, de forma gradual unos metros o centímetros al año, afectando a una superficie amplia de kilómetros cuadrados.

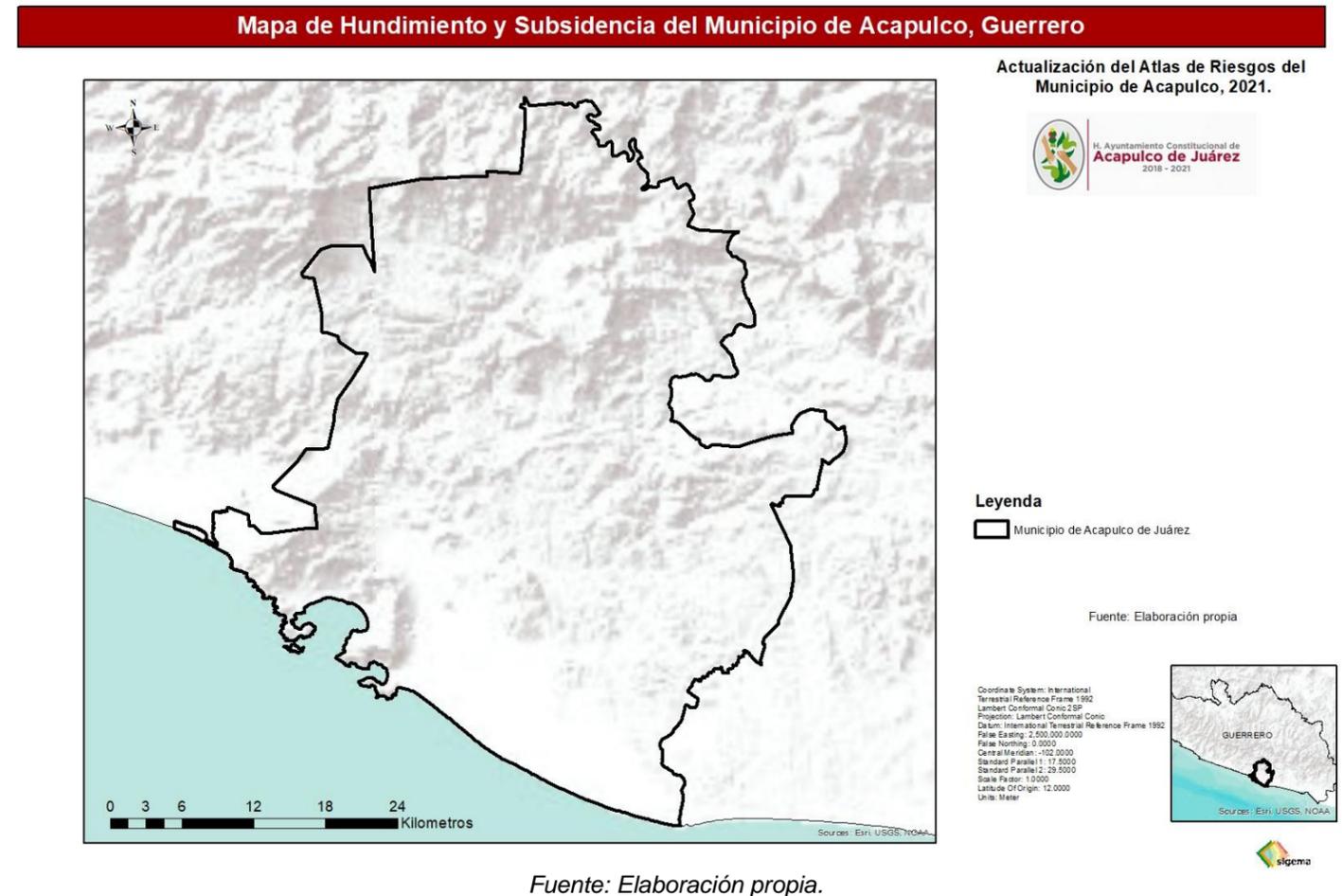
Las cavidades subterráneas pueden tener un origen natural o antrópico. Los hundimientos de origen natural, asociados a presencia de cavidades o cuevas naturales, están relacionados con materiales kársticos o solubles. Los hundimientos producto de actividad antrópica son favorecidos por las explotaciones mineras de interior (excavación de minerales estratificados como el carbón, o minería de disolución en materiales salinos), excavaciones para túneles de carretera, ferrocarril o metro, almacenamientos.

Por otro lado, la subsidencia del terreno es únicamente la manifestación en superficie de una serie de mecanismos subsuperficiales de deformación. Desde un punto de vista genético hay dos tipos de subsidencia: endógena y exógena. El primero de estos términos hace referencia a aquellos movimientos de la superficie terrestre asociados a procesos geológicos internos, tales como pliegues, fallas, vulcanismo, etc. El segundo se refiere a los procesos de deformación superficial relacionados con la compactación natural o antrópica de los suelos.

La subsidencia puede también clasificarse en función de los mecanismos que la desencadenan. Las actividades extractivas 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.

En el Municipio de Acapulco de Juárez, no se han reportado fenómenos hundimientos o subsidencia por parte de Protección Civil Municipal ni por la población. Se determina por tanto que este fenómeno **NO APLICA**.

Ilustración 115: Mapa de Hundimiento y Subsistencia.



Fallas y fracturas (Agrietamientos)

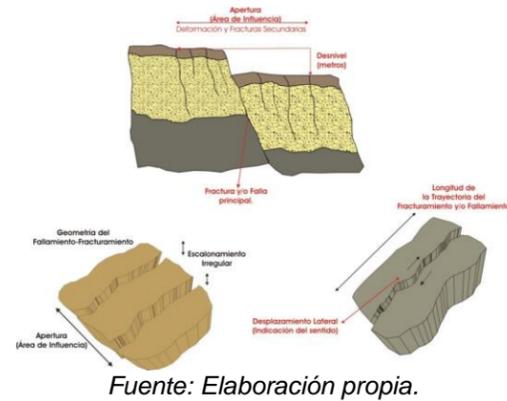
En México existe la experiencia relacionada con esta problemática en ciudades como Aguascalientes, Celaya y Toluca, y en algunas partes de la zona oriente de la Ciudad de México. Siendo una de las principales manifestaciones causadas por el fracturamiento del terreno los daños a la infraestructura y equipamiento urbano, y particularmente en las viviendas y redes hidráulicas

El deterioro de las obras continuara conforme evolucionan los movimientos diferenciales del subsuelo, pudiendo llegar hasta el colapso total. Normalmente en la periferia de la zona donde se presenta el problema de hundimientos diferenciales, al sumarse los efectos del desplazamiento verticales y horizontales, la superficie del

terreno natural tiende a agrietarse. A estas aberturas de la superficie se les conoce como grietas de tensión. Bajo estas circunstancias, es frecuente que las grietas de tensión aparezcan donde además existe un contacto o frontera entre dos o más formaciones geológicas distintas o cambios bruscos de rigidez entre materiales (Figura 40).

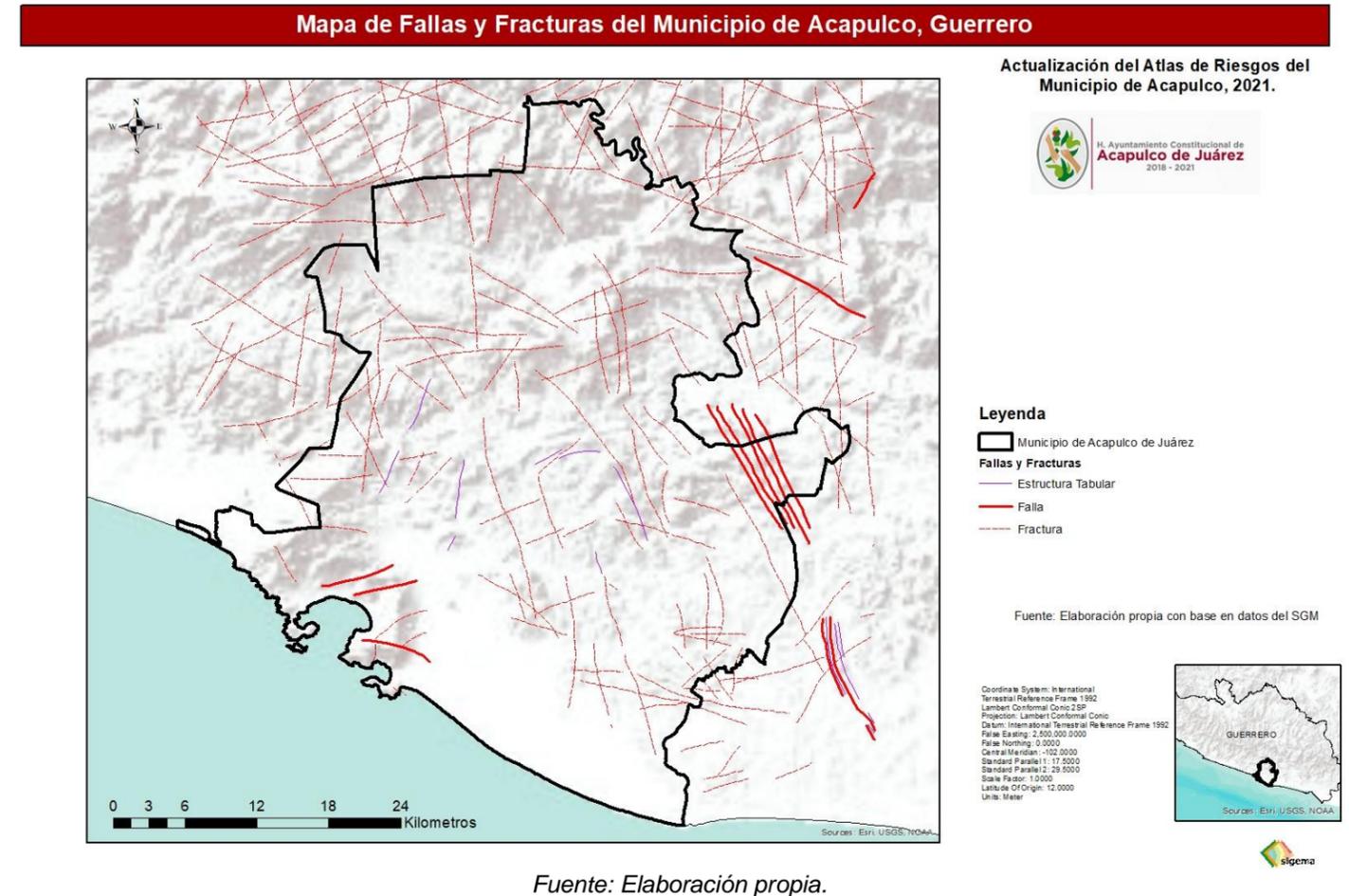
Una buena metodología practica es la identificación, monitoreo y tratamiento de suelos fracturados, sin embargo, estos métodos tendrán una temporalidad, puesto que un suelo fracturado presentara dinámicas especiales y muchas veces irreparables.

Ilustración 116: Elementos y morfología de zonas de grietas o fracturamiento del suelo y subsuelo



En el Municipio de Acapulco de Juárez, de acuerdo con el SGM existen fracturas sobre litologías rocosas, además de una familia de fallas al NE de la ciudad, si bien podrían presentar peligro, no presentan riesgo ya que no hay algún tipo de establecimiento urbano vulnerable, además, no se han reportado fenómenos de este tipo, por parte de Protección Civil Municipal ni por la población. Se determina por tanto que este fenómeno **NO APLICA**.

Ilustración 117: Mapa de agrietamientos.



Fuente: Elaboración propia.

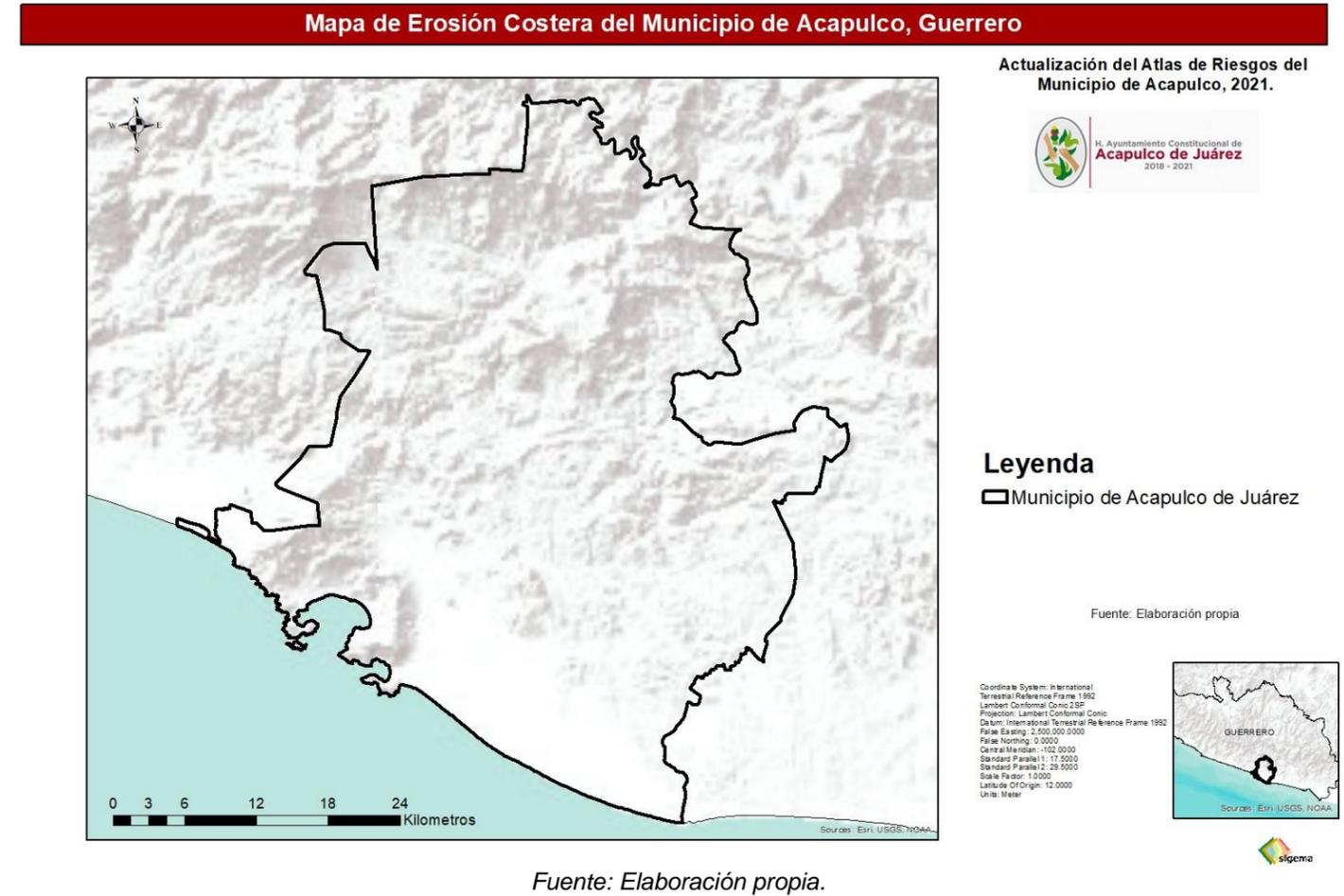


Erosión Costera

Las causas de erosión pueden ser de dos tipos por su origen: natural o antropogénicas. Las principales causas de erosión de origen natural son la migración y evolución de rasgos geomorfológicos como flechas o islas de barrera por el acarreo litoral, corrientes de marea y transgresiones geológicas; así como los cambios estacionales del perfil de playa derivados de la alternancia de condiciones de tormenta (oleaje y marea de tormenta) y condiciones de calma. Las causas de erosión de origen antropogénico, por otra parte, se relacionan en su mayoría con la afectación del balance sedimentario de la celda litoral. Algunos ejemplos son la construcción de presas cuenca arriba, que impiden el aporte natural de sedimentos por parte de ríos hacia la costa, la construcción de muros de contención que impiden el aporte natural de los acantilados sedimentarios, el bloqueo del transporte litoral por construcción de estructuras costeras como espigones y rompeolas, la estabilización artificial de la costa impidiendo los cambios estacionales naturales, o la destrucción del sistema dunar y de los servicios de protección y de reserva de sedimento que estos proveen.

En el caso de las playas del municipio de Acapulco de Juárez se puede apreciar que no hay erosión costera de manera evidente, ya que geomorfológicamente se trata de bahías, lo que significa que el oleaje se rompe al entrar a la bahía, erosionando de manera leve las costas, esta conclusión se pudo desarrollar gracias a una metodología mediante fotos antiguas y recientes tomadas por el satélite Landsat® de los últimos 20 años (siendo la última tomada en el año 2021), ambas imágenes se superponen con ayuda de sistemas de información geográfica (SIG) y se procede a realizar un análisis visual de toda la zona costera del municipio, mediante este análisis, se observó que no ha habido cambio significativo en las costas del municipio de Acapulco de Juárez, Se determina por tanto que este fenómeno **NO APLICA**.

Ilustración 118: Mapa de Erosión Costera.





Capítulo 5 Fenómenos Hidrometeorológicos

Ondas cálidas

Las ondas cálidas o de calor son periodos de varios días en los que la temperatura es mayor a la habitual y produce un malestar generalizado en la población. Este fenómeno representa un riesgo para la población debido a que provoca enfermedades gastrointestinales, deshidratación, insolación, golpe de calor y en general incrementa la morbilidad y acelera la mortalidad cuando se asocia a otras enfermedades, especialmente de los grupos vulnerables como niños pequeños, adultos de la tercera edad y personas en situación de calle. Adicionalmente pueden causar otros daños importantes como incendios urbanos y forestales.

La Organización Meteorológica Mundial define una onda de calor cuando la temperatura máxima supera la temperatura máxima promedio en un transcurso de cinco días. En México se han utilizado los umbrales de 30 y 35°C en tres días consecutivos, mientras que la National Weather Service de Estados Unidos, que establece que una onda de calor ocurre cuando la temperatura máxima sea mayor o igual al percentil 95 de un periodo histórico mayor a 30 años, así como que la temperatura mínima sea mayor o igual al percentil 95, las cuales deben ser superadas en al menos dos días seguidos. Esta última definición será la que se usará en el presente análisis.

Peligro por Ondas Cálidas

Para la elaboración de este análisis, se utilizó la metodología propuesta por Herrera Alanís (2012) en la que se hace uso de estadística para determinar el umbral del percentil 95 tanto en temperaturas mínimas como máximas; en este caso, se usaron los valores de temperatura máxima diaria y temperatura mínima diaria. La metodología consiste en lo siguiente:

1. Se buscaron estaciones meteorológicas dentro del Municipio de Acapulco y colindantes con él, que tuvieran registros de temperaturas máximas y mínimas diarias, con un número conveniente de años, más de 30, evitando los casos en que los datos sean dudosos. Se encontraron 12 estaciones útiles para el estudio, las cuales son 12002 Acapulco de Juárez (OBS), 12029 Chacalapa, 12053 Las Mesas (CFE), 12076 Santa Barbara (CFE),

12095 Xaltianguis (CFE), 12112 El Porvenir, 12142 Acapulco de Juárez (SMN), 12156 El Ocotito, 12172 Acapulco Km. 21, 12183 La Sabana, 12219 Laguna de Coyuca, y 12223 Laguna Tres Palos.

Tabla 40: Estaciones meteorológicas usadas para el análisis de ondas de calor.

No.	Nombre	Municipio	Latitud	Longitud	Años con datos
12002	Acapulco de Juárez (OBS)	Acapulco de Juárez	16° 45' 47" N	99° 44' 56" W	84.22
12029	Chacalapa	San Marcos	16° 42' 02" N	99° 30' 37" W	38.44
12053	Las Mesas (CFE)	San Marcos	17° 00' 37" N	99° 27' 29" W	37.84
12076	Santa Barbara (CFE)	Chilpancingo de los Bravo	17° 18' 37" N	99° 51' 56" W	37.92
12095	Xaltianguis (CFE)	Acapulco de Juárez	17° 05' 43" N	99° 42' 54" W	39.94
12112	El Porvenir	San Marcos	16° 49' 21" N	99° 28' 41" W	54.66
12142	Acapulco de Juárez (SMN)	Acapulco de Juárez	16° 51' 59" N	99° 54' 20" W	46.58
12156	El Ocotito	Chilpancingo de los Bravo	17° 15' 00" N	99° 35' 00" W	45.52
12172	Acapulco Km. 21	Acapulco de Juárez	16° 57' 00" N	99° 40' 59" W	47.37
12183	La Sabana	Acapulco de Juárez	16° 53' 17" N	99° 51' 42" W	40.22
12219	Laguna de Coyuca	Coyuca de Benítez	17° 00' 25" N	100° 05' 15" W	37.12
12223	Laguna Tres Palos	Acapulco de Juárez	16° 49' 46" N	99° 46' 41" W	36.84

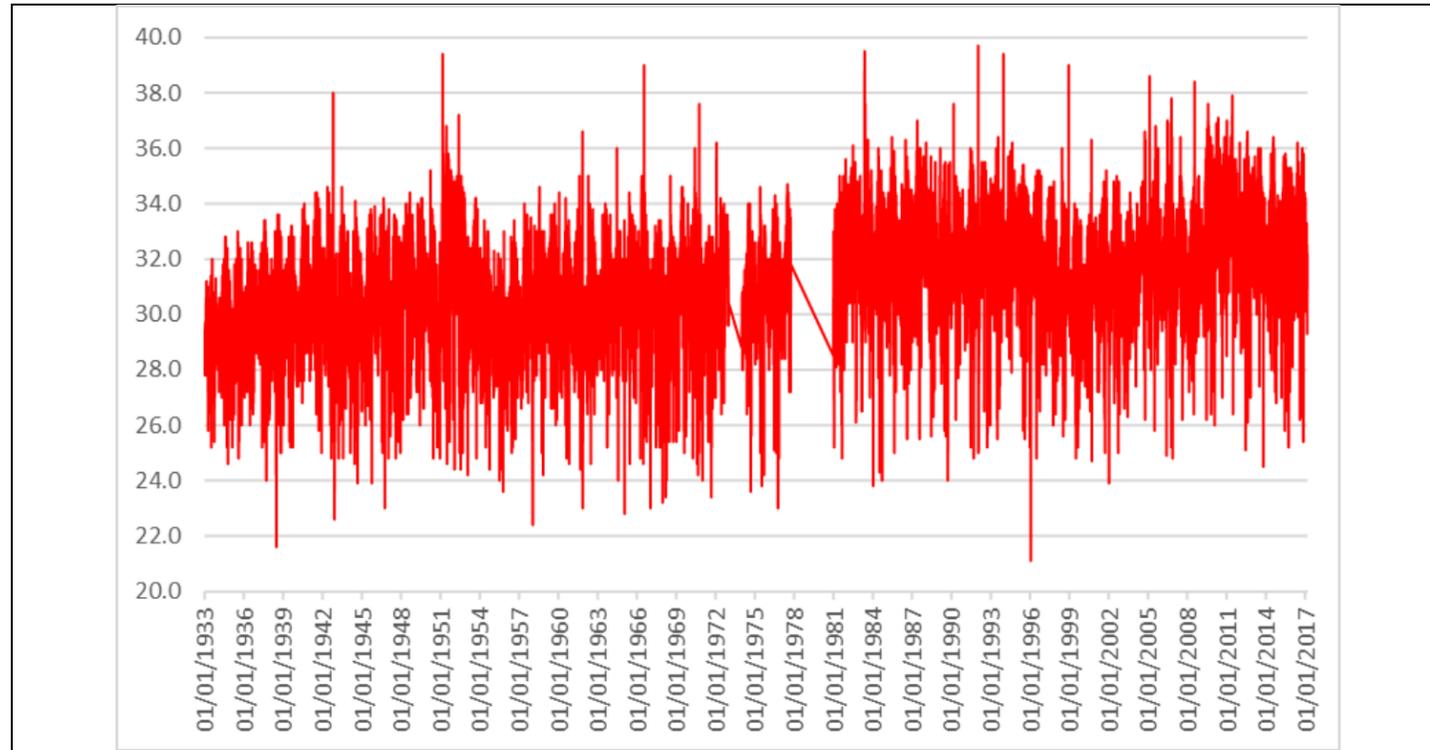
Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en:

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

2. Se depuró la información extraída. Las series de tiempo se graficaron de manera que se pueda hacer una revisión visual para observar el comportamiento de los datos a través de su tendencia lineal; en algunos casos se observaron anomalías no graves, como periodos sin datos, los cuales se excluyeron.



Ilustración 119: Temperatura máxima diaria de la estación 12002 Acapulco de Juárez (OBS) para el periodo 1933-2017.



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

3. De las series de tiempo de la temperatura máxima y mínima diaria durante el periodo de datos se estimó, para ambas temperaturas, el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación, la asimetría, la curtosis y el percentil 95.

Tabla 41: Estadística de temperaturas máximas y mínimas diarias en las estaciones usadas

Est.	Temp.	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Asimetría	Curtosis	Percentil 95	Periodo
12002	máx.	31.3	1.8	0.059	-0.260	0.803	34.2	01/01/1933
	min	24.8	2.2	0.090	-0.473	0.328	28.2	28/02/2017
12009	máx.	34.3	2.3	0.066	-0.589	0.402	37.0	01/01/1979
	min	19.0	2.3	0.121	-0.206	0.391	22.5	30/05/2017

Est.	Temp.	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Asimetría	Curtosis	Percentil 95	Periodo
12053	máx.	33.0	2.9	0.087	-0.246	0.364	37.5	09/03/1963
	min	21.4	1.6	0.076	-0.410	1.012	24.0	31/12/2000
12076	máx.	28.5	3.1	0.108	-0.382	0.568	33.5	07/01/1963
	min	15.0	3.2	0.211	-0.266	-0.610	19.5	30/11/2000
12095	máx.	31.5	2.2	0.070	-0.417	1.305	35.0	01/02/1961
	min	18.0	2.9	0.162	-0.512	-0.505	22.0	31/12/2000
12112	máx.	30.6	2.1	0.069	0.206	1.479	34.0	18/03/1964
	min	18.4	3.6	0.194	-0.106	-0.886	24.0	31/10/2018
12142	máx.	31.2	1.6	0.052	-0.091	0.353	34.0	11/08/1972
	min	24.4	1.5	0.061	-0.244	0.304	27.0	28/02/2019
12156	máx.	30.5	3.4	0.110	-0.610	0.737	35.0	01/11/1973
	min	17.7	2.8	0.159	-0.559	-0.184	21.0	30/04/2019
12172	máx.	34.4	2.3	0.067	-0.126	0.299	38.0	01/07/1971
	min	20.7	2.6	0.125	-0.504	-0.433	24.0	31/10/2018
12183	máx.	32.5	1.5	0.045	1.006	9.678	34.0	23/08/1978
	min	23.1	1.9	0.084	-0.583	0.952	26.0	31/10/2018
12219	máx.	31.4	1.6	0.050	0.042	-0.006	34.0	24/09/1981
	min	22.5	2.0	0.088	-0.652	0.373	25.0	30/10/2018
12223	máx.	32.3	2.3	0.071	0.788	0.589	37.0	06/12/1981
	min	23.4	2.0	0.088	-0.034	-0.230	27.0	30/09/2018

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

4. Para identificar a las Ondas de Calor (OC) se usó el percentil 95, por lo que se marcan los días con temperaturas son iguales o superiores a este valor; si la temperatura máxima y la mínima superan o igualan a sus percentiles 95 por dos o más días seguidos, entonces se contabiliza una onda de calor.

5. Una vez identificada una OC, se calculan sus parámetros, los cuales se enlistan a continuación:

a) Fecha de inicio (FI). La fecha en que inicia la OC y que se da en forma continua, empezando la numeración el 1 de enero hasta el 31 de diciembre del mismo año.

b) Fecha de término (FT). La fecha en que termina la OC, esta se da en forma continua empezando el 1 de enero y terminando el 31 de diciembre del mismo año.

c) Duración (D). El tiempo que dura la OC.



d) Intensidad (I). Se define como la suma de las temperaturas divididas entre la duración de la OC. Con esta definición se tienen dos intensidades, las de la serie de temperatura máxima (I_{max}) y la serie de la temperatura mínima (I_{min}).

e) Índice de Intensidad (IEI). Es la suma de la temperatura modulada entre la duración de la OC. Se presentan dos índices, uno en la serie de temperatura máxima y otro para la serie de temperatura mínima.

f) Temperatura de alivio (TA). Se define como la diferencia entre la temperatura máxima y temperatura mínima.

g) Índice de la temperatura de alivio (IETA). Es la obtenida de la serie modulada de la diferencia entre la temperatura máxima y mínima.

h) Temperatura Máxima (TM). Es la temperatura máxima que se registra en la OC. Al igual que la intensidad, se tiene una temperatura máxima maximorum en la serie de temperatura máxima (TM_{max}) y otra en la serie de temperatura mínima (TM_{min}).

i) Índice de la temperatura máxima (IETM). Es la temperatura máxima modulada.

j) Severidad de la OC (S). Se determina como el producto del promedio entre la intensidad máxima y mínima y la duración de la OC entre la temperatura de alivio promedio

k) Índice de Severidad de la OC. Se determina como el producto del promedio de la intensidad índice máxima y mínima y la duración de la OC dividida entre el índice de la temperatura de alivio promedio

Tabla 42: Parámetros de las Ondas de Calor identificadas en las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS) y 12142 Acapulco de Juárez (SMN).

FI	FT	D	I _{max}	I _{min}	IEI _{max}	IEI _{min}	TA	IETA	TM _{max}	TM _{min}	IETM	S	IS
12002 Acapulco de Juárez (OBS)													
08/06/1951	18/06/1951	11	35.74	29.30	35.74	29.30	8.60	6.44	36.80	28.20	35.74	41.59	55.57
21/06/1951	22/06/1951	2	34.70	29.30	34.70	29.30	5.80	5.40	34.80	29.00	34.70	11.03	11.85
21/07/1951	22/07/1951	2	34.30	28.40	34.30	28.40	6.00	5.90	34.40	28.40	34.30	10.45	10.63
26/07/1951	27/07/1951	2	34.90	28.45	34.90	28.45	7.00	6.45	35.20	28.20	34.90	9.05	9.82
09/08/1951	11/08/1951	3	35.00	29.00	35.00	29.00	7.20	6.00	35.80	28.60	35.00	13.33	16.00
19/08/1951	22/08/1951	4	34.80	29.15	34.80	29.15	6.60	5.65	35.60	29.00	34.80	19.38	22.64
25/10/1951	27/10/1951	3	34.20	28.67	34.20	28.67	5.80	5.53	34.20	28.40	34.20	16.26	17.04
18/04/1952	20/04/1952	3	34.47	28.60	34.47	28.60	6.20	5.87	34.60	28.40	34.47	15.26	16.13
26/05/1952	27/05/1952	2	36.50	29.80	36.50	29.80	7.60	6.70	37.20	29.60	36.50	8.72	9.90

FI	FT	D	I _{max}	I _{min}	IEI _{max}	IEI _{min}	TA	IETA	TM _{max}	TM _{min}	IETM	S	IS
03/06/1952	04/06/1952	2	34.40	28.70	34.40	28.70	6.00	5.70	34.60	28.60	34.40	10.52	11.07
27/07/1952	29/07/1952	3	34.33	28.50	34.33	28.50	6.40	5.83	34.60	28.20	34.33	14.73	16.16
06/09/1952	07/09/1952	2	34.40	29.30	34.40	29.30	5.80	5.10	34.60	28.80	34.40	10.98	12.49
12142 Acapulco de Juárez (SMN)													
06/04/1974	07/04/1974	2	36.25	27.25	36.25	27.25	9.50	9.00	36.50	27.00	36.25	6.68	7.06
08/08/1979	09/08/1979	2	34.25	27.50	34.25	27.50	7.50	6.75	34.50	27.00	34.25	8.23	9.15
01/06/1987	03/06/1987	3	34.17	27.50	34.17	27.50	7.50	6.67	34.50	27.00	34.17	12.33	13.88
19/07/1987	21/07/1987	3	35.17	27.83	35.17	27.83	8.00	7.33	35.50	27.50	35.17	11.81	12.89
19/08/1987	20/08/1987	2	34.00	27.50	34.00	27.50	6.50	6.50	34.00	27.50	34.00	9.46	9.46
25/08/1987	26/08/1987	2	34.25	27.25	34.25	27.25	7.50	7.00	34.50	27.00	34.25	8.20	8.79
14/09/1987	16/09/1987	3	34.33	27.17	34.33	27.17	7.50	7.17	34.50	27.00	34.33	12.30	12.87
15/05/1990	21/05/1990	7	34.57	28.00	34.57	28.00	8.00	6.57	35.50	27.50	34.57	27.38	33.33
26/05/1990	27/05/1990	2	34.00	27.75	34.00	27.75	6.50	6.25	34.00	27.50	34.00	9.50	9.88
26/07/1990	27/07/1990	2	34.00	27.00	34.00	27.00	7.00	7.00	34.00	27.00	34.00	8.71	8.71
11/06/1991	13/06/1991	3	34.17	27.33	34.17	27.33	7.50	6.83	34.50	27.00	34.17	12.30	13.50
24/07/1991	27/07/1991	4	34.38	27.25	34.38	27.25	8.00	7.13	35.00	27.00	34.38	15.41	17.30
15/08/1991	18/08/1991	4	34.00	27.38	34.00	27.38	7.00	6.63	34.00	27.00	34.00	17.54	18.53
13/05/1992	15/05/1992	3	34.50	27.33	34.50	27.33	8.00	7.17	35.00	27.00	34.50	11.59	12.94
17/05/1992	20/05/1992	4	34.50	27.38	34.50	27.38	8.00	7.13	35.00	27.00	34.50	15.47	17.37
22/05/1992	28/05/1992	7	34.57	27.43	34.57	27.43	8.00	7.14	35.00	27.00	34.57	27.13	30.38
12/06/1992	13/06/1992	2	34.50	27.50	34.50	27.50	7.00	7.00	34.50	27.50	34.50	8.86	8.86
19/06/1992	20/06/1992	2	34.75	27.50	34.75	27.50	8.00	7.25	35.00	27.00	34.75	7.78	8.59
22/06/1992	23/06/1992	2	34.25	27.50	34.25	27.50	7.50	6.75	34.50	27.00	34.25	8.23	9.15
29/08/1992	31/08/1992	3	34.17	27.17	34.17	27.17	7.50	7.00	34.50	27.00	34.17	12.27	13.14
23/07/1993	27/07/1993	5	34.50	27.10	34.50	27.10	8.50	7.40	35.50	27.00	34.50	18.12	20.81
11/08/1993	13/08/1993	3	34.17	27.00	34.17	27.00	7.50	7.17	34.50	27.00	34.17	12.23	12.80
22/06/1994	23/06/1994	2	34.75	27.50	34.75	27.50	7.50	7.25	35.00	27.50	34.75	8.30	8.59
16/07/1994	17/07/1994	2	34.25	27.00	34.25	27.00	7.50	7.25	34.50	27.00	34.25	8.17	8.45
26/07/1994	28/07/1994	3	34.17	27.67	34.17	27.67	7.00	6.50	34.50	27.50	34.17	13.25	14.27
31/07/1994	01/08/1994	2	34.75	27.50	34.75	27.50	8.50	7.25	35.50	27.00	34.75	7.32	8.59
24/08/1994	26/08/1994	3	34.83	27.33	34.83	27.33	9.00	7.50	36.00	27.00	34.83	10.36	12.43
28/08/1994	29/08/1994	2	35.25	27.50	35.25	27.50	8.50	7.75	36.00	27.50	35.25	7.38	8.10
06/09/1994	09/09/1994	4	34.38	27.13	34.38	27.13	8.00	7.25	35.00	27.00	34.38	15.38	16.97
12/09/1994	15/09/1994	4	34.13	27.75	34.13	27.75	7.00	6.38	34.50	27.50	34.13	17.68	19.41
18/05/1995	21/05/1995	4	34.13	27.25	34.13	27.25	7.50	6.88	34.50	27.00	34.13	16.37	17.85
23/05/1995	24/05/1995	2	34.50	27.25	34.50	27.25	8.00	7.25	35.00	27.00	34.50	7.72	8.52
29/05/1995	31/05/1995	3	35.00	27.50	35.00	27.50	8.00	7.50	35.00	27.00	35.00	11.72	12.50
04/06/1995	05/06/1995	2	34.00	27.75	34.00	27.75	6.50	6.25	34.00	27.50	34.00	9.50	9.88
08/06/1995	10/06/1995	3	34.83	27.50	34.83	27.50	8.00	7.33	35.00	27.00	34.83	11.69	12.75

FI	FT	D	Imax	Imin	IEImax	IEImin	TA	IETA	TMmax	TMmin	IETM	S	IS
06/07/1995	07/07/1995	2	35.00	27.25	35.00	27.25	8.00	7.75	35.00	27.00	35.00	7.78	8.03
01/10/1995	02/10/1995	2	34.00	28.00	34.00	28.00	6.00	6.00	34.00	28.00	34.00	10.33	10.33
14/10/1995	15/10/1995	2	34.75	27.25	34.75	27.25	8.00	7.50	35.00	27.00	34.75	7.75	8.27
23/07/1997	26/07/1997	4	34.13	27.63	34.13	27.63	7.50	6.50	34.50	27.00	34.13	16.47	19.00
12/08/1998	13/08/1998	2	34.75	27.00	34.75	27.00	8.00	7.75	35.00	27.00	34.75	7.72	7.97
15/07/2001	16/07/2001	2	34.00	27.00	34.00	27.00	7.00	7.00	34.00	27.00	34.00	8.71	8.71
17/08/2001	18/08/2001	2	34.75	27.25	34.75	27.25	8.00	7.50	35.00	27.00	34.75	7.75	8.27
22/08/2001	23/06/2002	2	34.25	27.25	34.25	27.25	7.50	7.00	34.50	27.00	34.25	8.20	8.79
29/07/2005	31/07/2005	3	34.50	27.33	34.50	27.33	8.00	7.17	35.00	27.00	34.50	11.59	12.94
02/08/2005	03/08/2005	2	35.00	27.75	35.00	27.75	8.00	7.25	35.50	27.50	35.00	7.84	8.66
17/07/2009	19/07/2009	3	34.50	27.17	34.50	27.17	8.00	7.33	35.00	27.00	34.50	11.56	12.61
12/06/2011	13/06/2011	2	34.00	27.25	34.00	27.25	7.00	6.75	34.00	27.00	34.00	8.75	9.07

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en:

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

6. Después de analizarse todo el periodo de la estación, se analizaron los parámetros anuales:

- a) Número de eventos por año (NEA). El número de veces que aparece una OC en un año.
- b) Duración anual (DA). Es la suma total de las duraciones de las OC que aparecen en un año.
- c) Duración promedio (DP). Es el cociente entre la duración total anual y el número de eventos por año.
- d) Duración máxima anual (DMA). Es la máxima duración de la OC registrada en un año.
- e) Intensidad promedio (IP). Es el promedio de las intensidades de las OC que aparecen en un año. Se presentan dos, una en la serie de temperaturas máximas y la otra en la serie de temperaturas mínimas.
- f) Índice de la Intensidad promedio (IEIP). Es el promedio de los índices de las intensidades de las OC que aparecen en un año.
- g) Intensidad máxima (IM). Es la intensidad máxima registrada en un año. Se presentan dos, una en la serie de temperaturas máximas y la otra en la serie de temperaturas mínimas.
- h) Índice de la intensidad máxima ((IEIM). Es el índice máximo de las intensidades máximas registradas en un año.
- i) Temperatura de alivio promedio (TAP). Es el promedio de las temperaturas de alivio promedio.

j) Índice de temperatura de alivio promedio (IETAP). Es el promedio de los índices de las temperaturas de alivio registradas en un año.

k) Temperatura de alivio mínima (TAM). Es la temperatura de alivio mínima registrada en un año.

l) Índice de la temperatura de alivio mínima (IETAM). Es el índice mínimo de temperatura mínima de alivio que se registró en un año.

m) Severidad total (ST). Es la suma de las severidades que se presentan en un año.

n) Índice severidad total (IST). Es la suma de los índices de severidad que se presentan en un año.

o) Severidad promedio (SP). Es la severidad total anual entre el número de eventos al año.

p) Índice de severidad promedio (ISP). Es el índice de severidad total anual entre el número de eventos al año.

q) Severidad máxima (SM). Es la severidad máxima registrada en un año.

r) Índice de severidad máxima (ISM). Es el índice de severidad máxima registrada en un año.

s) Temperatura máxima promedio (TMP). Es el promedio de las temperaturas máximas, se obtienen dos, una en la serie de temperaturas máximas y otra en la serie de temperaturas mínimas.

t) Índice de temperatura máxima promedio (IETMP). Es el promedio del índice modulado de temperatura máxima que se presenta en el año.

u) Temperatura máxima registrada (TMR). Es la temperatura máxima registrada en un año. Se obtienen dos, una en la serie de temperaturas máximas y otra en la serie de temperaturas mínimas.

v) Índice de temperatura máxima registrada (IETMR). Es el índice estándar de la temperatura máxima registrada en el año.

w) Día de inicio de la temporada de la OC. Es el día en que aparece la primera OC en un año.

x) Día de término de la temporada de la OC. Es el último día de la última OC que aparece en un año. Se grafica la serie de tiempo de las severidades totales.

Tabla 43: Parámetros anuales de las Ondas de Calor las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS) y 12142 Acapulco de Juárez (SMN).

12002

12142

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



CONCEP.	1951	1952	1974	1979	1987	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1998	2001	2005	2009	2011
NEA	7.0	5.0	1.0	1.0	5.0	3.0	3.0	7.0	2.0	8.0	8.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0
DA	27.0	12.0	2.0	2.0	13.0	11.0	11.0	23.0	8.0	22.0	20.0	4.0	2.0	4.0	5.0	3.0	2.0
DP	3.9	2.4	2.0	2.0	2.6	3.7	3.7	3.3	4.0	2.8	2.5	4.0	2.0	2.0	2.5	3.0	2.0
DMA	11.0	3.0	2.0	2.0	3.0	7.0	4.0	7.0	5.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0
IPmax	34.8	34.8	36.3	34.3	34.4	34.2	34.2	34.5	34.3	34.6	34.5	34.1	34.8	34.4	34.8	34.5	34.0
IPmin	28.9	29.0	27.3	27.5	27.5	27.6	27.3	27.4	27.1	27.4	27.5	27.6	27.0	27.1	27.5	27.2	27.3
IEIP	5.9	5.8	9.0	6.8	6.9	6.6	6.9	7.1	7.3	7.1	7.1	6.5	7.8	7.3	7.2	7.3	6.8
IMmax	35.7	36.5	36.3	34.3	35.2	34.6	34.4	34.8	34.5	35.3	35.0	34.1	34.8	34.8	35.0	34.5	34.0
IMmin	29.3	29.8	27.3	27.5	27.8	28.0	27.4	27.5	27.1	27.8	28.0	27.6	27.0	27.3	27.8	27.2	27.3
IEIM	6.4	6.7	9.0	6.8	7.3	6.6	7.0	7.3	7.4	7.5	7.0	6.5	7.8	7.5	7.3	7.3	6.8
TAP	6.7	6.4	9.5	7.5	7.4	7.2	7.5	7.7	8.0	7.9	7.5	7.5	8.0	7.5	8.0	8.0	7.0
IETAP	34.8	34.8	36.3	34.3	34.4	34.2	34.2	34.5	34.3	34.6	34.5	34.1	34.8	34.4	34.8	34.5	34.0
TAM	5.8	5.8	9.5	7.5	6.5	6.5	7.0	7.0	7.5	7.0	6.0	7.5	8.0	7.0	8.0	8.0	7.0
IETAM	5.8	5.8	9.5	7.5	6.5	6.5	7.0	7.0	7.5	7.0	6.0	7.5	8.0	7.0	8.0	8.0	7.0
ST	121.1	60.2	6.7	8.2	54.1	45.6	45.2	91.3	30.4	87.8	82.9	16.5	7.7	16.5	19.4	11.6	8.8
IST	143.6	65.7	7.1	9.1	57.9	51.9	49.3	100.4	33.6	96.8	88.1	19.0	8.0	17.0	21.6	12.6	9.1
SP	17.3	12.0	6.7	8.2	10.8	15.2	15.1	13.0	15.2	11.0	10.4	16.5	7.7	8.2	9.7	11.6	8.8
ISP	20.5	13.2	7.1	9.1	11.6	17.3	16.4	14.3	16.8	12.1	11.0	19.0	8.0	8.5	10.8	12.6	9.1
SM	41.6	15.3	6.7	8.2	12.3	27.4	17.5	27.1	18.1	17.7	16.4	16.5	7.7	8.7	11.6	11.6	8.8
ISM	55.6	16.2	7.1	9.1	13.9	33.3	18.5	30.4	20.8	19.4	17.9	19.0	8.0	8.7	12.9	12.6	9.1
TMP max	35.3	35.1	36.5	34.5	34.6	34.5	34.5	34.8	35.0	35.1	34.7	34.5	35.0	34.5	35.3	35.0	34.0
TMP min	28.5	28.7	27.0	27.0	27.2	27.3	27.0	27.1	27.0	27.3	27.2	27.0	27.0	27.0	27.3	27.0	27.0
IETMP	31.9	31.9	31.8	30.9	30.9	30.9	30.8	30.9	30.7	31.0	31.0	30.9	30.9	30.8	31.1	30.8	30.6
TMR max	36.8	37.2	36.5	34.5	35.5	35.5	35.0	35.0	35.5	36.0	35.0	34.5	35.0	35.0	35.5	35.0	34.0
TMR min	28.2	28.2	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
IETMR	8.6	9.0	9.5	7.5	8.5	8.5	8.0	8.0	8.5	9.0	8.0	7.5	8.0	8.0	8.5	8.0	7.0

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

7. También se determinaron los siguientes parámetros para el periodo con datos:

- a) Mes más probable (MMP). Es el mes que más veces presenta el evento de la OC en el periodo.
- b) Promedio total de los eventos de la ola de calor (PT). Es la suma de OC que se presentan en un periodo entre el número de años en los que se presenta la OC.
- c) Duración de la OC más probable (DMP). Es la duración de la OC que más veces se presenta en el periodo.

d) Probabilidad anual de ocurrencia (P). Es la suma de años en los que se presenta la OC entre el total de años del periodo considerado.

e) Total de Eventos (TE). Es el número total de eventos presentados en el periodo.

Tabla 44: Parámetros de las Ondas de Calor para el Municipio de Acapulco.

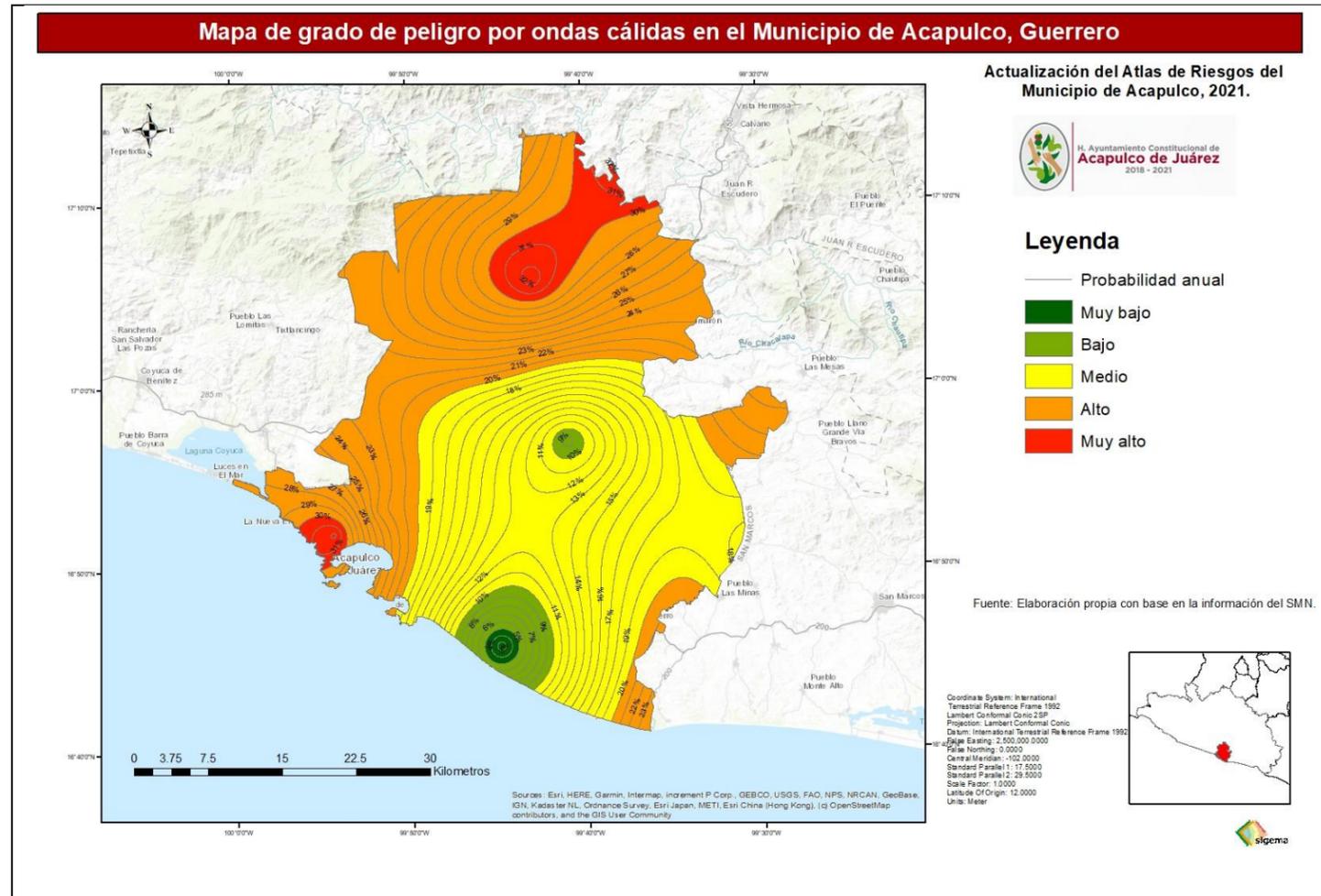
Estación	Nombre	MMP	PT	DMP	P	TE
12002	Acapulco de Juárez (OBS)	junio	0.14	3.25	2.38%	12
12029	Chacalapa	mayo	0.36	2.36	28.65%	14
12053	Las Mesas (CFE)	mayo	0.66	2.68	23.81%	25
12076	Santa Barbara (CFE)	mayo	0.13	2.40	10.55%	5
12095	Xaltianguis (CFE)	mayo	0.40	2.31	32.58%	16
12112	El Porvenir	junio	0.79	3.40	14.63%	43
12142	Acapulco de Juárez (SMN)	julio	0.99	2.87	32.19%	46
12156	El Ocotito	mayo	1.14	3.42	39.56%	52
12172	Acapulco Km. 21	mayo	0.21	2.10	8.44%	10
12183	La Sabana	septiembre	0.57	3.52	22.39%	23
12219	Laguna de Coyuca	julio	1.40	4.04	37.74%	52
12223	Laguna Tres Palos	julio	1.03	5.21	13.59%	38

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

8. Los resultados del análisis de las estaciones se interpolaron para conocer el comportamiento de las ondas de calor en todo el municipio.

Con base en el análisis, con especial énfasis en la Probabilidad Anual de Ocurrencia (P) que es de 22.21% en promedio, y debido a que la Duración de la Onda de Calor más probable (DMP) es de 3.15 días, se determinó que el índice de peligro por ondas de calor en el municipio de Acapulco es **ALTO**.

Ilustración 120: Mapa del grado de peligro por ondas de calor en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de Herrera Alanís 2011.

Vulnerabilidad social a Ondas cálidas

La vulnerabilidad de la población a las altas temperaturas se deriva de malestares fisiológicos producidos directamente por el incremento de calor, o bien por fenómenos asociados, como un incremento en el metabolismo

de los organismos bacteriológicos existentes en los alimentos, aire, agua y suelos. Adicionalmente la vulnerabilidad se incrementa en la población infantil y adultos mayores, así como en personas en situación de indigencia.

Aunque es un problema complejo, existen varios métodos para evaluar la vulnerabilidad de las personas a los peligros naturales, incluyendo las altas y bajas temperaturas. Para la zonificación de áreas vulnerables a altas temperaturas es imprescindible estimar las características socioeconómicas de la población expuesta. En este caso, se utilizó el método del CENAPRED “Determinación de la Vulnerabilidad Social” (ver Anexo de Vulnerabilidad).

El método utiliza datos de Médicos por cada 1,000 habitantes, Tasa de mortalidad infantil, Porcentaje de la población no derechohabiente; Porcentaje de analfabetismo, Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela; Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada, Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje, Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad, Porcentaje de viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente, Porcentaje de viviendas con piso de tierra, Déficit de vivienda; Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos, Razón de dependencia, Tasa de desempleo abierto; Densidad de población, Porcentaje de la población de habla indígena, Dispersión poblacional. Con ellos se construye el índice de vulnerabilidad social, entre mayor grado de vulnerabilidad, hay menores probabilidades de presentar niveles adecuados de acceso a instituciones de salud, alimentación, condición sanitaria, conocimiento sobre cuidados a niños y ancianos, así como clase de vivienda, por lo que la resiliencia se reduce.

Los rangos establecidos presentan las siguientes características:

1. Vulnerabilidad muy baja: Manifiesta excelentes condiciones en la estructura social y económica de la población, que permiten resistir a los peligros naturales.
2. Vulnerabilidad baja: Tiene condiciones favorables en su estructura social, principalmente en la vivienda y servicios básicos, que permiten afrontar las consecuencias ocasionadas por peligros naturales.
3. Vulnerabilidad media: Expone valores intermedios en la estructura social de la población, que resulta en algunas dificultades como su organización para asimilar los estragos de los peligros naturales.



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

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

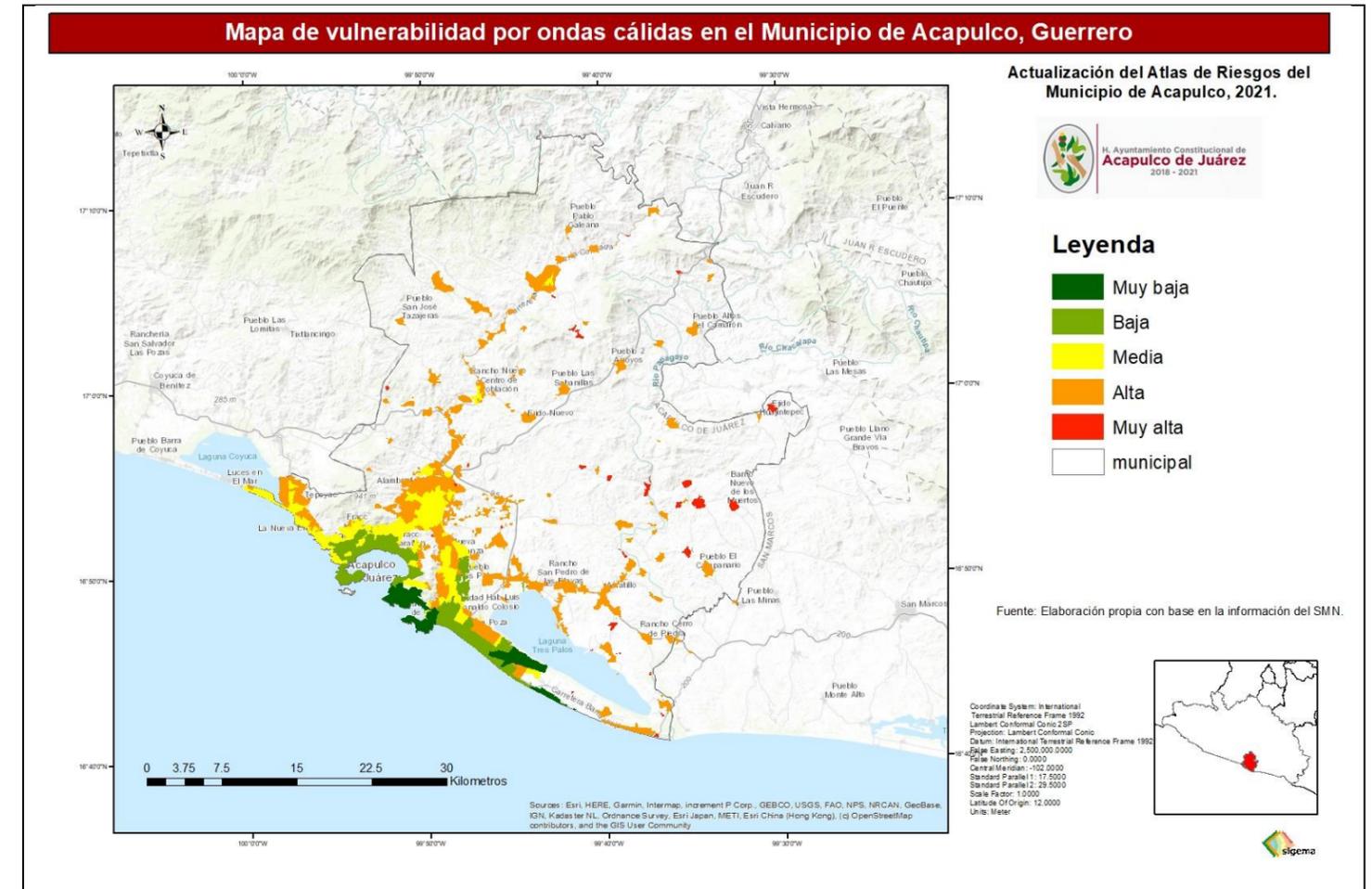
En general, la vulnerabilidad social en el Municipio de Acapulco a las ondas de calor es **ALTA**, aunque en algunas AGEB la vulnerabilidad se reduce a media y baja.

Tabla 45: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por ondas cálidas.

Tipo Declaratoria	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Emergencia	Temperatura Extrema	07/06/2018	28/05/2018	28/05/2018	Onda cálida
Emergencia	Temperatura Extrema	03/08/2018	23/07/2018	26/07/2018	Onda cálida

Fuente: Sistema de Consulta de Declaratorias, CENAPRED. Disponible en: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/>

Ilustración 121: Mapa de Vulnerabilidad social a ondas de calor en el Municipio de Acapulco



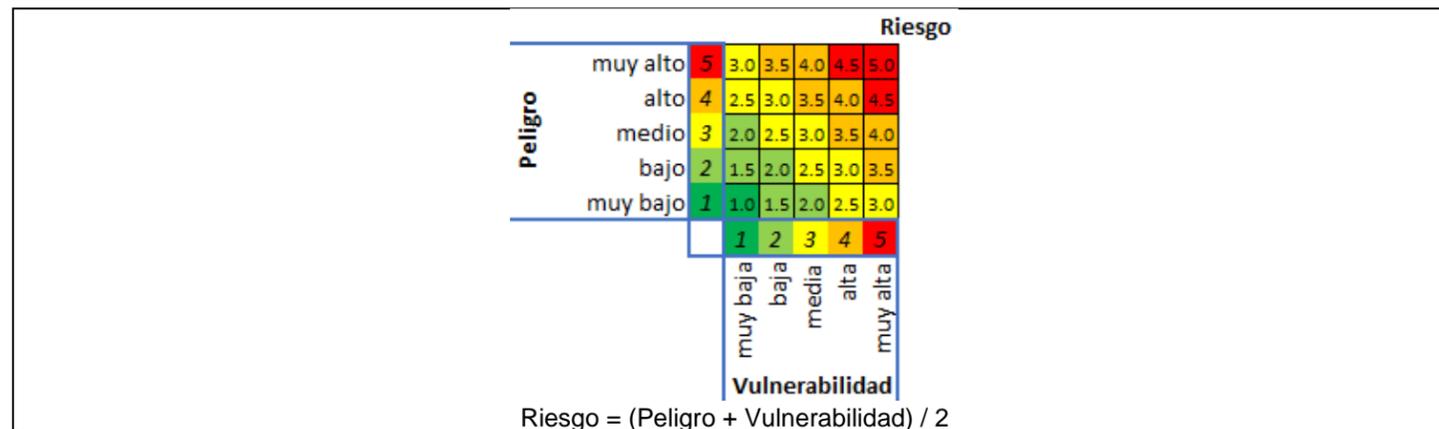
Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de Determinación de la Vulnerabilidad Social, CENAPRED.



Riesgo por Ondas cálidas

Una vez obtenida la vulnerabilidad social en categorías cualitativas, se procedió a asignarles un valor numérico, siendo 1 para vulnerabilidad muy baja, incrementándose sucesivamente hasta 5 para vulnerabilidad muy alta; se procedió en el mismo sentido con el índice de peligro para estandarizar valores cualitativos y cuantitativos; los valores de ambas categorías, peligro y vulnerabilidad se suman para después dividirse entre dos, mediante un proceso de Map Algebra en un sistema de información geográfica (SIG). Este análisis permite obtener los valores de riesgo por AGEB, que es la unidad territorial más homogénea en términos de ocupación humana. La descripción gráfica del procedimiento se observa en la siguiente figura.

Ilustración 122: Representación gráfica de la medición del Riesgo en función del peligro y la vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

Con base en este método se determinó que el riesgo por ondas de calor en el Municipio de Acapulco en general es **ALTO**, aunque hay áreas en donde el riesgo es muy alto. Las áreas más relevantes en términos de población y riesgo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 46: AGEB con mayor riesgo por Ondas Cálidas en el Municipio de Acapulco

Clave AGEB Localidad Pob Vulnerab Peligro Riesgo

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010710	San José	269	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200101734094	Xaltianguis	1530	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101731723	Xaltianguis	1229	Alta	Muy alto	Muy alto
120010144	Pueblo Madero (El Playón)	1002	Alta	Muy alto	Muy alto
120010174	Xolapa	978	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101731719	Xaltianguis	644	Alta	Muy alto	Muy alto
120010080	Amatepec	635	Muy alta	Alto	Muy alto
120010130	Pablo Galeana (Coacoyular)	591	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101731704	Xaltianguis	527	Alta	Muy alto	Muy alto
120010165	Las Tortolitas	454	Alta	Muy alto	Muy alto
120010089	La Calera	289	Muy alta	Alto	Muy alto
120010156	San Martin el Jovero	216	Muy alta	Alto	Muy alto
1200100014573	Acapulco de Juárez	187	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016226	Acapulco de Juárez	182	Alta	Muy alto	Muy alto
120010753	Paraíso Lomas de Chapultepec (El Plantón)	171	Muy alta	Alto	Muy alto
1200100014802	Acapulco de Juárez	142	Alta	Muy alto	Muy alto
120010214	Puente de Fierro	94	Alta	Muy alto	Muy alto
120010116	Kilometro Cuarenta y Ocho	78	Alta	Muy alto	Muy alto
120010436	El Salitre	38	Muy alta	Alto	Muy alto
120010696	Colonia Nueva de San Rafael	36	Muy alta	Alto	Muy alto
120010120	Loma Larga	23	Muy alta	Alto	Muy alto
120010682	Rancho La Guadalupana	10	Muy alta	Alto	Muy alto
1200100016921	Acapulco de Juárez	8	Muy alta	Alto	Muy alto
1200100015923	Acapulco de Juárez	3	Muy alta	Alto	Muy alto
120010387	La Hacienda (La Hacienda de Papagayo)	1	Muy alta	Alto	Muy alto
1200100012810	Acapulco de Juárez	5127	Media	Muy alto	Alto
1200100013240	Acapulco de Juárez	4229	Alta	Alto	Alto
1200100013556	Acapulco de Juárez	4180	Alta	Alto	Alto
1200100012755	Acapulco de Juárez	3502	Media	Muy alto	Alto
1200100010250	Acapulco de Juárez	3445	Media	Muy alto	Alto
1200100013452	Acapulco de Juárez	3304	Media	Muy alto	Alto
1200100010091	Acapulco de Juárez	3108	Media	Muy alto	Alto
1200100013039	Acapulco de Juárez	2941	Alta	Alto	Alto
120010001276A	Acapulco de Juárez	2937	Media	Muy alto	Alto
1200100012882	Acapulco de Juárez	2910	Alta	Alto	Alto
1200100012596	Acapulco de Juárez	2767	Media	Muy alto	Alto
1200100013611	Acapulco de Juárez	2642	Alta	Alto	Alto
1200100012986	Acapulco de Juárez	2639	Alta	Alto	Alto
1200100015463	Acapulco de Juárez	2477	Media	Muy alto	Alto
1200100013344	Acapulco de Juárez	2335	Media	Muy alto	Alto
1200100010246	Acapulco de Juárez	2327	Media	Muy alto	Alto
120010164	Texca	2314	Alta	Alto	Alto
1200100012789	Acapulco de Juárez	2311	Media	Muy alto	Alto
1200100013128	Acapulco de Juárez	2262	Alta	Alto	Alto
1200100013024	Acapulco de Juárez	2226	Alta	Alto	Alto
1200100014272	Acapulco de Juárez	2221	Alta	Alto	Alto
1200100015374	Acapulco de Juárez	2186	Alta	Alto	Alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100012581	Acapulco de Juárez	2132	Media	Muy alto	Alto
1200100013950	Acapulco de Juárez	2127	Alta	Alto	Alto
1200100013077	Acapulco de Juárez	2081	Alta	Alto	Alto
120010107	Huamuchitos	2076	Muy alta	Medio	Alto
1200100012971	Acapulco de Juárez	2073	Alta	Alto	Alto
1200100013255	Acapulco de Juárez	2066	Alta	Alto	Alto
120010121	Lomas de Chapultepec	2064	Alta	Alto	Alto
1200100013927	Acapulco de Juárez	1979	Alta	Alto	Alto
1200100010104	Acapulco de Juárez	1936	Media	Muy alto	Alto
1200100014018	Acapulco de Juárez	1916	Alta	Alto	Alto
1200100014126	Acapulco de Juárez	1908	Alta	Alto	Alto
120010001301A	Acapulco de Juárez	1878	Alta	Alto	Alto
1200100012577	Acapulco de Juárez	1876	Media	Muy alto	Alto
1200100015603	Acapulco de Juárez	1859	Alta	Alto	Alto
1200100013005	Acapulco de Juárez	1843	Alta	Alto	Alto
1200100013289	Acapulco de Juárez	1793	Alta	Alto	Alto
1200100013965	Acapulco de Juárez	1768	Alta	Alto	Alto
1200100015459	Acapulco de Juárez	1660	Media	Muy alto	Alto
1200100012990	Acapulco de Juárez	1657	Alta	Alto	Alto
1200100011437	Acapulco de Juárez	1640	Alta	Alto	Alto
1200100011441	Acapulco de Juárez	1637	Media	Muy alto	Alto
1200100012562	Acapulco de Juárez	1625	Media	Muy alto	Alto
1200100013946	Acapulco de Juárez	1595	Alta	Alto	Alto
1200100013626	Acapulco de Juárez	1575	Alta	Alto	Alto
1200100015529	Acapulco de Juárez	1543	Alta	Alto	Alto
1200100012204	Acapulco de Juárez	1540	Alta	Alto	Alto
1200100012115	Acapulco de Juárez	1520	Alta	Alto	Alto
1200100013594	Acapulco de Juárez	1489	Alta	Alto	Alto
120010082	Apalani	1475	Muy alta	Medio	Alto
1200100015618	Acapulco de Juárez	1470	Alta	Alto	Alto
120010001333A	Acapulco de Juárez	1467	Media	Muy alto	Alto
1200100015552	Acapulco de Juárez	1447	Alta	Alto	Alto
1200101734107	Xaltianguis	1447	Media	Muy alto	Alto
1200100012261	Acapulco de Juárez	1414	Media	Muy alto	Alto
1200100011761	Acapulco de Juárez	1373	Media	Muy alto	Alto
1200100014342	Acapulco de Juárez	1341	Alta	Alto	Alto
1200100011668	Acapulco de Juárez	1329	Alta	Alto	Alto
1200100012219	Acapulco de Juárez	1313	Alta	Alto	Alto
1200100013912	Acapulco de Juárez	1268	Alta	Alto	Alto
120010086	Barrio Nuevo de los Muertos	1264	Muy alta	Medio	Alto
1200100015675	Acapulco de Juárez	1234	Alta	Alto	Alto
1200100014234	Acapulco de Juárez	1220	Alta	Alto	Alto
120010113	Kilómetro 40	1199	Alta	Alto	Alto
1200101734111	Xaltianguis	1187	Media	Muy alto	Alto
1200100011850	Acapulco de Juárez	1172	Alta	Alto	Alto
1200100013147	Acapulco de Juárez	1114	Alta	Alto	Alto
1200100012859	Acapulco de Juárez	1103	Media	Muy alto	Alto

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100012223	Acapulco de Juárez	1089	Alta	Alto	Alto
1200100011687	Acapulco de Juárez	1087	Alta	Alto	Alto
1200100014287	Acapulco de Juárez	1060	Alta	Alto	Alto
1200100015590	Acapulco de Juárez	1021	Alta	Alto	Alto
1200100014427	Acapulco de Juárez	989	Alta	Alto	Alto
120010143	La Providencia	989	Alta	Alto	Alto
120010137	Piedra Imán	988	Alta	Alto	Alto
1200100011653	Acapulco de Juárez	964	Alta	Alto	Alto
1200100014554	Acapulco de Juárez	914	Alta	Alto	Alto
120010097	Colonia Guerrero (Los Guajes)	889	Alta	Alto	Alto
120010079	Alto del Camarón	876	Alta	Alto	Alto
120010001422A	Acapulco de Juárez	873	Alta	Alto	Alto
120010085	Barra Vieja	869	Alta	Alto	Alto
120010112	Kilometro 39	831	Alta	Alto	Alto
120010083	Apanhuac (Apanguaque)	802	Muy alta	Medio	Alto
1200101101738	Kilometro 30	793	Alta	Alto	Alto
120010502	Colonia Loma Larga (El Basurero)	791	Alta	Alto	Alto
120010114	Kilometro 42 (Juan N. Álvarez)	775	Alta	Alto	Alto
1200100015730	Acapulco de Juárez	768	Alta	Alto	Alto
1200100017046	Acapulco de Juárez	760	Alta	Alto	Alto
120010001618A	Acapulco de Juárez	753	Alta	Alto	Alto
1200100011244	Acapulco de Juárez	726	Alta	Alto	Alto
1200100016300	Acapulco de Juárez	715	Alta	Alto	Alto
1200100011899	Acapulco de Juárez	692	Alta	Alto	Alto
120010242	Bella Vista Papagayo	690	Alta	Alto	Alto
120010169	El Veladero (Veladero Morelos)	657	Alta	Alto	Alto
1200100015548	Acapulco de Juárez	639	Alta	Alto	Alto
120010001397A	Acapulco de Juárez	635	Alta	Alto	Alto
1200100016230	Acapulco de Juárez	619	Alta	Alto	Alto
120010503	Colonia Nueva Luz	618	Alta	Alto	Alto
1200100013236	Acapulco de Juárez	609	Alta	Alto	Alto
120010091	El Cantón	590	Muy alta	Medio	Alto
1200100014431	Acapulco de Juárez	572	Alta	Alto	Alto
120010459	Vista Hermosa	532	Alta	Alto	Alto
1200100016777	Acapulco de Juárez	510	Alta	Alto	Alto
120010119	Lomas del Aire	495	Alta	Alto	Alto
120010504	Colonia Praderas de Guadalupe	481	Alta	Alto	Alto
120010124	Las Marías	480	Alta	Alto	Alto
1200100014395	Acapulco de Juárez	450	Alta	Alto	Alto
1200100013043	Acapulco de Juárez	447	Alta	Alto	Alto
120010338	Las Joyas	444	Alta	Alto	Alto
120010115	Kilometro 45	440	Alta	Alto	Alto
1200100015887	Acapulco de Juárez	430	Alta	Alto	Alto
120010105	Garrapatas	407	Muy alta	Medio	Alto
1200100014836	Acapulco de Juárez	406	Alta	Alto	Alto
1200100015834	Acapulco de Juárez	401	Alta	Alto	Alto
1200100014446	Acapulco de Juárez	398	Alta	Alto	Alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



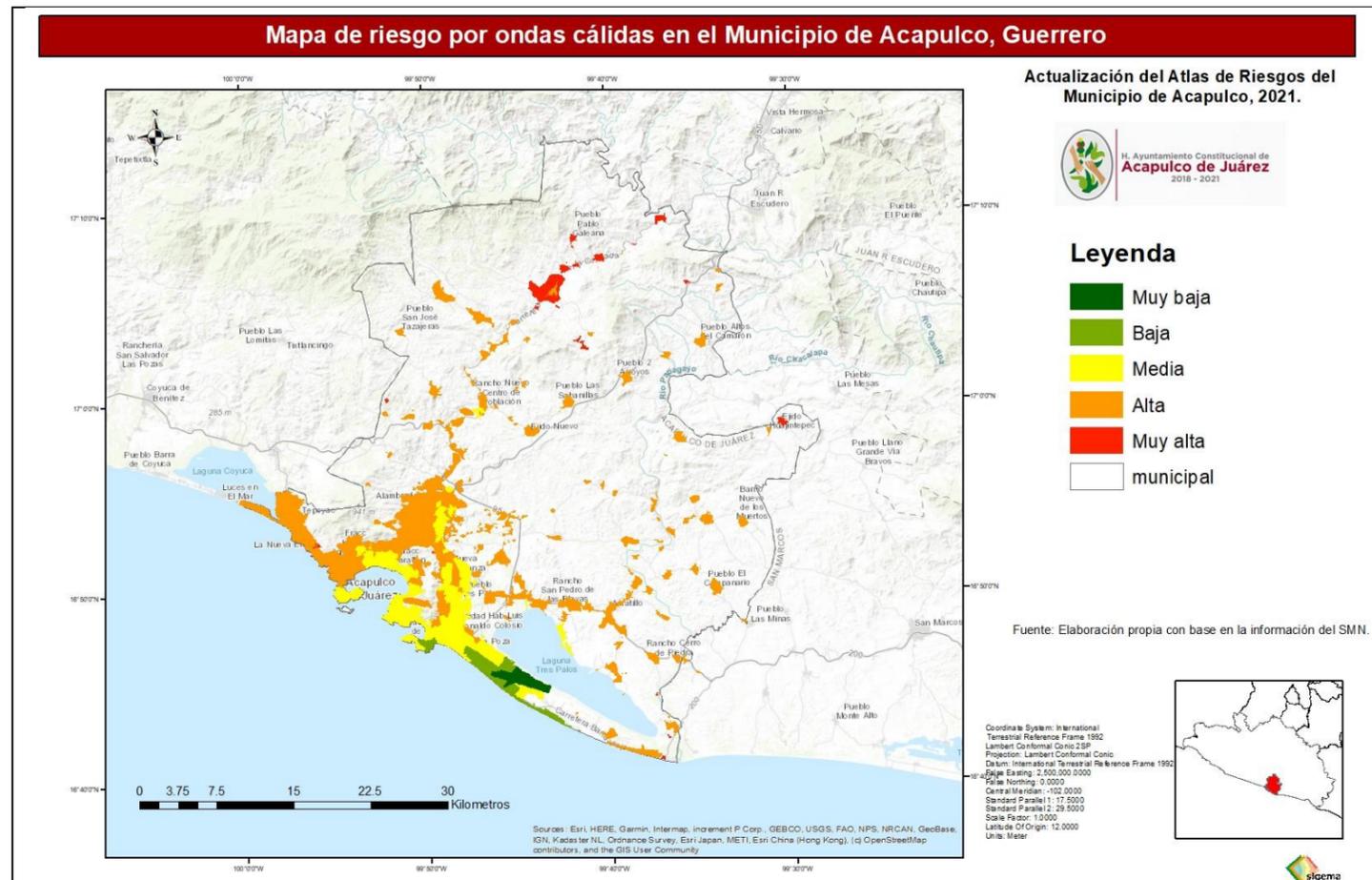
Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010161	San José Tasajeras	391	Alta	Alto	Alto
120010092	Carabali	380	Alta	Alto	Alto
120010131	Las Parotas	356	Muy alta	Medio	Alto
120010177	El Zapote	337	Alta	Alto	Alto
1200100016014	Acapulco de Juárez	332	Alta	Alto	Alto
120010106	Huajintepec	330	Alta	Alto	Alto
1200100014361	Acapulco de Juárez	329	Alta	Alto	Alto
120010160	La Sierrita	308	Alta	Alto	Alto
1200100015586	Acapulco de Juárez	302	Alta	Alto	Alto
1200100016122	Acapulco de Juárez	290	Alta	Alto	Alto
1200100012083	Acapulco de Juárez	274	Alta	Alto	Alto
1200100016480	Acapulco de Juárez	268	Alta	Alto	Alto
1200100015764	Acapulco de Juárez	266	Alta	Alto	Alto
120010587	Rancho las Marías	254	Muy alta	Medio	Alto
1200100016207	Acapulco de Juárez	249	Alta	Alto	Alto
120010171	Venta Vieja	247	Alta	Alto	Alto
120010293	Villa Guerrero	242	Alta	Alto	Alto
120010001454A	Acapulco de Juárez	229	Alta	Alto	Alto
1200100016635	Acapulco de Juárez	225	Alta	Alto	Alto
1200100015124	Acapulco de Juárez	223	Alta	Alto	Alto
1200100015872	Acapulco de Juárez	207	Alta	Alto	Alto
1200100014874	Acapulco de Juárez	203	Alta	Alto	Alto
1200100014380	Acapulco de Juárez	202	Alta	Alto	Alto
120010154	San José Cacahuatpec	200	Muy alta	Medio	Alto
120010162	Teniente José Azueta (Rio Papagayo)	199	Alta	Alto	Alto
120010135	El Pelillo	195	Alta	Alto	Alto
120010493	La Arena	191	Alta	Alto	Alto
120010609	Colonia Seis de Agosto	186	Muy alta	Medio	Alto
120010111	Kilometro 34	185	Alta	Alto	Alto
1200100015868	Acapulco de Juárez	184	Alta	Alto	Alto
120010393	Kilometro Treinta y Dos (Colonia la Unión)	180	Alta	Alto	Alto
1200100016175	Acapulco de Juárez	171	Alta	Alto	Alto
1200100017012	Acapulco de Juárez	165	Alta	Alto	Alto
120010394	Kilometro Treinta y Tres	164	Alta	Alto	Alto
120010604	El Cerrito (Colonia el Cerrito)	163	Muy alta	Medio	Alto
1200100016298	Acapulco de Juárez	151	Alta	Alto	Alto
1200100015478	Acapulco de Juárez	150	Media	Muy alto	Alto
120010001486A	Acapulco de Juárez	147	Alta	Alto	Alto
1200100015105	Acapulco de Juárez	130	Alta	Alto	Alto
1200100016194	Acapulco de Juárez	130	Alta	Alto	Alto
1200100016476	Acapulco de Juárez	124	Alta	Alto	Alto
120010494	Colonia El Puente de Texca	122	Alta	Alto	Alto
1200100015783	Acapulco de Juárez	118	Alta	Alto	Alto
1200100015196	Acapulco de Juárez	117	Alta	Alto	Alto
1200100014215	Acapulco de Juárez	112	Alta	Alto	Alto
120010719	Joyas de San Agustín	112	Alta	Alto	Alto
120010077	Agua del Perro	111	Alta	Alto	Alto

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100016160	Acapulco de Juárez	100	Alta	Alto	Alto
1200100015622	Acapulco de Juárez	76	Alta	Alto	Alto
1200100016993	Acapulco de Juárez	73	Alta	Alto	Alto
1200100015571	Acapulco de Juárez	70	Alta	Alto	Alto
1200100016531	Acapulco de Juárez	68	Alta	Alto	Alto
120010208	Paraje de la Zorra	65	Alta	Alto	Alto
120010193	El Embarcadero (Las Totolas)	63	Muy alta	Medio	Alto
1200100014855	Acapulco de Juárez	55	Alta	Alto	Alto
1200100016495	Acapulco de Juárez	55	Muy alta	Medio	Alto
1200100014817	Acapulco de Juárez	51	Alta	Alto	Alto
1200100015891	Acapulco de Juárez	50	Alta	Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 123: Mapa de Riesgo por Ondas de Calor en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia.

Ondas gélidas

Las Ondas Gélidas son fenómenos meteorológicos que se caracterizan por un gran descenso de la temperatura en un lapso de 24 horas. Se producen cuando grandes masas de aires provenientes del norte conocidas como Frentes Fríos ingresan al territorio generando un descenso significativo de la temperatura

Las Ondas Gélidas representan un riesgo para la población porque pueden provocar enfermedades de tipo circulatorio, infecciones de las vías respiratorias (como rinofaringitis, faringoamigdalitis, laringitis, bronquitis, otitis media y neumonía), así como hipotermia y en casos extremos la muerte.

Peligro por Ondas gélidas

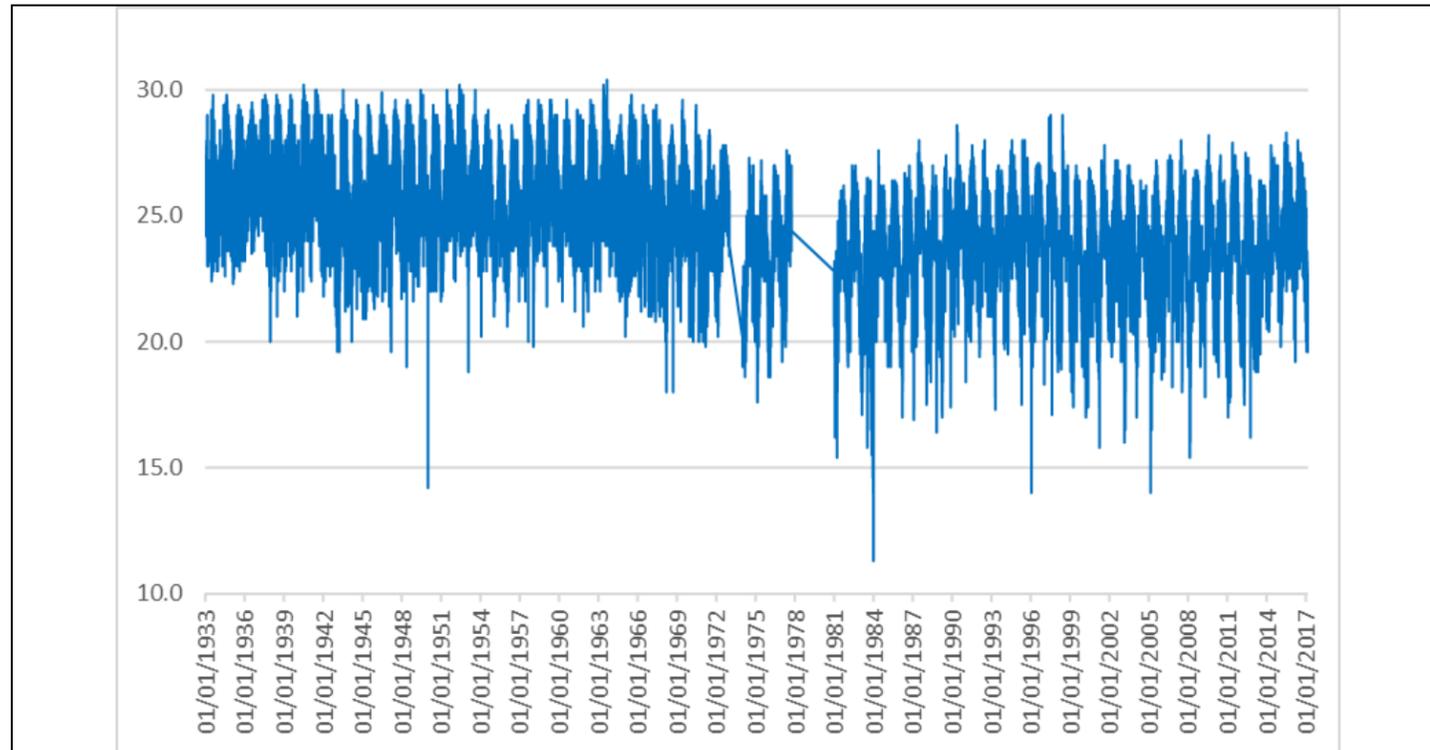
Las Ondas gélidas se determinaron mediante la identificación del umbral de temperatura a partir del cual la población experimenta un incremento en la morbilidad. Dado que todas las poblaciones humanas se adaptan al clima del lugar en el que viven (aclimatación), las temperaturas umbral no pueden ser idénticas en todas las partes del territorio nacional, por ello, se eligió el criterio usado en las Ondas Cálidas de que, a partir de un cierto percentil de los datos diarios de temperatura, así como un periodo de tiempo, se puede determinar el umbral a partir del cual se estima la presencia de una Onda Gélida.

El procedimiento de determinación del umbral fue usar los datos de una estación ubicada en la zona de estudio, con datos diarios de temperatura mayores a 30 años; posteriormente se eligió el percentil 5 para tanto temperaturas mínimas y máximas, así como una duración mayor de 48 horas o 2 días. La metodología a detalle fue la siguiente:

1. Se usaron los datos de las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS), 12029 Chacalapa, 12053 Las Mesas (CFE), 12076 Santa Barbara (CFE), 12095 Xaltianguis (CFE), 12112 El Porvenir, 12142 Acapulco de Juárez (SMN), 12156 El Ocotito, 12172 Acapulco Km. 21, 12183 La Sabana, 12219 Laguna de Coyuca, y 12223 Laguna Tres Palos, ya que cuentan con mediciones de temperatura diarias de al menos 30 años, y sin periodos largos carentes de lecturas.
2. Se analizó la información para detectar anomalías, mismas que no se detectaron luego de revisiones visuales de las gráficas de las variables usadas; también se observó que la información tiene datos nulos cercanos al 2%, pero en ningún caso esas lecturas nulas superaron más de 15 días continuos. Luego de este proceso de revisión, la información faltante o dudosa se depuró para evitar errores estadísticos.



Ilustración 124: Temperatura mínima diaria de la estación 12002 Acapulco de Juárez (OBS) para el periodo 1933-2017.



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

3. Se realizó la estadística de la temperatura máxima y mínima diaria estimando para ambas temperaturas el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación, la asimetría, la curtosis y el percentil 5, siendo este último el que se usó de temperatura umbral.

Tabla 47: Determinación estadística del umbral de Ondas Gélidas

Est.	Temp.	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Asimetría	Curtosis	Percentil 5	Periodo
12002	máx.	31.3	1.8	0.059	-0.260	0.803	28.3	01/01/1933
	min	24.8	2.2	0.090	-0.473	0.328	20.8	28/02/2017
12009	máx.	34.3	2.3	0.066	-0.589	0.402	30.5	01/01/1979
	min	19.0	2.3	0.121	-0.206	0.391	15.0	30/05/2017

Est.	Temp.	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Asimetría	Curtosis	Percentil 5	Periodo
12053	máx.	33.0	2.9	0.087	-0.246	0.364	28.4	09/03/1963
	min	21.4	1.6	0.076	-0.410	1.012	18.5	31/12/2000
12076	máx.	28.5	3.1	0.108	-0.382	0.568	23.0	07/01/1963
	min	15.0	3.2	0.211	-0.266	-0.610	10.0	30/11/2000
12095	máx.	31.5	2.2	0.070	-0.417	1.305	28.0	01/02/1961
	min	18.0	2.9	0.162	-0.512	-0.505	13.0	31/12/2000
12112	máx.	30.6	2.1	0.069	0.206	1.479	27.0	18/03/1964
	min	18.4	3.6	0.194	-0.106	-0.886	13.0	31/10/2018
12142	máx.	31.2	1.6	0.052	-0.091	0.353	28.5	11/08/1972
	min	24.4	1.5	0.061	-0.244	0.304	22.0	28/02/2019
12156	máx.	30.5	3.4	0.110	-0.610	0.737	24.0	01/11/1973
	min	17.7	2.8	0.159	-0.559	-0.184	13.0	30/04/2019
12172	máx.	34.4	2.3	0.067	-0.126	0.299	31.0	01/07/1971
	min	20.7	2.6	0.125	-0.504	-0.433	16.0	31/10/2018
12183	máx.	32.5	1.5	0.045	1.006	9.678	30.0	23/08/1978
	min	23.1	1.9	0.084	-0.583	0.952	19.5	31/10/2018
12219	máx.	31.4	1.6	0.050	0.042	-0.006	29.0	24/09/1981
	min	22.5	2.0	0.088	-0.652	0.373	19.0	30/10/2018
12223	máx.	32.3	2.3	0.071	0.788	0.589	29.0	06/12/1981
	min	23.4	2.0	0.088	-0.034	-0.230	20.0	30/09/2018

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

4. Las Ondas Gélidas se determinaron en función del percentil 5, por lo que se identifican las lecturas con temperaturas iguales o inferiores a este umbral, tanto para la temperatura máxima como para la mínima, y que hayan durado 2 días o más.

5. Cuando se ha identificado una Onda Gélida, se realizan los siguientes cálculos: una OC, se calculan sus parámetros, los cuales se enlistan a continuación:

- a) Fecha de inicio (FI), La fecha en que inicia la Onda Gélida.
- b) Fecha de término (FT), La fecha en que termina la onda gélida.
- c) Duración (D), medida en días.
- d) Temperatura Máxima (TMax), temperatura máxima alcanzada en la onda gélida.
- e) Temperatura Mínima (TMin), temperatura mínima alcanzada en la onda gélida.



Tabla 48: Parámetros de las Ondas Gélidas identificadas en las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS) y 12142 Acapulco de Juárez

(SMN)				
FI	FT	D	TMmax	TMmin
12002 Acapulco de Juárez (OBS)				
19/01/1958	20/01/1958	2	26.0	19.8
22/01/1965	23/01/1965	2	27.0	20.2
13/03/1968	14/03/1968	2	27.8	18.0
20/01/1974	21/01/1974	2	28.2	19.0
11/01/1984	12/01/1984	2	26.5	20.0
30/03/1989	31/03/1989	2	28.0	17.0
05/02/1992	06/02/1992	2	28.3	19.4
16/02/1998	18/02/1998	3	28.2	19.8
17/03/2000	20/03/2000	4	28.2	17.0
18/03/2001	19/03/2001	2	28.0	19.4
30/03/2001	31/03/2001	2	27.8	17.4
19/03/2003	22/03/2003	4	28.0	16.5
21/02/2008	22/02/2008	2	28.2	17.5
12142 Acapulco de Juárez (SMN)				
25/03/1975	26/03/1975	2	28.5	21.0
04/03/1976	05/03/1976	2	28.5	20.5
07/03/1976	08/03/1976	2	28.0	21.0
07/10/1976	09/10/1976	3	28.0	21.0
08/02/1978	09/02/1978	2	28.5	21.0
24/01/1980	27/01/1980	4	28.5	20.0
23/01/1981	28/01/1981	6	28.5	20.0
28/03/1981	31/03/1981	4	28.0	21.5
06/05/1981	07/05/1981	2	28.5	21.5
04/01/1982	06/01/1982	3	27.5	20.0
23/01/1983	24/01/1983	2	28.0	21.5
16/02/1983	21/02/1983	6	28.5	21.5
26/02/1983	28/02/1983	3	28.0	20.0
13/03/1983	14/03/1983	2	27.5	20.0
20/03/1983	21/03/1983	2	28.0	21.0
02/04/1983	03/04/1983	2	28.5	22.0
14/09/1984	15/09/1984	2	27.0	21.5
21/09/1984	23/09/1984	3	28.0	21.5
31/03/1985	01/04/1985	2	27.0	21.5
02/04/1985	03/04/1985	2	27.5	22.0
24/04/1985	01/05/1985	8	28.5	21.0
09/03/1986	16/03/1986	8	28.0	20.0

FI	FT	D	TMmax	TMmin
18/03/1986	20/03/1986	3	28.0	20.0
30/03/1989	31/03/1989	2	28.5	20.0
31/01/1992	01/02/1992	2	26.5	20.0
05/02/1992	06/02/1992	2	28.5	20.0
06/07/1993	07/07/1993	2	27.5	21.5
09/10/1997	10/10/1997	2	26.5	21.0
16/02/1998	19/02/1998	4	28.5	21.0
04/12/1999	05/12/1999	2	28.0	20.5
03/01/2000	04/01/2000	2	28.5	21.5
24/01/2000	26/01/2000	3	28.5	21.5
19/09/2000	20/09/2000	2	28.0	22.0
18/03/2001	19/03/2001	2	28.5	18.0
28/03/2001	01/04/2001	4	28.5	20.5
20/03/2003	23/03/2003	4	28.5	21.0
09/03/2005	10/03/2005	2	28.5	21.0
16/01/2008	27/01/2008	12	28.0	20.5
18/02/2008	27/02/2008	10	28.5	21.0
01/03/2008	07/03/2008	7	28.5	20.0
24/01/2011	26/01/2011	3	28.5	21.0
01/04/2012	05/04/2012	5	28.0	20.0
12/04/2012	18/04/2012	7	28.0	21.0
20/04/2012	21/04/2012	2	28.5	21.0
21/10/2013	22/10/2013	2	26.0	21.0
10/02/2015	12/02/2015	3	28.0	22.0
26/02/2015	27/02/2015	2	28.0	22.0
09/03/2016	14/03/2016	6	28.0	18.0
20/01/2017	21/01/2017	2	28.0	22.0
12/02/2017	14/02/2017	3	28.5	22.0
22/02/2017	24/02/2017	3	28.5	21.0
04/04/2017	05/04/2017	2	28.5	21.0
13/09/2017	14/09/2017	2	27.0	20.0
13/12/2017	14/12/2017	2	28.0	21.5
27/12/2017	30/12/2017	4	28.5	21.0
03/01/2018	06/01/2018	4	28.0	20.0
19/01/2018	20/02/2018	2	28.0	21.0
01/03/2018	02/03/2018	2	28.5	21.0
05/03/2018	08/03/2018	4	28.5	21.5
16/03/2018	19/03/2018	4	27.5	21.0
03/04/2018	04/04/2018	2	28.0	21.5
06/04/2018	07/04/2018	2	27.5	22.0
16/06/2018	18/06/2018	3	28.5	21.0
02/12/2018	03/01/2019	2	28.0	21.0
27/01/2019	29/01/2019	3	28.0	21.0



FI	FT	D	TMmax	TMmin
17/02/2019	18/02/2019	2	27.5	21.0

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

6. Posteriormente, se agruparon las Ondas Gélidas por periodo otoño-invierno, empezando en el otoño del año $n1$ hasta el fin del invierno en el año $n2$, es decir, en el periodo bianual septiembre-marzo. Por ejemplo, una onda gélida de enero de 1994 pertenece al periodo 1993-1994, mientras que otra de noviembre de 1994, pertenece al periodo 1994-1995.

- a) Número de eventos por periodo (NEP).
- b) Temperatura máxima registrada en todas las ondas gélidas del periodo (TMaxR).
- c) Temperatura mínima registrada en todas las ondas gélidas del periodo (TMinR).

Tabla 49: Parámetros anuales de las Ondas Gélidas de las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS) y 12142 Acapulco de Juárez (SMN)

Periodo	NEP	TMR max	TMR min
12002 Acapulco de Juárez (OBS)			
1957-1958	1	26	19.8
1964-1965	1	27	20.2
1967-1968	1	27.8	18
1973-1974	1	28.2	19
1983-1984	1	26.5	20
1988-1989	1	28	17
1991-1992	1	28.3	19.4
1997-1998	1	28.2	19.8
1999-2000	1	28.2	17
2000-2001	2	28	17.4
2002-2003	1	28	16.5
2007-2008	1	28.2	17.5
12142 Acapulco de Juárez (SMN)			
1974-1975	1	28.5	21
1975-1976	2	28.5	20.5
1976-1977	1	28	21
1977-1978	1	28.5	21
1979-1980	1	28.5	20

Periodo	NEP	TMR max	TMR min
1980-1981	3	28.5	20
1981-1982	1	27.5	20
1982-1983	6	28.5	20
1984-1985	5	28.5	21
1985-1986	2	28	20
1988-1989	1	28.5	20
1991-1992	2	28.5	20
1992-1993	1	27.5	21.5
1997-1998	2	28.5	21
1999-2000	3	28.5	20.5
2000-2001	3	28.5	18
2002-2003	1	28.5	21
2004-2005	1	28.5	21
2007-2008	3	28.5	20
2010-2011	1	28.5	21
2011-2012	3	28.5	20
2013-2014	1	26	21
2014-2015	2	28	22
2015-2016	1	28	18
2016-2017	4	28.5	21
2017-2018	11	28.5	20
2018-2019	3	28	21

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

7. Para todas las ondas gélidas, se calculó lo siguiente:

- a) Mes más probable (MMP). Es el mes que más ondas gélidas ha registrado. También se hizo el cálculo de probabilidad de ocurrencia de ondas gélidas por cada mes del año.
- b) Duración de la onda gélida más probable (DMP).
- c) Probabilidad anual de ocurrencia (P), es la probabilidad medida en porcentaje de que ocurran ondas gélidas en un año.

Tabla 50: Probabilidad de ocurrencia de Ondas gélidas

Estación	Nombre	MMP	DMP	P
----------	--------	-----	-----	---



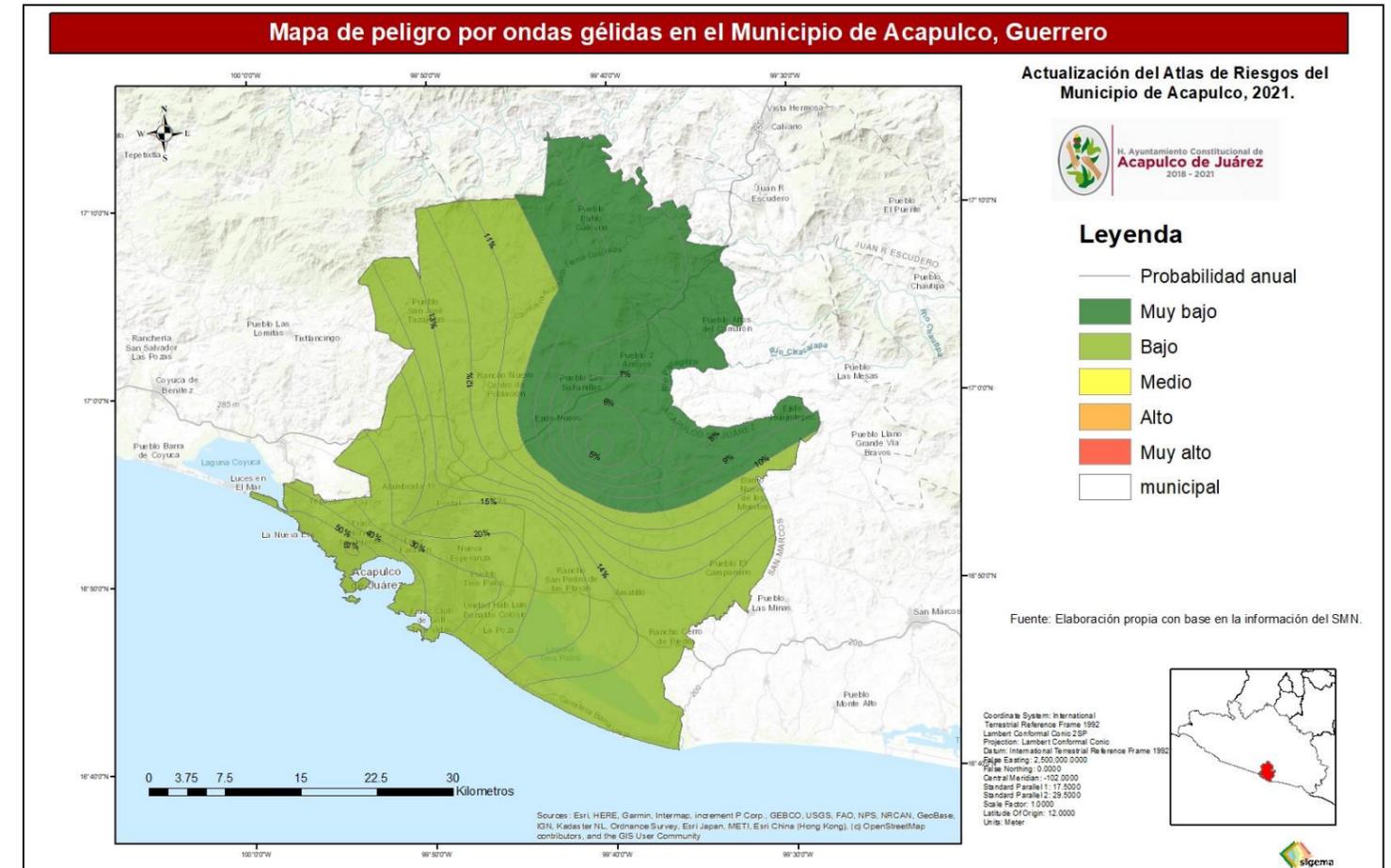
Estación	Nombre	MMP	DMP	P
12002	Acapulco de Juárez (OBS)	marzo	2.38	14.25%
12029	Chacalapa	noviembre	3.14	13.02%
12053	Las Mesas (CFE)	febrero	2.40	7.94%
12076	Santa Barbara (CFE)	enero	2.93	10.55%
12095	Xaltianguis (CFE)	febrero	3.00	10.03%
12112	El Porvenir	enero	2.45	18.28%
12142	Acapulco de Juárez (SMN)	marzo	3.29	57.94%
12156	El Ocotito	enero	2.50	6.59%
12172	Acapulco Km. 21	febrero	2.00	4.22%
12183	La Sabana	enero	2.64	14.93%
12219	Laguna de Coyuca	febrero	2.73	21.56%
12223	Laguna Tres Palos	marzo	3.96	32.61%

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

8. Al igual que en las ondas de calor, los resultados del análisis de ondas gélidas de las estaciones 12002 Acapulco de Juárez (OBS), 12029 Chacalapa, 12053 Las Mesas (CFE), 12076 Santa Barbara (CFE), 12095 Xaltianguis (CFE), 12112 El Porvenir, 12142 Acapulco de Juárez (SMN), 12156 El Ocotito, 12172 Acapulco Km. 21, 12183 La Sabana, 12219 Laguna de Coyuca, y 12223 Laguna Tres Palos se interpolaron y modelaron para todo el Municipio.

Con base en el análisis, con especial énfasis en la Probabilidad Anual de Ocurrencia (P) que es de 17.66% y que las temperaturas mínimas esperadas serán mayores a 16°C, se determinó que el índice de peligro por ondas gélidas en el Municipio de Acapulco es **BAJO**.

Tabla 51: Mapa del grado de peligro por ondas gélidas en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología modificada de Herrera Alanís 2011.

Vulnerabilidad social por Ondas Gélidas

Es complejo determinar la vulnerabilidad a las ondas gélidas. Aunque las temperaturas bajas sean las mismas en dos ocasiones diferentes, sus efectos en el ser humano pueden ser muy distintos. Esto depende del viento, la humedad atmosférica y la radiación solar; por ejemplo, si hay viento y la humedad es alta ocurren mayores daños. Por otra parte, el clima puede ser agradable con temperaturas bajas, siempre y cuando no exista viento y la



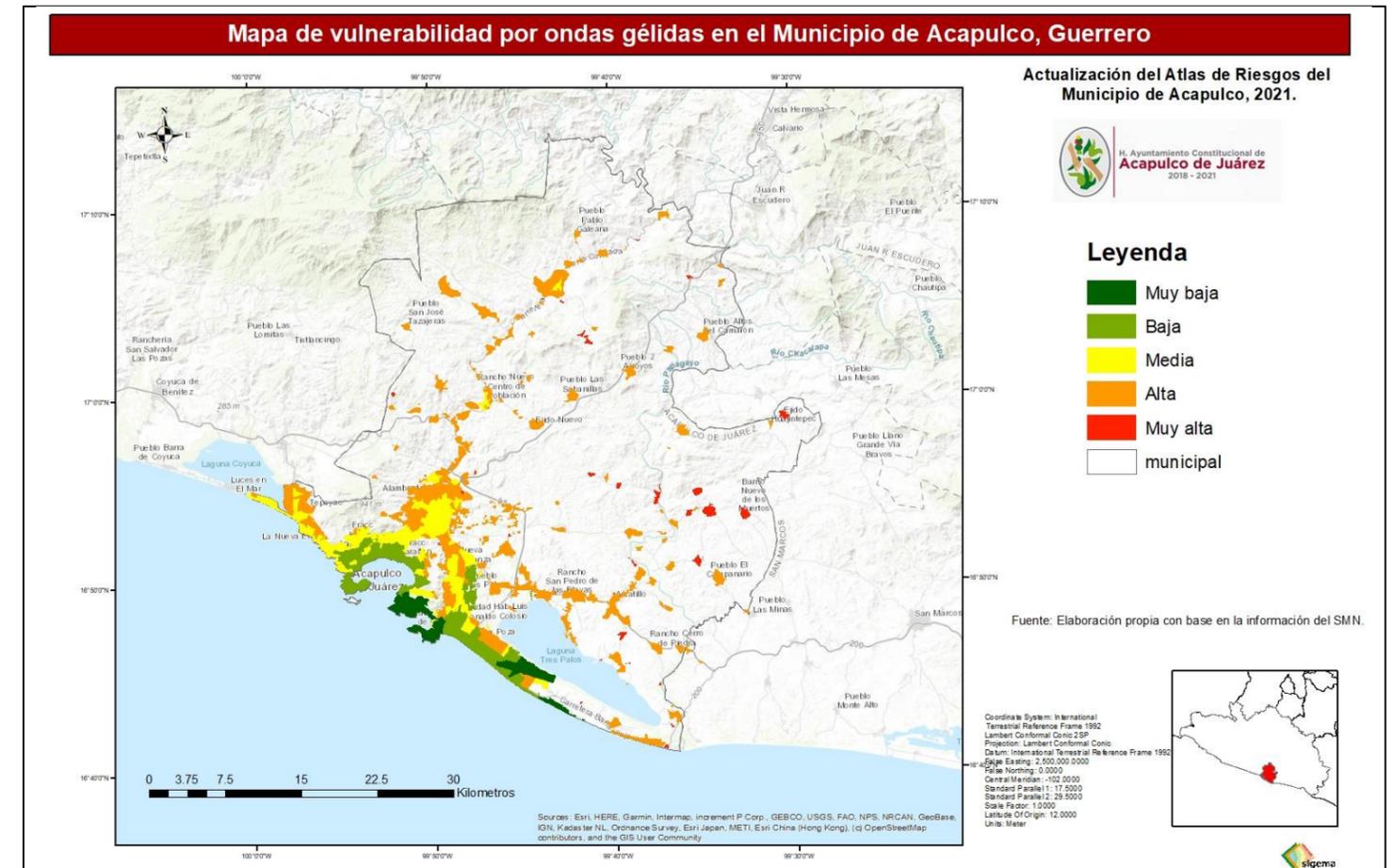
radiación solar sea alta. Esto ocurre porque normalmente un ser humano produce una capa de aire más cálida cerca de su cuerpo. Cuando el viento elimina esta capa, el cuerpo tiene que calentarse nuevamente. En este proceso aumenta el consumo de energía, por lo que la temperatura del cuerpo desciende.

Otro efecto del viento es que provoca mayor evaporación en el cuerpo. Adicionalmente éste pierde energía cuando hay sudor. Por eso se siente un enfriamiento más rápido cuando el cuerpo está mojado. Por lo anterior, las temperaturas bajas son peligrosas cuando la humedad atmosférica es alta.

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

Para determinar la vulnerabilidad a las ondas gélidas se realizó el cálculo de acuerdo con la metodología del CENAPRED "Determinación de la Vulnerabilidad Social" (ver Anexo de Vulnerabilidad), con la premisa de que el contexto socioeconómico determina el nivel de afectación de la población frente a las ondas gélidas, principalmente mediante el grado de acceso a la salud, tipo de vivienda, etc. De los resultados de este análisis se determinó que en general, la vulnerabilidad a las ondas gélidas en el Municipio de Acapulco es **ALTA**, aunque en las localidades urbanas más grandes la vulnerabilidad se reduce a media y baja.

Ilustración 125: Mapa de Vulnerabilidad a ondas gélidas en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de Determinación de la Vulnerabilidad Social, CENAPRED.

Riesgo por Ondas Gélidas

Una vez obtenida la vulnerabilidad social en categorías cualitativas, se procedió a asignarles un valor numérico, siendo 1 para vulnerabilidad muy baja, incrementándose sucesivamente hasta 5 para vulnerabilidad muy alta; se procedió en el mismo sentido con el índice de peligro para estandarizar valores cualitativos y cuantitativos; los valores de ambas categorías, peligro y vulnerabilidad se suman para después dividirse entre dos, mediante un proceso de Map Algebra en un sistema de información geográfica (SIG). Este análisis permite obtener los valores de riesgo por AGEB, que es la unidad territorial más homogénea en términos de ocupación humana. Con base en

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



este método se determinó que el riesgo por ondas gélidas en el Municipio de Acapulco en general es **MEDIO**. Los resultados más relevantes se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 52: AGEB con mayor riesgo por Ondas Gélidas en el Municipio de Acapulco

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010107	Huamuchitos	2076	Muy alta	Bajo	Alto
120010082	Apalani	1475	Muy alta	Bajo	Alto
120010086	Barrio Nuevo de los Muertos	1264	Muy alta	Bajo	Alto
120010091	El Cantón	590	Muy alta	Bajo	Alto
120010609	Colonia Seis de Agosto	186	Muy alta	Bajo	Alto
120010753	Paraíso Lomas de Chapultepec (El Plantón)	171	Muy alta	Bajo	Alto
120010604	El Cerrito (Colonia el Cerrito)	163	Muy alta	Bajo	Alto
120010193	El Embarcadero (Las Totolas)	63	Muy alta	Bajo	Alto
1200100016495	Acapulco de Juárez	55	Muy alta	Bajo	Alto
120010353	Cabeza de Tigre	49	Muy alta	Bajo	Alto
1200100816546	Amatillo	47	Muy alta	Bajo	Alto
120010158664A	San Pedro las Playas	41	Muy alta	Bajo	Alto
120010696	Colonia Nueva de San Rafael	36	Muy alta	Bajo	Alto
1200101586423	San Pedro las Playas	24	Muy alta	Bajo	Alto
120010120	Loma Larga	23	Muy alta	Bajo	Alto
120010479	Las Marcelas	19	Muy alta	Bajo	Alto
120010158707A	San Pedro las Playas	11	Muy alta	Bajo	Alto
120010749	Colonia Alvarado	10	Muy alta	Bajo	Alto
1200100016921	Acapulco de Juárez	8	Muy alta	Bajo	Alto
1200100017173	Acapulco de Juárez	4	Muy alta	Bajo	Alto
1200100015923	Acapulco de Juárez	3	Muy alta	Bajo	Alto
120010756	Mi Refugio (La Nopalera)	2	Muy alta	Bajo	Alto
120010754	La Granja Escolar (La Cabana)	2	Muy alta	Bajo	Alto
120010755	Arroyo Tamarindillo	1	Muy alta	Bajo	Alto
120010387	La Hacienda (La Hacienda de Papagayo)	1	Muy alta	Bajo	Alto
1200100013240	Acapulco de Juárez	4229	Alta	Bajo	Medio
1200100013556	Acapulco de Juárez	4180	Alta	Bajo	Medio
1200100814751	Amatillo	3867	Alta	Bajo	Medio
1200100012914	Acapulco de Juárez	3115	Alta	Bajo	Medio
1200100012929	Acapulco de Juárez	3035	Alta	Bajo	Medio
1200100013039	Acapulco de Juárez	2941	Alta	Bajo	Medio
1200100012882	Acapulco de Juárez	2910	Alta	Bajo	Medio
1200100011371	Acapulco de Juárez	2667	Alta	Bajo	Medio
1200100013611	Acapulco de Juárez	2642	Alta	Bajo	Medio
1200100012986	Acapulco de Juárez	2639	Alta	Bajo	Medio
1200100013414	Acapulco de Juárez	2628	Alta	Bajo	Medio
120010087	El Bejuco	2457	Alta	Bajo	Medio
1200101670068	Tuncingo	2410	Alta	Bajo	Medio
1200100012558	Acapulco de Juárez	2389	Alta	Bajo	Medio

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010164	Texca	2314	Alta	Bajo	Medio
1200100012933	Acapulco de Juárez	2267	Alta	Bajo	Medio
1200100013128	Acapulco de Juárez	2262	Alta	Bajo	Medio
120010166408A	Tres Palos	2232	Alta	Bajo	Medio
1200100013024	Acapulco de Juárez	2226	Alta	Bajo	Medio
1200100014272	Acapulco de Juárez	2221	Alta	Bajo	Medio
1200100015374	Acapulco de Juárez	2186	Alta	Bajo	Medio
120010155	Lomas de San Juan	2161	Alta	Bajo	Medio
1200100013950	Acapulco de Juárez	2127	Alta	Bajo	Medio
1200100014906	Acapulco de Juárez	2117	Alta	Bajo	Medio
120010078	Aguas Calientes	2099	Alta	Bajo	Medio
1200100013518	Acapulco de Juárez	2098	Alta	Bajo	Medio
1200100013077	Acapulco de Juárez	2081	Alta	Bajo	Medio
1200100012971	Acapulco de Juárez	2073	Alta	Bajo	Medio
1200100013255	Acapulco de Juárez	2066	Alta	Bajo	Medio
120010121	Lomas de Chapultepec	2064	Alta	Bajo	Medio
1200101585266	San Pedro las Playas	1987	Alta	Bajo	Medio
1200100013927	Acapulco de Juárez	1979	Alta	Bajo	Medio
1200100013486	Acapulco de Juárez	1961	Alta	Bajo	Medio
1200101664075	Tres Palos	1952	Alta	Bajo	Medio
1200100014304	Acapulco de Juárez	1947	Alta	Bajo	Medio
1200100013490	Acapulco de Juárez	1937	Alta	Bajo	Medio
1200100014018	Acapulco de Juárez	1916	Alta	Bajo	Medio
1200100014126	Acapulco de Juárez	1908	Alta	Bajo	Medio
1200100013166	Acapulco de Juárez	1899	Alta	Bajo	Medio
120010001301A	Acapulco de Juárez	1878	Alta	Bajo	Medio
1200100013804	Acapulco de Juárez	1876	Alta	Bajo	Medio
1200100013522	Acapulco de Juárez	1861	Alta	Bajo	Medio
1200100015389	Acapulco de Juárez	1859	Alta	Bajo	Medio
1200100015603	Acapulco de Juárez	1859	Alta	Bajo	Medio
1200100013005	Acapulco de Juárez	1843	Alta	Bajo	Medio
1200100011812	Acapulco de Juárez	1837	Alta	Bajo	Medio
1200100013289	Acapulco de Juárez	1793	Alta	Bajo	Medio
1200100015336	Acapulco de Juárez	1780	Alta	Bajo	Medio
120010098	La Concepción	1770	Alta	Bajo	Medio
1200100013965	Acapulco de Juárez	1768	Alta	Bajo	Medio
1200100013397	Acapulco de Juárez	1727	Alta	Bajo	Medio
1200101585251	San Pedro las Playas	1716	Alta	Bajo	Medio
1200100012990	Acapulco de Juárez	1657	Alta	Bajo	Medio
1200101280551	Los Órganos de Juan R. Escudero	1642	Alta	Bajo	Medio
1200100011437	Acapulco de Juárez	1640	Alta	Bajo	Medio
1200100013946	Acapulco de Juárez	1595	Alta	Bajo	Medio
1200101530532	San Isidro Gallinero (El Gallinero)	1584	Alta	Bajo	Medio
1200100013626	Acapulco de Juárez	1575	Alta	Bajo	Medio
120010157	San Pedro Cacahuatpec (Vereda de Amatillo)	1552	Alta	Bajo	Medio
1200100015529	Acapulco de Juárez	1543	Alta	Bajo	Medio
1200100012204	Acapulco de Juárez	1540	Alta	Bajo	Medio

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200101734094	Xaltianguis	1530	Alta	Bajo	Medio
1200100015482	Acapulco de Juárez	1520	Alta	Bajo	Medio
1200100012115	Acapulco de Juárez	1520	Alta	Bajo	Medio
1200100013594	Acapulco de Juárez	1489	Alta	Bajo	Medio
1200101661795	Tres Palos	1484	Alta	Bajo	Medio
1200100015618	Acapulco de Juárez	1470	Alta	Bajo	Medio
120010090	Campanario	1459	Alta	Bajo	Medio
1200100015552	Acapulco de Juárez	1447	Alta	Bajo	Medio
120010109	Kilometro 21	1435	Alta	Bajo	Medio
120010104	La Estación	1419	Alta	Bajo	Medio
120010349	San Andrés Playa Encantada (El Podrido)	1398	Alta	Bajo	Medio
120010001550A	Acapulco de Juárez	1385	Alta	Bajo	Medio
120010151	El Salto	1385	Alta	Bajo	Medio
1200100013791	Acapulco de Juárez	1358	Alta	Bajo	Medio
1200100014342	Acapulco de Juárez	1341	Alta	Bajo	Medio
120010095	Cerro de Piedra	1337	Alta	Bajo	Medio
1200100011668	Acapulco de Juárez	1329	Alta	Bajo	Medio
1200100012219	Acapulco de Juárez	1313	Alta	Bajo	Medio
1200100014696	Acapulco de Juárez	1286	Alta	Bajo	Medio
120010125	El Metlapil	1286	Alta	Bajo	Medio
1200100013999	Acapulco de Juárez	1272	Alta	Bajo	Medio
1200100013912	Acapulco de Juárez	1268	Alta	Bajo	Medio
1200100015675	Acapulco de Juárez	1234	Alta	Bajo	Medio
1200100013876	Acapulco de Juárez	1223	Alta	Bajo	Medio
1200100014234	Acapulco de Juárez	1220	Alta	Bajo	Medio
120010113	Kilometro 40	1199	Alta	Bajo	Medio
1200100015393	Acapulco de Juárez	1179	Alta	Bajo	Medio
1200100011850	Acapulco de Juárez	1172	Alta	Bajo	Medio
1200100015317	Acapulco de Juárez	1169	Alta	Bajo	Medio
1200101530547	San Isidro Gallinero (El Gallinero)	1125	Alta	Bajo	Medio
1200100013147	Acapulco de Juárez	1114	Alta	Bajo	Medio
1200101280566	Los Órganos de Juan R. Escudero	1114	Alta	Bajo	Medio
1200100015656	Acapulco de Juárez	1111	Alta	Bajo	Medio
1200100012223	Acapulco de Juárez	1089	Alta	Bajo	Medio
1200100011687	Acapulco de Juárez	1087	Alta	Bajo	Medio
120010152	San Antonio	1081	Alta	Bajo	Medio
1200100015355	Acapulco de Juárez	1073	Alta	Bajo	Medio
1200100014287	Acapulco de Juárez	1060	Alta	Bajo	Medio
1200100013471	Acapulco de Juárez	1045	Alta	Bajo	Medio
120010297	El Arenal	1039	Alta	Bajo	Medio
120010658	Colonia Alborada	1031	Alta	Bajo	Medio
1200100013895	Acapulco de Juárez	1023	Alta	Bajo	Medio
1200100015590	Acapulco de Juárez	1021	Alta	Bajo	Medio
120010568	Colonia Nueva Generación	1012	Alta	Bajo	Medio
120010478	Nueva Frontera	998	Alta	Bajo	Medio
1200100014427	Acapulco de Juárez	989	Alta	Bajo	Medio
120010143	La Providencia	989	Alta	Bajo	Medio

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010137	Piedra Imán	988	Alta	Bajo	Medio
1200100014681	Acapulco de Juárez	979	Alta	Bajo	Medio
1200100015406	Acapulco de Juárez	969	Alta	Bajo	Medio
120010129	Los Órganos de San Agustín (El Quemado)	965	Alta	Bajo	Medio
1200100011653	Acapulco de Juárez	964	Alta	Bajo	Medio
120010126	Oaxaquillas	929	Alta	Bajo	Medio
1200100014554	Acapulco de Juárez	914	Alta	Bajo	Medio
120010141	Las Plazuelas	891	Alta	Bajo	Medio
120010377	10 de Abril	879	Alta	Bajo	Medio
120010001422A	Acapulco de Juárez	873	Alta	Bajo	Medio
120010085	Barra Vieja	869	Alta	Bajo	Medio
120010099	Las Cruces de Cacahuatpec	867	Alta	Bajo	Medio
1200100014319	Acapulco de Juárez	833	Alta	Bajo	Medio
1200100013787	Acapulco de Juárez	831	Alta	Bajo	Medio
120010112	Kilometro 39	831	Alta	Bajo	Medio
1200100016048	Acapulco de Juárez	824	Alta	Bajo	Medio
120010117	Laguna del Quemado	819	Alta	Bajo	Medio
120010083	Apanhuac (Apanguaque)	802	Muy alta	Muy bajo	Medio
1200101101738	Kilometro 30	793	Alta	Bajo	Medio
120010502	Colonia Loma Larga (El Basurero)	791	Alta	Bajo	Medio
1200100016141	Acapulco de Juárez	789	Alta	Bajo	Medio
120010574	Colonia La Frontera Aguacatillo	784	Alta	Bajo	Medio
1200100017099	Acapulco de Juárez	779	Alta	Bajo	Medio
120010114	Kilometro 42 (Juan N. Álvarez)	775	Alta	Bajo	Medio
1200100015730	Acapulco de Juárez	768	Alta	Bajo	Medio
1200100017046	Acapulco de Juárez	760	Alta	Bajo	Medio
120010001618A	Acapulco de Juárez	753	Alta	Bajo	Medio
1200100015232	Acapulco de Juárez	753	Alta	Bajo	Medio
120010355	Tasajeras	746	Alta	Bajo	Medio
1200101101742	Kilometro 30	742	Alta	Bajo	Medio
1200100013467	Acapulco de Juárez	740	Alta	Bajo	Medio
1200100013503	Acapulco de Juárez	734	Alta	Bajo	Medio
1200100011244	Acapulco de Juárez	726	Alta	Bajo	Medio
1200100016300	Acapulco de Juárez	715	Alta	Bajo	Medio
1200100015497	Acapulco de Juárez	712	Alta	Bajo	Medio
1200100016279	Acapulco de Juárez	712	Alta	Bajo	Medio
1200100017101	Acapulco de Juárez	694	Alta	Bajo	Medio
1200100011899	Acapulco de Juárez	692	Alta	Bajo	Medio
120010242	Bella Vista Papagayo	690	Alta	Bajo	Medio
1200100017116	Acapulco de Juárez	681	Alta	Bajo	Medio
120010411	Nicolas Bravo (Zanja del Teniente)	675	Alta	Bajo	Medio
1200100014747	Acapulco de Juárez	663	Alta	Bajo	Medio
120010169	El Veladero (Veladero Morelos)	657	Alta	Bajo	Medio
1200101731719	Xaltianguis	644	Alta	Bajo	Medio
1200100015548	Acapulco de Juárez	639	Alta	Bajo	Medio
120010001397A	Acapulco de Juárez	635	Alta	Bajo	Medio
120010080	Amatepec	635	Muy alta	Muy bajo	Medio

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ

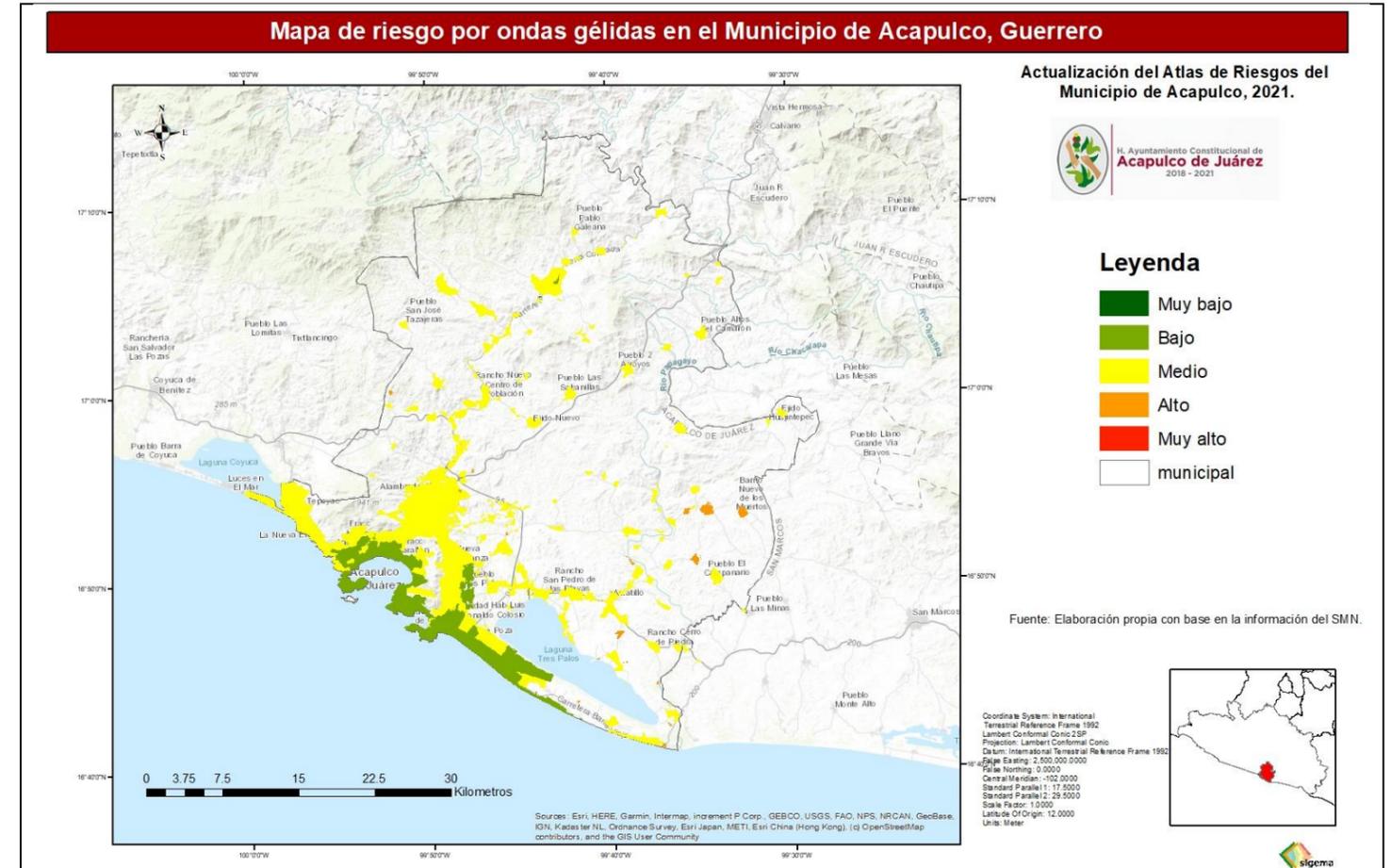


H. Ayuntamiento Constitucional de
Acapulco de Juárez
2018 - 2021

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010566	Colonia Miguel Terrazas Rivera	625	Alta	Bajo	Medio
120010001511A	Acapulco de Juárez	620	Alta	Bajo	Medio
1200100016230	Acapulco de Juárez	619	Alta	Bajo	Medio
120010503	Colonia Nueva Luz	618	Alta	Bajo	Medio
120010088	Cacahuatpec	611	Alta	Bajo	Medio
1200100013236	Acapulco de Juárez	609	Alta	Bajo	Medio
120010454	Colonia Mangos (El Quemado)	574	Alta	Bajo	Medio
1200100014431	Acapulco de Juárez	572	Alta	Bajo	Medio
120010343	Las Chanecas	567	Alta	Bajo	Medio
120010158625A	San Pedro las Playas	548	Alta	Bajo	Medio
120010459	Vista Hermosa	532	Alta	Bajo	Medio
1200100016777	Acapulco de Juárez	510	Alta	Bajo	Medio
120010119	Lomas del Aire	495	Alta	Bajo	Medio
120010504	Colonia Praderas de Guadalupe	481	Alta	Bajo	Medio
120010147	El Rincón	477	Alta	Bajo	Medio
120010140	Playones de San Isidro	470	Alta	Bajo	Medio
120010150	Salsipuedes	459	Alta	Bajo	Medio
1200100014395	Acapulco de Juárez	450	Alta	Bajo	Medio
1200100015139	Acapulco de Juárez	448	Alta	Bajo	Medio

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 126: Mapa de Riesgo por Ondas Gélidas en el Municipio de Acapulco.



Fuente: Elaboración propia.



Sequías

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

Peligro por Sequías

Para este trabajo se han usado los datos del Monitor de Sequía de México (SMN-Conagua), el cual realiza una Clasificación de la Intensidad de la Sequía de acuerdo con los datos de anomalías de lluvia registradas por las estaciones meteorológicas locales de todo el país. La clasificación de la sequía se aplica principalmente para riesgos alimentarios y se divide en los siguientes rangos:

D0 Anormalmente Seco: Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.

D1 Sequía Moderada: Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.

D2 Sequía Severa: Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.

D3 Sequía Extrema: Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.

D4 Sequía Excepcional: Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

A partir de los datos obtenidos por el Monitor de la Sequía, se observa que este fenómeno hidrometeorológico afecta de forma recurrente al Municipio de Acapulco. Las mediciones de enero 2003 a febrero de 2021 muestran que en 218 meses de monitoreo, durante 102 meses (46.79% del periodo) ha existido algún grado de sequía en el municipio.

La intensidad de sequía más común en el Municipio de Acapulco es D0 Anormalmente seco, que ocupó el 27.29% del periodo analizado con 59 meses; seguido por D1 Sequía Moderada con 31 meses (14.22%), D2 Sequía Severa con 12 meses (5.28%), mientras que en ningún mes hubo D3 Sequía Extrema ni D4 Sequía Excepcional. En total, 116 meses (53.21%) no presentaron sequía.

Tabla 53: Monitor de sequía en el Municipio de Acapulco para el periodo 31/01/2003-15/02/2021

Fecha monitoreo	Intensidad de la sequía	Fecha monitoreo	Intensidad de la sequía	Fecha monitoreo	Intensidad de la sequía
31/01/2003		30/06/2011		31/12/2016	D1
28/02/2003		31/07/2011		15/01/2017	D1
31/03/2003		31/08/2011		31/01/2017	D1
30/04/2003		30/09/2011		15/02/2017	D1
31/05/2003		31/10/2011		28/02/2017	D1
30/06/2003		30/11/2011		15/03/2017	D1
31/07/2003		31/12/2011		31/03/2017	D1
31/08/2003	Sin medición	31/01/2012		15/04/2017	D1
30/09/2003	D0	29/02/2012		30/04/2017	D1
31/10/2003		31/03/2012		15/05/2017	D1
30/11/2003		30/04/2012	D0	31/05/2017	
31/12/2003		31/05/2012	D0	15/06/2017	
31/01/2004		30/06/2012		30/06/2017	
29/02/2004	Sin medición	31/07/2012	D0	15/07/2017	
31/03/2004		31/08/2012		31/07/2017	
30/04/2004		30/09/2012		15/08/2017	
31/05/2004		31/10/2012		31/08/2017	
30/06/2004		30/11/2012	D0	15/09/2017	
31/07/2004		31/12/2012	D0	30/09/2017	
31/08/2004		31/01/2013	D0	15/10/2017	

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Fecha monitoreo	Intensidad de la sequía
30/09/2004	D0
31/10/2004	D0
30/11/2004	D0
31/12/2004	D0
31/01/2005	D0
28/02/2005	
31/03/2005	
30/04/2005	
31/05/2005	
30/06/2005	D0
31/07/2005	
31/08/2005	
30/09/2005	
31/10/2005	
30/11/2005	
31/12/2005	D0
31/01/2006	D0
28/02/2006	D0
31/03/2006	D0
30/04/2006	D1
31/05/2006	
30/06/2006	
31/07/2006	
31/08/2006	
30/09/2006	
31/10/2006	
30/11/2006	
31/12/2006	
31/01/2007	
28/02/2007	
31/03/2007	D1
30/04/2007	D1
31/05/2007	D1
30/06/2007	D1
31/07/2007	D0
31/08/2007	
30/09/2007	
31/10/2007	
30/11/2007	
31/12/2007	
31/01/2008	

Fecha monitoreo	Intensidad de la sequía
28/02/2013	D0
31/03/2013	
30/04/2013	
31/05/2013	D0
30/06/2013	D0
31/07/2013	D0
31/08/2013	D0
30/09/2013	
31/10/2013	
30/11/2013	
31/12/2013	
31/01/2014	
15/02/2014	D0
28/02/2014	D0
15/03/2014	
31/03/2014	
15/04/2014	
30/04/2014	
15/05/2014	
31/05/2014	
15/06/2014	
30/06/2014	
15/07/2014	
31/07/2014	D0
15/08/2014	D0
31/08/2014	D1
15/09/2014	D0
30/09/2014	D0
15/10/2014	
31/10/2014	
15/11/2014	
30/11/2014	
15/12/2014	
31/12/2014	
15/01/2015	D1
31/01/2015	D1
15/02/2015	D0
28/02/2015	D0
15/03/2015	D0
31/03/2015	D0
15/04/2015	D0

Fecha monitoreo	Intensidad de la sequía
31/10/2017	
15/11/2017	
30/11/2017	
15/12/2017	
31/12/2017	
15/01/2018	D0
31/01/2018	D0
15/02/2018	D0
28/02/2018	D0
15/03/2018	D0
31/03/2018	D0
15/04/2018	D0
30/04/2018	D0
15/05/2018	D0
31/05/2018	D1
15/06/2018	D0
30/06/2018	D0
15/07/2018	D0
31/07/2018	D0
15/08/2018	D1
31/08/2018	D1
15/09/2018	D1
30/09/2018	D1
15/10/2018	D1
31/10/2018	D1
15/11/2018	D1
30/11/2018	D0
15/12/2018	D0
31/12/2018	D0
15/01/2019	D0
31/01/2019	D0
15/02/2019	D0
28/02/2019	D0
15/03/2019	D0
31/03/2019	D0
15/04/2019	D0
30/04/2019	D0
15/05/2019	D1
31/05/2019	D0
15/06/2019	D1
30/06/2019	D1

Fecha monitoreo	Intensidad de la sequía
29/02/2008	D1
31/03/2008	D1
30/04/2008	D1
31/05/2008	D1
30/06/2008	D0
31/07/2008	
31/08/2008	
30/09/2008	
31/10/2008	
30/11/2008	
31/12/2008	
31/01/2009	
28/02/2009	
31/03/2009	
30/04/2009	
31/05/2009	
30/06/2009	
31/07/2009	
31/08/2009	D0
30/09/2009	D0
31/10/2009	D0
30/11/2009	
31/12/2009	
31/01/2010	
28/02/2010	
31/03/2010	
30/04/2010	
31/05/2010	
30/06/2010	
31/07/2010	
31/08/2010	
30/09/2010	
31/10/2010	
30/11/2010	
31/12/2010	
31/01/2011	
28/02/2011	
31/03/2011	D0
30/04/2011	D0
31/05/2011	

Fuente: Monitor de Sequía de México

Fecha monitoreo	Intensidad de la sequía
30/04/2015	D0
15/05/2015	D0
31/05/2015	D0
15/06/2015	
30/06/2015	D0
15/07/2015	D0
31/07/2015	D0
15/08/2015	D0
31/08/2015	D1
15/09/2015	D1
30/09/2015	D1
15/10/2015	D1
31/10/2015	D1
15/11/2015	D1
30/11/2015	D1
15/12/2015	D0
31/12/2015	D0
15/01/2016	D1
31/01/2016	D1
15/02/2016	D1
29/02/2016	D1
15/03/2016	D1
31/03/2016	D1
15/04/2016	D0
30/04/2016	
15/05/2016	
31/05/2016	
15/06/2016	
30/06/2016	D0
15/07/2016	D0
31/07/2016	D0
15/08/2016	D0
31/08/2016	D0
15/09/2016	
30/09/2016	
15/10/2016	
31/10/2016	D0
15/11/2016	D1
30/11/2016	D1
15/12/2016	D1

Fecha monitoreo	Intensidad de la sequía
15/07/2019	D2
31/07/2019	D2
15/08/2019	D2
31/08/2019	D2
15/09/2019	D2
30/09/2019	D2
15/10/2019	D1
31/10/2019	D0
15/11/2019	D0
30/11/2019	D0
15/12/2019	D0
31/12/2019	D0
15/01/2020	
31/01/2020	
15/02/2020	
29/02/2020	D0
15/03/2020	D0
31/03/2020	D0
15/04/2020	D0
30/04/2020	D1
15/05/2020	D1
31/05/2020	D1
15/06/2020	D2
30/06/2020	D2
15/07/2020	D2
31/07/2020	D2
15/08/2020	D2
31/08/2020	D2
15/09/2020	D2
30/09/2020	D2
15/10/2020	D2
31/10/2020	D2
15/11/2020	D2
30/11/2020	D2
15/12/2020	D2
31/12/2020	D2
15/01/2021	D2
31/01/2021	D2
15/02/2021	D2



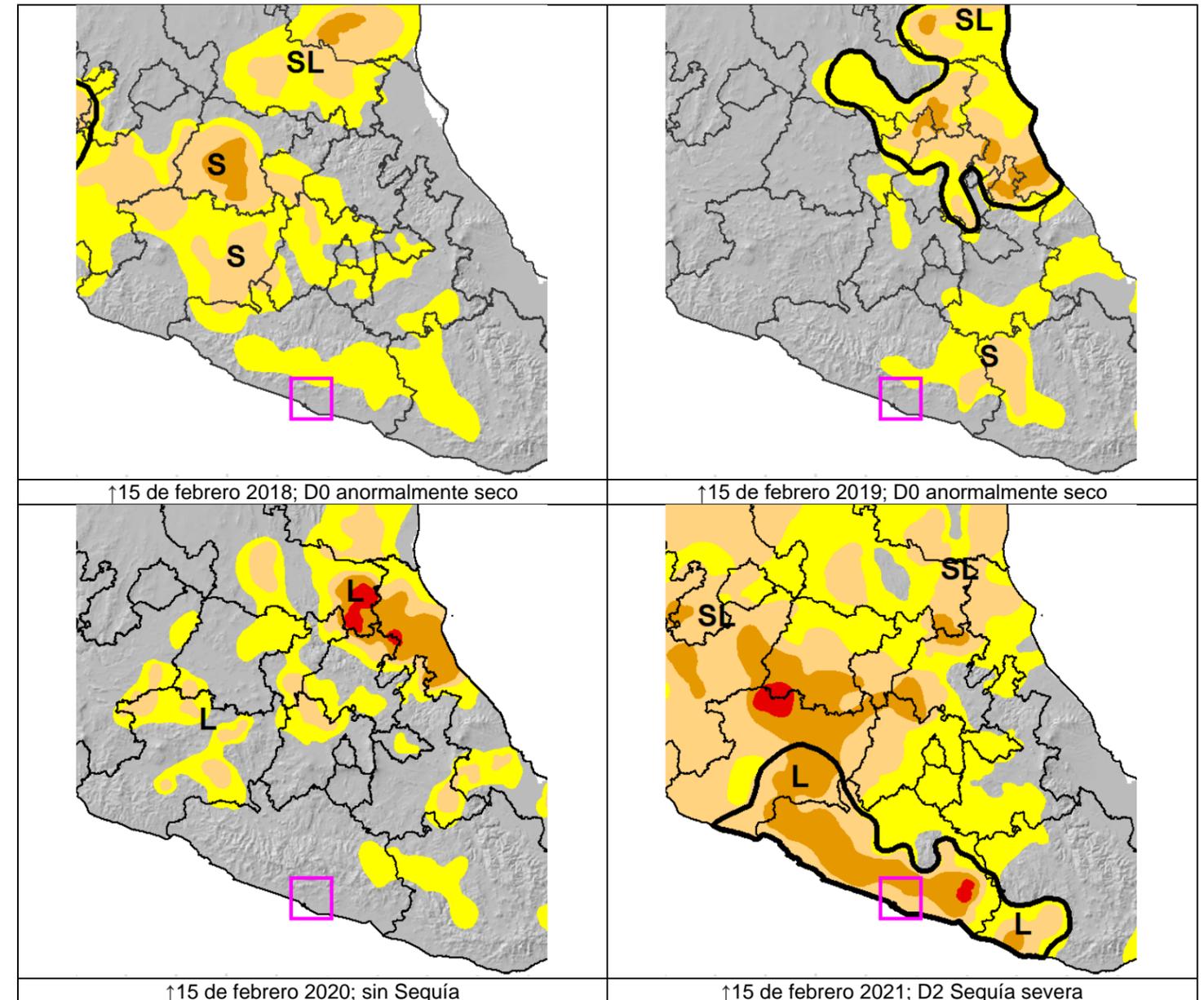
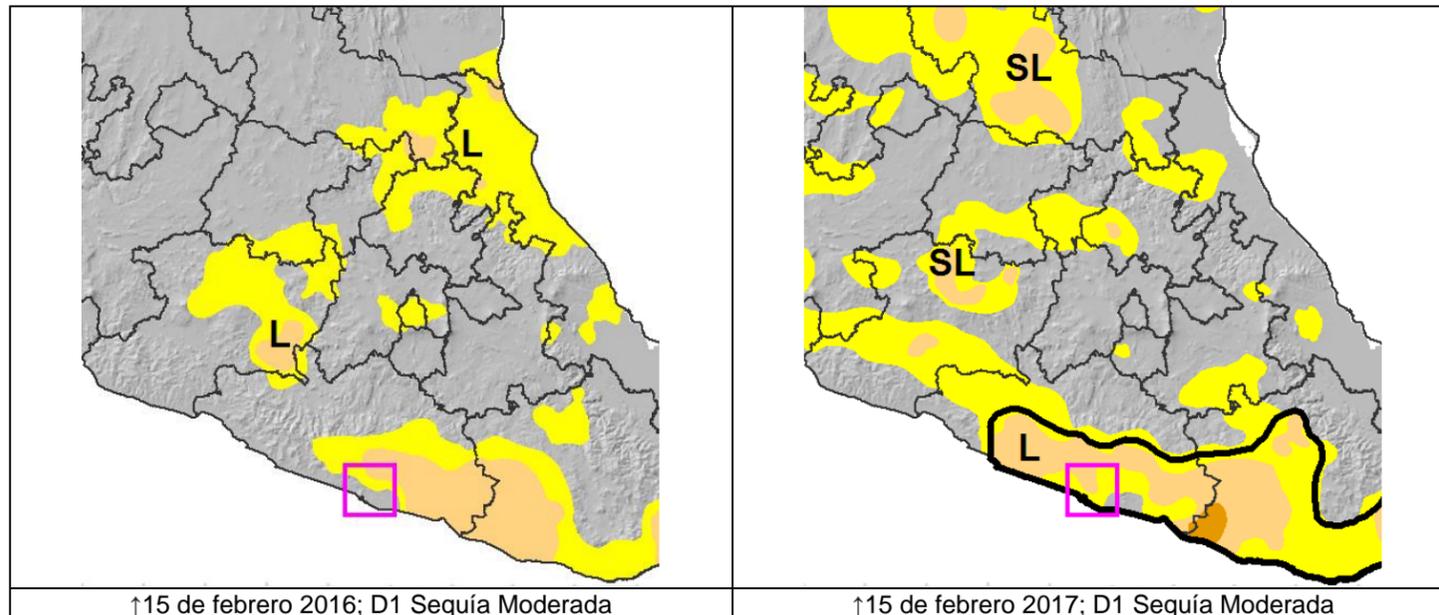
Durante el periodo enero 2003 - febrero 2021, el Monitor de Sequía registró 20 eventos de sequía, con una duración promedio de 5.1 meses.

El evento de sequía más largo registrado durante el periodo ocurrió de enero 2018 a diciembre del 2019, con una duración total de 24 meses, y que en su pico más alto alcanzó una intensidad D2 Sequía Severa en julio, agosto y septiembre de 2019

El evento más seco y prolongado ocurrió de junio 2020 a febrero 2021, con una intensidad D2 Sequía Severa, y una duración de 9 meses

Los meses que presentan mayores frecuencias en cuanto a la presencia de sequías son febrero y abril con 10.38%, y marzo con 9.43%. Siendo febrero el mes más probable para presentar sequías, se analizó el comportamiento espacial de la sequía durante ese mes en el periodo 2016-2021, que se muestra a continuación:

Ilustración 127: Monitor de sequía para el mes de febrero durante el periodo 2016-2021.





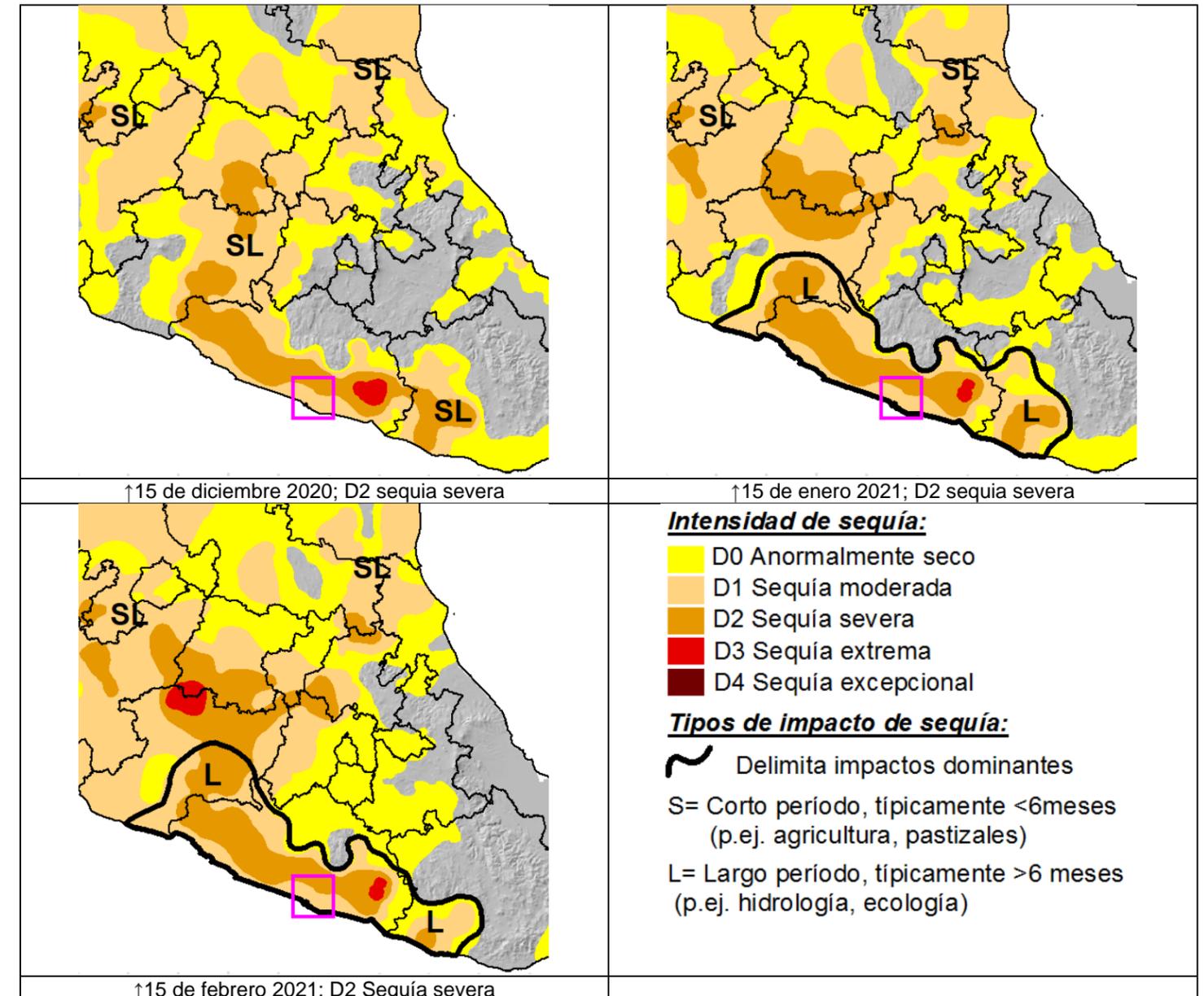
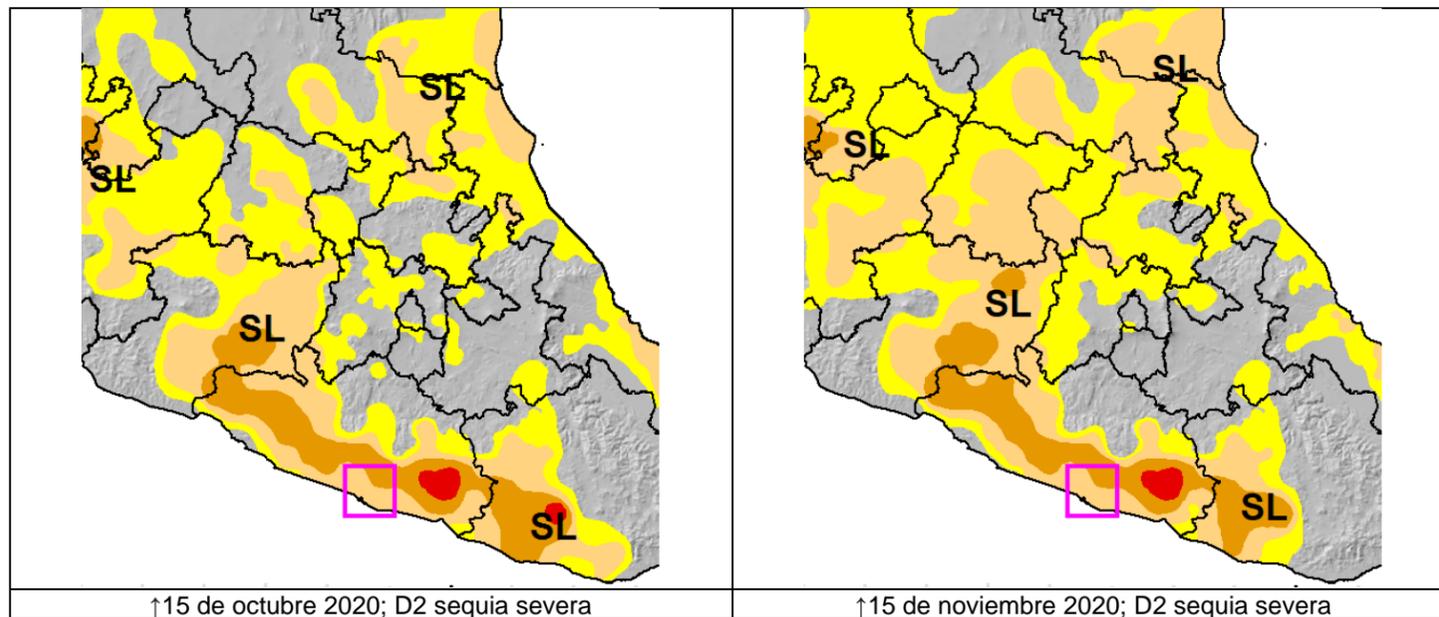
<p>Intensidad de sequía:</p> <ul style="list-style-type: none"> D0 Anormalmente seco D1 Sequía moderada D2 Sequía severa D3 Sequía extrema D4 Sequía excepcional 	<p>Tipos de impacto de sequía:</p> <ul style="list-style-type: none"> Delimita impactos dominantes S= Corto período, típicamente <6 meses (p.ej. agricultura, pastizales) L= Largo período, típicamente >6 meses (p.ej. hidrología, ecología)
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Monitor de Sequía de México

Como se puede apreciar, en los meses de junio la sequía D0 Anormalmente seco es recurrente en el municipio, particularmente al norte, ya que la costa atenúa en cierto grado los efectos de la sequía.

También se analizó el comportamiento reciente de la sequía para el periodo octubre 2020 – febrero 2021, observándose que durante estos meses la sequía severa ha mantenido en el noreste mientras que la sequía moderada se presenta en el resto del territorio municipal.

Ilustración 128: Monitor de sequía para el periodo octubre 2020 – febrero 2021



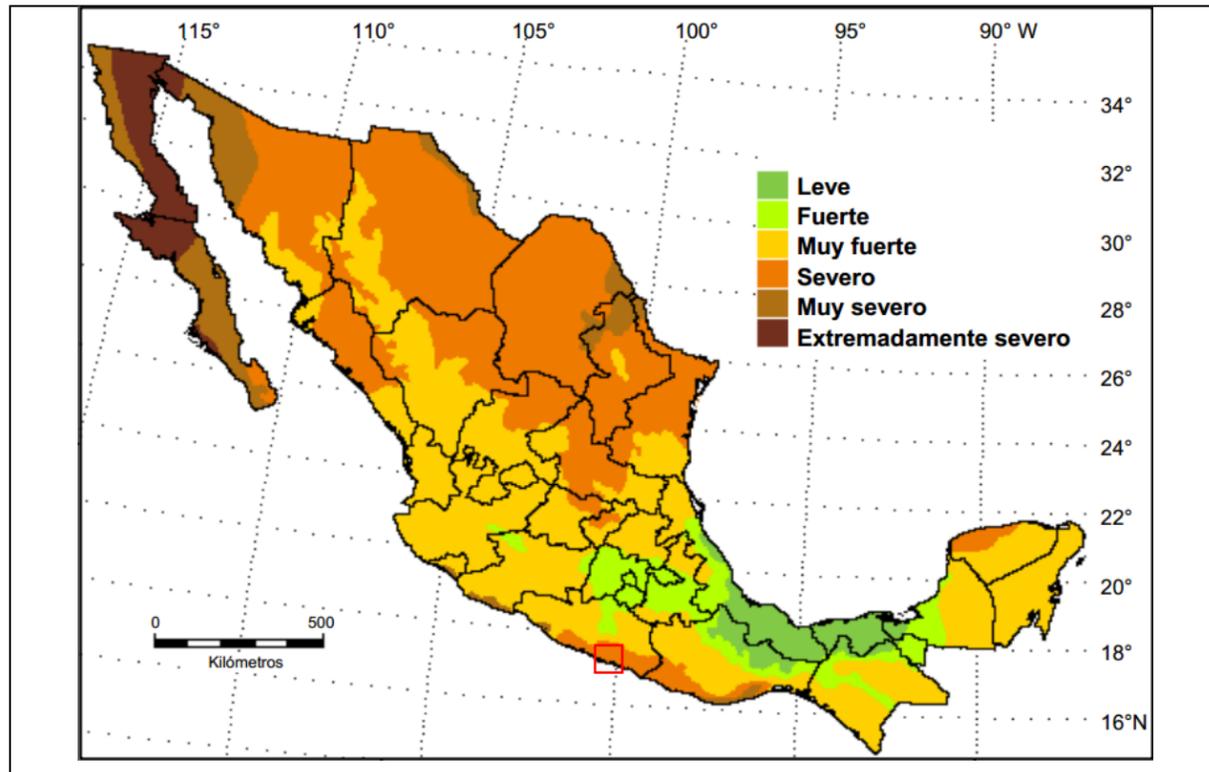
Fuente: Monitor de Sequía de México

Adicionalmente, se consultaron los resultados de probabilidad de la sequía meteorológica realizados por M. E. Hernández, que diseñó escenarios a futuro utilizando el modelo climático de circulación general GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory). Este método generó un índice que determina el nivel de severidad de



sequía meteorológica. El índice de severidad de la sequía meteorológica se clasifica en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2).

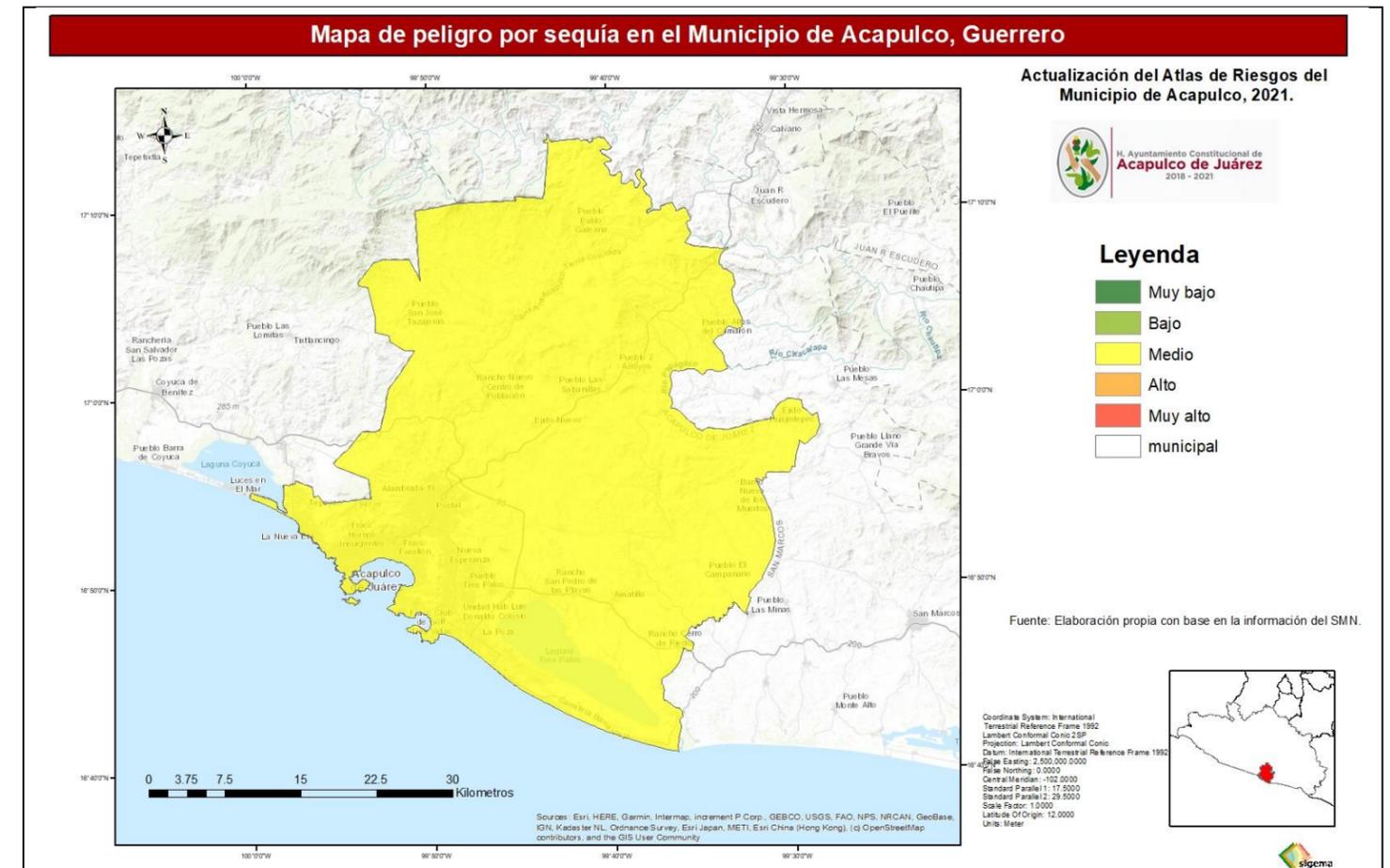
Ilustración 129: Índice de severidad de la sequía meteorológica de M. E. Hernández.



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

En su aplicación para el Municipio de Acapulco, se encontró que la probabilidad de sequía es 'severa', lo que implica una potencial insuficiencia de agua para todos los usos en el mediano plazo. En función de lo anterior, así como de los análisis del Monitor de Sequía, se determinó que el peligro por sequía en el Municipio de Acapulco es **MEDIO**.

Ilustración 130: Mapa del grado de peligro por Sequías en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con base en Monitor de Sequía de México y M. E. Hernández Cerda.

Vulnerabilidad hídrica a Sequías

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



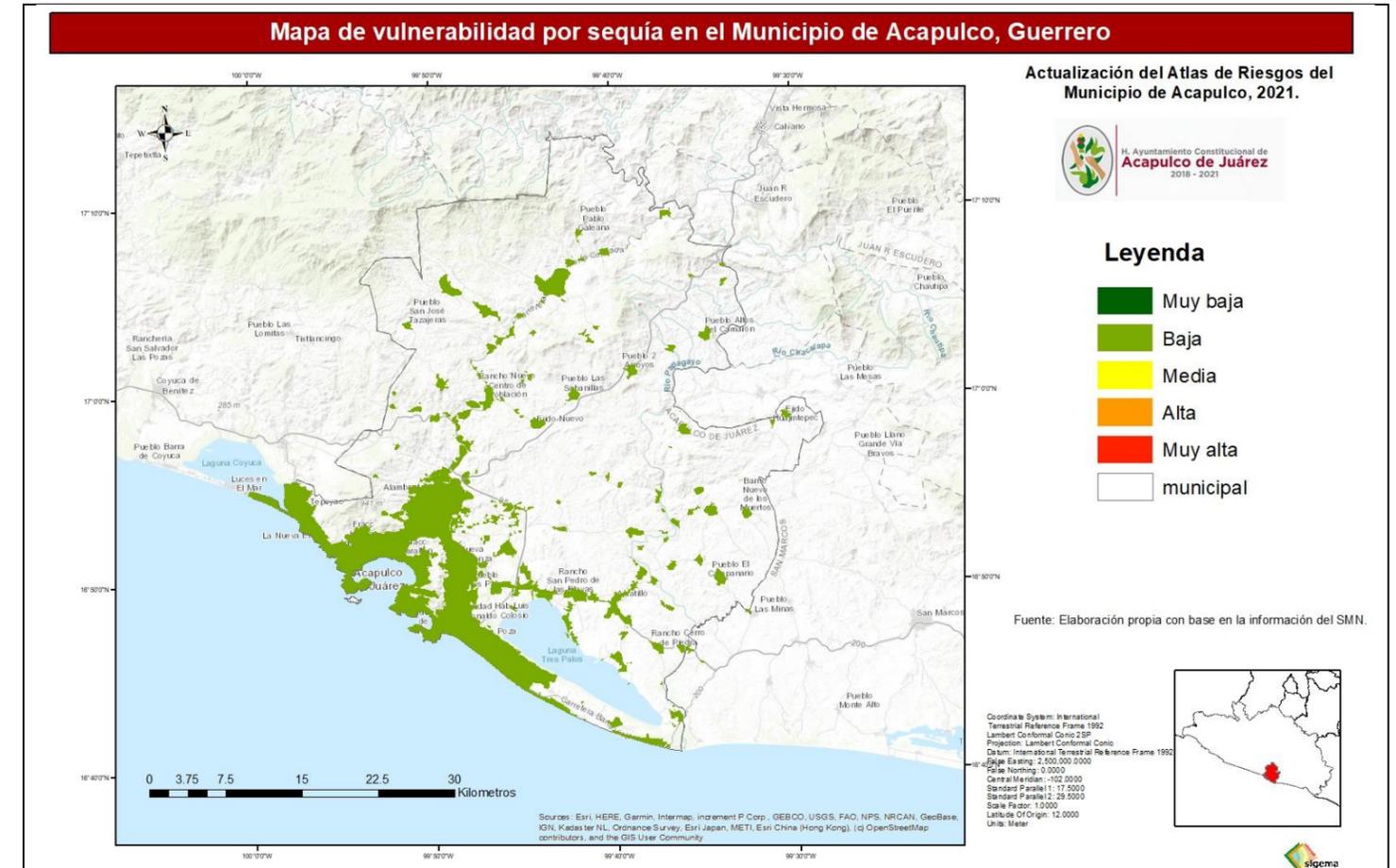
La vulnerabilidad en el Municipio de Acapulco se determinó en función de la vulnerabilidad hídrica analizada en el documento “Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México” de SEMARNAT-CONAGUA, en la que se establece que para el Municipio de Acapulco la vulnerabilidad a la sequía es **BAJA**.

Tabla 54: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por sequías

Tipo Declaratoria	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Desastre	25/02/2003	01/08/2002	30/11/2002	Sequía prolongada y atípica de agosto a noviembre de 2002
Contingencia Climatológica	14/09/2015	01/06/2015	31/08/2015	Sin Observaciones

Fuente: CENAPRED

Ilustración 131: Mapa de Vulnerabilidad a Sequías en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA (2012).

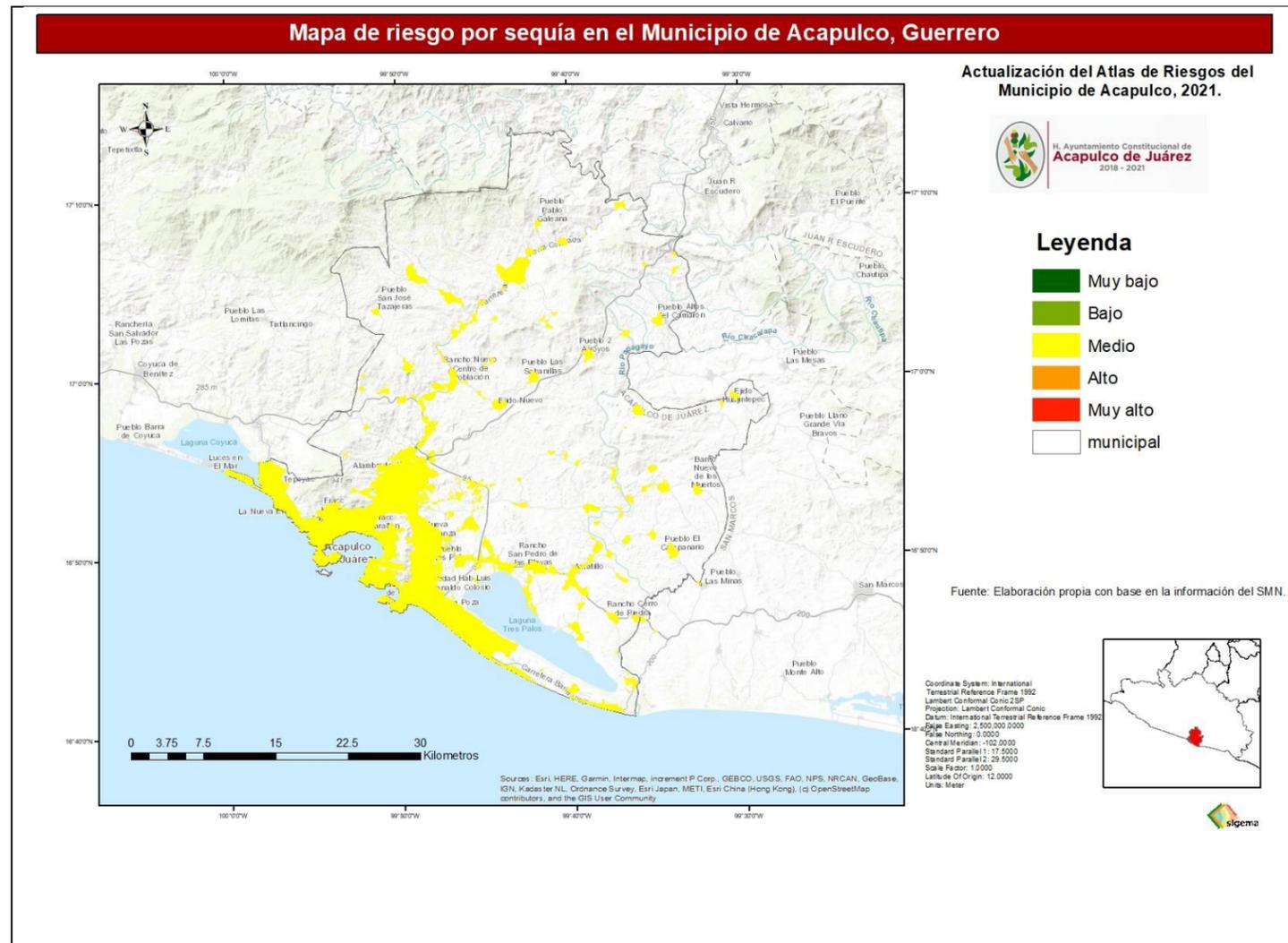
Riesgo por Sequías

El riesgo se determinó por el procedimiento que consiste en asignar valores numéricos a las categorías cualitativas de peligro y vulnerabilidad, siendo 1 para “muy bajo”, incrementándose sucesivamente hasta 5 para “muy alto”; los valores de ambas categorías, peligro y vulnerabilidad se suman para después dividirse entre dos, mediante un proceso de Map Algebra en un sistema de información geográfica (SIG). Los valores resultantes se vuelven a categorizar cualitativamente. Con base en este método se determinó que el riesgo por sequías en el Municipio de Acapulco es **MEDIO**. Dado que en un escenario de sequía el riesgo es homogéneo para toda la



población independientemente del nivel socioeconómico, la división en AGEB's y manzanas en este caso en particular no tiene sentido, por lo que para este análisis se omite tabla de resultados. La siguiente figura muestra los resultados geográficos.

Ilustración 132: Mapa de riesgo por Sequías en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA (2012), Monitor de Sequía de México y M. E. Hernández.

Heladas

La helada es un fenómeno atmosférico que consiste en un descenso térmico capaz de causar algún daño a los tejidos vegetales, e incluso la muerte, debido a la formación de hielo en los tejidos. Esto ocurre debido al efecto producido por el hielo que altera o impide el normal desarrollo de los órganos y sus funciones. Las heladas se presentan en las primeras horas del día (de las 3 a las 6 horas), y es un fenómeno que está estrechamente coligado a las temperaturas bajas y la falta de humedad del aire. Este fenómeno es dañino principalmente para la agricultura ya que afecta la salud de los cultivos; siendo particularmente perjudicial para los cultivos en etapas de germinación y floración, entre los cuales el maíz en etapa de espiga, el frijol y las hortalizas son los más vulnerables. Además, las heladas también pueden dañar el funcionamiento de la infraestructura y la maquinaria, sobre todo si las temperaturas llegan a ser muy bajas.

Existen dos fenómenos que dan origen a las heladas; el primero consiste en la radiación, durante la noche, desde la Tierra hacia la atmósfera que causa la pérdida de calor del suelo; el otro es la advección, debido al ingreso de una gran masa de aire frío, proveniente del norte. Para que estas heladas ocurran, se requiere de la ausencia de viento, cielo despejado, baja concentración de vapor de agua, y fuertes inversiones térmicas en la superficie.

El daño que provocan las heladas a los cultivos no se debe a las frías temperaturas sino principalmente a la formación de hielo extracelular (fuera de las células) dentro del tejido de la planta, provocando la salida de agua y dañando las células por deshidratación. Después de periodos fríos, las plantas tienden a endurecerse contra el daño por congelación y pierden su dureza tras una temporada cálida.

Una combinación de estos y otros factores determina la temperatura a la cual se forma el hielo dentro del tejido de las plantas y en qué momento se produce el daño. La cantidad de daño por helada aumenta con la caída de temperatura y la temperatura correspondiente a un nivel específico de daño se denomina "Temperatura crítica" o "Temperatura crítica de daño", y se expresa por el símbolo T_c . En general, la mayor parte de temperaturas críticas son determinadas por la temperatura media donde crecen los cultivos.

Las especies o las variedades de cultivos exhiben distintos daños por heladas a la misma temperatura y en el mismo estadio fenológico, dependiendo de las condiciones meteorológicas previas. Sin embargo, para fines de este estudio, se tomó como valor de umbral 5°C, ya que se ha reportado que es la temperatura a partir de la cual los cultivos en el Estado de Guerrero sufren daños. Es importante hacer notar que la temperatura en la que propiamente se producen heladas es de 0°C. Luego de analizar las temperaturas mínimas extremas y mínimas



promedio de las estaciones dentro de la zona de estudio, se determinó que el riesgo por heladas es **NULO** en el Municipio de Acapulco, toda vez que no se presentan temperaturas dentro del municipio menores a 5°C.

Tabla 55: Temperaturas mínimas promedio y extremas registradas en las estaciones meteorológicas de la zona

No.	Nombre	Municipio	Mínima promedio	Mínima extrema	Fecha mínima ext.	Años del periodo
12002	Acapulco de Juárez (OBS)	Acapulco de Juárez	24.4 °C	11.3 °C	31/12/1983	84.22
12029	Chacalapa	San Marcos	19.2 °C	10.0 °C	05/01/1999	38.44
12053	Las Mesas (CFE)	San Marcos	21.4 °C	9.6 °C	14/02/1971	37.84
12076	Santa Barbara (CFE)	Chilpancingo de los Bravo	15.0 °C	4.0 °C	28/01/1987	37.92
12095	Xaltianguis (CFE)	Acapulco de Juárez	18.0 °C	6.0 °C	12/01/1997	39.94
12112	El Porvenir	San Marcos	18.3 °C	7.0 °C	08/03/1999	54.66
12142	Acapulco de Juárez (SMN)	Acapulco de Juárez	24.5 °C	16.0 °C	05/10/1972	46.58
12156	El Ocotito	Chilpancingo de los Bravo	17.6 °C	6.0 °C	01/01/2005	45.52
12172	Acapulco Km. 21	Acapulco de Juárez	20.5 °C	10.0 °C	05/01/1976	47.37
12183	La Sabana	Acapulco de Juárez	22.7 °C	15.0 °C	25/01/1981	40.22
12219	Laguna de Coyuca	Coyuca de Benítez	22.5 °C	14.0 °C	05/03/1985	37.12
12223	Laguna Tres Palos	Acapulco de Juárez	23.0 °C	16.0 °C	10/03/1986	36.84

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, disponibles en:

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

Tormentas de granizo

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

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

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

Peligro por Tormentas de Granizo

Para determinar el grado de peligro que existe por el fenómeno de granizadas en el Municipio de Acapulco, se analizaron los datos de las estaciones meteorológicas de la zona, mismos que se presenta a continuación:

Tabla 56: Promedio de tormentas de granizo por mes en el Municipio de Acapulco

Estación	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
12002	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12029	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12053	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12076	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
12095	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



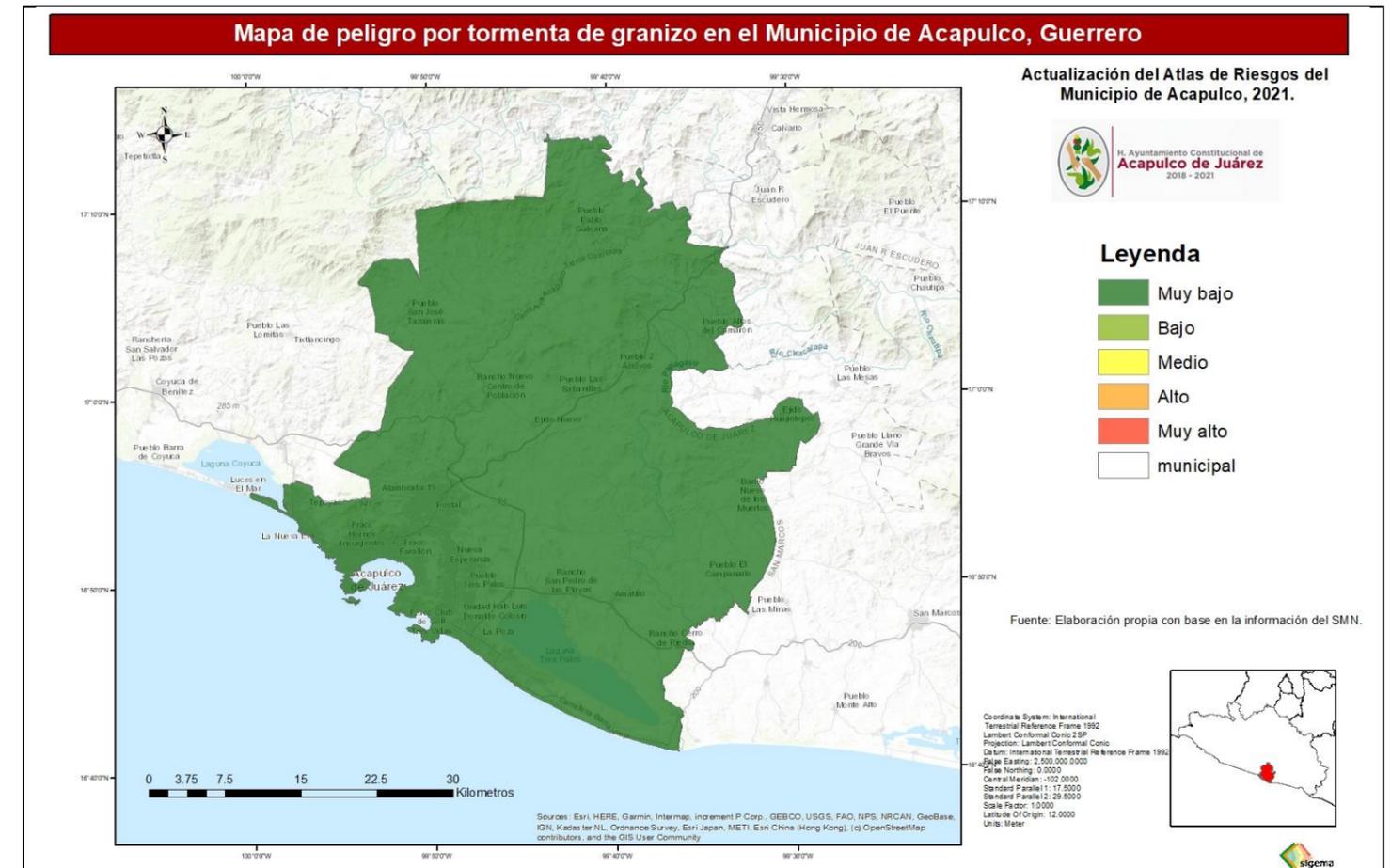
12112	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12142	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12156	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
12172	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12183	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12219	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Como se puede observar, este fenómeno no se presenta de forma habitual en el Municipio de Acapulco, aunque llega a ocurrir como evento extraordinario del Servicio Meteorológico Nacional. En sus registros históricos, en 10 de las 12 estaciones meteorológicas de la zona no se han presentado tormentas de granizo, mientras que, en las otras dos, cercanas a Acapulco pero en el municipio de Chilpancingo, el promedio anual es de entre 0.2 y 0.3 eventos al año.

El fenómeno de granizadas es poco frecuente en la zona, por lo que se determinó que, en el Municipio de Acapulco el peligro por tormentas de granizo es **MUY BAJO**.

Ilustración 133: Mapa del grado de peligro por Tormentas de Granizo en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Vulnerabilidad física por Tormentas de granizo

La vulnerabilidad por tormentas de granizo se midió en función de la vulnerabilidad física por tipología de la vivienda, la cual se determina según los materiales de construcción. Las viviendas se clasifican en cinco niveles de acuerdo con el material y tipo de construcción, las cuales son las siguientes:



Vulnerabilidad Muy Alta: Este tipo corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho.

Vulnerabilidad Alta: Hogares de clase baja, la vivienda puede ser de autoconstrucción o viviendas construidas con materiales de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales.

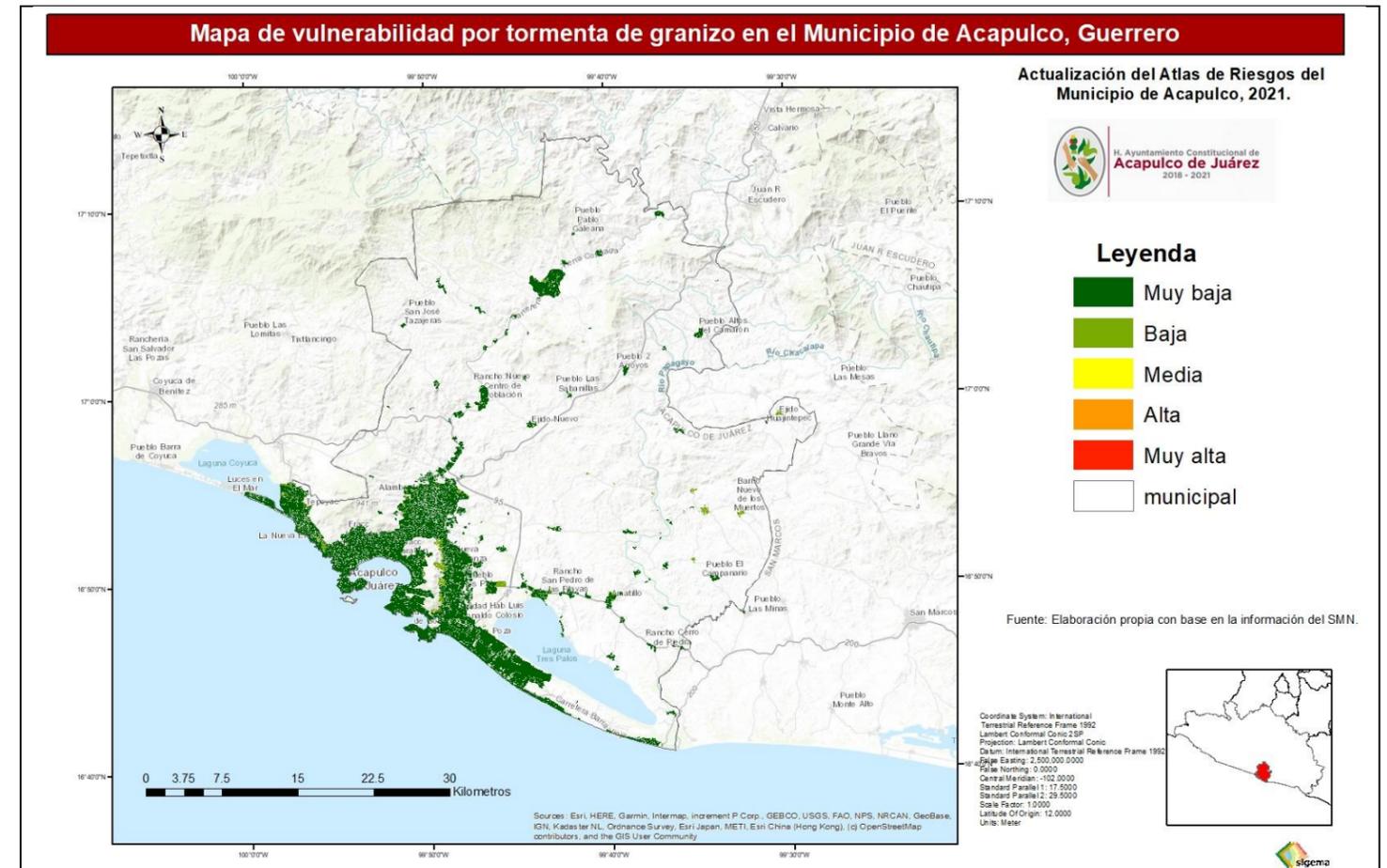
Vulnerabilidad Media: Hogares de clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales.

Vulnerabilidad Baja: Clase media, vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales.

Vulnerabilidad Muy baja: Tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor.

Debido a que en el Municipio de Acapulco la mayoría de las viviendas cuentan con elementos estructurales, la vulnerabilidad a tormentas de granizo es **MUY BAJA**, aunque en ciertas zonas la vulnerabilidad se incrementa a Baja.

Ilustración 134: Mapa de vulnerabilidad a Tormentas de Granizo en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Riesgo por Tormentas de granizo

Una vez obtenidos los resultados de vulnerabilidad y peligro por tormentas de granizo, se procedió a realizar un proceso de Map Algebra en un Sistema de Información Geográfica, con ambas capas de información, y se generó el riesgo para el Municipio de Acapulco, el cual es **MUY BAJO**, salvo en algunas zonas donde el riesgo se incrementó a Bajo y que se presentan a continuación:

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Tabla 57: Manzanas con mayor riesgo por Tormantas de Granizo en el Municipio de Acapulco

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100015641060	Acapulco de Juárez	3682	Baja	Muy bajo	Bajo
120010107199	Huamuchitos	2076	Baja	Muy bajo	Bajo
120010082199	Apalani	1475	Baja	Muy bajo	Bajo
120010086199	Barrio Nuevo de los Muertos	1264	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048030	Acapulco de Juárez	824	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100831992010	Apanhuac (Apanguaque)	802	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141000	Acapulco de Juárez	789	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100802007000	Amatepec	635	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015660010	Acapulco de Juárez	614	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100911992000	El Cantón	590	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001511A001	Acapulco de Juárez	428	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101051992000	Garrapatas	407	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101311992000	Las Parotas	356	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100814751000	Amatillo	340	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016118000	Acapulco de Juárez	334	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100891920000	La Calera	289	Baja	Muy bajo	Bajo
1200105871992000	Rancho las Marías	254	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101661795010	Tres Palos	236	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101561935000	San Martin el Jovero	216	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100814751020	Amatillo	200	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101541992000	San José Cacahuatpec	200	Baja	Muy bajo	Bajo
1200107532045000	Paraíso Lomas de Chapultepec (El Plantón)	171	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100814751060	Amatillo	167	Baja	Muy bajo	Bajo
1200106041992000	El Cerrito (Colonia el Cerrito)	163	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016512000	Acapulco de Juárez	156	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100814751000	Amatillo	154	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011441000	Acapulco de Juárez	149	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013414000	Acapulco de Juárez	148	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101664075010	Tres Palos	148	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393000	Acapulco de Juárez	142	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397000	Acapulco de Juárez	132	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100814751060	Amatillo	128	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100012882020	Acapulco de Juárez	116	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011441000	Acapulco de Juárez	110	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015139000	Acapulco de Juárez	108	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011827000	Acapulco de Juárez	97	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048000	Acapulco de Juárez	95	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015139010	Acapulco de Juárez	92	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013467000	Acapulco de Juárez	91	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013128050	Acapulco de Juárez	90	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100012882000	Acapulco de Juárez	88	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397000	Acapulco de Juárez	84	Baja	Muy bajo	Bajo

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100015482000	Acapulco de Juárez	84	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013804000	Acapulco de Juárez	83	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015463010	Acapulco de Juárez	82	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048000	Acapulco de Juárez	82	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016211000	Acapulco de Juárez	81	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397000	Acapulco de Juárez	75	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393000	Acapulco de Juárez	74	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011441060	Acapulco de Juárez	74	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015478000	Acapulco de Juárez	74	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048010	Acapulco de Juárez	69	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101734094030	Xaltianguis	69	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141010	Acapulco de Juárez	69	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013414050	Acapulco de Juárez	67	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100012882020	Acapulco de Juárez	66	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013414000	Acapulco de Juárez	64	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393000	Acapulco de Juárez	64	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001415A019	Acapulco de Juárez	64	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013467040	Acapulco de Juárez	63	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100014272030	Acapulco de Juárez	62	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015374020	Acapulco de Juárez	62	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100014234020	Acapulco de Juárez	61	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015660000	Acapulco de Juárez	61	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141010	Acapulco de Juárez	57	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001550A022	Acapulco de Juárez	56	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016620000	Acapulco de Juárez	55	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100814751070	Amatillo	54	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100014145000	Acapulco de Juárez	54	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100012882040	Acapulco de Juárez	54	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013950030	Acapulco de Juárez	52	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013467010	Acapulco de Juárez	52	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015656020	Acapulco de Juárez	52	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013414010	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001415A016	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397010	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141000	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100014906080	Acapulco de Juárez	50	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001550A036	Acapulco de Juárez	50	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001671A007	Acapulco de Juárez	49	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016118000	Acapulco de Juárez	48	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013467010	Acapulco de Juárez	48	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100816546000	Amatillo	47	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101670068020	Tuncingo	46	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016635000	Acapulco de Juárez	46	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013467010	Acapulco de Juárez	45	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015586000	Acapulco de Juárez	44	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048020	Acapulco de Juárez	44	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393050	Acapulco de Juárez	44	Baja	Muy bajo	Bajo

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100013467010	Acapulco de Juárez	44	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016480000	Acapulco de Juárez	43	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141020	Acapulco de Juárez	43	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016692000	Acapulco de Juárez	43	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101731704020	Xaltianguis	42	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013467000	Acapulco de Juárez	42	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100014696070	Acapulco de Juárez	42	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015482030	Acapulco de Juárez	42	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015139000	Acapulco de Juárez	42	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141020	Acapulco de Juárez	42	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393020	Acapulco de Juárez	42	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397020	Acapulco de Juárez	42	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393020	Acapulco de Juárez	41	Baja	Muy bajo	Bajo
120010158664A002	San Pedro las Playas	41	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011827000	Acapulco de Juárez	41	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013876020	Acapulco de Juárez	41	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101585251030	San Pedro las Playas	41	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011441020	Acapulco de Juárez	40	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001415A027	Acapulco de Juárez	40	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397000	Acapulco de Juárez	40	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101530547000	San Isidro Gallinero (El Gallinero)	40	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100012469030	Acapulco de Juárez	39	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013024040	Acapulco de Juárez	39	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397010	Acapulco de Juárez	39	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048030	Acapulco de Juárez	39	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393030	Acapulco de Juárez	39	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100012929070	Acapulco de Juárez	38	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015482000	Acapulco de Juárez	38	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011441020	Acapulco de Juárez	38	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015139000	Acapulco de Juárez	38	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016495000	Acapulco de Juárez	38	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013414030	Acapulco de Juárez	37	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013467000	Acapulco de Juárez	37	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048000	Acapulco de Juárez	37	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016118000	Acapulco de Juárez	37	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100012990040	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013467030	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016118010	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048000	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015139000	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015482060	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013024060	Acapulco de Juárez	35	Baja	Muy bajo	Bajo
120010158625A022	San Pedro las Playas	35	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100012882050	Acapulco de Juárez	35	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393000	Acapulco de Juárez	35	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397040	Acapulco de Juárez	35	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141030	Acapulco de Juárez	35	Baja	Muy bajo	Bajo

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100013397050	Acapulco de Juárez	35	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013414010	Acapulco de Juárez	34	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015660030	Acapulco de Juárez	34	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016512000	Acapulco de Juárez	34	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011189040	Acapulco de Juárez	34	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393000	Acapulco de Juárez	34	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141000	Acapulco de Juárez	34	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011441090	Acapulco de Juárez	34	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101530532010	San Isidro Gallinero (El Gallinero)	33	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048020	Acapulco de Juárez	33	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016048020	Acapulco de Juárez	33	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016211000	Acapulco de Juárez	33	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100814751050	Amatillo	33	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101530547020	San Isidro Gallinero (El Gallinero)	33	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001397A003	Acapulco de Juárez	32	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141030	Acapulco de Juárez	32	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013236030	Acapulco de Juárez	32	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015478000	Acapulco de Juárez	32	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016071000	Acapulco de Juárez	31	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100814751000	Amatillo	31	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393040	Acapulco de Juárez	31	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100014554000	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011441020	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397000	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011441070	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016118000	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393020	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141020	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015641080	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015317030	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001671A001	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015209000	Acapulco de Juárez	29	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013467030	Acapulco de Juárez	29	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016480010	Acapulco de Juárez	29	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016156000	Acapulco de Juárez	29	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100014554040	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015340030	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015533000	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013058040	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101530547030	San Isidro Gallinero (El Gallinero)	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015641050	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013414010	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013503020	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101734094050	Xaltianguis	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016071000	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013876040	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy bajo	Bajo
120010001422A032	Acapulco de Juárez	27	Baja	Muy bajo	Bajo

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ

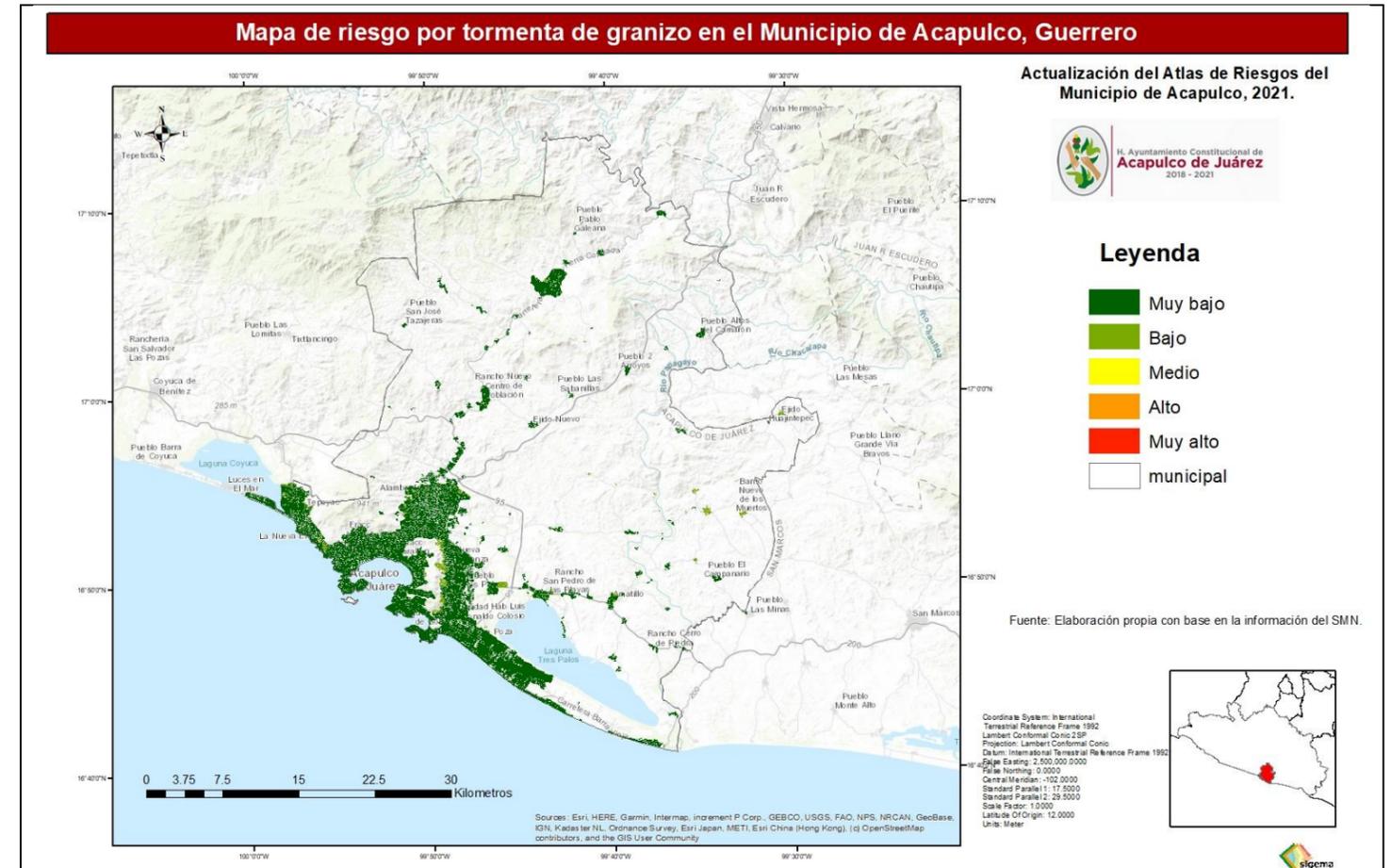


H. Ayuntamiento Constitucional de
Acapulco de Juárez
2018 - 2021

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100013397030	Acapulco de Juárez	27	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393040	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397010	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011761040	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200101734094020	Xaltianguis	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016118010	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011189040	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016512000	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393040	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100014906070	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013397060	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100012115010	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100015393010	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100011441010	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100013132040	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo
1200100016141010	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy bajo	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 135: Mapa de riesgo por Tormentas de Granizo en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional, INEGI.

Tormentas de Nieve

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



la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones de cristales hexagonales planos.

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

Debido a la situación geográfica del Municipio de Acapulco las nevadas no se presentan en el territorio, por lo que el riesgo es **NULO**.

Ciclones tropicales

Un ciclón tropical es una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Se originan en el mar entre las latitudes 5° a 15°, tanto en el hemisferio norte como en el sur, en la época en que la temperatura del agua es mayor o igual a 26° C. Cuando éstos se ubican en el hemisferio norte, giran en el sentido contrario a las manecillas del reloj.

Los ciclones tropicales tienen un área casi circular con la presión más baja en el centro, transportan gran cantidad de humedad y frecuentemente se trasladan con velocidades comprendidas entre 10 a 40 km/h. Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos. Los efectos provocados por ciclones tropicales son numerosos: generación de lluvias intensas, vientos fuertes, oleaje e inundación costera por marea de tormenta. Conforme a la escala Saffir-Simpson se obtienen las siguientes categorías.

Tabla 58: Escala Saffir-Simpson de ciclones tropicales.

Categoría	Notación	Presión central (mb)	VMS** (km/h)	Características
Depresión tropical	DT	1004.1 a 1008	<63	Localmente destructivo
Tormenta tropical	TT	985.1 a 1004	63-118	Tiene efectos destructivos
Huracán categoría 1	H1	980.1 a 985	119-153	Árboles pequeños caídos; algunas inundaciones en carreteras costeras en sus zonas más bajas.
Huracán categoría 2	H2	965.1 a 980	154-177	Tejados, puertas y ventanas dañados; desprendimiento de árboles.
Huracán categoría 3	H3	945.1 a 965	178-209	Grietas en pequeñas construcciones; inundaciones en terrenos bajos y planos.
Huracán categoría 4	H4	920.1 a 945	210-249	Desprendimiento de techos en viviendas; erosiones importantes en playas, cauces de ríos y arroyos. Daños inminentes en los servicios de agua potable y saneamiento.
Huracán categoría 5	H5	< 920	>249	Daño muy severo y extenso en ventanas y puertas. Falla total de techos en muchas residencias y edificios industriales.

**VMS: viento máximo sostenido en superficie
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional



Antecedentes

Los ciclones tropicales son el peligro más latente y el que más estragos ha producido en el municipio de Acapulco. Debido a la ubicación costera del municipio, los huracanes del Pacífico e incluso algunos del Atlántico pueden afectar al municipio incluso si el centro del ciclón se encuentra a distancias tan lejanas como 150 km. Los ciclones tropicales históricamente han producido lluvias extremas, inundaciones, deslaves, derrumbes, marea de tormenta y otros fenómenos asociados.

El evento más desastroso que ha sucedido en Acapulco fue el Huracán categoría 2 “Pauline” en 1997, que arribó al puerto el 9 de octubre, generando fuertes vientos, lluvias extraordinarias, inundaciones, deslaves, derrumbes, depósitos de arena de hasta 3 m de altura, y flujos de lodo que arrastraron todo tipo de material (grandes rocas, arena, árboles, escombros y basura). Cabe destacar que antes de acercarse a las costas del país, el huracán alcanzó categoría 4, y se debilitó mientras se acercaba a Chiapas.

El 9 de octubre, entre las 2 y 6 de la madrugada, se registró la mayor precipitación histórica en el puerto de Acapulco; en cinco horas se recibió el equivalente a la tercera parte de la lluvia promedio anual. La precipitación que originó Pauline fue superior a la producida por el huracán Dolores el 16 de junio de 1974, con 384 mm en 24 horas durante su paso por el Estado de Guerrero. La extensión de la zona nubosa del huracán Pauline abarcó un diámetro aproximado de 650 km de N-S, la nubosidad estaba sobre los Estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz.

El Huracán provocó 123 muertos, 200 desaparecidos, así como 5000 viviendas totalmente destruidas, daños considerables en otras 25,000 viviendas, localidades rurales aisladas por varios días, destrucción de infraestructura carretera y de comunicación, suspensión de suministro de agua y electricidad, pérdida de cosechas y un gran desabasto de alimentos.

Debido al Huracán Pauline, cerca de 300,000 personas quedaron sin hogar y se registraron daños por 80 mil millones de pesos. Algunas de las colonias más afectadas fueron: Antorcha Revolucionaria, Ciudad Renacimiento, Coral, El Mirador, Emiliano Zapata, El Jardín, La Conchita, Lázaro Cárdenas, Libertadores, El Coloso, Generación 2000, Icacos, Francisco Villa, Mozimba, Paseo del Progreso, Palma Sola, Polígono D, Primero de Mayo, Progreso, Simón Bolívar, Santa Cruz, Tres Palos, Vista Hermosa y la Unidad Habitacional Vicente Guerrero (FOVISSSTE).

Ilustración 136: Vista del Río Camarón desde la Avenida Baja California, Col. Progreso, el 10 de octubre de 1997.



Fuente: Novedades Acapulco, disponible en: <https://novedadesaca.mx/23-anos-del-paso-del-huracan-paulina/>

Otro acontecimiento de menor magnitud pero que también causó graves daños, fue la Tormenta tropical Manuel, ocurrida el 18 de septiembre de 2013. Algunos de los daños más notables fueron la pérdida de 27 vidas humanas, viviendas derrumbadas, puentes caídos, desabasto de alimentos, deslaves, así como decenas de miles de turistas varados, que habían acudido a los centros vacacionales para los festejos de la Independencia. El municipio quedó incomunicado por vía terrestre y aérea por tres días, 44 escuelas debieron ser reubicadas, se dañaron 215 mil hectáreas de cultivo. Los daños totales se estimaron en más de 22 mil millones de pesos.

Algunas de las áreas afectadas fueron el Aeropuerto Internacional que presentó inundaciones severas debido al desbordamiento de la Laguna Tres Palos; la Autopista del Sol que fue cerrada debido a 20 derrumbes y deslaves; la Zona Diamante que quedó aislada por el desbordamiento del río La Sábana; y Puerto Marques que igualmente quedó aislado por el desbordamiento de la Laguna Negra, además de otras 17 colonias con afectaciones mayores.

Ilustración 137: Vista aérea del Fraccionamiento Paraíso Diamante y Laguna Tres Palos luego del paso de la Tormenta Tropical Manuel, 2013.



Fuente: BBC Mundo, disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/09/130918_acapulco_guerrero_mexico_dia_quedo_bajo_agua_ingrid-manuel_huracan_lluvias_an

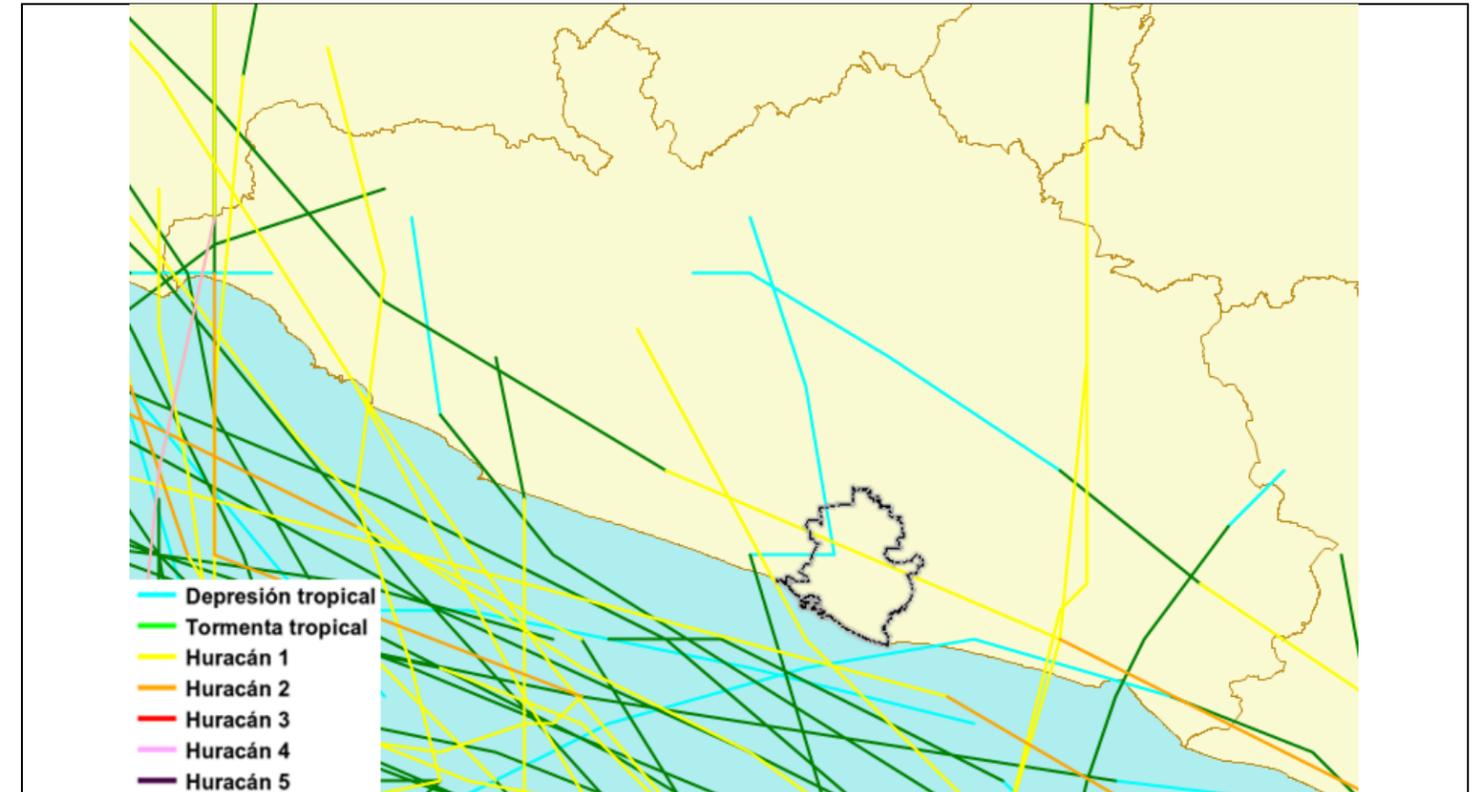
Peligro por Ciclones Tropicales

Para determinar el peligro por ciclones tropicales se usó la metodología de CENAPRED, la cual provee mapas de probabilidad de depresiones tropicales hasta huracanes categoría 5 en la escala Saffir-Simpson, y permite obtener la función de peligro, la tasa de excedencia y los periodos de retorno para un lugar en particular, a través del software CalculoTRCiclones.

En este trabajo se usó el método para obtener un índice de peligro por ciclones tropicales (IPCT) para el municipio. En un inicio se realizó el conteo del segmento de trayectoria de los ciclones tropicales (CT) que habían pasado sobre Acapulco y hasta 150km de distancia; para dicho conteo se consideraba la mayor categoría que habían alcanzado el CT en la zona de interés. Para hacer el conteo de las trayectorias se usó el sistema de

información geográfica ARCGIS, en el cual se cargan las capas generadas con el programa “Busca Ciclones” del CENAPRED. En total, resultaron 44 CT en Acapulco durante el periodo 1949-2017, que es del cual se tienen datos.

Ilustración 138: Mapa de trayectoria de ciclones del periodo 1949-2017 cercanos al Municipio de Acapulco



Fuente: CENAPRED Busca Ciclones.

El conteo anterior supone una estimación de la probabilidad de que ocurra un CT con determinada intensidad, considerando la superficie municipal y adicionando un buffer de 150 km, debido a que la trayectoria del CT en realidad es una franja de ancho variable en la que se perciben los efectos de viento, precipitación, marea de tormenta y oleaje. En la siguiente tabla se presentan los CT que han afectado al Municipio de Acapulco durante el periodo 1949-2017, y se resaltan en color negro aquellos que ingresaron directamente al territorio municipal.



Tabla 59: Ciclones del periodo 1949-2017 que afectaron al Municipio de Acapulco

AL101945	S_N	Depresión Tropical	06/10/1945 00:00	55.56	
AL141974	FIFI	Tormenta Tropical	22/09/1974 00:00	64.82	
EP011950	S_N	Huracán 1	15/06/1950 12:00	138.9	
EP021951	S_N	Huracán 1	01/06/1951 18:00	138.9	
EP031951	S_N	Tormenta Tropical	26/06/1951 12:00	83.34	
EP031955	S_N	Tormenta Tropical	06/07/1955 18:00	83.34	
EP041956	S_N	Huracán 1	13/06/1956 06:00	138.9	
EP051957	S_N	Huracán 1	18/09/1957 00:00	138.9	
EP051958	S_N	Tormenta Tropical	26/07/1958 12:00	83.34	
EP101958	S_N	Huracán 1	30/09/1958 00:00	138.9	
EP051960	ESTELLE	Huracán 1	31/08/1960 06:00	138.9	
EP021965	WALLIE	Tormenta Tropical	18/06/1965 00:00	83.34	
EP041970	EILEEN	Depresión Tropical	26/06/1970 18:00	46.3	
EP111970	KRISTEN	Depresión Tropical	05/08/1970 00:00	46.3	
EP021971	BRIDGET	Huracán 2	16/06/1971 18:00	157.42	
EP021973	BERNICE	Tormenta Tropical	22/06/1973 06:00	74.08	
EP031973	CLAUDIA	Tormenta Tropical	28/06/1973 18:00	101.86	999
EP061973	FLORENCE	Tormenta Tropical	27/07/1973 06:00	74.08	
EP041974	DOLORES	Huracán 1	16/06/1974 18:00	129.64	
EP141974	NORMA	Huracán 1	10/09/1974 06:00	120.38	
EP151974	ORLENE	Tormenta Tropical	21/09/1974 18:00	74.08	
EP011978	ALETTA	Huracán 1	31/05/1978 00:00	120.38	
EP011979	ANDRES	Huracán 1	03/06/1979 18:00	120.38	
EP161984	ODILE	Huracán 2	22/09/1984 06:00	166.68	
EP011986	AGATHA	Tormenta Tropical	26/05/1986 18:00	101.86	
EP091987	IRWIN	Tormenta Tropical	07/08/1987 00:00	101.86	
EP021988	BUD	Tormenta Tropical	22/06/1988 12:00	74.08	1002
EP031989	COSME	Huracán 1	22/06/1989 00:00	138.9	979
EP031993	S_N	Depresión Tropical	28/06/1993 06:00	55.56	
EP081995	GIL	Tormenta Tropical	21/08/1995 00:00	64.82	1005
EP041996	BORIS	Huracán 1	29/06/1996 12:00	148.16	979
EP171997	OLAF	Depresión Tropical	01/10/1997 00:00	46.3	1009
EP181997	PAULINE	Huracán 2	09/10/1997 00:00	175.94	960
EP032003	CARLOS	Tormenta Tropical	27/06/2003 06:00	83.34	999
EP152004	LESTER	Tormenta Tropical	13/10/2004 06:00	83.34	1000
EP042005	DORA	Tormenta Tropical	04/07/2005 18:00	74.08	1003
EP022006	TWO	Depresión Tropical	04/06/2006 18:00	46.3	1008
EP112007	HENRIETTE	Tormenta Tropical	31/08/2007 18:00	74.08	1000
EP162008	ODILE	Tormenta Tropical	11/10/2008 12:00	92.6	997
EP092011	HILARY	Huracán 3	23/09/2011 00:00	194.46	959

EP032012	CARLOTTA	Huracán 1	16/06/2012 06:00	129.64	982
EP162013	MANUEL	Tormenta Tropical	18/09/2013 12:00	85	
EP202014	TRUDY	Tormenta Tropical	18/10/2014 09:00	101.86	998
EP032015	CARLOS	Huracán 1	14/06/2015 00:00	138.9	978
EP162017	MAX	Huracán 1	14/09/2017 18:00	148.16	980

Fuente: CENAPRED Busca Ciclones.

En la siguiente tabla se muestra la estadística de la cantidad de excedencias de velocidad de vientos ocurridos durante el periodo de 1949 al 2017 (68 años) en la zona del Municipio de Acapulco clasificados por su intensidad.

Tabla 60: Número de eventos de intensidad i máxima alcanzada por un evento (M_i)

Intensidad i	Categoría	M_i
1	Depresión Tropical	6
2	Tormenta Tropical	19
3	Huracán 1	15
4	Huracán 2	3
5	Huracán 3	1
6	Huracán 4	0
7	Huracán 5	0
	Total	44

Fuente: CENAPRED Busca Ciclones.

Tasa de excedencia $\mu(i)$

Se calculó la tasa de excedencia de intensidad $\mu(i)$, la cual registra todos los niveles de intensidad i excedidos durante un evento, es decir, si se llegó a un VMS de intensidad i (M_i), se registran los niveles de intensidad menores rebasados durante el mismo evento.

Para obtener la tasa de excedencia se usa la siguiente expresión:

$$\mu(i) = \begin{cases} \sum_{j=0}^{N-i} (M_{N-j}) \\ 0 \text{ otro caso} \end{cases}$$

Donde N es nivel máximo de intensidad i que se puede alcanzar. Conforme al conteo anterior, se tiene que:

$$\mu(1) = \sum_{j=0}^6 M_{7-j} = M_7 + M_6 + M_5 + M_4 + M_3 + M_2 + M_1 = 0 + 0 + 1 + 3 + 15 + 19 + 6 = 44$$

$$\mu(2) = \sum_{j=0}^5 M_{7-j} = M_7 + M_6 + M_5 + M_4 + M_3 + M_2 = 0 + 0 + 1 + 3 + 15 + 19 = 38$$

$$\mu(7) = \sum_{j=0}^0 M_{7-j} = M_7 = 0$$

Los resultados anteriores corresponden a un periodo de 68 años; así conviene manejar una tasa de excedencia anual, y se procede a dividir entre 68 los resultados obtenidos. La tasa de excedencia queda de la siguiente manera:

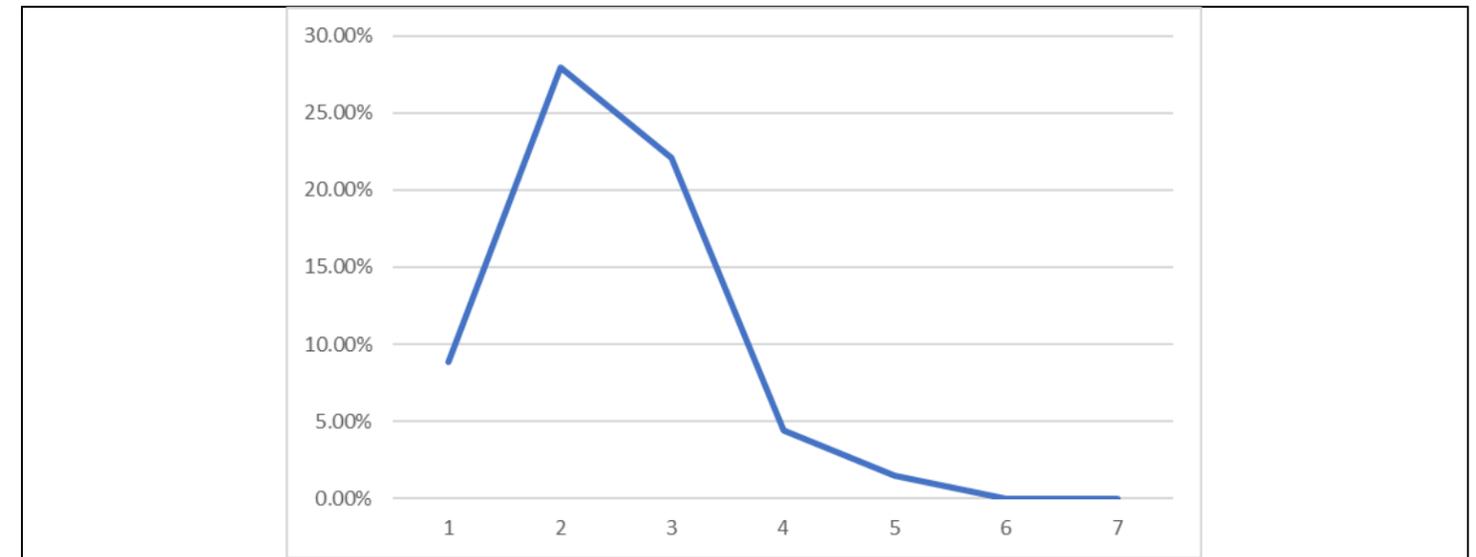
Tabla 61: Tasa de excedencia anual por intensidad $\mu(i)$

Intensidad	Categoría	$\mu(i)$ anual	Porcentaje
1	Depresión Tropical	0.088	8.82%
2	Tormenta Tropical	0.279	27.94%
3	Huracán 1	0.221	22.06%
4	Huracán 2	0.044	4.41%
5	Huracán 3	0.015	1.47%
6	Huracán 4	0.000	0.00%
7	Huracán 5	0.000	0.00%
	Total	0.647	64.71%

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la siguiente gráfica, la relación entre la tasa de excedencia anual μ , es decreciente con la intensidad(i).

Ilustración 139: Gráfica de la Tasa de excedencia anual μ y su relación con la intensidad (i) en el Municipio de Acapulco



Fuente: elaboración propia

Probabilidad y Peligrosidad

Para determinar la probabilidad general y peligrosidad (probabilidad anual) de ciclones para el Municipio de Acapulco, se ha utilizado el algoritmo de CENAPRED expresado en mapas de probabilidades. La obtención de las probabilidades generales para Acapulco fue a partir de los mapas correspondientes a la categoría de cada ciclón, de los cuales se obtuvo la estimación de la probabilidad $p(i)$, con los siguientes valores:

Tabla 62: Probabilidad de ciclones en el Municipio de Acapulco por categoría.

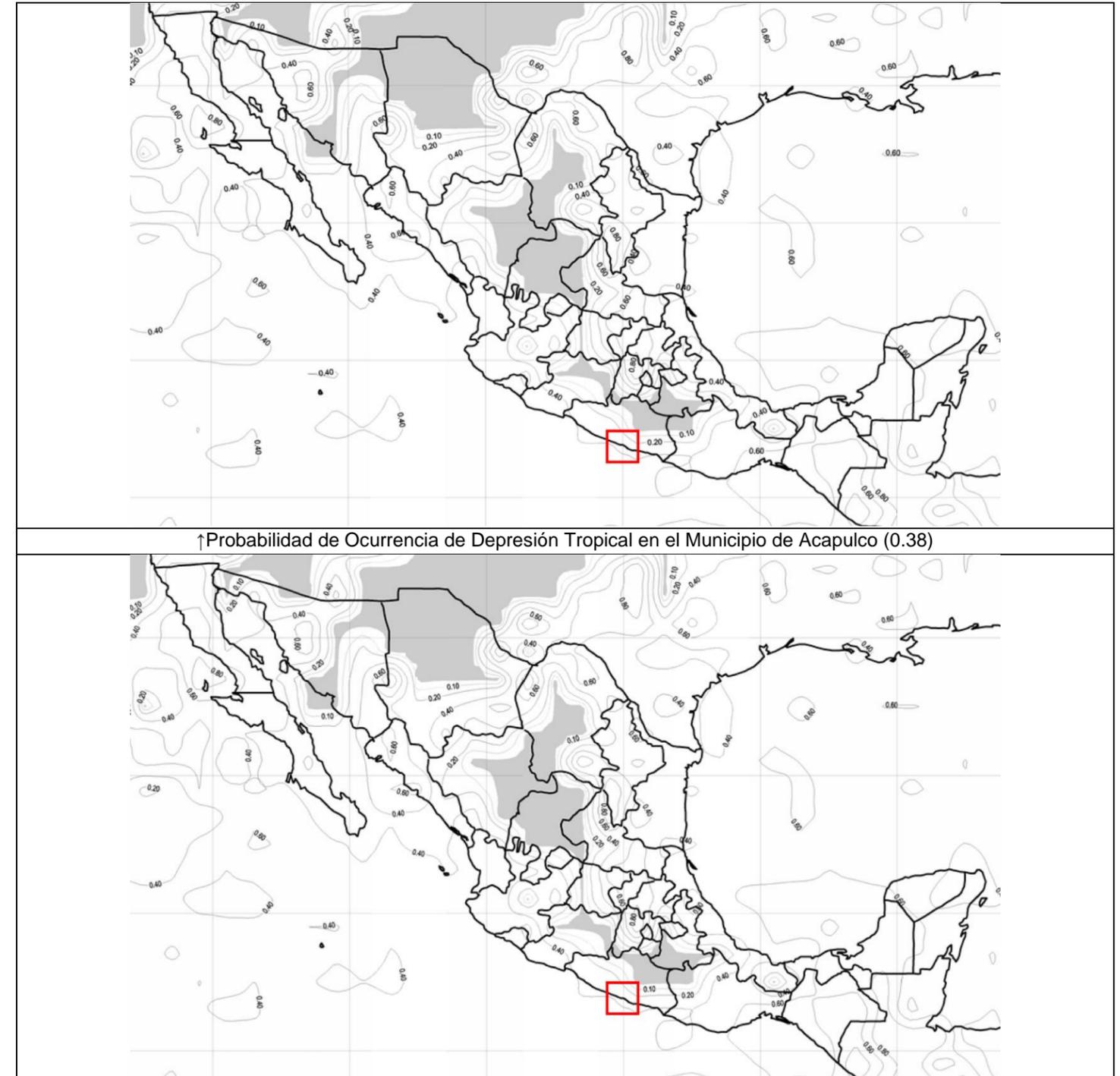
Intensidad i	Categoría	$P(i)$ interpretada
1	Depresión tropical	0.38
2	Tormenta tropical	0.37
3	Huracán categoría 1	0.30
4	Huracán categoría 2	0.06
5	Huracán categoría 3	0.00
6	Huracán categoría 4	0.00
7	Huracán categoría 5	0.00

Fuente: CENAPRED.



Ilustración 140: Mapas de probabilidad de ocurrencia anual de ciclones tropicales, por categoría

En este caso, la probabilidad de que ocurra una depresión tropical es de 38%; también se puede observar que la probabilidad de que se presente un huracán de los tipos 4 y 5 es nula, lo cual quiere decir que en el punto analizado no se han registrado eventos de esta clase.

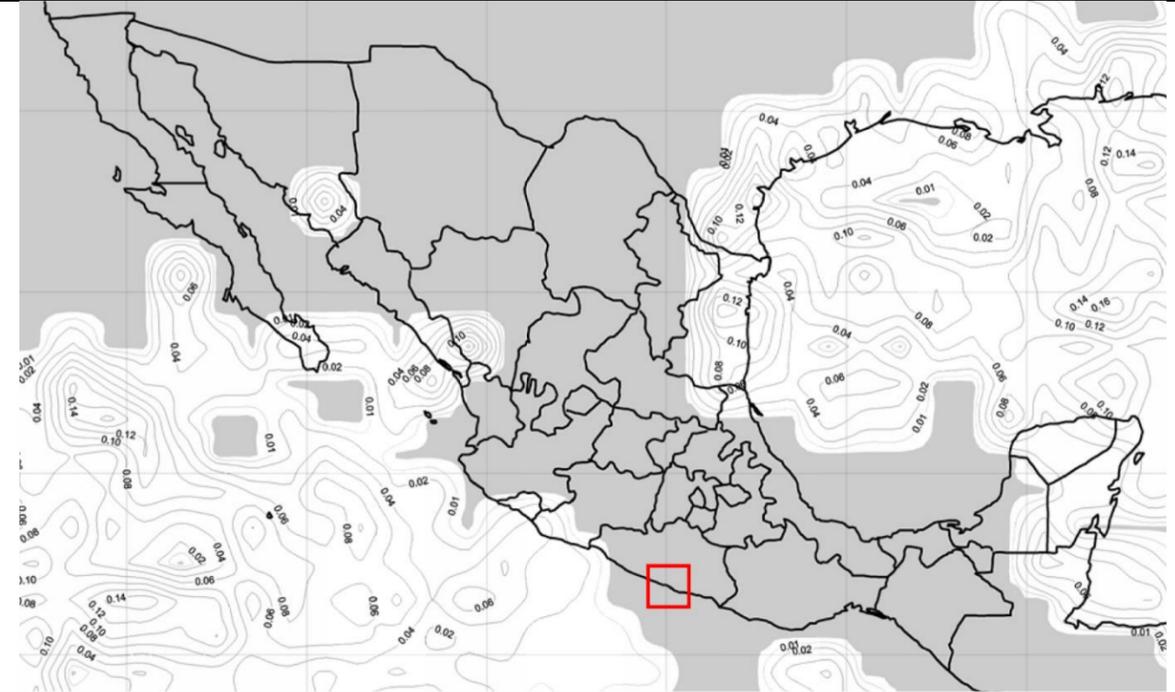




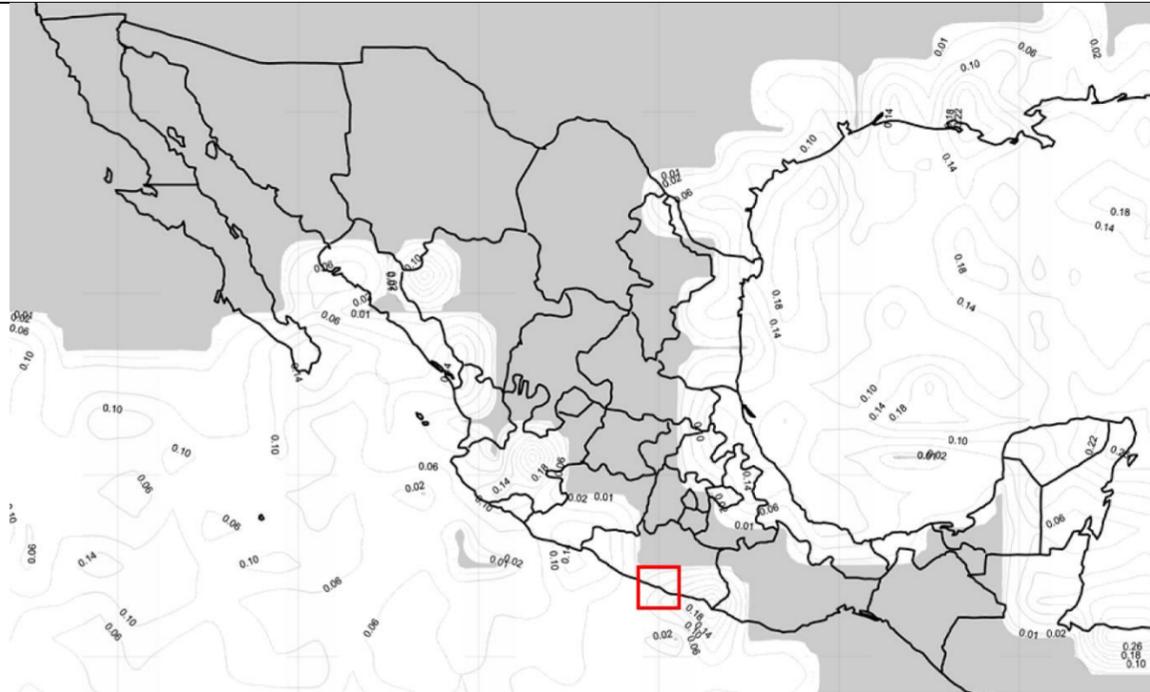
↑Probabilidad de Ocurrencia de Tormenta Tropical en el Municipio de Acapulco (0.37)



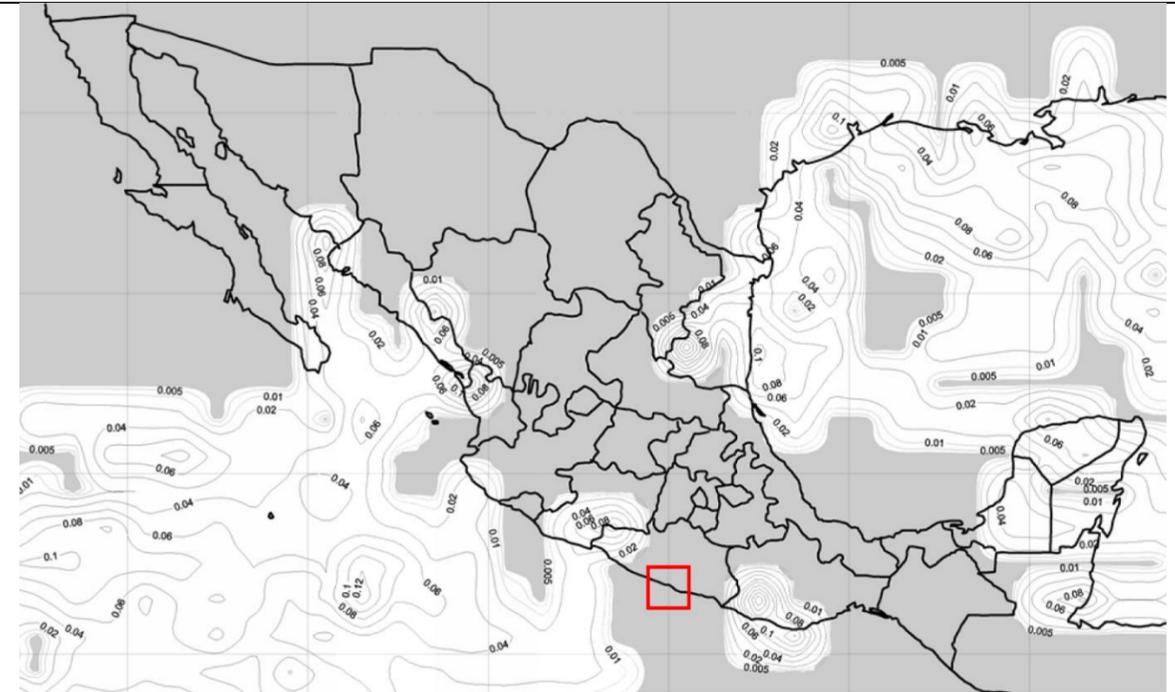
↑Probabilidad de Ocurrencia de Huracán 2 en el Municipio de Acapulco (0.06)



↑Probabilidad de Ocurrencia de Huracán 1 en el Municipio de Acapulco (0.30)



↑Probabilidad de Ocurrencia de Huracán 3 en el Municipio de Acapulco (0.00)





Fuente: CENAPRED.

En vista de su definición, la densidad de probabilidades de la intensidad $p(i)$, puede obtenerse derivando $\mu(i)$ de derecha a izquierda y normalizando posteriormente:

$$p(i) = -k \frac{d\mu(i)}{di}$$

Donde la constante k es tal que $p(i)$ integra 1. Nótese que $d\mu(i)/di$ es proporcional al número de eventos con intensidad igual a i o, más rigurosamente, con intensidad entre i e $i+di$.

De la expresión anterior resulta que:

$$p(i) = -k \frac{d\mu(i)}{di}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} p(i) di = -k \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\mu(i)}{di} = di$$

$$1 = -k \int_i^{VI} \frac{d\mu(i)}{di} = di$$

$$1 = -k[\mu(i)]_1^8$$

$$1 = -k[\mu(8) - \mu(1)]$$

$$1 = k(0.088)$$

$$k = \frac{1}{0.088}$$

En general, se tiene que:

$$k = \frac{1}{\mu(1)}$$

Dado que el peligro es una probabilidad, la función de peligro queda de la siguiente forma:

$$P(i) = -\frac{1}{0.088} \frac{d\mu(i)}{di}$$

La probabilidad de que se presente un evento que exceda la intensidad i , sin que avance al siguiente nivel está dado por:

$$P(i) = -\frac{1}{0.088} \int_i^{i+1} \frac{d\mu(i)}{di} di$$

Para el caso de $i = 1$ se tiene

$$P(1) = -\frac{1}{0.088} \int_1^2 \frac{d\mu(i)}{di} di = 0.342$$

El peligro queda de la siguiente manera:

Tabla 63: Probabilidad anual (peligrosidad) de que ocurra un ciclón para cada magnitud en el Municipio de Acapulco

Intensidad i	Categoría	P(i) interpretada	P(i) ajustada
1	Depresión tropical	0.38	0.342



2	Tormenta tropical	0.37	0.333
3	Huracán categoría 1	0.30	0.270
4	Huracán categoría 2	0.06	0.054
5	Huracán categoría 3	0.00	0.000
6	Huracán categoría 4	0.00	0.000
7	Huracán categoría 5	0.00	0.000

Fuente: elaboración propia.

La probabilidad de que ocurra una tormenta tropical o un huracán en el Municipio de Acapulco se expresa en la tabla anterior. En ella se consignan las probabilidades de que se presente en un año un ciclón de intensidad de depresión tropical (DT), tormenta tropical (TT) y huracanes categoría 1 a 5 (H1, H2, H3, H4 y H5). Por ejemplo, para un H2 la $P(i)$ es igual a 0.054; es decir, el resultado obtenido muestra que anualmente en Acapulco hay un 5.4% de probabilidad de que ocurra un huracán con intensidad dos. La probabilidad anual es equivalente a la peligrosidad.

Periodo de retorno (TR)

El periodo de retorno se define como el promedio de tiempo en que vuelve a ocurrir la excedencia de cierta intensidad i . Se obtiene este promedio a través del cálculo del recíproco de la tasa de excedencia, entonces:

$$TR(i) = \frac{1}{\mu(i)}$$

Para este caso, tenemos los siguientes resultados:

Tabla 64: Periodo de retorno de para cada tipo de ciclón tropical en el Municipio de Acapulco

Intensidad i	Categoría	$P(i)$ interpretada	$P(i)$ ajustada	$P(i)$ acumulada	eventos por tipo	$u(i)$ total	$u(i)$ anual	TR (i)	IPCT
1	Depresión tropical	0.38	0.342	0.3423	15.06	44.00	0.7719	1.30	Muy alto
2	Tormenta tropical	0.37	0.333	0.6757	14.67	28.94	0.5077	1.97	Muy alto
3	Huracán categoría 1	0.3	0.270	0.6036	11.89	14.27	0.2504	3.99	Alto

4	Huracán categoría 2	0.06	0.054	0.3243	2.38	2.38	0.0417	23.97	Alto
5	Huracán categoría 3	0	0.000		0.00	-	-	-	N/D
6	Huracán categoría 4	0	0.000		0.00	-	-	-	N/D
7	Huracán categoría 5	0	0.000		0.00	-	-	-	N/D

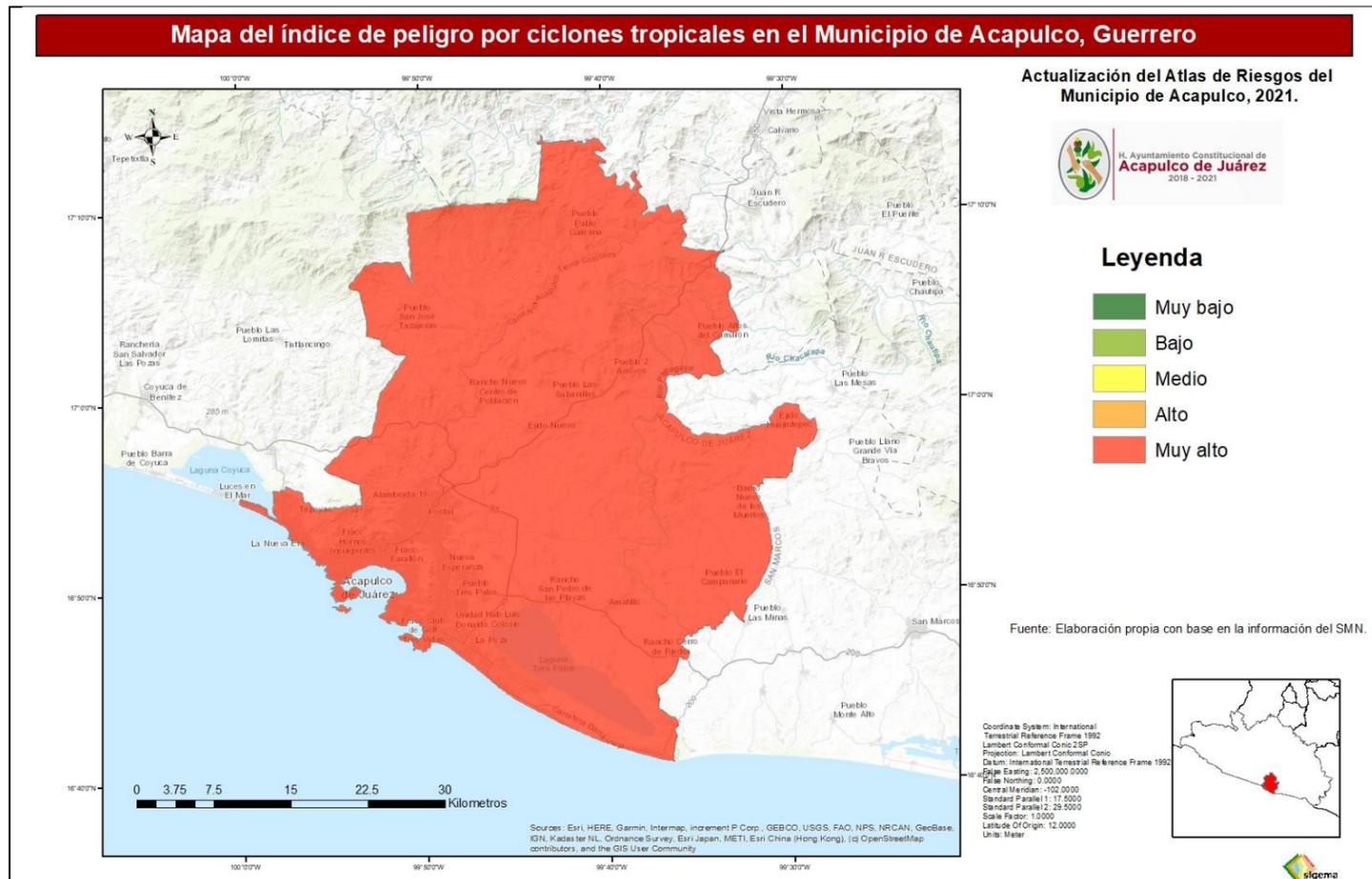
Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se estima que una depresión tropical debería alcanzar al municipio cada 1.3 años, mientras que un huracán de magnitud 2 podría ocurrir cada 23.97 años.

Los resultados del análisis anterior muestran que los ciclones tropicales impactan aproximadamente cada 1.3 años al territorio municipal, y que su probabilidad de ocurrencia anual es de 64.71%. Por lo anterior, el índice de peligro por ciclones tropicales resultó **MUY ALTO** para el Municipio de Acapulco.



Ilustración 141: Mapa del índice de peligro por Ciclones tropicales en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos del SMN.

Aunque la sociedad es vulnerable a los ciclones tanto en la vertiente física (infraestructura) como social, es esta última la característica que se utiliza con mayor frecuencia, dado que las características socioeconómicas de la población nos muestran el grado de resiliencia que la sociedad de algún lugar en particular tendría para reponerse de un fenómeno destructivo de la magnitud de un ciclón tropical.

Para la determinación de la vulnerabilidad social, se utilizó el método del CENAPRED “Determinación de la Vulnerabilidad Social” (ver Anexo de Vulnerabilidad).

En general, la vulnerabilidad en el Municipio de Acapulco a los ciclones tropicales es **ALTA**, aunque en las zonas turísticas la vulnerabilidad se reduce a media y baja.

Tabla 65: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por ciclones tropicales.

Tipo Declaratoria	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Emergencia	Ciclón Tropical	22/09/2000	19/09/2000	22/09/2000	Depresión tropical Norman con posibles lluvias de muy fuertes a intensas y oleaje de 2 a 4 metros en la costa y en un radio de 150 km alrededor del centro de la depresión.
Desastre	Ciclón Tropical	03/11/2005	04/10/2005	07/10/2005	Ciclón Tropical "Stan" y Onda Tropical No. 40
Emergencia	Ciclón Tropical	27/10/2014	17/10/2014	18/10/2014	Lluvia severa, T.T. "Trudy"
Desastre	Ciclón Tropical	29/10/2014	17/10/2014	18/10/2014	Tormenta tropical Trudy
Emergencia	Ciclón Tropical	08/10/2015	28/09/2015	29/09/2015	Huracán Marty

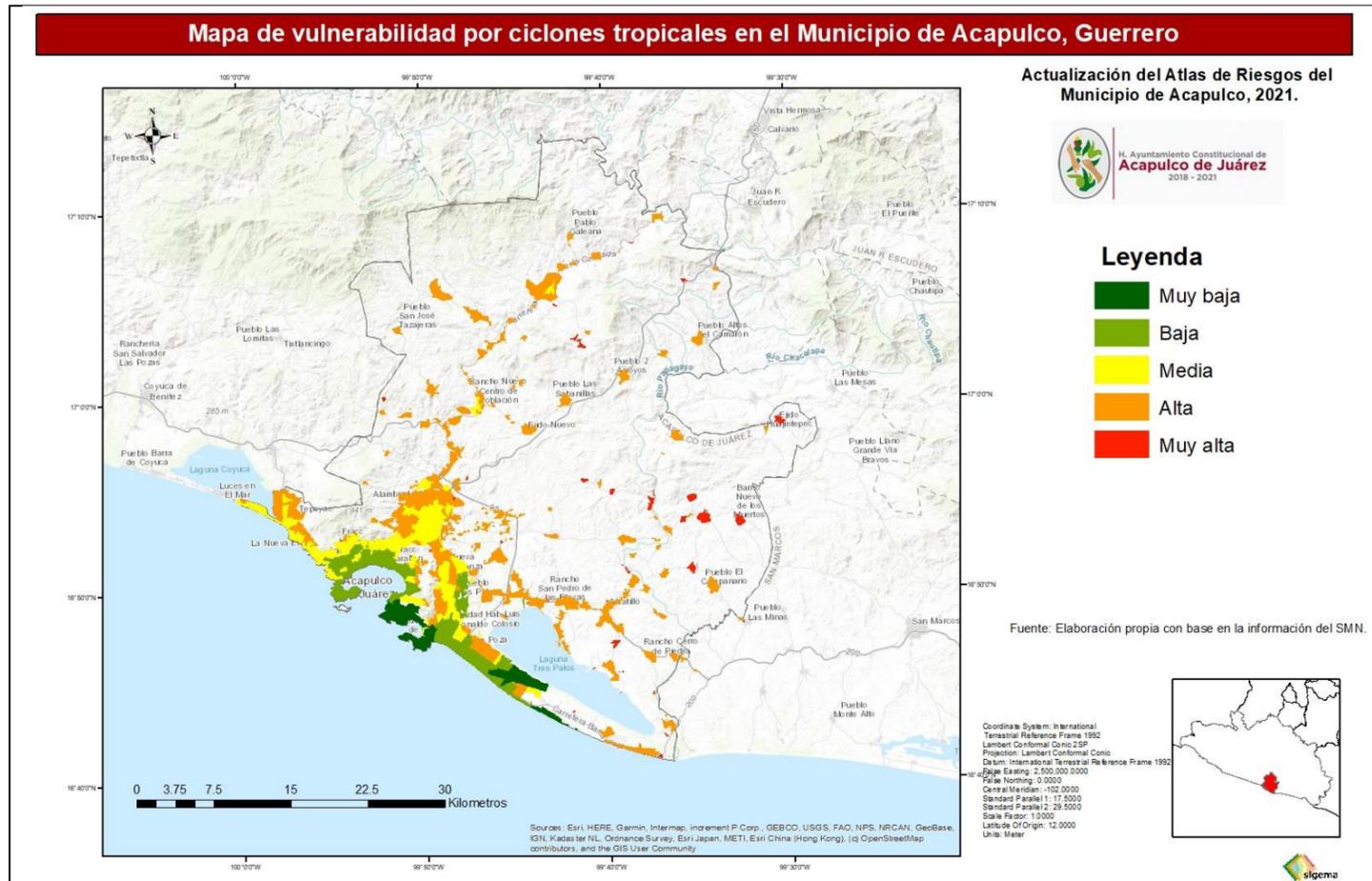
Fuente: CENAPRED

Vulnerabilidad social a Ciclones Tropicales

Los ciclones tropicales, al producir vientos fuertes, oleaje elevado, flujos de lodo y una sobre elevación del mar y lluvia abundante, afectan notablemente a la sociedad cobrando la vida de víctimas humanas, que en casos extremos pueden contarse en cientos o incluso miles; además, tienen un impacto económico devastador a escala local y nacional. En el caso particular de Acapulco, los ciclones tropicales históricamente han generado derrumbes de infraestructura incluyendo viviendas, corte masivo de suministro de electricidad y agua, desabasto de alimentos, enfermedades infecciosas, y el más grave, pérdida de vidas humanas.



Ilustración 142: Mapa de Vulnerabilidad a ciclones tropicales en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de Determinación de la Vulnerabilidad Social, CENAPRED.

Riesgo por Ciclones tropicales

Una vez calculado el peligro y la vulnerabilidad, se hace la función de riesgo con los datos previamente obtenidos de peligro, con la ecuación:

$$Riesgo = (Peligro + Vulnerabilidad) / 2$$

Dado que el peligro es muy alto (valor 5/5), y la vulnerabilidad es alta (valor 4/5), se determinó que en el Municipio de Acapulco el riesgo por Ciclones tropicales es **MUY ALTO** (valor 4.5/5).

Tabla 66: AGEB con mayor riesgo por Ciclones tropicales en el Municipio de Acapulco

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100013240	Acapulco de Juárez	4229	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013556	Acapulco de Juárez	4180	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100814751	Amatillo	3867	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012914	Acapulco de Juárez	3115	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012929	Acapulco de Juárez	3035	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013039	Acapulco de Juárez	2941	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012882	Acapulco de Juárez	2910	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011371	Acapulco de Juárez	2667	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013611	Acapulco de Juárez	2642	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012986	Acapulco de Juárez	2639	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013414	Acapulco de Juárez	2628	Alta	Muy alto	Muy alto
120010087	El Bejuco	2457	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101670068	Tuncingo	2410	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012558	Acapulco de Juárez	2389	Alta	Muy alto	Muy alto
120010164	Texca	2314	Alta	Muy alto	Muy alto
120010102	Ejido Nuevo	2304	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012933	Acapulco de Juárez	2267	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013128	Acapulco de Juárez	2262	Alta	Muy alto	Muy alto
120010166408A	Tres Palos	2232	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013024	Acapulco de Juárez	2226	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014272	Acapulco de Juárez	2221	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015374	Acapulco de Juárez	2186	Alta	Muy alto	Muy alto
120010155	Lomas de San Juan	2161	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013950	Acapulco de Juárez	2127	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014906	Acapulco de Juárez	2117	Alta	Muy alto	Muy alto
120010078	Aguas Calientes	2099	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013518	Acapulco de Juárez	2098	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013077	Acapulco de Juárez	2081	Alta	Muy alto	Muy alto
120010107	Huamuchitos	2076	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200100012971	Acapulco de Juárez	2073	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013255	Acapulco de Juárez	2066	Alta	Muy alto	Muy alto
120010121	Lomas de Chapultepec	2064	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101585266	San Pedro las Playas	1987	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013927	Acapulco de Juárez	1979	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013486	Acapulco de Juárez	1961	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101664075	Tres Palos	1952	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014304	Acapulco de Juárez	1947	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013490	Acapulco de Juárez	1937	Alta	Muy alto	Muy alto
120010101	Dos Arroyos	1917	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014018	Acapulco de Juárez	1916	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014126	Acapulco de Juárez	1908	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013166	Acapulco de Juárez	1899	Alta	Muy alto	Muy alto
120010001301A	Acapulco de Juárez	1878	Alta	Muy alto	Muy alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100013804	Acapulco de Juárez	1876	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013522	Acapulco de Juárez	1861	Alta	Muy alto	Muy alto
120010149	Sabanillas	1861	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015389	Acapulco de Juárez	1859	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015603	Acapulco de Juárez	1859	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013005	Acapulco de Juárez	1843	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011812	Acapulco de Juárez	1837	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013289	Acapulco de Juárez	1793	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015336	Acapulco de Juárez	1780	Alta	Muy alto	Muy alto
120010098	La Concepción	1770	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013965	Acapulco de Juárez	1768	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013397	Acapulco de Juárez	1727	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101585251	San Pedro las Playas	1716	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012990	Acapulco de Juárez	1657	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101280551	Los Órganos de Juan R. Escudero	1642	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011437	Acapulco de Juárez	1640	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013946	Acapulco de Juárez	1595	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101530532	San Isidro Gallinero (El Gallinero)	1584	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013626	Acapulco de Juárez	1575	Alta	Muy alto	Muy alto
120010157	San Pedro Cacahuatpec (Vereda de Amatillo)	1552	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015529	Acapulco de Juárez	1543	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012204	Acapulco de Juárez	1540	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101734094	Xaltianguis	1530	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015482	Acapulco de Juárez	1520	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012115	Acapulco de Juárez	1520	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013594	Acapulco de Juárez	1489	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101661795	Tres Palos	1484	Alta	Muy alto	Muy alto
120010082	Apalani	1475	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200100015618	Acapulco de Juárez	1470	Alta	Muy alto	Muy alto
120010090	Campanario	1459	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015552	Acapulco de Juárez	1447	Alta	Muy alto	Muy alto
120010109	Kilometro 21	1435	Alta	Muy alto	Muy alto
120010104	La Estación	1419	Alta	Muy alto	Muy alto
120010349	San Andrés Playa Encantada (El Podrido)	1398	Alta	Muy alto	Muy alto
120010001550A	Acapulco de Juárez	1385	Alta	Muy alto	Muy alto
120010151	El Salto	1385	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013791	Acapulco de Juárez	1358	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014342	Acapulco de Juárez	1341	Alta	Muy alto	Muy alto
120010095	Cerro de Piedra	1337	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011668	Acapulco de Juárez	1329	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012219	Acapulco de Juárez	1313	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014696	Acapulco de Juárez	1286	Alta	Muy alto	Muy alto
120010125	El Metlapil	1286	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013999	Acapulco de Juárez	1272	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013912	Acapulco de Juárez	1268	Alta	Muy alto	Muy alto
120010086	Barrio Nuevo de los Muertos	1264	Muy alta	Muy alto	Muy alto

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100015675	Acapulco de Juárez	1234	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101731723	Xaltianguis	1229	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013876	Acapulco de Juárez	1223	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014234	Acapulco de Juárez	1220	Alta	Muy alto	Muy alto
120010113	Kilometro 40	1199	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015393	Acapulco de Juárez	1179	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011850	Acapulco de Juárez	1172	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015317	Acapulco de Juárez	1169	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101530547	San Isidro Gallinero (El Gallinero)	1125	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013147	Acapulco de Juárez	1114	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101280566	Los Órganos de Juan R. Escudero	1114	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015656	Acapulco de Juárez	1111	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012223	Acapulco de Juárez	1089	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011687	Acapulco de Juárez	1087	Alta	Muy alto	Muy alto
120010152	San Antonio	1081	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015355	Acapulco de Juárez	1073	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014287	Acapulco de Juárez	1060	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013471	Acapulco de Juárez	1045	Alta	Muy alto	Muy alto
120010297	El Arenal	1039	Alta	Muy alto	Muy alto
120010658	Colonia Alborada	1031	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013895	Acapulco de Juárez	1023	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015590	Acapulco de Juárez	1021	Alta	Muy alto	Muy alto
120010568	Colonia Nueva Generación	1012	Alta	Muy alto	Muy alto
120010144	Pueblo Madero (El Playón)	1002	Alta	Muy alto	Muy alto
120010478	Nueva Frontera	998	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014427	Acapulco de Juárez	989	Alta	Muy alto	Muy alto
120010143	La Providencia	989	Alta	Muy alto	Muy alto
120010137	Piedra Imán	988	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014681	Acapulco de Juárez	979	Alta	Muy alto	Muy alto
120010174	Xolapa	978	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015406	Acapulco de Juárez	969	Alta	Muy alto	Muy alto
120010129	Los Órganos de San Agustín (El Quemado)	965	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011653	Acapulco de Juárez	964	Alta	Muy alto	Muy alto
120010126	Oxaquillas	929	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014554	Acapulco de Juárez	914	Alta	Muy alto	Muy alto
120010141	Las Plazuelas	891	Alta	Muy alto	Muy alto
120010097	Colonia Guerrero (Los Guajes)	889	Alta	Muy alto	Muy alto
120010377	10 de Abril	879	Alta	Muy alto	Muy alto
120010079	Alto del Camarón	876	Alta	Muy alto	Muy alto
120010001422A	Acapulco de Juárez	873	Alta	Muy alto	Muy alto
120010085	Barra Vieja	869	Alta	Muy alto	Muy alto
120010099	Las Cruces de Cacahuatpec	867	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014319	Acapulco de Juárez	833	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013787	Acapulco de Juárez	831	Alta	Muy alto	Muy alto
120010112	Kilometro 39	831	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016048	Acapulco de Juárez	824	Alta	Muy alto	Muy alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



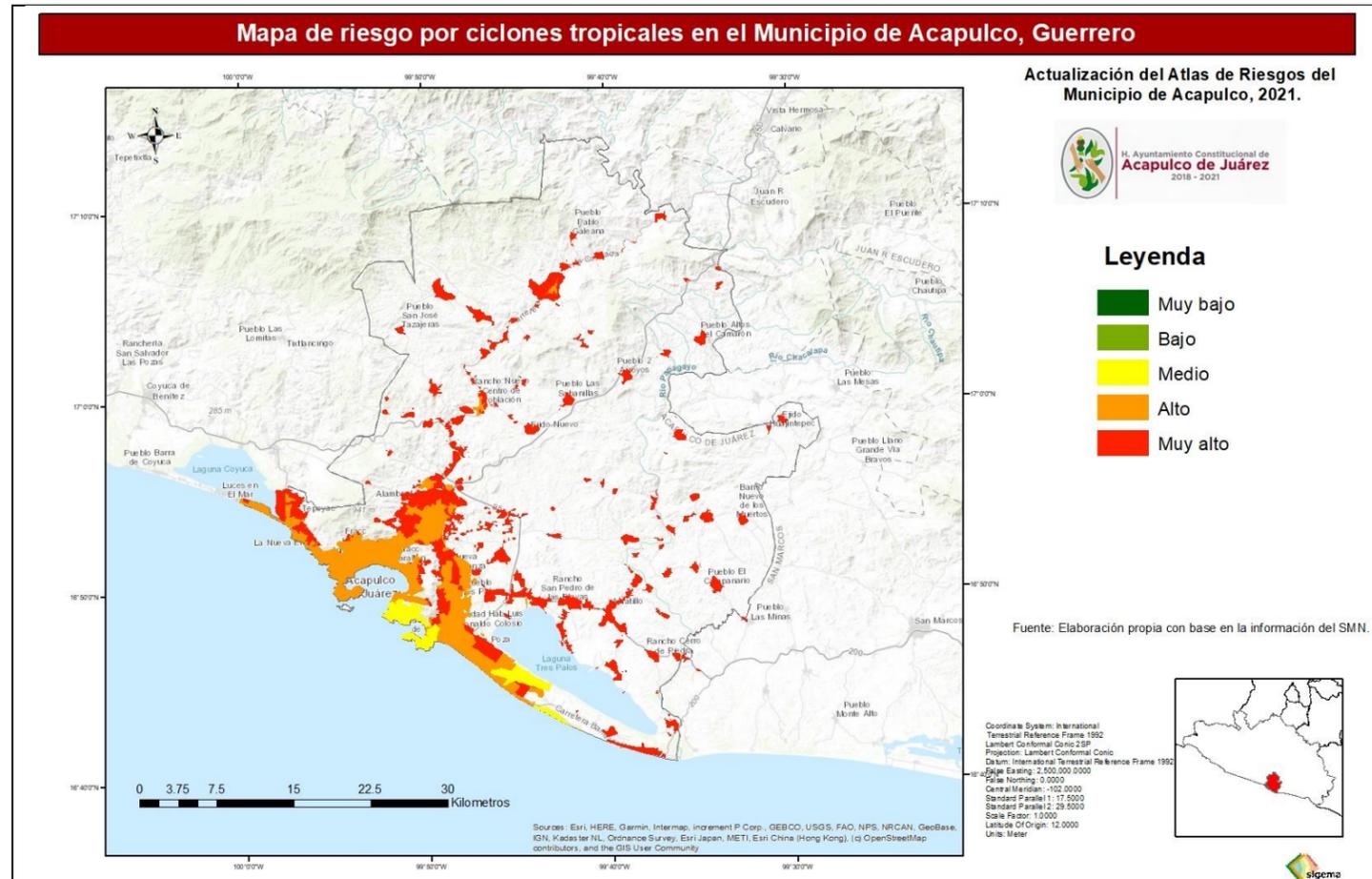
Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010117	Laguna del Quemado	819	Alta	Muy alto	Muy alto
120010083	Apanhuac (Apanguaque)	802	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200101101738	Kilometro 30	793	Alta	Muy alto	Muy alto
120010502	Colonia Loma Larga (El Basurero)	791	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016141	Acapulco de Juárez	789	Alta	Muy alto	Muy alto
120010574	Colonia La Frontera Aguacatillo	784	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100017099	Acapulco de Juárez	779	Alta	Muy alto	Muy alto
120010114	Kilometro 42 (Juan N. Álvarez)	775	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015730	Acapulco de Juárez	768	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100017046	Acapulco de Juárez	760	Alta	Muy alto	Muy alto
120010001618A	Acapulco de Juárez	753	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015232	Acapulco de Juárez	753	Alta	Muy alto	Muy alto
120010355	Tasajeras	746	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101101742	Kilometro 30	742	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013467	Acapulco de Juárez	740	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013503	Acapulco de Juárez	734	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011244	Acapulco de Juárez	726	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016300	Acapulco de Juárez	715	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015497	Acapulco de Juárez	712	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016279	Acapulco de Juárez	712	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100017101	Acapulco de Juárez	694	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011899	Acapulco de Juárez	692	Alta	Muy alto	Muy alto
120010242	Bella Vista Papagayo	690	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100017116	Acapulco de Juárez	681	Alta	Muy alto	Muy alto
120010411	Nicolas Bravo (Zanja del Teniente)	675	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014747	Acapulco de Juárez	663	Alta	Muy alto	Muy alto
120010169	El Veladero (Veladero Morelos)	657	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101731719	Xaltianguis	644	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015548	Acapulco de Juárez	639	Alta	Muy alto	Muy alto
120010080	Amatepec	635	Muy alta	Muy alto	Muy alto
120010001397A	Acapulco de Juárez	635	Alta	Muy alto	Muy alto
120010566	Colonia Miguel Terrazas Rivera	625	Alta	Muy alto	Muy alto
120010001511A	Acapulco de Juárez	620	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016230	Acapulco de Juárez	619	Alta	Muy alto	Muy alto
120010503	Colonia Nueva Luz	618	Alta	Muy alto	Muy alto
120010088	Cacahuatpec	611	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013236	Acapulco de Juárez	609	Alta	Muy alto	Muy alto
120010130	Pablo Galeana (Coacoyular)	591	Alta	Muy alto	Muy alto
120010091	El Cantón	590	Muy alta	Muy alto	Muy alto
120010491	Agua Zarca de la Pena	580	Alta	Muy alto	Muy alto
120010454	Colonia Mangos (El Quemado)	574	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014431	Acapulco de Juárez	572	Alta	Muy alto	Muy alto
120010343	Las Chanecas	567	Alta	Muy alto	Muy alto
120010158625A	San Pedro las Playas	548	Alta	Muy alto	Muy alto
120010459	Vista Hermosa	532	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101731704	Xaltianguis	527	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016777	Acapulco de Juárez	510	Alta	Muy alto	Muy alto

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010119	Lomas del Aire	495	Alta	Muy alto	Muy alto
120010504	Colonia Praderas de Guadalupe	481	Alta	Muy alto	Muy alto
120010124	Las Marías	480	Alta	Muy alto	Muy alto
120010147	El Rincón	477	Alta	Muy alto	Muy alto
120010140	Playones de San Isidro	470	Alta	Muy alto	Muy alto
120010150	Salsipuedes	459	Alta	Muy alto	Muy alto
120010165	Las Tortolitas	454	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014395	Acapulco de Juárez	450	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015139	Acapulco de Juárez	448	Alta	Muy alto	Muy alto
120010507	Colonia Donaciano Rivera	448	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013043	Acapulco de Juárez	447	Alta	Muy alto	Muy alto
120010338	Las Joyas	444	Alta	Muy alto	Muy alto
120010115	Kilometro 45	440	Alta	Muy alto	Muy alto
120010416	El Ranchito (Las Palmitas)	433	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015887	Acapulco de Juárez	430	Alta	Muy alto	Muy alto
120010197	Kilometro 22	416	Alta	Muy alto	Muy alto
120010105	Garrapatas	407	Muy alta	Muy alto	Muy alto

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 143: Mapa de Riesgo por Ciclones Tropicales del Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos de SMN.

Tornados

Un tornado, según el Servicio Meteorológico de Estados Unidos (NWS, 2007) es “una columna rotatoria de aire, que se extiende de una nube cumuliforme hacia la tierra, y que es visible como un embudo de condensación. Para que un vórtice sea clasificado como un tornado, debe estar en contacto con la tierra y extenderse hacia/desde la base de una nube y debe haber algún rastro de efecto visual del terreno tal como marcas de remolinos de polvo, o daño estructural o de la vegetación”. Además, los tornados deben estar asociados a un mesociclón y a una tormenta supercélula, y por lo general se producen en llanuras amplias.

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, un tornado se forma con el encuentro entre un viento frío y rápido de los niveles altos de la atmósfera con un viento cálido y lento que asciende de la superficie, lo que provoca una rotación horizontal del aire. Si la diferencia de temperatura es grande, el descenso del aire frío se da en forma de remolino y conforme se acerca al suelo su velocidad aumenta. Además, si este encuentro de vientos confluentes ocurre en un mesociclón, las corrientes ascendentes de aire caliente elevan el tubo de aire en rotación y la enderezan en forma vertical. El centro del tornado tiene baja presión atmosférica, por lo cual cambia de dirección de forma errática. Llega a su clímax cuando ingresa una mayor cantidad de aire caliente y húmedo que le da energía. Puede durar pocos minutos o más de una hora y durante ese tiempo el tornado causa daños dependiendo de su intensidad.

La mayor parte de los tornados se mueven a velocidades comprendidas entre los 65 y los 180 km/h pero pueden ser todavía más rápidos cuando se dan las condiciones adecuadas. Para catalogarlos se utiliza la escala “Fujita Mejorada”, que permite clasificarlos según el daño que provocan. Por ejemplo, los tornados EF0 suelen rondar los 105-137 km/h y provocar daños leves; sin embargo, aquellos más intensos, de categoría EF5, pueden superar los 322 km/h, arrasar casas desde los cimientos, dañar estructuras de hormigón y destruir todo a su paso.

Otros términos como tromba marina, culebra de agua o manga de agua son fenómenos similares pero que ocurren sobre la superficie del agua. Estas denominaciones populares no corresponden a un fenómeno meteorológico único y por tanto pueden implicar la existencia de un tornado o de un torbellino sobre el agua. Las trombas marinas, culebras de agua o mangas de agua se dividen en dos tipos: tornádicas y no tornádicas. Como indica su nombre, las primeras son tornados desde el punto de vista meteorológico, mientras que las segundas, si bien similares en apariencia, no son tornados pues no se asocian a un mesociclón.

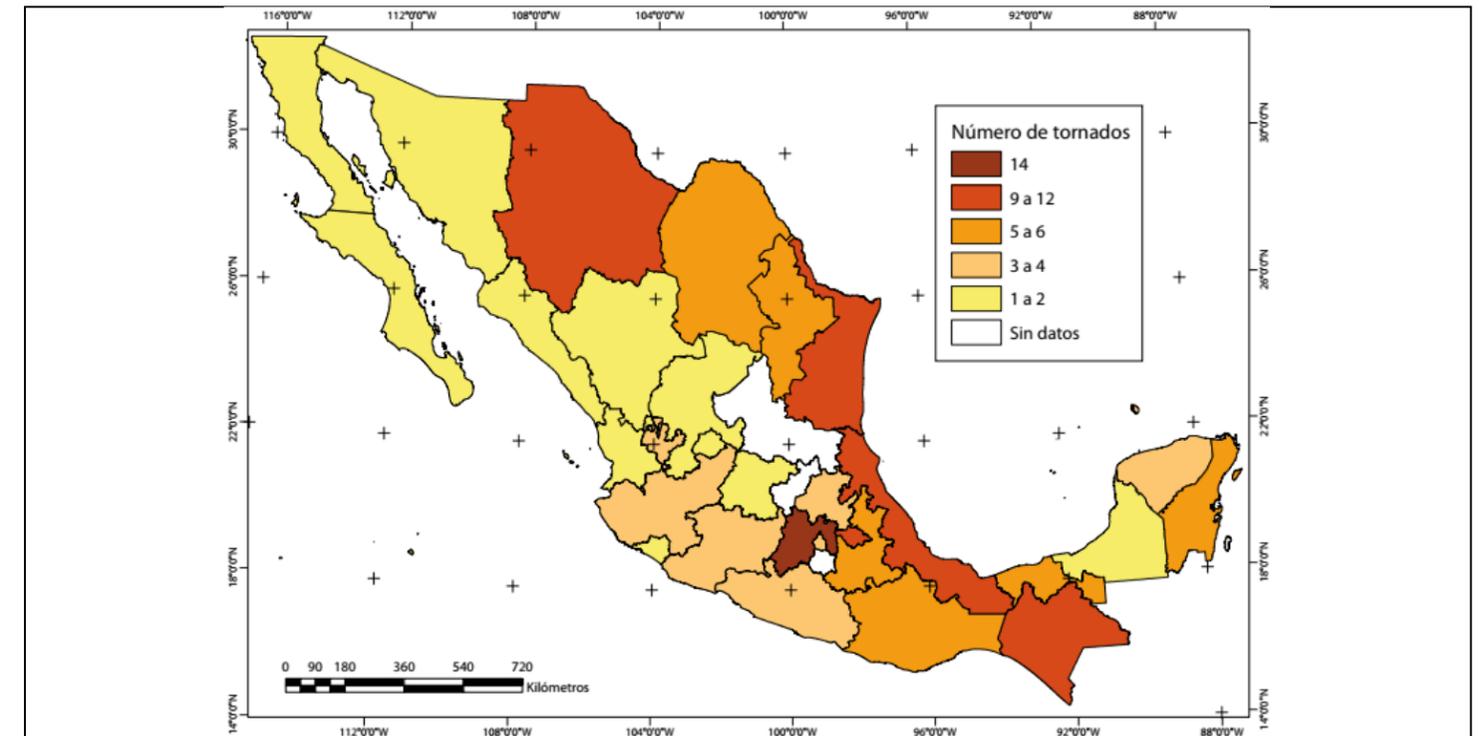


Un fenómeno similar a un tornado es un torbellino. Un torbellino es un remolino de aire fuerte, bien formado y de duración relativamente corta, que va desde pequeño (medio metro de ancho y unos pocos metros de alto) hasta grande (más de 10 metros de ancho y más de 1000 metros de alto). Los torbellinos suelen ser inofensivos, aunque en raras ocasiones pueden levantar techos de lámina y techos de lona. Los torbellinos generalmente no representan un riesgo y no deben considerarse como la fase inicial de un tornado.

Peligro por Tornados

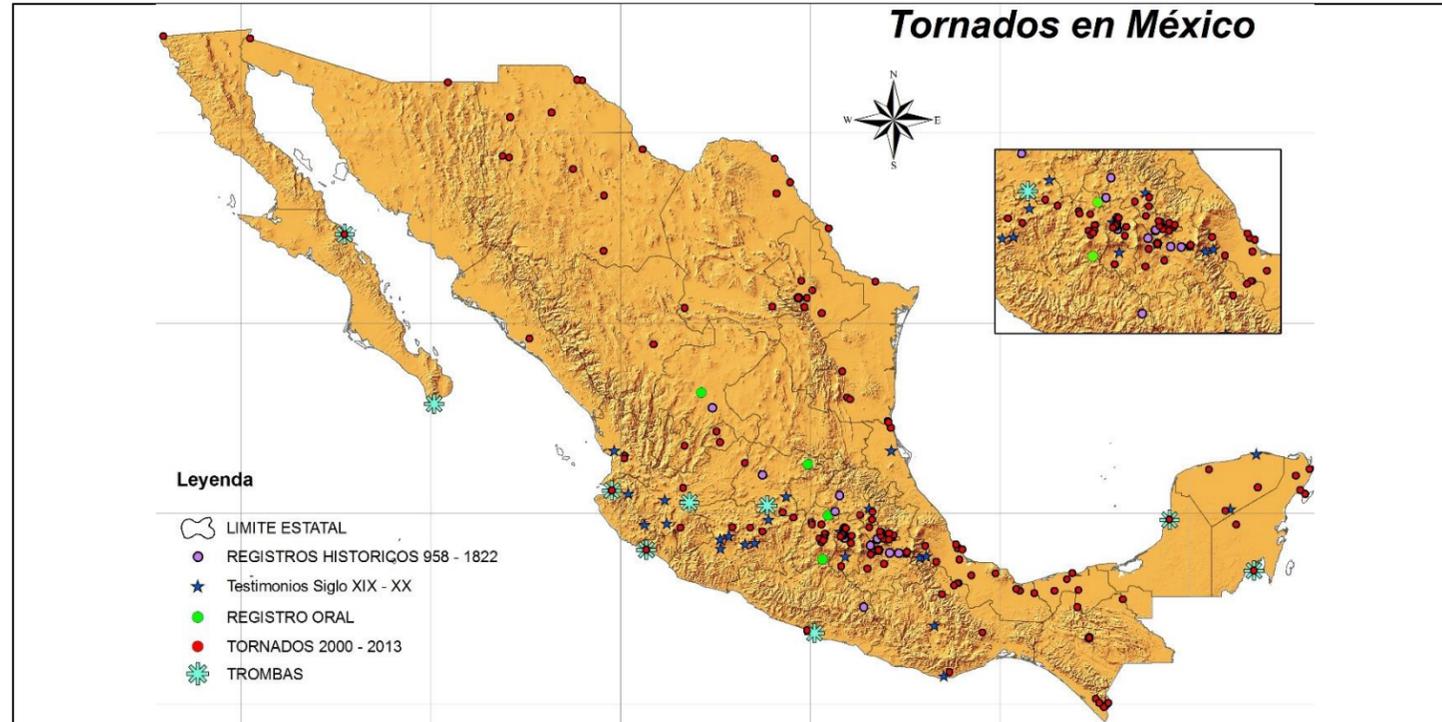
En el Estado de Guerrero, según la Base de Datos de tornados México, recopilada por la Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas (CIATTS), en el periodo 2000-2012 hubo 3 tornados, de los cuales 2 fueron en el municipio de Acapulco, ambos bajo la modalidad de tromba marina o culebra de agua.

Ilustración 144: Mapa de tornados ocurridos del 2000 al 2013 a nivel nacional



Fuente: Base de datos tornados México, CIESAS-CIATTS.

Ilustración 145: Mapa de número de tornados por estados 2000-2012



Fuente: Base de datos tornados México, CIESAS-CIATTS.

Por otro lado, de acuerdo con información hemerográfica, se han reportado los siguientes tornados en años recientes:

Tabla 67: Tornados recientes en el Municipio de Acapulco

Tipo	Fecha	Localidad	Incidentes, Víctimas
Tromba marina	20/09/2011	Frente a Mozimba	Ninguno, Sin datos
Tromba marina	22/07/2016	Frente a Playa Diamante	Ninguno, Sin datos
Tromba marina	04/08/2018	Frente a Bahía de Acapulco	Ninguno, Sin datos

Fuente: elaboración propia con datos hemerográficos

Ilustración 146: Tromba marina del 22 de julio 2016, frente a Playa Diamante



Fuente: Periódico El País, disponible en: https://elpais.com/internacional/2016/07/23/mexico/1469234073_569401.html.

Ilustración 147: Tromba marina del 4 de agosto 2018, frente a Bahía de Acapulco



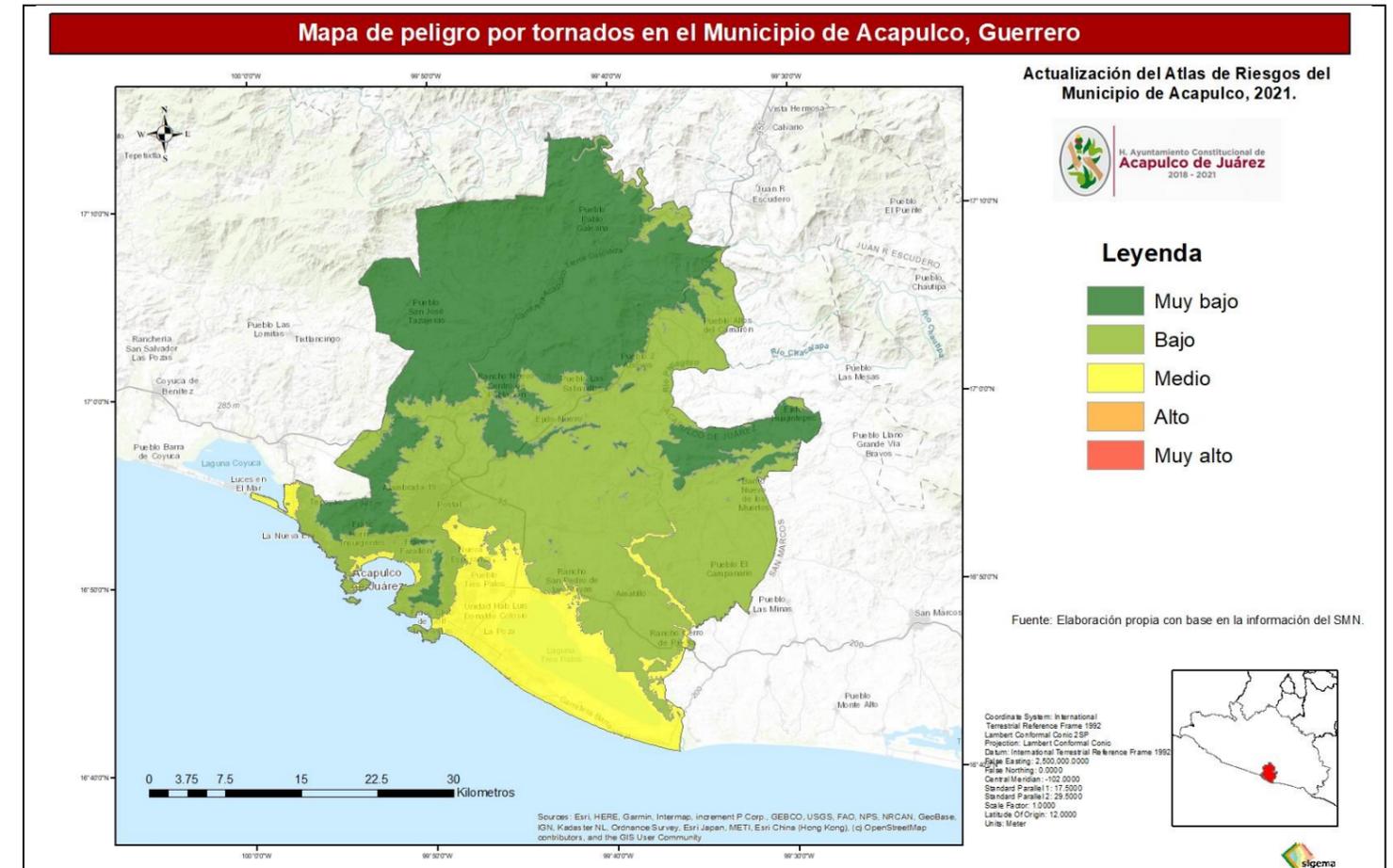
Fuente: Excélsior TV, "Se forma tromba mariana en bahía de Acapulco", disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=KxxMlzd9Ca0>

Los tornados que se presentan en el territorio municipal no suelen ser muy intensos debido a que las condiciones geográficas no permiten que el fenómeno se fortalezca. Estas condiciones geográficas son: la topografía local, montañosa y con pequeñas planicies costeras, lo que impide que el fenómeno ingrese a tierra adentro desde el



mar; la orografía regional, siendo el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre Occidental dos grandes obstáculos para llegadas de masas de aire frío del norte. No obstante, las trombas marinas se originan con mayor frecuencia en climas tropicales y subtropicales, por lo que esta variedad de tornado es más probable. Las trombas marinas por lo general se mueven lentamente, si es que lo hacen, ya que la nube a la que están adheridos es horizontalmente estática, y se forma por acción convectiva vertical en lugar de la interacción de subducción/aducción entre los frentes en colisión. Las trombas marinas se comportan igual si se mueven a tierra, y se estima que no pueden superar barreras topográficas de más de 300 msnm. En función de lo anterior, se determinó que en general el peligro por tornados en el Municipio de Acapulco es **MEDIO**, aunque en algunas zonas del interior el peligro puede ser menor.

Ilustración 148: Mapa de peligro por tornados en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia.



Vulnerabilidad física a Tornados

Los efectos de los tornados son, principalmente, sus vientos intensos, los cuales pueden dañar viviendas y otras estructuras. En este trabajo se analiza la vulnerabilidad de las viviendas, basándose en el método del CENAPRED descrito en el documento “Índice de vulnerabilidad por tornados en México” así como “Criterios de evaluación de la vulnerabilidad física” del mismo Centro. Estos métodos se basan en información a nivel municipal del INEGI, pero para los fines de este estudio se ajustaron a variables del Censo 2020 a nivel manzana.

De acuerdo con el Censo 2020, se dispone de los siguientes indicadores, que pueden ser útiles para el análisis de la vulnerabilidad física de las viviendas por tornados.

Tabla 68: Indicadores del Censo 2021 a nivel manzana útiles para la determinación de la vulnerabilidad física por tornados

Clave	Descripción
TVIVHAB	Total de viviendas habitadas
VIVPAR_UT	Viviendas particulares de uso temporal
OCUPVIVPAR	Ocupantes en viviendas particulares habitadas
PROM_OCUP	Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas
VPH_PISOTI	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra
VPH_1DOR	Viviendas particulares habitadas con un dormitorio
VPH_1CUART	Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto
VPH_2CUART	Viviendas particulares habitadas con dos cuartos
VPH_3YMASC	Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más
VPH_S_ELEC	Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica
VPH_AGUAFV	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda
VPH_EXCSA	Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario
VPH_LETR	Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (pozo u hoyo)
VPH_NODREN	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje
VPH_NDEAED	Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje
VPH_NDACMM	Viviendas particulares habitadas que no disponen de automóvil o camioneta, ni de motocicleta o motoneta
VPH_SNBIEN	Viviendas particulares habitadas sin ningún bien
VPH_SINRTV	Viviendas particulares habitadas sin radio ni televisor
VPH_SINLTC	Viviendas particulares habitadas sin línea telefónica ni teléfono celular
VPH_SINCINT	Viviendas particulares habitadas sin computadora ni Internet
VPH_SINTIC	Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)

Fuente: Elaboración propia en función de datos modificados de CENAPRED (2018)

Las viviendas podrán clasificarse en cinco niveles de acuerdo con su tipología, para poder inferir su capacidad de respuesta ante un tornado. El tipo de vivienda puede verse en la siguiente tabla.

Tabla 69: Índice de vulnerabilidad a tornados en función del tipo de vivienda.

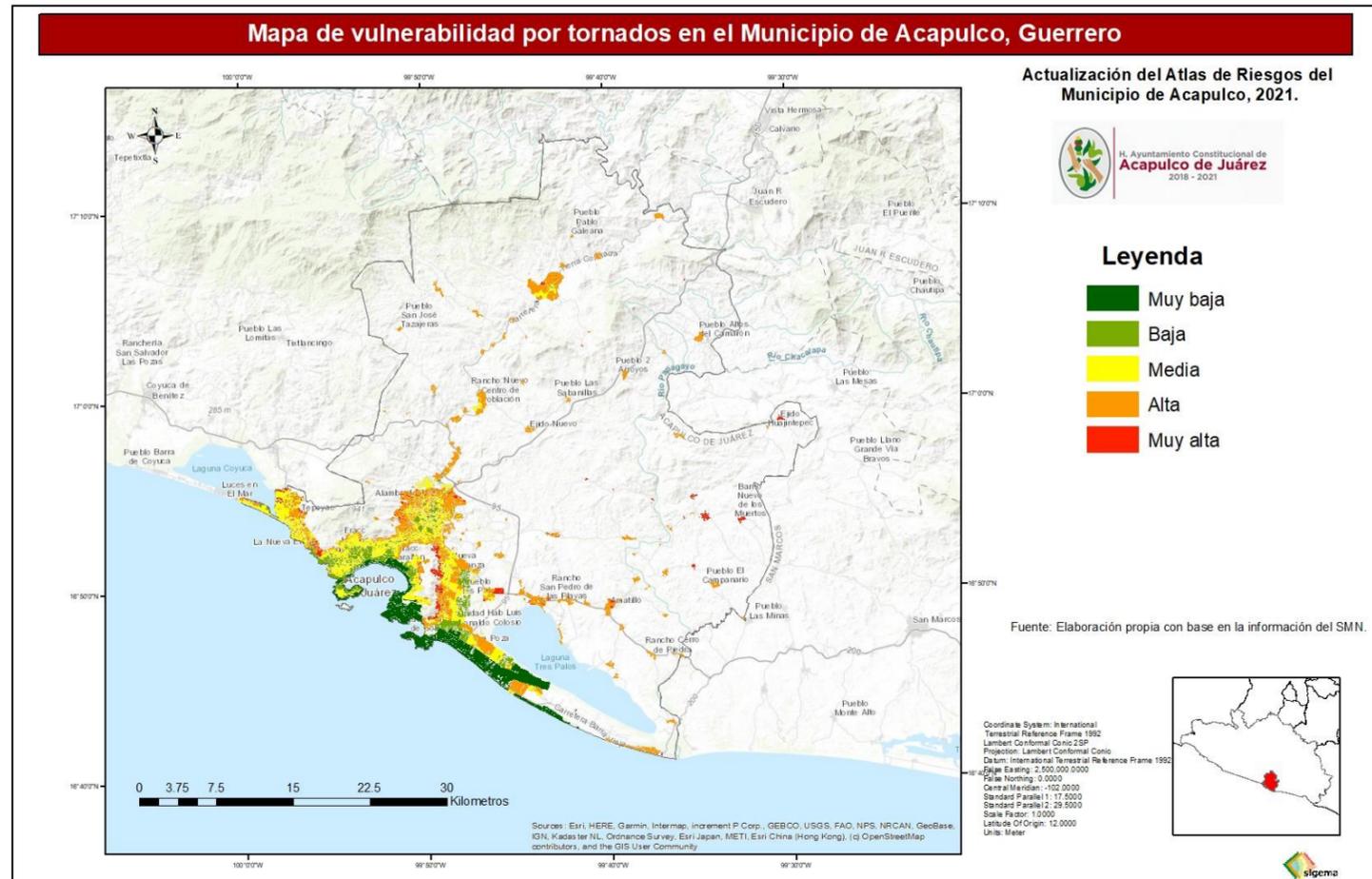
Vulnerabilidad	Tipología de la vivienda
Muy Alta	Este tipo corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. Asimismo, el menaje es el mínimo indispensable.
Alta	Hogares de clase baja, la vivienda puede ser de autoconstrucción o viviendas construidas con materiales de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Con respecto al menaje, las diferentes habitaciones cuentan con sus muebles propios y están más o menos definidas.
Media	Hogares de clase baja, similar al tipo anterior, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales. El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones, como en el anterior nivel; sin embargo, se consideran de mayor calidad y por lo tanto un mayor costo.
Baja	Clase media, vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje que se ha seleccionado corresponde con el de una casa típica de una familia de profesionistas que ejercen su carrera y viven sin complicaciones económicas.
Muy Baja	Tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de comodidad.

Fuente: CENAPRED.

En función de lo anterior, se determinó que la vulnerabilidad física a tornados en el Municipio de Acapulco en general es **ALTA**, aunque en algunas zonas se incrementa a muy alta.



Ilustración 149: Mapa de Vulnerabilidad a tornados en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia.

Riesgo por Tornados

Una vez obtenidos los resultados de vulnerabilidad física y peligro por tornados, se procedió a realizar un proceso de Map Algebra en un Sistema de Información Geográfica, con ambas capas de información, y se generó el riesgo para el Municipio de Acapulco, el cual es **MEDIO**, salvo en algunas zonas donde el riesgo se incrementó a Alto y que se presentan a continuación:

Tabla 70: Manzanas con mayor riesgo por Tornados en el Municipio de Acapulco

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200101587084001	San Pedro las Playas	4430	Alta	Medio	Alto
1200100871992077	El Bejuco	2457	Alta	Medio	Alto
120010166408A032	Tres Palos	2232	Alta	Medio	Alto
1200101071992017	Huamuchitos	2076	Muy alta	Bajo	Alto
1200101212045034	Lomas de Chapultepec	2064	Alta	Medio	Alto
1200101585266028	San Pedro las Playas	1987	Alta	Medio	Alto
1200100014304012	Acapulco de Juárez	1947	Alta	Medio	Alto
1200100011812018	Acapulco de Juárez	1837	Alta	Medio	Alto
1200101585251011	San Pedro las Playas	1716	Alta	Medio	Alto
1200100011437013	Acapulco de Juárez	1640	Alta	Medio	Alto
1200100821992021	Apalani	1475	Muy alta	Bajo	Alto
1200103492045006	San Andrés Playa Encantada (El Podrido)	1398	Alta	Medio	Alto
1200100014696045	Acapulco de Juárez	1286	Alta	Medio	Alto
1200100861992008	Barrio Nuevo de los Muertos	1264	Muy alta	Bajo	Alto
1200100013876008	Acapulco de Juárez	1223	Alta	Medio	Alto
1200102971992023	El Arenal	1039	Alta	Medio	Alto
1200100852045018	Barra Vieja	869	Alta	Medio	Alto
1200100013787059	Acapulco de Juárez	831	Alta	Medio	Alto
1200100013787066	Acapulco de Juárez	831	Alta	Medio	Alto
1200100013787063	Acapulco de Juárez	831	Alta	Medio	Alto
1200100013787067	Acapulco de Juárez	831	Alta	Medio	Alto
1200100831992012	Apanhuac (Apanguaque)	802	Muy alta	Bajo	Alto
1200100015497014	Acapulco de Juárez	712	Alta	Medio	Alto
1200102422045002	Bella Vista Papagayo	690	Alta	Medio	Alto
1200100911992004	El Cantón	590	Muy alta	Bajo	Alto
1200100011812002	Acapulco de Juárez	558	Alta	Medio	Alto
1200100011371001	Acapulco de Juárez	495	Alta	Medio	Alto
1200100014516025	Acapulco de Juárez	440	Alta	Medio	Alto
1200101051992002	Garrapatas	407	Muy alta	Bajo	Alto
1200100013787069	Acapulco de Juárez	380	Alta	Medio	Alto
1200101311992009	Las Parotas	356	Muy alta	Bajo	Alto
1200100814751007	Amatillo	340	Muy alta	Bajo	Alto
1200100013861028	Acapulco de Juárez	283	Alta	Medio	Alto
1200105871992002	Rancho las Marías	254	Muy alta	Bajo	Alto
1200101661795017	Tres Palos	236	Muy alta	Medio	Alto
1200101561935003	San Martin el Jovero	216	Muy alta	Bajo	Alto
1200100011812001	Acapulco de Juárez	210	Alta	Medio	Alto
1200101585266049	San Pedro las Playas	208	Alta	Medio	Alto
1200101585251023	San Pedro las Playas	203	Alta	Medio	Alto
1200100814751026	Amatillo	200	Muy alta	Bajo	Alto
1200101541992005	San José Cacahuatpec	200	Muy alta	Bajo	Alto
1200101622045001	Teniente José Azueta (Rio Papagayo)	199	Alta	Medio	Alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100015641001	Acapulco de Juárez	196	Alta	Medio	Alto
1200100014304019	Acapulco de Juárez	188	Alta	Medio	Alto
1200101585251013	San Pedro las Playas	184	Alta	Medio	Alto
1200101661795008	Tres Palos	177	Alta	Medio	Alto
1200107532045001	Paraíso Lomas de Chapultepec (El Plantón)	171	Muy alta	Medio	Alto
1200100814751063	Amatillo	167	Muy alta	Bajo	Alto
1200106041992001	El Cerrito (Colonia el Cerrito)	163	Muy alta	Bajo	Alto
1200100014304021	Acapulco de Juárez	161	Alta	Medio	Alto
1200100011812022	Acapulco de Juárez	155	Alta	Medio	Alto
1200100814751004	Amatillo	154	Muy alta	Bajo	Alto
1200100011371005	Acapulco de Juárez	153	Alta	Medio	Alto
1200100014304005	Acapulco de Juárez	152	Alta	Medio	Alto
1200100014304006	Acapulco de Juárez	151	Alta	Medio	Alto
1200101664075016	Tres Palos	148	Muy alta	Medio	Alto
1200100013414005	Acapulco de Juárez	148	Muy alta	Bajo	Alto
120010166408A024	Tres Palos	148	Alta	Medio	Alto
1200100014304003	Acapulco de Juárez	147	Alta	Medio	Alto
1200100013787001	Acapulco de Juárez	147	Alta	Medio	Alto
1200100015711044	Acapulco de Juárez	142	Alta	Medio	Alto
1200100015497016	Acapulco de Juárez	134	Alta	Medio	Alto
1200100013397006	Acapulco de Juárez	132	Muy alta	Bajo	Alto
1200100013876003	Acapulco de Juárez	131	Alta	Medio	Alto
1200100011348014	Acapulco de Juárez	129	Alta	Medio	Alto
1200100814751062	Amatillo	128	Muy alta	Bajo	Alto
1200101585266019	San Pedro las Playas	123	Alta	Medio	Alto
1200100014681016	Acapulco de Juárez	119	Alta	Medio	Alto
1200101664075018	Tres Palos	114	Alta	Medio	Alto
1200100014516017	Acapulco de Juárez	113	Alta	Medio	Alto
1200100014516021	Acapulco de Juárez	108	Alta	Medio	Alto
1200101585266027	San Pedro las Playas	105	Alta	Medio	Alto
1200101585266004	San Pedro las Playas	104	Alta	Medio	Alto
1200101585266031	San Pedro las Playas	103	Alta	Medio	Alto
1200100016387043	Acapulco de Juárez	101	Alta	Medio	Alto
1200101661795010	Tres Palos	98	Alta	Medio	Alto
1200100013876017	Acapulco de Juárez	98	Alta	Medio	Alto
1200101664075031	Tres Palos	97	Alta	Medio	Alto
120010001575A076	Acapulco de Juárez	97	Alta	Medio	Alto
1200100014681041	Acapulco de Juárez	96	Alta	Medio	Alto
1200101585251003	San Pedro las Playas	96	Alta	Medio	Alto
1200100013876024	Acapulco de Juárez	94	Alta	Medio	Alto
1200100015482027	Acapulco de Juárez	93	Alta	Medio	Alto
1200100014304020	Acapulco de Juárez	92	Alta	Medio	Alto

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010166408A008	Tres Palos	91	Alta	Medio	Alto
1200100013128053	Acapulco de Juárez	90	Muy alta	Bajo	Alto
1200100013876036	Acapulco de Juárez	89	Alta	Medio	Alto
1200100014304002	Acapulco de Juárez	88	Alta	Medio	Alto
1200101661795012	Tres Palos	88	Alta	Medio	Alto
1200100014304023	Acapulco de Juárez	85	Alta	Medio	Alto
120010166408A015	Tres Palos	85	Alta	Medio	Alto
1200100013397005	Acapulco de Juárez	84	Muy alta	Bajo	Alto
120010166408A010	Tres Palos	83	Alta	Medio	Alto
1200100013804006	Acapulco de Juárez	83	Muy alta	Bajo	Alto
1200100015497001	Acapulco de Juárez	83	Alta	Medio	Alto
1200100014696013	Acapulco de Juárez	83	Alta	Medio	Alto
1200100015641083	Acapulco de Juárez	82	Alta	Medio	Alto
1200100014516029	Acapulco de Juárez	80	Alta	Medio	Alto
120010166408A002	Tres Palos	80	Alta	Medio	Alto
1200100011812007	Acapulco de Juárez	79	Alta	Medio	Alto
1200101664075012	Tres Palos	78	Alta	Medio	Alto
120010001358A004	Acapulco de Juárez	78	Alta	Medio	Alto
1200100014501041	Acapulco de Juárez	77	Alta	Medio	Alto
1200100013397002	Acapulco de Juárez	75	Muy alta	Bajo	Alto
1200101585266018	San Pedro las Playas	75	Alta	Medio	Alto
1200100011812006	Acapulco de Juárez	74	Alta	Medio	Alto
1200100011441067	Acapulco de Juárez	74	Muy alta	Bajo	Alto
1200100013787075	Acapulco de Juárez	74	Alta	Medio	Alto
1200101585251009	San Pedro las Playas	73	Alta	Medio	Alto
1200101585266014	San Pedro las Playas	71	Alta	Medio	Alto
1200101664075015	Tres Palos	71	Alta	Medio	Alto
1200100015482051	Acapulco de Juárez	71	Alta	Medio	Alto
120010166408A013	Tres Palos	70	Alta	Medio	Alto
1200100014516028	Acapulco de Juárez	70	Alta	Medio	Alto
1200101664075014	Tres Palos	70	Alta	Medio	Alto
1200100013876034	Acapulco de Juárez	70	Alta	Medio	Alto
120010166408A001	Tres Palos	69	Alta	Medio	Alto
1200100011367044	Acapulco de Juárez	68	Alta	Medio	Alto
1200100013414057	Acapulco de Juárez	67	Muy alta	Bajo	Alto
1200100014304028	Acapulco de Juárez	67	Alta	Medio	Alto
120010166408A006	Tres Palos	67	Alta	Medio	Alto
1200101664075004	Tres Palos	67	Alta	Medio	Alto
120010166408A021	Tres Palos	67	Alta	Medio	Alto
1200100011812008	Acapulco de Juárez	66	Alta	Medio	Alto
1200100014696036	Acapulco de Juárez	66	Alta	Medio	Alto
1200101661795004	Tres Palos	65	Alta	Medio	Alto
1200100015482018	Acapulco de Juárez	65	Alta	Medio	Alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



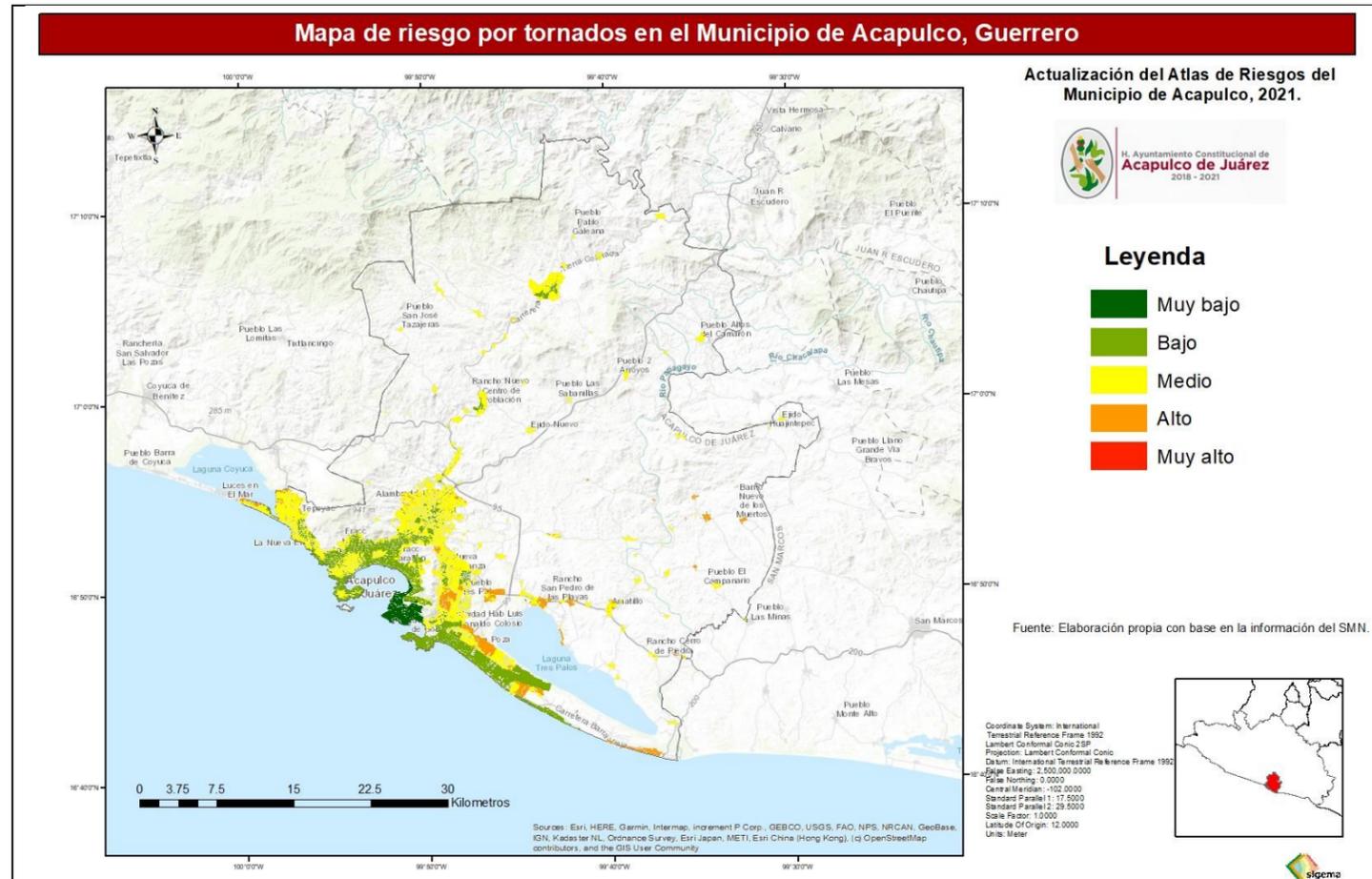
Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100014304025	Acapulco de Juárez	65	Alta	Medio	Alto
1200101664075020	Tres Palos	65	Alta	Medio	Alto
1200100014696033	Acapulco de Juárez	64	Alta	Medio	Alto
1200100013414008	Acapulco de Juárez	64	Muy alta	Bajo	Alto
1200100011812004	Acapulco de Juárez	63	Alta	Medio	Alto
1200100013467041	Acapulco de Juárez	63	Muy alta	Bajo	Alto
120010166408A022	Tres Palos	62	Alta	Medio	Alto
1200100015497002	Acapulco de Juárez	62	Alta	Medio	Alto
1200100015374023	Acapulco de Juárez	62	Muy alta	Bajo	Alto
120010001575A026	Acapulco de Juárez	62	Alta	Medio	Alto
1200100014234028	Acapulco de Juárez	61	Muy alta	Bajo	Alto
1200100015660008	Acapulco de Juárez	61	Muy alta	Bajo	Alto
1200100011812005	Acapulco de Juárez	61	Alta	Medio	Alto
1200101585251019	San Pedro las Playas	59	Alta	Medio	Alto
120010166408A030	Tres Palos	59	Alta	Medio	Alto
1200100014681030	Acapulco de Juárez	59	Alta	Medio	Alto
1200100014304027	Acapulco de Juárez	59	Alta	Medio	Alto
1200100013861008	Acapulco de Juárez	59	Alta	Medio	Alto
1200100011812016	Acapulco de Juárez	58	Alta	Medio	Alto
1200100014304015	Acapulco de Juárez	57	Alta	Medio	Alto
1200101585266017	San Pedro las Playas	57	Alta	Medio	Alto
120010166408A017	Tres Palos	56	Alta	Medio	Alto
1200100014906039	Acapulco de Juárez	56	Alta	Medio	Alto
1200100011371084	Acapulco de Juárez	56	Alta	Medio	Alto
1200100013876020	Acapulco de Juárez	55	Alta	Medio	Alto
1200100814751076	Amatillo	54	Muy alta	Bajo	Alto
1200101585266009	San Pedro las Playas	54	Alta	Medio	Alto
1200101585266003	San Pedro las Playas	54	Alta	Medio	Alto
1200101585251024	San Pedro las Playas	54	Alta	Medio	Alto
1200100013876004	Acapulco de Juárez	53	Alta	Medio	Alto
1200100011812009	Acapulco de Juárez	53	Alta	Medio	Alto
1200100014516004	Acapulco de Juárez	52	Alta	Medio	Alto
1200100013950030	Acapulco de Juárez	52	Muy alta	Bajo	Alto
1200100013467015	Acapulco de Juárez	52	Muy alta	Bajo	Alto
120010001358A006	Acapulco de Juárez	51	Alta	Medio	Alto
1200101585251026	San Pedro las Playas	51	Alta	Medio	Alto
1200100013414017	Acapulco de Juárez	51	Muy alta	Bajo	Alto
1200100014681002	Acapulco de Juárez	51	Alta	Medio	Alto
1200100014516026	Acapulco de Juárez	51	Alta	Medio	Alto
1200100013397013	Acapulco de Juárez	51	Muy alta	Bajo	Alto
1200100014696008	Acapulco de Juárez	51	Alta	Medio	Alto
1200100014304032	Acapulco de Juárez	50	Alta	Medio	Alto
1200101585251043	San Pedro las Playas	50	Alta	Medio	Alto

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100015980001	Acapulco de Juárez	50	Alta	Medio	Alto
120010166408A004	Tres Palos	49	Alta	Medio	Alto
1200101586601002	San Pedro las Playas	49	Alta	Medio	Alto
1200100015711052	Acapulco de Juárez	49	Alta	Medio	Alto
1200100011371041	Acapulco de Juárez	49	Alta	Medio	Alto
1200100014696012	Acapulco de Juárez	48	Alta	Medio	Alto
1200100014681031	Acapulco de Juárez	47	Alta	Medio	Alto
1200100014696059	Acapulco de Juárez	47	Alta	Medio	Alto
1200100014516024	Acapulco de Juárez	47	Alta	Medio	Alto
1200100013876018	Acapulco de Juárez	47	Alta	Medio	Alto
1200100011812014	Acapulco de Juárez	47	Alta	Medio	Alto
1200100011371043	Acapulco de Juárez	47	Alta	Medio	Alto
1200100013861036	Acapulco de Juárez	47	Alta	Medio	Alto
1200100816546002	Amatillo	47	Muy alta	Bajo	Alto
1200100014681013	Acapulco de Juárez	46	Alta	Medio	Alto
1200101670068029	Tuncingo	46	Muy alta	Bajo	Alto
1200100014681022	Acapulco de Juárez	46	Alta	Medio	Alto
1200100014696072	Acapulco de Juárez	46	Alta	Medio	Alto
1200100013876028	Acapulco de Juárez	45	Alta	Medio	Alto
1200100014681039	Acapulco de Juárez	45	Alta	Medio	Alto
1200101585266035	San Pedro las Playas	45	Alta	Medio	Alto
1200101664075017	Tres Palos	45	Alta	Medio	Alto
1200100013876037	Acapulco de Juárez	45	Alta	Medio	Alto
1200100016264001	Acapulco de Juárez	45	Alta	Medio	Alto
1200100015586006	Acapulco de Juárez	44	Muy alta	Bajo	Alto
1200100014501047	Acapulco de Juárez	44	Alta	Medio	Alto
1200100016480007	Acapulco de Juárez	43	Muy alta	Bajo	Alto
120010001575A032	Acapulco de Juárez	43	Alta	Medio	Alto
1200100014681003	Acapulco de Juárez	43	Alta	Medio	Alto

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 150: Mapa de riesgo por tornados en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia.

El término tormenta de arena se utiliza con mayor frecuencia en el contexto de las tormentas de polvo del desierto, especialmente en el desierto de Sonora, o lugares donde la arena es más frecuente que el suelo, y en el que las partículas finas que oscurecen la visibilidad. El término tormenta de polvo se usa cuando las partículas más finas se transportan a largas distancias, especialmente cuando la tormenta afecta áreas urbanas.

Cuando aumenta la fuerza del viento que pasa sobre las partículas sueltas, las partículas de arena primero comienzan a vibrar y luego a moverse a través de la superficie en un proceso llamado saltación. A medida que golpean repetidamente el suelo, se aflojan y rompen partículas más pequeñas de polvo que luego comienzan a viajar en suspensión. A velocidades del viento superiores a las que provocan la suspensión de los más gránulos pequeños, habrá una población de granos de polvo que se moverán mediante una serie de mecanismos: suspensión, saltación y fluencia. Las partículas se encuentran sueltas principalmente debido a una sequía prolongada o condiciones áridas y altas velocidades del viento.

Por otro lado, los frentes de ráfagas pueden ser producidos por la salida de aire enfriado por la lluvia de una tormenta intensa. O bien, las ráfagas de viento pueden ser producidas por un frente frío seco, es decir, un frente frío que se mueve hacia una masa de aire seco y no produce precipitaciones.

En el caso del Municipio de Acapulco, al no ser una zona desértica ni semidesértica, ni encontrarse cercano a dichas regiones, las tormentas de polvo no ocurren, por lo que el peligro y riesgo a este fenómeno es **NULO**.

Tormentas de polvo

Una tormenta de polvo, también llamada tormenta de arena es un fenómeno meteorológico común en regiones áridas y semiáridas. Las tormentas de polvo surgen cuando un frente de ráfaga u otro viento fuerte sopla sobre arena suelta o suelo de una superficie seca. Las partículas finas son transportadas por saltación y suspensión, un proceso que mueve el suelo de un lugar y lo deposita en otro.



Tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas son un fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos en la atmósfera terrestre. Las tormentas eléctricas por lo general están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces granizo, por lo que asociado a este fenómeno se presentan inundaciones y deslaves. Ahora bien, los rayos de las tormentas eléctricas son de tres tipos principales: descargas nube-nube, intranube y nube-tierra, siendo estos últimos los que interesan a este documento.

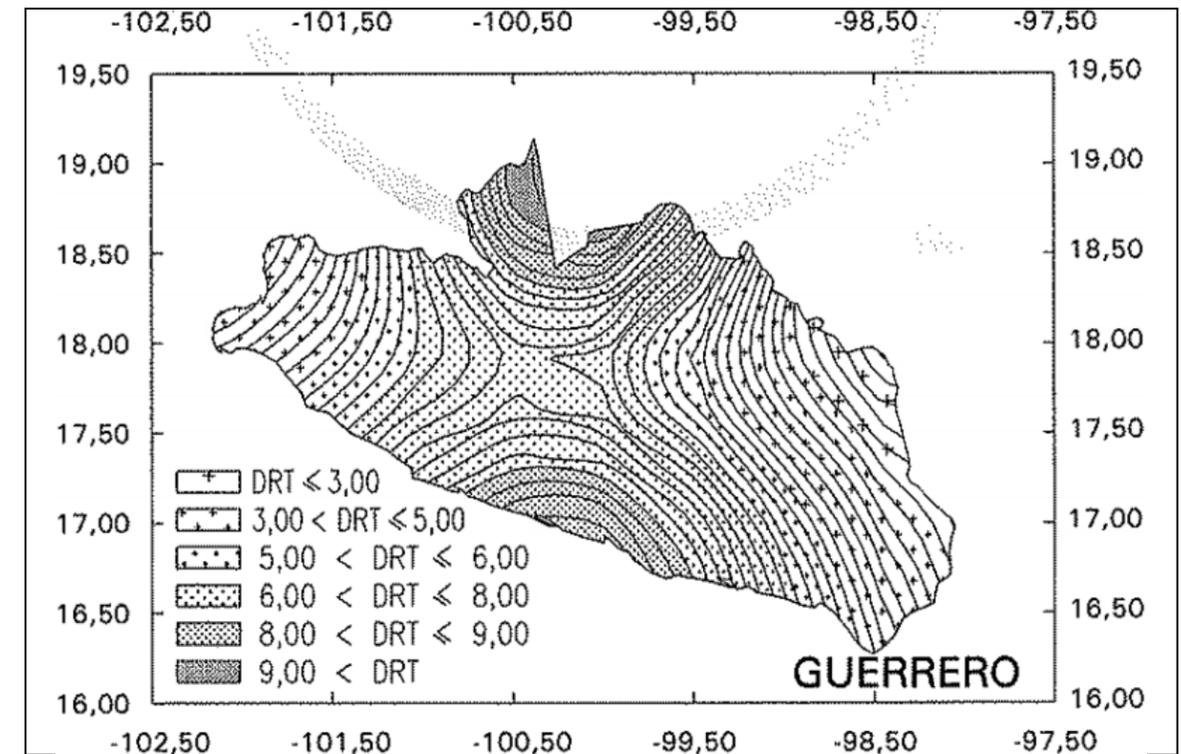
Los riesgos directos de los rayos nube-tierra (o mejor conocidos como rayos a tierra) son los incendios forestales, descargas a edificios o estructuras e incluso choques eléctricos a personas que producen desde heridas leves hasta la muerte. El riesgo a la navegación aérea por tormentas eléctricas queda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

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

Peligro por Tormentas eléctricas

El Municipio de Acapulco según datos del GHCC Lightning Team de la NASA, obtenidos a través del sensor Lightning Imaging Sensor (LIS), a bordo del satélite meteorológico TRMM, registró durante el periodo de enero 1998 a febrero 2012, hasta 2500 rayos. Sin embargo, es preciso aclarar que el sensor LIS mide los rayos de todo tipo, incluyendo nube-tierra, nube-nube, e intranube. Por ello, para determinar el peligro existente en municipio, se obtuvieron los datos de Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, los cuales reportan que el promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Municipio de Acapulco oscila entre 8 a 9 rayos por km² por año.

Ilustración 151: Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Estado de Guerrero



Fuente: NMX-J-549-ANCE-2005

Por otro lado, con las normales climatológicas de las estaciones meteorológicas 12002 Acapulco de Juárez (OBS), 12029 Chacalapa, 12053 Las Mesas (CFE), 12076 Santa Barbara (CFE), 12095 Xaltianguis (CFE), 12112 El Porvenir, 12142 Acapulco de Juárez (SMN), 12156 El Ocotito, 12172 Acapulco Km. 21, 12183 La Sabana, 12219 Laguna de Coyuca, y 12223 Laguna Tres Palos, se identificó la distribución y la frecuencia de las tormentas eléctricas del periodo de 1951 a 2010. Éste fenómeno es poco frecuente en la mayor parte del territorio municipal, ocurriendo en promedio 4.4 veces al año. No obstante, en la Ciudad de Acapulco, según datos de la estación 12002 Acapulco de Juárez (OBS) presenta un incremento sustancial con respecto a las mediciones del resto de estaciones ya que reporta un promedio anual de 31.6 tormentas eléctricas al año.

Tabla 71: Promedio mensual de Tormentas eléctricas por estación meteorológica.

Estación	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
12002	0.2	0.1	0.1	0.2	1.7	5.0	6.9	7.0	4.5	3.7	1.4	0.8	31.6
12029	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3
12053	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	1.3	0.6	0.5	0.0	0.0	3.8
12076	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	0.2	0.3	0.0	0.0	1.3
12095	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12112	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
12142	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	1.2
12156	0.0	0.1	0.0	0.1	0.4	1.4	2.8	3.2	2.9	1.9	0.3	0.1	13.2
12172	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
12183	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
12219	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
12223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Ilustración 152: Tormenta eléctrica en la zona hotelera de Acapulco, el 07 de octubre de 2013



Fuente: Periódico Acceso, disponible en: <https://www.periodicoacceso.com/2013/10/14/el-gigante-rayo-que-cayo-en-acapulco/>

Tabla 72: Tormentas eléctricas recientes con daños materiales en el Municipio de Acapulco

Fecha	Localidad	Daños	Punto de impacto
2013/07/31	Col. Cumbres de Llano Largo	Incendio en vivienda, sin lesionados	Árbol
2016/03/09	Zona Diamante	Incendio en lote baldío, sin lesionados	Baldío
2019/09/28	Col. Emiliano Zapata	Incendio en vivienda, sin lesionados	Vivienda de cartón
2019/09/28	Col. Cañada de los Amates	Incendio en vivienda, sin lesionados	Vivienda

Fuente: elaboración propia con datos hemerográficos

Para obtener el mapa de frecuencia de tormentas eléctricas, se realizó una interpolación mediante un sistema de información geográfica de los datos de las estaciones meteorológicas del SMN, los cuales tienen un periodo de datos de 59 años. La interpolación se realizó según el sistema de Natural Neighbor, el cual es un método de interpolación espacial en 2D, que se basa en la teselación de Voronoi de un conjunto discreto de puntos espaciales. Este método proporciona una aproximación más suave con relación a los datos reales, pero proporciona un modelado más coherente con el espacio.

Como resultado de la interpolación se obtuvo el mapa de frecuencias de tormentas eléctricas, donde se observa una baja presencia del fenómeno en el centro-norte del Municipio de Acapulco con una tendencia de incremento de la frecuencia hacia el sur. Con el análisis de los datos de las estaciones meteorológicas, se identificó que el gradiente de tormenta eléctrica en el municipio es de 4.4 eventos al año.

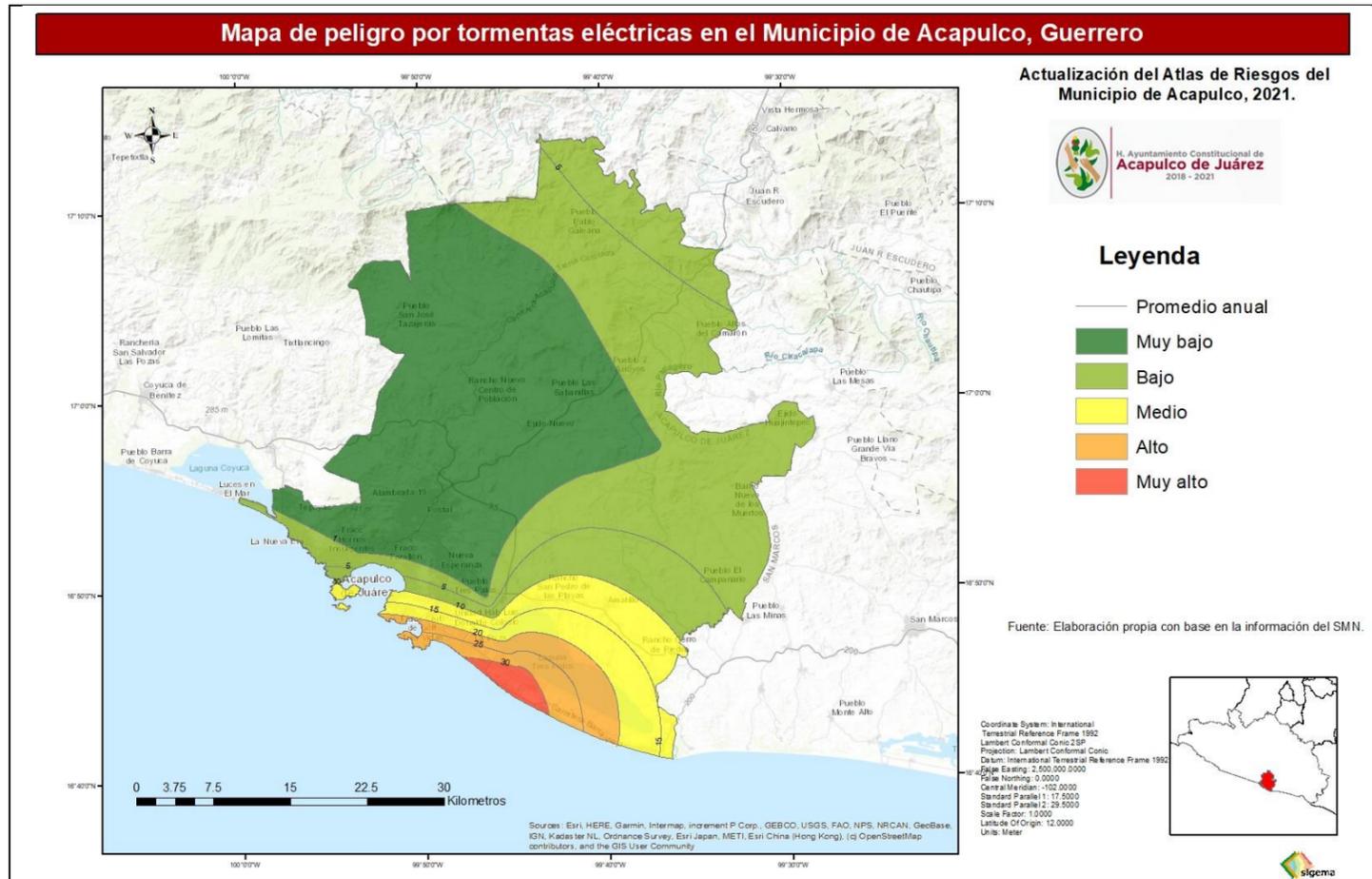
Tabla 73: Asignación de valores para el número de días con tormentas eléctricas y categorías para el índice de peligro por tormentas eléctricas

Número de días con tormentas eléctricas	Valor	Índice	Categoría
Cero	0	0	Muy baja o nula
1 - 9	1	0.25	Baja
10 - 19	2	0.50	Media
20 - 29	3	0.75	Alta
>30	4	1.0	Muy alta

Fuente: CENAPRED.

En función de la densidad de rayos a tierra, así como de la frecuencia de tormentas eléctricas al año, se determinó que el peligro por este fenómeno en el Municipio de Acapulco es **MEDIO**.

Ilustración 153: Mapa del grado de peligro por Tormentas Eléctricas en el Municipio de Acapulco



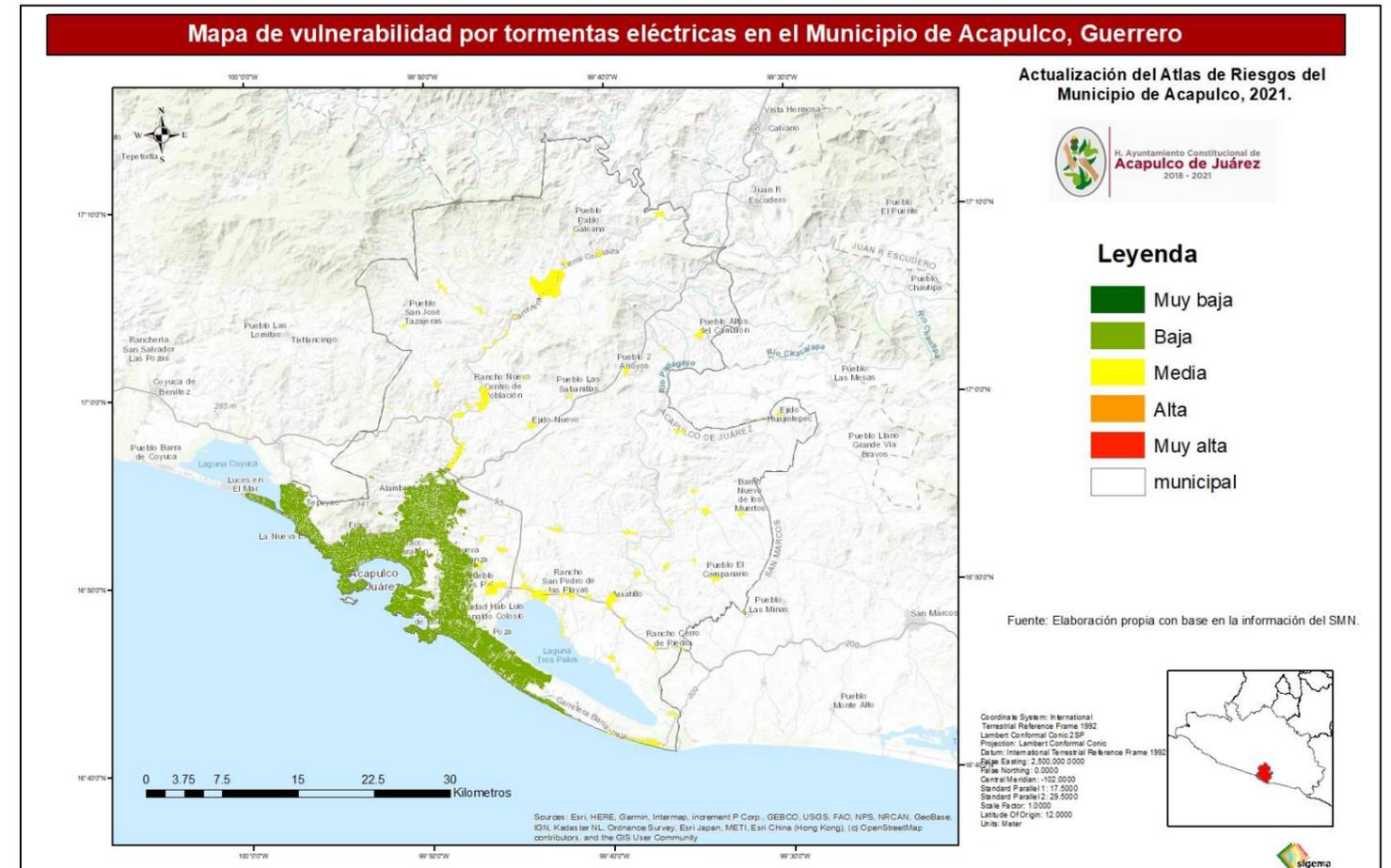
Fuente: Elaboración propia con datos de CFE y SMN.

Vulnerabilidad a Tormentas eléctricas

Para determinar la vulnerabilidad a las tormentas eléctricas en el Municipio de Acapulco se utilizó una modalidad de vulnerabilidad física, tomando en cuenta la existencia de pararrayos en la zona. El Reglamento de Construcción del Ayuntamiento de Acapulco exige que haya un sistema de pararrayos en todas las edificaciones importantes, por lo que la mayoría de la población se ubica dentro del rango de protección de los pararrayos, muestra de ello es la inexistencia de reportes de víctimas mortales y lesionados por rayos. Por ello se determinó

que la vulnerabilidad en el Municipio de Acapulco es **BAJA**, excepto en las áreas rurales donde la presencia de pararrayos tiene menor densidad.

Ilustración 154: Mapa de vulnerabilidad física a Tormentas Eléctricas en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Riesgo por Tormentas Eléctricas

Una vez determinado el peligro y la vulnerabilidad física se realizó el proceso de Map Algebra y se determinó que el riesgo por tormentas eléctricas en el Municipio de Acapulco es **MEDIO**, aunque en algunas zonas urbanas el riesgo se incrementa a alto, estas últimas se presenta a continuación.

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Tabla 74: Manzanas con mayor riesgo por Tormentas eléctricas en el Municipio de Acapulco

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100011386093	Acapulco de Juárez	3678	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371088	Acapulco de Juárez	2667	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516023	Acapulco de Juárez	1574	Baja	Muy alto	Alto
1200101042045039	La Estación	1419	Media	Alto	Alto
1200100013575041	Acapulco de Juárez	1411	Baja	Muy alto	Alto
1200103492045052	San Andrés Playa Encantada (El Podrido)	1398	Media	Alto	Alto
1200102971992018	El Arenal	1039	Media	Alto	Alto
120010001358A306	Acapulco de Juárez	981	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787067	Acapulco de Juárez	831	Baja	Muy alto	Alto
1200101172045016	Laguna del Quemado	819	Media	Alto	Alto
1200100014516025	Acapulco de Juárez	440	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367049	Acapulco de Juárez	403	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787069	Acapulco de Juárez	380	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772048	Acapulco de Juárez	282	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386001	Acapulco de Juárez	278	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386180	Acapulco de Juárez	213	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371092	Acapulco de Juárez	196	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386031	Acapulco de Juárez	167	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371009	Acapulco de Juárez	164	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787001	Acapulco de Juárez	147	Baja	Muy alto	Alto
1200100011348008	Acapulco de Juárez	135	Baja	Muy alto	Alto
1200100011348007	Acapulco de Juárez	135	Baja	Muy alto	Alto
1200100011348006	Acapulco de Juárez	135	Baja	Muy alto	Alto
1200100011348005	Acapulco de Juárez	135	Baja	Muy alto	Alto
1200100011348009	Acapulco de Juárez	135	Baja	Muy alto	Alto
1200100011348014	Acapulco de Juárez	129	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575009	Acapulco de Juárez	122	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516017	Acapulco de Juárez	113	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516021	Acapulco de Juárez	108	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367045	Acapulco de Juárez	107	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371058	Acapulco de Juárez	107	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A002	Acapulco de Juárez	103	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575025	Acapulco de Juárez	101	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516012	Acapulco de Juárez	92	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A003	Acapulco de Juárez	84	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575026	Acapulco de Juárez	83	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516029	Acapulco de Juárez	80	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A004	Acapulco de Juárez	78	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575023	Acapulco de Juárez	78	Baja	Muy alto	Alto

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100016137001	Acapulco de Juárez	74	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787075	Acapulco de Juárez	74	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575030	Acapulco de Juárez	71	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575001	Acapulco de Juárez	71	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575027	Acapulco de Juárez	70	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516028	Acapulco de Juárez	70	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367044	Acapulco de Juárez	68	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575002	Acapulco de Juárez	63	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516014	Acapulco de Juárez	60	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575003	Acapulco de Juárez	60	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575033	Acapulco de Juárez	56	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575031	Acapulco de Juárez	55	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575006	Acapulco de Juárez	53	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516004	Acapulco de Juárez	52	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386140	Acapulco de Juárez	52	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A006	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575028	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575007	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386034	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516026	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575011	Acapulco de Juárez	51	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516020	Acapulco de Juárez	50	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386150	Acapulco de Juárez	50	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386074	Acapulco de Juárez	49	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575021	Acapulco de Juárez	48	Baja	Muy alto	Alto
1200100016264002	Acapulco de Juárez	48	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371010	Acapulco de Juárez	47	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516024	Acapulco de Juárez	47	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A042	Acapulco de Juárez	47	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371043	Acapulco de Juárez	47	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386040	Acapulco de Juárez	45	Baja	Muy alto	Alto
1200100016264001	Acapulco de Juárez	45	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386139	Acapulco de Juárez	44	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575013	Acapulco de Juárez	44	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386032	Acapulco de Juárez	44	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575015	Acapulco de Juárez	44	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386033	Acapulco de Juárez	43	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516006	Acapulco de Juárez	43	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516015	Acapulco de Juárez	41	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516009	Acapulco de Juárez	40	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386041	Acapulco de Juárez	40	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386039	Acapulco de Juárez	38	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575019	Acapulco de Juárez	38	Baja	Muy alto	Alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100011386038	Acapulco de Juárez	38	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772053	Acapulco de Juárez	38	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575012	Acapulco de Juárez	37	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A009	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575010	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575035	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367043	Acapulco de Juárez	36	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386042	Acapulco de Juárez	35	Baja	Muy alto	Alto
1200100017192004	Acapulco de Juárez	35	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371008	Acapulco de Juárez	34	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575032	Acapulco de Juárez	33	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575036	Acapulco de Juárez	31	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367035	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516013	Acapulco de Juárez	30	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516008	Acapulco de Juárez	29	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516027	Acapulco de Juárez	29	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516018	Acapulco de Juárez	29	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772038	Acapulco de Juárez	29	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A010	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386087	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772035	Acapulco de Juárez	28	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516005	Acapulco de Juárez	27	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516011	Acapulco de Juárez	26	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772040	Acapulco de Juárez	25	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772036	Acapulco de Juárez	25	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787070	Acapulco de Juárez	24	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386030	Acapulco de Juárez	23	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787040	Acapulco de Juárez	23	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516003	Acapulco de Juárez	22	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A040	Acapulco de Juárez	22	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386156	Acapulco de Juárez	22	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516022	Acapulco de Juárez	21	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516016	Acapulco de Juárez	21	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772003	Acapulco de Juárez	21	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367033	Acapulco de Juárez	20	Baja	Muy alto	Alto
1200100016264003	Acapulco de Juárez	19	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787078	Acapulco de Juárez	19	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516010	Acapulco de Juárez	18	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A044	Acapulco de Juárez	18	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367041	Acapulco de Juárez	18	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575008	Acapulco de Juárez	17	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386076	Acapulco de Juárez	17	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386086	Acapulco de Juárez	15	Baja	Muy alto	Alto

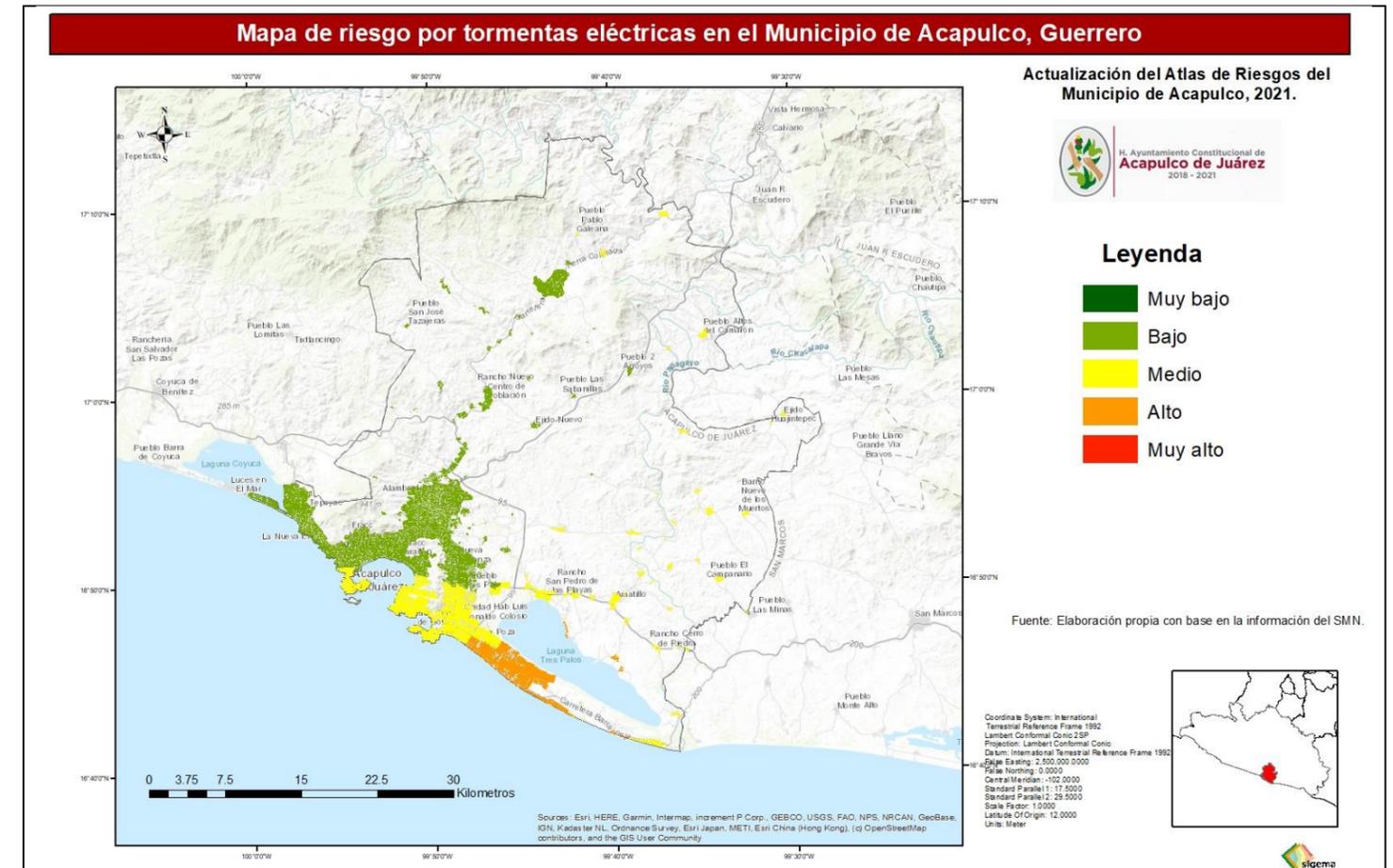
Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100011367034	Acapulco de Juárez	15	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367037	Acapulco de Juárez	15	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772027	Acapulco de Juárez	15	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367024	Acapulco de Juárez	14	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A065	Acapulco de Juárez	14	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386091	Acapulco de Juárez	13	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A007	Acapulco de Juárez	13	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386181	Acapulco de Juárez	13	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772039	Acapulco de Juárez	13	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A338	Acapulco de Juárez	12	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516007	Acapulco de Juárez	12	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516002	Acapulco de Juárez	12	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787050	Acapulco de Juárez	12	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787077	Acapulco de Juárez	12	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A341	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A225	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386128	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A339	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
1200100015001023	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367026	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
1200100013575020	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367009	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A053	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386182	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787052	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772051	Acapulco de Juárez	11	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A052	Acapulco de Juárez	10	Baja	Muy alto	Alto
1200100014516001	Acapulco de Juárez	10	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A350	Acapulco de Juárez	10	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787058	Acapulco de Juárez	10	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787043	Acapulco de Juárez	10	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787057	Acapulco de Juárez	10	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A340	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386092	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A248	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A045	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386153	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371051	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367039	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386089	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A349	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787041	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787061	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto



Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100013787062	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787048	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772032	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371066	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100011371069	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367001	Acapulco de Juárez	9	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A264	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A098	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386072	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A241	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367036	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A043	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A051	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386051	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787068	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787046	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386130	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772023	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
1200100013772155	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787064	Acapulco de Juárez	8	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A319	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A294	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A107	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386102	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
1200100011386149	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A061	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
1200100011367087	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
120010001358A038	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787055	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787042	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto
1200100013787049	Acapulco de Juárez	7	Baja	Muy alto	Alto

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 155: Mapa de riesgo por Tormentas Eléctricas en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, CFE y SMN.

Lluvias extremas

La Organización Meteorológica Mundial define lluvia como la precipitación de partículas líquidas de agua, de diámetro mayor a 0,5 milímetros. Cuando hablamos de lluvias extraordinarias, estas deben superar los valores promedio mensuales de precipitación más una desviación estándar en un solo evento. Como la intensidad de una lluvia puede variar, e incluso ser intermitente, un evento se suele medir en periodos de tiempo arbitrarios, siendo 1 hora y 24 horas los más habituales.



Las Lluvias extremas están asociadas con otros fenómenos hidrometeorológicos, tales como ciclones tropicales, tornados, tormentas de granizo y tormentas eléctricas, pero de todos estos fenómenos, las lluvias extremas son las que generan mayores daños en México. Incluso los huracanes son más peligrosos por las lluvias que producen, que por los vientos huracanados. La variedad de perjuicios que generan las lluvias son muy amplios, y aunque tradicionalmente se les asocia solamente con inundaciones, las lluvias también pueden detonar riesgos de tipo geológico como deslaves, flujos de lodo, deslizamientos de laderas y en general procesos de remoción en masa.

Peligro por lluvias extraordinarias

En los datos históricos del Observatorio de Acapulco se encontró que el récord de precipitación corresponde al mes de octubre de 1946. con 433.1 mm, pero este máximo se rompió con una lluvia acumulada de 688.3 mm en octubre de 1997, cuando más de la mitad de esta cantidad se recibió a consecuencia del huracán Pauline.

Las lluvias extraordinarias, para considerarse como tales deben superar los valores promedio mensuales de precipitación más una desviación estándar para cada una de las principales estaciones meteorológicas de la zona. Los promedios y desviaciones estándar por década de la estación 12142 Acapulco de Juárez (SMN) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 75: Promedio de lluvia por década en la estación 12142 Acapulco de Juárez (SMN)

Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
1970	1972	0.0	2.9	102.0	10.8
	1973	0.0	5.1	193.8	20.3
	1974	0.0	4.1	260.0	19.5
	1975	0.0	3.7	186.5	15.4
	1976	0.0	3.4	148.5	15.0
	1977	0.0	2.5	102.0	10.7
	1978	0.0	2.3	103.2	8.9
	1979	0.0	3.6	115.0	12.9
	1980	0.0	3.4	153.5	13.3
	Total 1970		0.0	3.5	260.0
1980	1981	0.0	4.5	267.0	20.9
	1982	0.0	2.1	64.3	7.8

Década	Año	Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.	
1980	1983	0.0	3.1	79.0	10.4	
	1984	0.0	3.5	87.0	12.1	
	1985	0.0	2.9	98.2	10.4	
	1986	0.0	1.9	96.5	8.5	
	1987	0.0	2.3	63.5	8.3	
	1988	0.0	4.3	153.5	17.0	
	1989	0.0	4.3	256.5	18.3	
	1990	0.0	2.6	55.0	8.4	
	Total 1980		0.0	3.1	267.0	13.0
	1990	1991	0.0	2.6	86.5	10.5
1992		0.0	3.3	146.0	12.9	
1993		0.0	5.0	186.0	19.9	
1994		0.0	1.7	73.0	7.5	
1995		0.0	3.8	186.5	16.5	
1996		0.0	5.5	195.0	21.2	
1997		0.0	4.0	360.0	22.1	
1998		0.0	4.5	179.5	17.3	
1999		0.0	5.3	135.1	17.8	
2000		0.0	3.9	200.0	15.8	
Total 1990		0.0	4.0	360.0	16.8	
2000	2001	0.0	4.0	161.7	16.7	
	2002	0.0	4.4	146.5	15.0	
	2003	0.0	2.8	117.8	10.4	
	2004	0.0	3.6	97.5	12.4	
	2005	0.0	3.5	182.0	14.2	
	2006	0.0	5.6	273.4	22.3	
	2007	0.0	4.1	213.5	17.2	
	2008	0.0	4.5	133.2	14.9	
	2009	0.0	3.8	113.7	13.1	
	2010	0.0	4.5	102.3	14.7	
Total 2000		0.0	4.1	273.4	15.4	
2010	2011	0.0	4.7	165.0	18.2	
	2012	0.0	2.2	87.6	9.3	
	2013	0.0	6.3	226.5	23.8	
	2014	0.0	4.4	128.5	16.1	
	2015	0.0	2.4	80.6	9.3	
	2016	0.0	3.2	109.3	12.3	
	2017	0.0	4.0	89.0	13.1	
	2018	0.0	3.4	80.0	11.1	
	2019	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Total 2010		0.0	3.8	226.5	14.8
Total general		0.0	3.7	360.0	15.0	

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



En la siguiente tabla pueden observarse los promedios mensuales de lluvia por mes de las estaciones 12142 Acapulco de Juárez (SMN), 12183 La Sabana y 12223 Laguna Tres Palos. Por ejemplo, en el caso de 12142 Acapulco de Juárez (SMN), una lluvia extraordinaria para el mes de diciembre sería de 10.8 mm (promedio) mas 15.0 mm (desviación estándar), es decir 25.8 mm.

Tabla 76: Estadística de lluvia por estación meteorológica.

Estación	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
12142 Acapulco de Juárez (SMN)													
Promedio	14.8	5.8	2.2	3.2	26.1	263.3	246.9	295.2	309.6	138.8	20.1	10.8	1,336.8
Máxima mensual	104.0	100.0	50.4	89.0	197.6	603.0	490.4	818.5	616.8	526.4	219.9	75.7	
Año de máxima	1980	2010	2001	1973	2004	2006	1998	1988	1989	1997	2002	1989	
Máxima diaria	86.6	84.0	31.4	45.5	103.2	273.4	200.0	267.0	256.5	360.0	146.5	57.5	
Fecha máxima diaria	16/01/2004	03/02/2010	02/03/2001	06/04/1973	30/05/1978	02/06/2006	18/07/2000	25/08/1981	19/09/1989	08/10/1997	03/11/2002	26/12/2001	
Días con lluvia	1.0	0.4	0.3	0.2	2.6	12.4	12.4	13.6	14.3	7.9	1.7	0.8	67.6
Años con datos	37	38	38	38	38	38	38	39	38	39	39	38	
12183 La Sabana													
Promedio	11.0	4.7	2.4	1.2	16.6	170.9	252.2	283.2	228.0	100.9	6.9	5.8	1,083.8
Máxima mensual	120.5	65.2	46.0	25.0	85.2	475.5	924.4	1600.1	1340.1	523.9	65.8	31.3	
Año de máxima	1980	2010	2001	1995	1982	1999	2008	2007	1984	1997	1986	2007	
Máxima diaria	44.5	45.9	27.5	25.0	48.0	197.0	197.0	285.3	295.0	316.3	56.5	31.3	
Fecha máxima diaria	25/01/1980	16/02/2010	02/03/2001	25/04/1995	27/05/1994	28/06/1996	06/07/1993	29/08/2007	13/09/1984	08/10/1997	08/11/1987	04/12/2007	
Días con lluvia	0.8	0.3	0.1	0.1	1.5	8.7	9.2	10.0	10.6	4.7	0.9	0.6	47.5
Años con datos	30	31	31	30	30	32	32	33	33	33	33	31	

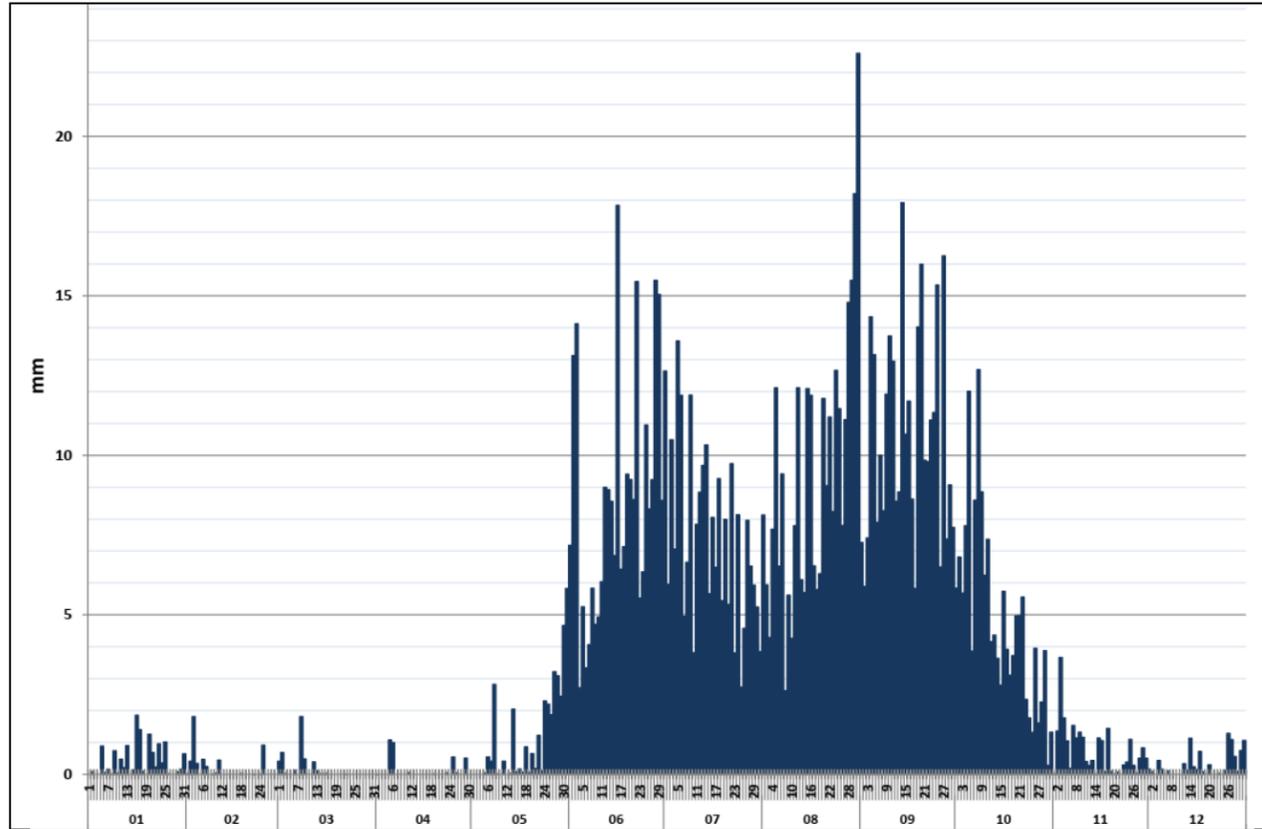
Estación	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
12223 Laguna Tres Palos													
Promedio	13.9	9.6	2.8	0.9	23.6	213.2	222.1	286.3	291.4	153.0	7.3	7.9	1,232.0
Máxima mensual	157.2	129.0	45.0	17.5	167.0	543.3	433.1	674.5	1077.0	423.5	47.0	40.5	
Año de máxima	1984	1983	1983	1995	2004	2006	1999	1988	1984	2006	1997	2000	
Máxima diaria	76.8	120.0	45.0	17.5	112.0	204.3	199.0	172.0	264.2	205.0	23.0	40.5	
Fecha máxima diaria	15/01/2010	25/02/1983	12/03/1983	26/04/1995	31/05/2004	03/06/2006	05/07/1990	07/08/1995	01/09/2007	08/10/1997	10/11/1997	30/12/2000	
Días con lluvia	0.7	0.3	0.1	0.1	2.0	10.8	11.0	12.0	13.3	7.4	1.1	0.7	59.5
Años con datos	28	28	27	28	27	28	28	27	27	26	27	29	

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Es importante hacer notar gráficamente que la lluvia tiene variaciones importantes a lo largo del año, por lo que una lluvia extrema es muy distinta en el trimestre mas seco que en el trimestre más húmedo. Durante los meses de julio a octubre se concentra en promedio el 70% de la precipitación de todo el año.



Ilustración 156: Promedio diario de lluvia por mes en la estación 12142 Acapulco de Juárez (SMN)

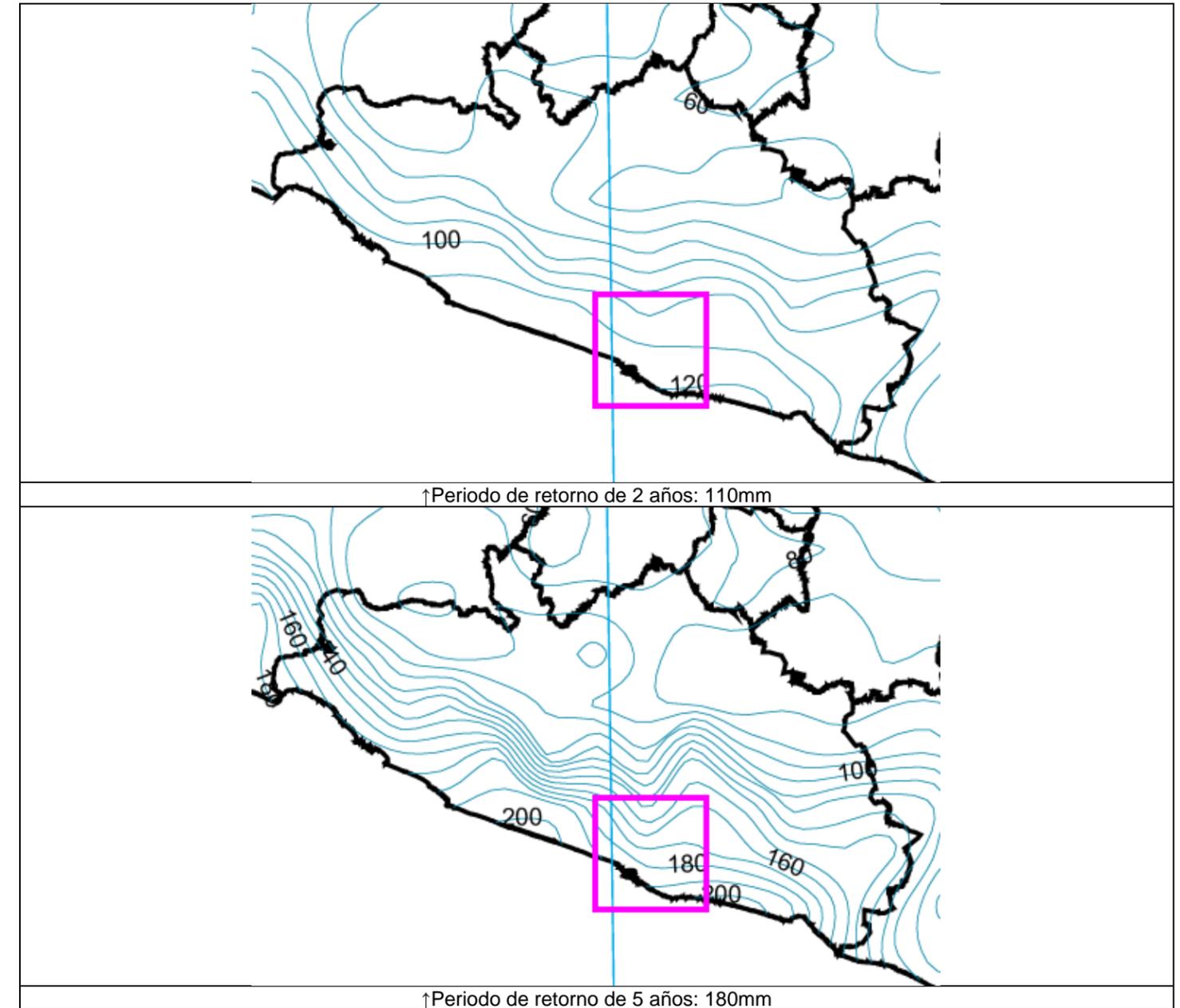


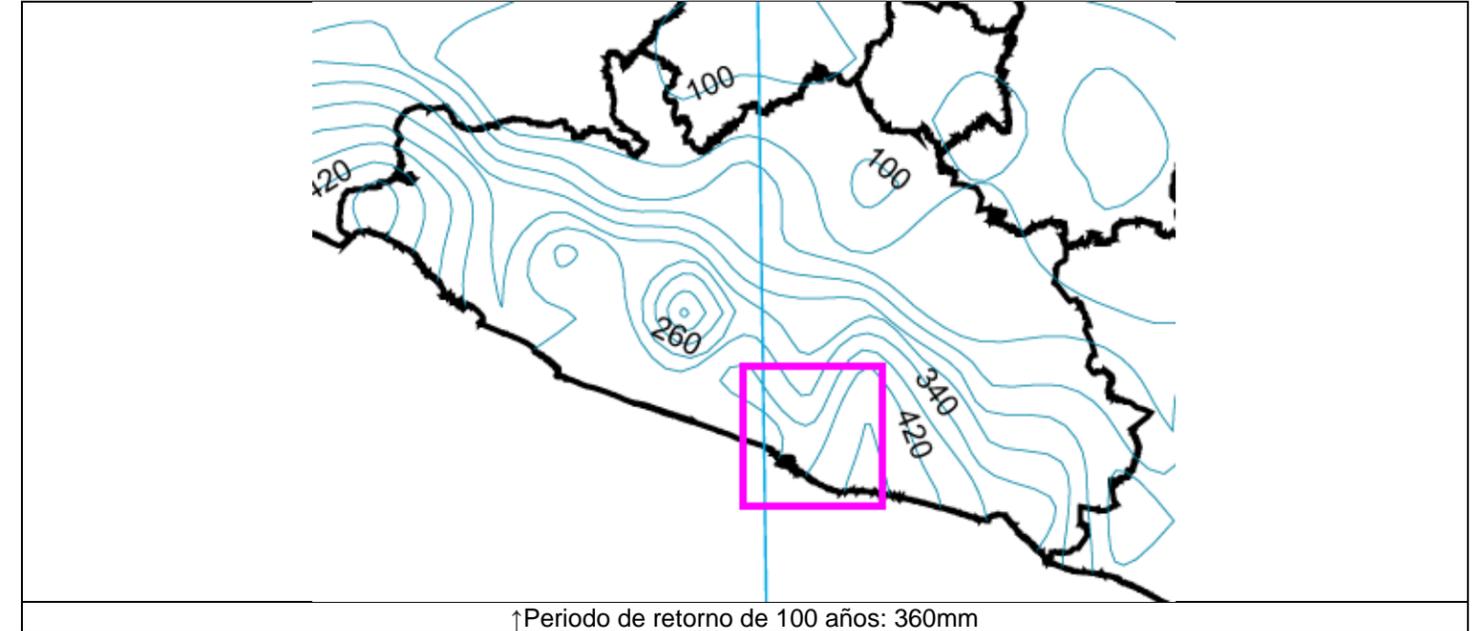
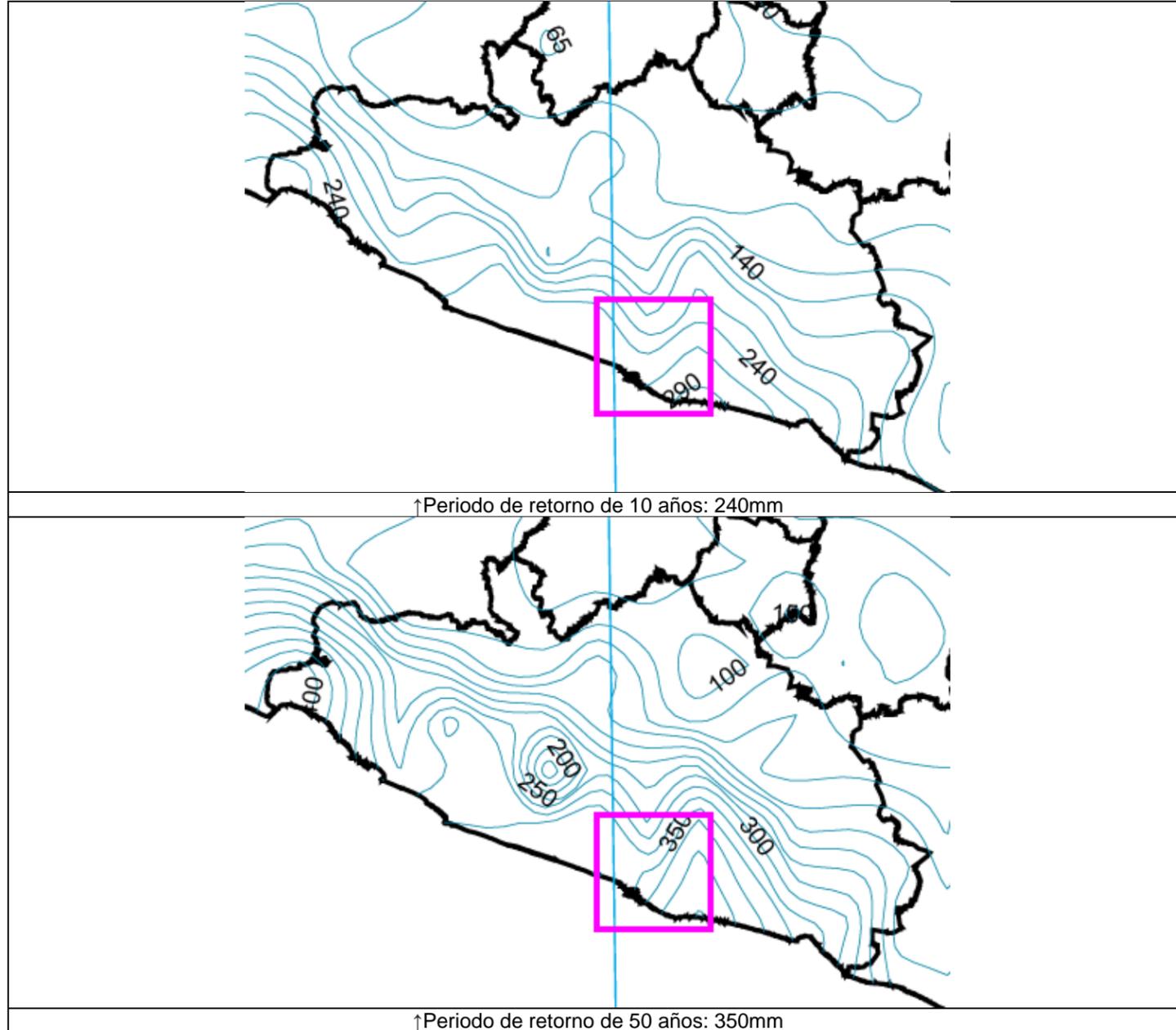
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Ahora bien, las lluvias extraordinarias pueden afectar al Municipio de Acapulco de varias maneras. Puede ser un cumulo de eventos a lo largo de varios días, incluso semanas, que como resultado sobrepasen el promedio de precipitación para el mes en el que ocurren. Pero también se pueden presentar como un solo evento o varios distribuidos en un máximo de 24 horas. El CENAPRED ha identificado las lluvias probables para distintos periodos de retorno para eventos de 24 horas, los cuales pueden interpretarse como los máximos esperados en un determinado espacio temporal. Por ejemplo, la precipitación máxima esperada para un periodo de retorno de 100 años, en la ciudad de Acapulco es de 420mm, es decir, 420 litros de agua por metro cuadrado en un periodo de 24 horas. En este escenario, en un solo día, caería la lluvia equivalente al 31% del total anual.

A continuación, se presentan los escenarios de las lluvias máximas probables para periodos de retorno de 2, 5, 10, 50 y 100 años para una duración de 24 horas.

Ilustración 157: Mapas de Lluvia probabilística para un evento de 24 horas con diferentes periodos de retorno



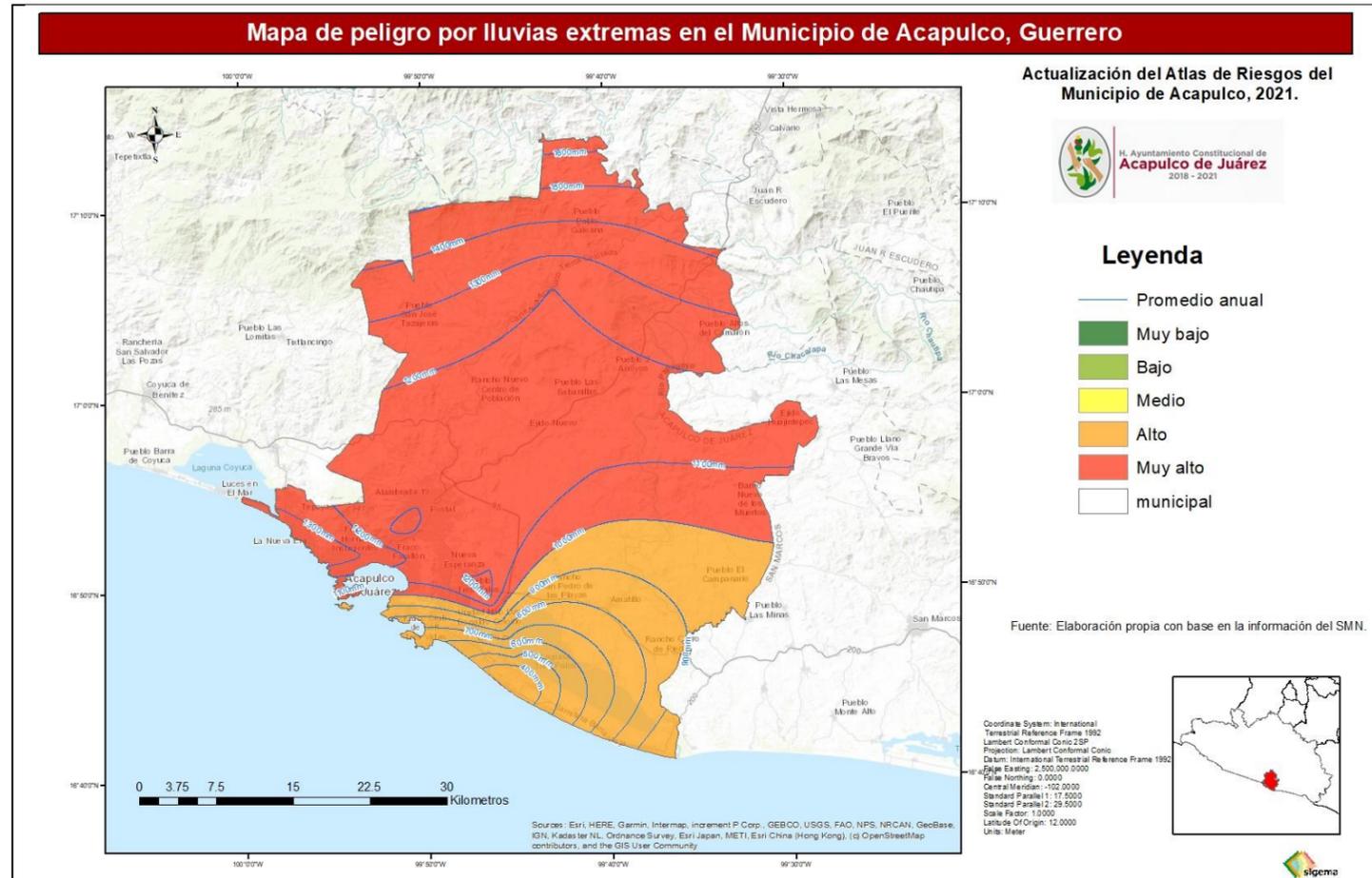


Fuente: CENAPRED.

De acuerdo a la figura anterior, la lluvia probabilística para un evento de 24 y periodo de retorno de 2 años es de 110mm en el centro del municipio. En el escenario de lluvias probabilísticas para un periodo de 5 años, la cantidad de lluvia se incrementa a 180mm; para un periodo de retorno de 10 años será de 240mm; para 50 años, 350mm y para 100 años, 360mm. En función de estos datos, se determinó que el peligro por lluvias extremas en el Municipio de Acapulco es **MUY ALTO**.



Ilustración 158: Mapa de peligro por lluvias extremas en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia.

Vulnerabilidad a Lluvias extraordinarias

Las tormentas eléctricas y en mayor grado las lluvias extraordinarias son fenómenos que a pesar de no representar peligros directos, están estrechamente asociados a otros peligros como procesos de remoción en masa (en sus diversas modalidades) e inundaciones. La vulnerabilidad a las lluvias extraordinarias se determinó

mediante el método del CENAPRED “Determinación de la Vulnerabilidad Social” (ver Anexo de Vulnerabilidad). En general, la vulnerabilidad en el Municipio de Acapulco a las lluvias extremas es **ALTA**.

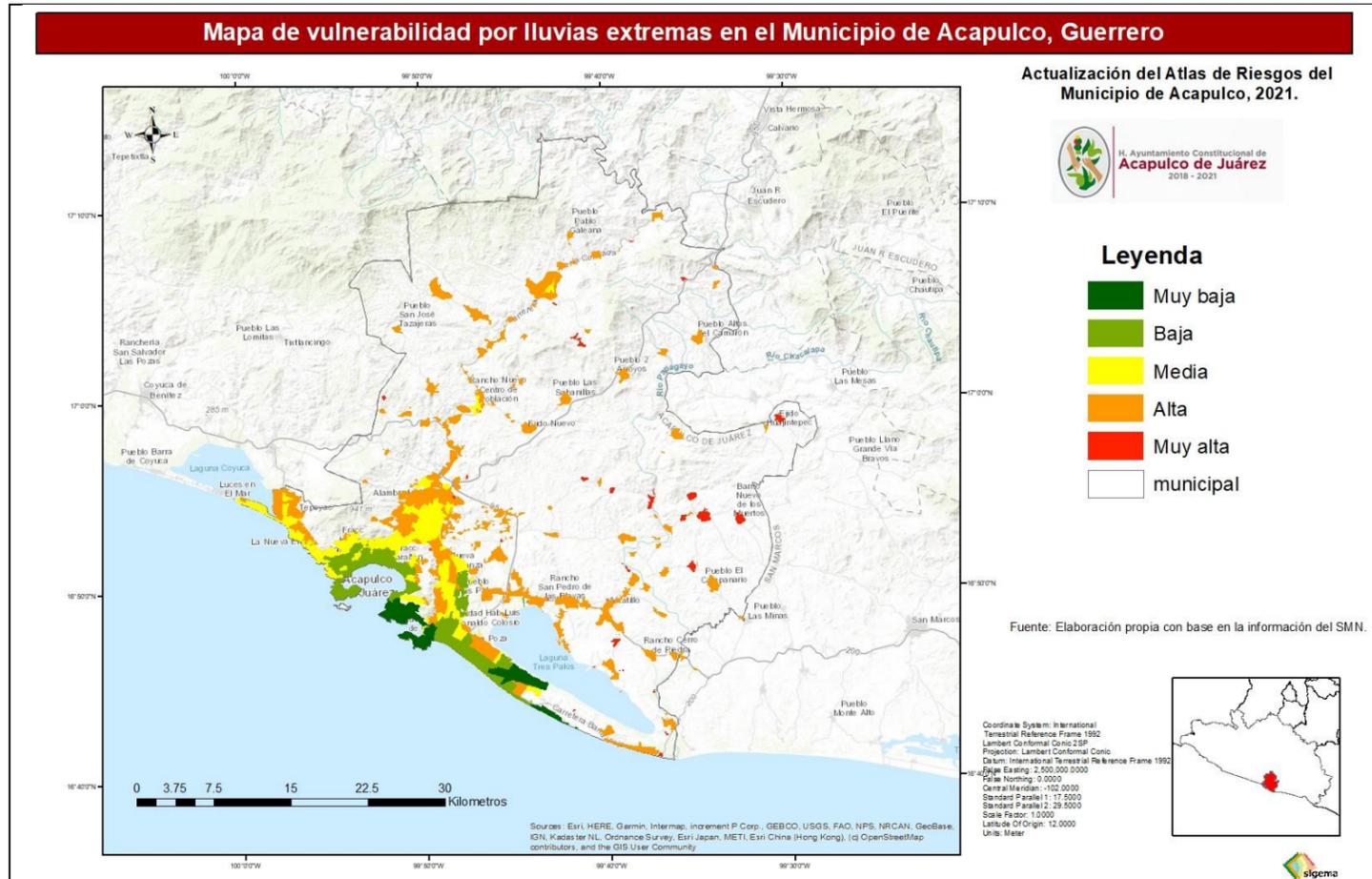
Tabla 77: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por lluvias extremas.

Tipo Declaratoria	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Emergencia	Lluvias	14/10/2005	24/09/2005	27/09/2005	Lluvias Intensas
Emergencia	Lluvias	13/09/2007	04/09/2007	04/09/2007	Tormenta Tropical Henriette
Desastre	Lluvias	28/09/2007	31/08/2007	02/09/2007	Huracán Henriette
Emergencia	Lluvias	26/06/2012	17/06/2012	17/06/2012	Lluvia severa causada por el huracán Carlotta
Desastre	Lluvias	23/09/2013	14/09/2013	14/09/2013	Tormenta tropical Manuel
Emergencia	Lluvias	23/09/2013	14/09/2013	14/09/2013	Tormenta tropical Manuel
Contingencia Climatológica	Lluvias	10/10/2013	14/09/2013	17/09/2013	Lluvias provocadas por la tormenta tropical Manuel
Emergencia	Lluvias	23/03/2016	08/03/2016	10/03/2016	lluvia severa
Desastre	Lluvias	19/09/2016	02/09/2016	04/09/2016	Lluvia severa e inundación pluvial
Emergencia	Lluvias	20/09/2016	02/09/2016	04/09/2016	Lluvia severa e inundación pluvial
Desastre	Lluvias	25/09/2017	13/09/2017	14/09/2017	Lluvia severa e inundación fluvial
Emergencia	Lluvias	26/09/2017	14/09/2017	14/09/2017	Declaratoria de emergencia por lluvia severa
Desastre	Lluvias	09/10/2019	28/09/2019	29/09/2019	Lluvia severa e inundación fluvial y pluvial. Tormenta Tropical Narda
Emergencia	Lluvias	10/10/2019	28/09/2019	29/09/2019	Lluvia severa e inundación fluvial y pluvial. Tormenta Tropical Narda
Desastre	Lluvias	07/09/2020	24/08/2020	27/08/2020	Lluvia severa e inundación pluvial y fluvial

Fuente: CENAPRED.



Ilustración 159: Mapa de Vulnerabilidad social a lluvias extremas en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de Determinación de la Vulnerabilidad Social, CENAPRED.

Dado que el peligro es muy alto (valor 5/5), y la vulnerabilidad es alta (valor 4/5), se determinó que en el Municipio de Acapulco el riesgo por Lluvias extremas es **MUY ALTO** (valor 4.5/5).

Tabla 78: AGEB con mayor riesgo por lluvias extremas en el Municipio de Acapulco

Clave AGEB	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100013240	Acapulco de Juárez	4229	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013556	Acapulco de Juárez	4180	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012914	Acapulco de Juárez	3115	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012929	Acapulco de Juárez	3035	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013039	Acapulco de Juárez	2941	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012882	Acapulco de Juárez	2910	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013611	Acapulco de Juárez	2642	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012986	Acapulco de Juárez	2639	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013414	Acapulco de Juárez	2628	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101670068	Tuncingo	2410	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012558	Acapulco de Juárez	2389	Alta	Muy alto	Muy alto
120010164	Texca	2314	Alta	Muy alto	Muy alto
120010102	Ejido Nuevo	2304	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012933	Acapulco de Juárez	2267	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013128	Acapulco de Juárez	2262	Alta	Muy alto	Muy alto
120010166408A	Tres Palos	2232	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013024	Acapulco de Juárez	2226	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014272	Acapulco de Juárez	2221	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015374	Acapulco de Juárez	2186	Alta	Muy alto	Muy alto
120010155	Lomas de San Juan	2161	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013950	Acapulco de Juárez	2127	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013518	Acapulco de Juárez	2098	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013077	Acapulco de Juárez	2081	Alta	Muy alto	Muy alto
120010107	Huamuchitos	2076	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200100012971	Acapulco de Juárez	2073	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013255	Acapulco de Juárez	2066	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013927	Acapulco de Juárez	1979	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013486	Acapulco de Juárez	1961	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101664075	Tres Palos	1952	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013490	Acapulco de Juárez	1937	Alta	Muy alto	Muy alto
120010101	Dos Arroyos	1917	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014018	Acapulco de Juárez	1916	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014126	Acapulco de Juárez	1908	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013166	Acapulco de Juárez	1899	Alta	Muy alto	Muy alto
120010001301A	Acapulco de Juárez	1878	Alta	Muy alto	Muy alto

Riesgo por Lluvias extraordinarias

Una vez calculado el peligro y la vulnerabilidad, se hace la función de riesgo con los datos previamente obtenidos de peligro, con la ecuación:

$$Riesgo = (Peligro + Vulnerabilidad) / 2$$

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



1200100013804	Acapulco de Juárez	1876	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013522	Acapulco de Juárez	1861	Alta	Muy alto	Muy alto
120010149	Sabanillas	1861	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015389	Acapulco de Juárez	1859	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015603	Acapulco de Juárez	1859	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013005	Acapulco de Juárez	1843	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013289	Acapulco de Juárez	1793	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015336	Acapulco de Juárez	1780	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013965	Acapulco de Juárez	1768	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013397	Acapulco de Juárez	1727	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012990	Acapulco de Juárez	1657	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101280551	Los Órganos de Juan R. Escudero	1642	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011437	Acapulco de Juárez	1640	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013946	Acapulco de Juárez	1595	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101530532	San Isidro Gallinero (El Gallinero)	1584	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013626	Acapulco de Juárez	1575	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015529	Acapulco de Juárez	1543	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012204	Acapulco de Juárez	1540	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101734094	Xaltianguis	1530	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012115	Acapulco de Juárez	1520	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013594	Acapulco de Juárez	1489	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101661795	Tres Palos	1484	Alta	Muy alto	Muy alto
120010082	Apalani	1475	Muy alta	Alto	Muy alto
1200100015618	Acapulco de Juárez	1470	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015552	Acapulco de Juárez	1447	Alta	Muy alto	Muy alto
120010109	Kilometro 21	1435	Alta	Muy alto	Muy alto
120010151	El Salto	1385	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013791	Acapulco de Juárez	1358	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014342	Acapulco de Juárez	1341	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011668	Acapulco de Juárez	1329	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012219	Acapulco de Juárez	1313	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013999	Acapulco de Juárez	1272	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013912	Acapulco de Juárez	1268	Alta	Muy alto	Muy alto
120010086	Barrio Nuevo de los Muertos	1264	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200100015675	Acapulco de Juárez	1234	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101731723	Xaltianguis	1229	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014234	Acapulco de Juárez	1220	Alta	Muy alto	Muy alto
120010113	Kilometro 40	1199	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015393	Acapulco de Juárez	1179	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011850	Acapulco de Juárez	1172	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015317	Acapulco de Juárez	1169	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013147	Acapulco de Juárez	1114	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101280566	Los Órganos de Juan R. Escudero	1114	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012223	Acapulco de Juárez	1089	Alta	Muy alto	Muy alto

1200100011687	Acapulco de Juárez	1087	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015355	Acapulco de Juárez	1073	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014287	Acapulco de Juárez	1060	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013471	Acapulco de Juárez	1045	Alta	Muy alto	Muy alto
120010658	Colonia Alborada	1031	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013895	Acapulco de Juárez	1023	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015590	Acapulco de Juárez	1021	Alta	Muy alto	Muy alto
120010568	Colonia Nueva Generación	1012	Alta	Muy alto	Muy alto
120010144	Pueblo Madero (El Playón)	1002	Alta	Muy alto	Muy alto
120010478	Nueva Frontera	998	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014427	Acapulco de Juárez	989	Alta	Muy alto	Muy alto
120010143	La Providencia	989	Alta	Muy alto	Muy alto
120010137	Piedra Imán	988	Alta	Muy alto	Muy alto
120010174	Xolapa	978	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015406	Acapulco de Juárez	969	Alta	Muy alto	Muy alto
120010129	Los Órganos de San Agustín (El Quemado)	965	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011653	Acapulco de Juárez	964	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014554	Acapulco de Juárez	914	Alta	Muy alto	Muy alto
120010141	Las Plazuelas	891	Alta	Muy alto	Muy alto
120010097	Colonia Guerrero (Los Guajes)	889	Alta	Muy alto	Muy alto
120010079	Alto del Camarón	876	Alta	Muy alto	Muy alto
120010001422A	Acapulco de Juárez	873	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014319	Acapulco de Juárez	833	Alta	Muy alto	Muy alto
120010112	Kilometro 39	831	Alta	Muy alto	Muy alto
120010083	Apanhuac (Apanguaque)	802	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200101101738	Kilometro 30	793	Alta	Muy alto	Muy alto
120010502	Colonia Loma Larga (El Basurero)	791	Alta	Muy alto	Muy alto
120010574	Colonia La Frontera Aguacatillo	784	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100017099	Acapulco de Juárez	779	Alta	Muy alto	Muy alto
120010114	Kilometro 42 (Juan N. Álvarez)	775	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015730	Acapulco de Juárez	768	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100017046	Acapulco de Juárez	760	Alta	Muy alto	Muy alto
120010001618A	Acapulco de Juárez	753	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015232	Acapulco de Juárez	753	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101101742	Kilometro 30	742	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013467	Acapulco de Juárez	740	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013503	Acapulco de Juárez	734	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011244	Acapulco de Juárez	726	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016300	Acapulco de Juárez	715	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016279	Acapulco de Juárez	712	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100017101	Acapulco de Juárez	694	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100011899	Acapulco de Juárez	692	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100017116	Acapulco de Juárez	681	Alta	Muy alto	Muy alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



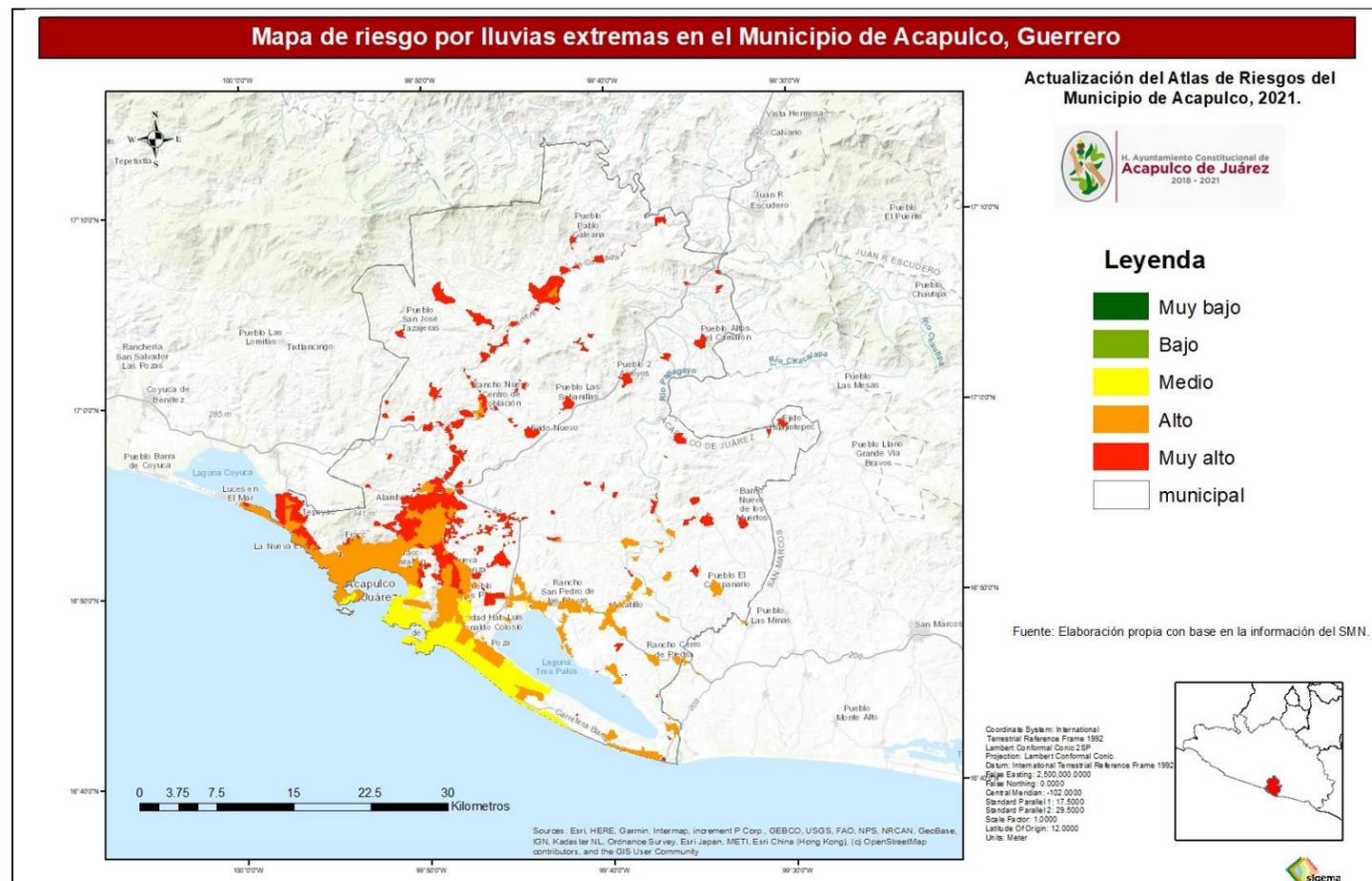
1200100014747	Acapulco de Juárez	663	Alta	Muy alto	Muy alto
120010169	El Veladero (Veladero Morelos)	657	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101731719	Xaltianguis	644	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015548	Acapulco de Juárez	639	Alta	Muy alto	Muy alto
120010080	Amatepec	635	Muy alta	Muy alto	Muy alto
120010001397A	Acapulco de Juárez	635	Alta	Muy alto	Muy alto
120010566	Colonia Miguel Terrazas Rivera	625	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016230	Acapulco de Juárez	619	Alta	Muy alto	Muy alto
120010503	Colonia Nueva Luz	618	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013236	Acapulco de Juárez	609	Alta	Muy alto	Muy alto
120010130	Pablo Galeana (Coacoyular)	591	Alta	Muy alto	Muy alto
120010091	El Cantón	590	Muy alta	Alto	Muy alto
120010491	Agua Zarca de la Pena	580	Alta	Muy alto	Muy alto
120010454	Colonia Mangos (El Quemado)	574	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014431	Acapulco de Juárez	572	Alta	Muy alto	Muy alto
120010459	Vista Hermosa	532	Alta	Muy alto	Muy alto
1200101731704	Xaltianguis	527	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016777	Acapulco de Juárez	510	Alta	Muy alto	Muy alto
120010119	Lomas del Aire	495	Alta	Muy alto	Muy alto
120010504	Colonia Praderas de Guadalupe	481	Alta	Muy alto	Muy alto
120010124	Las Marías	480	Alta	Muy alto	Muy alto
120010140	Playones de San Isidro	470	Alta	Muy alto	Muy alto
120010165	Las Tortolitas	454	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014395	Acapulco de Juárez	450	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015139	Acapulco de Juárez	448	Alta	Muy alto	Muy alto
120010507	Colonia Donaciano Rivera	448	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100013043	Acapulco de Juárez	447	Alta	Muy alto	Muy alto
120010338	Las Joyas	444	Alta	Muy alto	Muy alto
120010115	Kilometro 45	440	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015887	Acapulco de Juárez	430	Alta	Muy alto	Muy alto
120010197	Kilometro 22	416	Alta	Muy alto	Muy alto
120010105	Garrapatas	407	Muy alta	Muy alto	Muy alto
120010699	Lucio Cabañas [Campamento Popular]	407	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014836	Acapulco de Juárez	406	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015834	Acapulco de Juárez	401	Alta	Muy alto	Muy alto
120010219	Paso Texca	400	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014446	Acapulco de Juárez	398	Alta	Muy alto	Muy alto
120010161	San José Tasajeras	391	Alta	Muy alto	Muy alto
120010092	Carabali	380	Alta	Muy alto	Muy alto
120010663	Tunzingo [Unidad Habitacional]	376	Alta	Muy alto	Muy alto
120010163	La Testaruda	374	Alta	Muy alto	Muy alto
120010697	Colonia Democrática	359	Alta	Muy alto	Muy alto
120010131	Las Parotas	356	Muy alta	Muy alto	Muy alto
120010177	El Zapote	337	Alta	Muy alto	Muy alto

1200100016014	Acapulco de Juárez	332	Alta	Muy alto	Muy alto
120010106	Huajintepec	330	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014361	Acapulco de Juárez	329	Alta	Muy alto	Muy alto
120010160	La Sierrita	308	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015586	Acapulco de Juárez	302	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014145	Acapulco de Juárez	299	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016122	Acapulco de Juárez	290	Alta	Muy alto	Muy alto
120010089	La Calera	289	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200100015637	Acapulco de Juárez	275	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100012083	Acapulco de Juárez	274	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016156	Acapulco de Juárez	274	Alta	Muy alto	Muy alto
120010710	San José	269	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200100016480	Acapulco de Juárez	268	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015764	Acapulco de Juárez	266	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016512	Acapulco de Juárez	256	Alta	Muy alto	Muy alto
120010587	Rancho las Marías	254	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200100016207	Acapulco de Juárez	249	Alta	Muy alto	Muy alto
120010171	Venta Vieja	247	Alta	Muy alto	Muy alto
120010103	Espinalillo	244	Alta	Muy alto	Muy alto
120010293	Villa Guerrero	242	Alta	Muy alto	Muy alto
120010570	Colonia Rubén Figueroa Alcocer	238	Alta	Muy alto	Muy alto
120010001454A	Acapulco de Juárez	229	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100016635	Acapulco de Juárez	225	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015124	Acapulco de Juárez	223	Alta	Muy alto	Muy alto
120010371	Los Coyotes	223	Alta	Muy alto	Muy alto
120010156	San Martin el Jovero	216	Muy alta	Muy alto	Muy alto
120010561	Colonia Dieciséis de Noviembre	213	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100015872	Acapulco de Juárez	207	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014874	Acapulco de Juárez	203	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014380	Acapulco de Juárez	202	Alta	Muy alto	Muy alto
120010154	San José Cacahuatpec	200	Muy alta	Muy alto	Muy alto
1200100011827	Acapulco de Juárez	198	Alta	Muy alto	Muy alto
1200100014323	Acapulco de Juárez	195	Alta	Muy alto	Muy alto

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 160: Mapa de riesgo por lluvias extremas en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia.

Inundaciones

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

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

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

Peligro

Inundaciones pluviales y fluviales

En Acapulco las inundaciones pluviales y fluviales se presentan por dos causas: lluvias muy intensas derivadas de ciclones tropicales, o lluvias moderadas que saturan rápidamente el drenaje urbano. En el primer caso, las inundaciones tienden a seguir patrones relativamente definidos que se pueden modelar y definir cartográficamente. En el caso de las inundaciones por drenaje en mal estado y/o sin mantenimiento adecuado, las inundaciones no se pueden ser modeladas cartográficamente debido a que los taponamientos ocurren por variables como la existencia de basura o el azolve que son muy dinámicos y pueden cambiar con rapidez, especialmente porque después de una inundación los servicios urbanos suelen desazolvar y limpiar los drenajes. Por ello, en este Atlas, se tratará únicamente a las inundaciones que no se asocian directamente con drenaje en mal estado. En ese contexto, se analizará a las inundaciones de origen fluvial y pluvial, entendiéndolas como aquellas que se presentan cuando la cantidad de lluvia excede la capacidad de captación de los arroyos, ríos y canales provocando que se desborden e inunden las áreas circundantes.

Los recursos hidrográficos del municipio están compuestos por los ríos Xaltianguis, La Sabana, La Joya, Papagayo, El Pozuelo, Aguacostla, Potrerillos, Moyoapa, Santa Rosa, Grande; los arroyos El Camarón, El Gallinero, Agua Caliente, Apanguaque, Chacalapa, El Guapo, El Muerto, El Zapote, Grande, Infiernillo, La



Cimarrona, La Garrapata, La Joya, La Lobera, Las Maromas, Las Minas, Lucía, Organito, Salado, San José, Seco, Tequihua, Tranquilas, Xalpatlahuac; y los cuerpos de agua perennes Laguna de Tres Palos, General Ambrosio Figueroa (La Venta), Laguna de Coyuca. Existen también manantiales de aguas termales sulfurosas en Dos Arroyos, Cacahuatpec, La Concepción y Aguas Calientes.

La corriente superficial más importante por volumen es el Río Papagayo, el cual nace en la Sierra de Iguatlatco, en proximidades de la ciudad de Chilpancingo, y su extensión es de unos 200 km. Sin embargo, el río que mas inundaciones causa es el Río La Sabana, el cual se encuentra sujeto a crecidas estacionales que afectan la población que vive en sus orillas.

Tabla 79: Hidrografía en el Municipio de Acapulco

Región hidrológica	Cuencas	Subcuencas
Costa grande (31.62%)	R. Atoyac y otros (31.62%)	R. La Sabana (24.81%)
		B. de Acapulco (6.73%)
Costa chica - Río verde (68.38%)	R. Papagayo (49.66%)	R. Papagayo (48.14%)
		R. San Miguel (1.52%)
		R. Coyuca (0.08%)
	R. Nexpa y otros (18.72%)	R. Cortés y Estancia (18.72%)

Fuente: INEGI.

Para realizar el análisis del fenómeno de inundaciones fluviales y pluviales, así como determinar su grado de peligro, se utilizó la metodología del CENAPRED para inundaciones fluviales, la cual se procesa a través del software ArcGIS y HEC-RAS, con las extensiones HEC-GeoRAS y Arc Hydro Tools. El proceso consiste en generar un vector de la corriente de agua a analizar, crear perfiles a partir de un Modelo Digital de Elevación (en este caso se usaron los grids de INEGI obtenidos por medio de LIDAR con una resolución espacial de 5m) desde un GIS y exportarlos a HEC-Ras para la generación de datos hidráulicos unidimensionales. Una vez procesados, se regresan al GIS para generar el modelo en 3D.

La información hidrológica superficial de INEGI a escala 1:50,000 que correspondiente al Municipio de Acapulco y alrededores determinó las corrientes de agua intermitentes y permanentes que fluyen desde la Sierra Madre del Sur hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, previo paso por el municipio y varias de sus localidades incluyendo la cabecera municipal. Estas corrientes incluyen las modificaciones antrópicas debido al proceso de

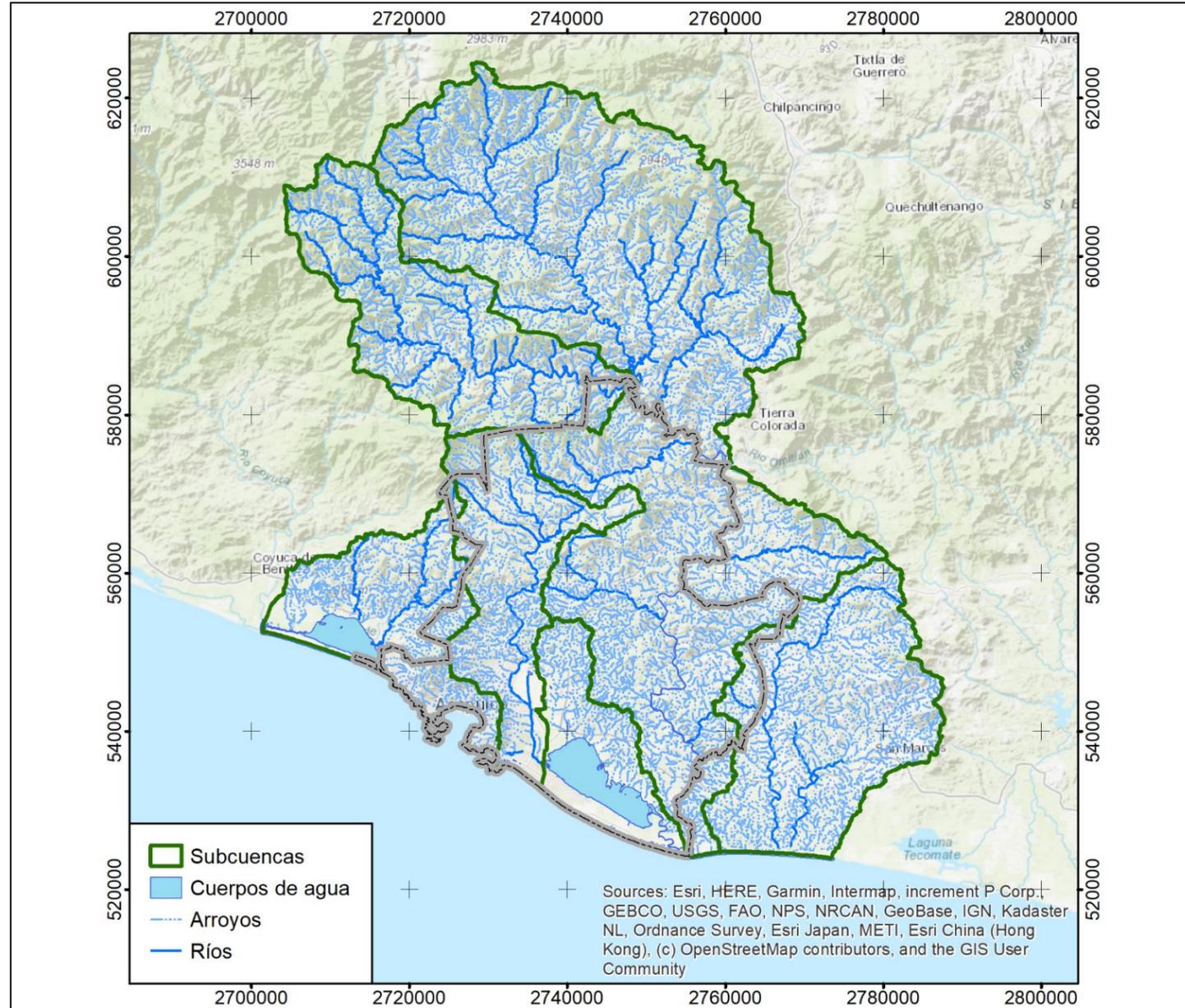
canalización de los cauces para fines urbanos. En algunas ocasiones, también hay obras de infraestructura como puentes y zonas de extracción de pétreos, que han creado cuellos de botella en algunos tramos, por lo cual fue necesario determinar con base en un Modelo Digital de Elevación (MDE), la topografía de las corrientes de agua.

Para la integración del Modelo Digital de Elevación (MDE) se usaron los datos de los Modelos Digitales de Elevación de Alta Resolución LiDAR de INEGI edición 2015, con resolución de altitudinal de 0.01m (1cm) y tamaño del pixel de 5m, en modelo de terreno para eliminar la vegetación. Estos grids se unieron en un mosaico para tener un solo ráster de toda la zona de estudio. A este ráster se le realizó el proceso de rellenado de depresiones (Fill Sinks) para evitar errores en las líneas de unión entre grids originales.

Posteriormente, con los datos generados anteriormente se procedió a calcular el gasto en diferentes periodos de retorno (PR), en función de la metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones en zonas urbanas del CENAPRED. Antes de calcular el gasto líquido (Q_p), se determinó con ayuda del MDE y el shape de corrientes de agua, la pendiente del arroyo, el área de la microcuenca de captación, la longitud del cauce principal; además, se debe obtener la precipitación esperada a varios periodos de retorno, para esto último, se utilizaron los mapas de isoyetas (lluvia probabilística) elaborados por el CENAPRED.



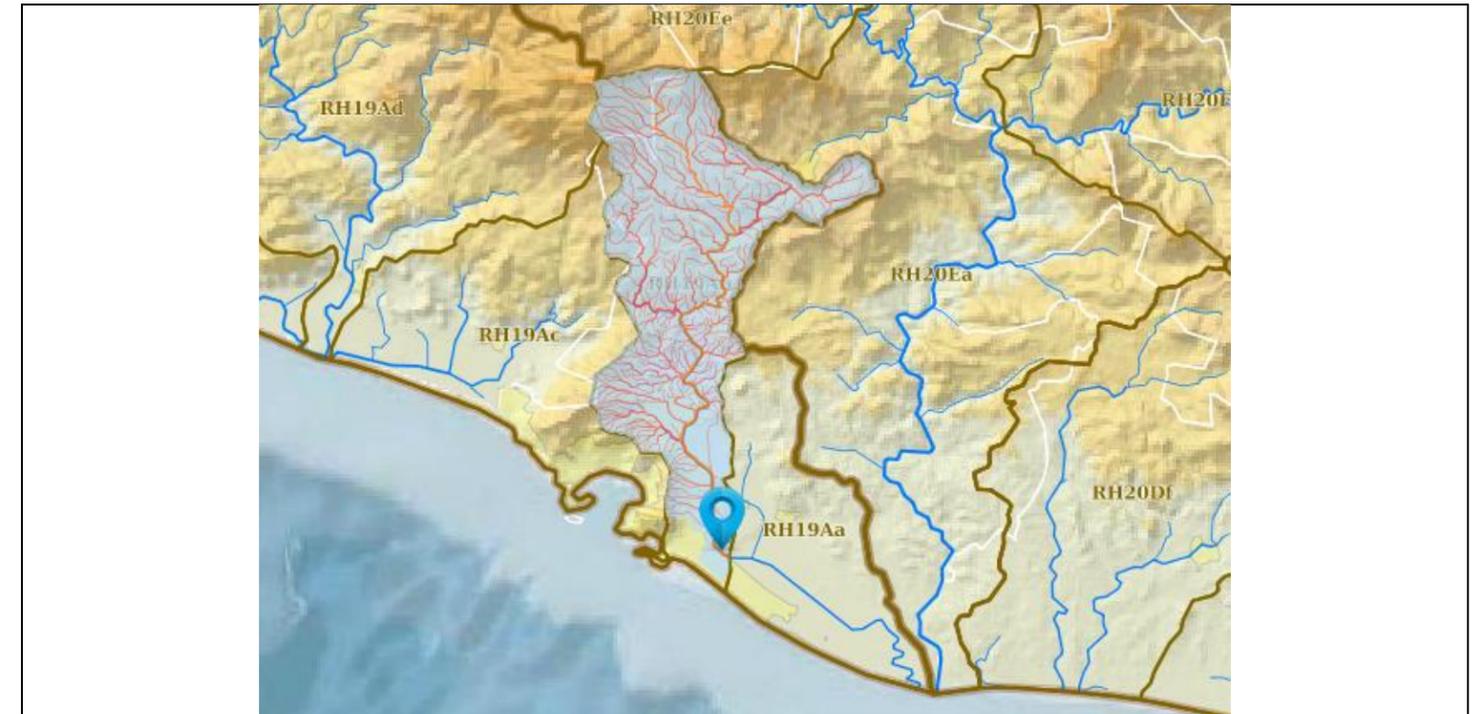
Ilustración 161: Mapa de corrientes de agua y subcuencas



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

A continuación, se presentan los cálculos para la determinación de los gastos de diseño según cuatro periodos de retorno (20, 100, 200 y 500 años) para la subcuenca Río La Sabana, mientras que para las subcuencas Río Papagayo y Bahía de Acapulco solamente se mostrarán los resultados.

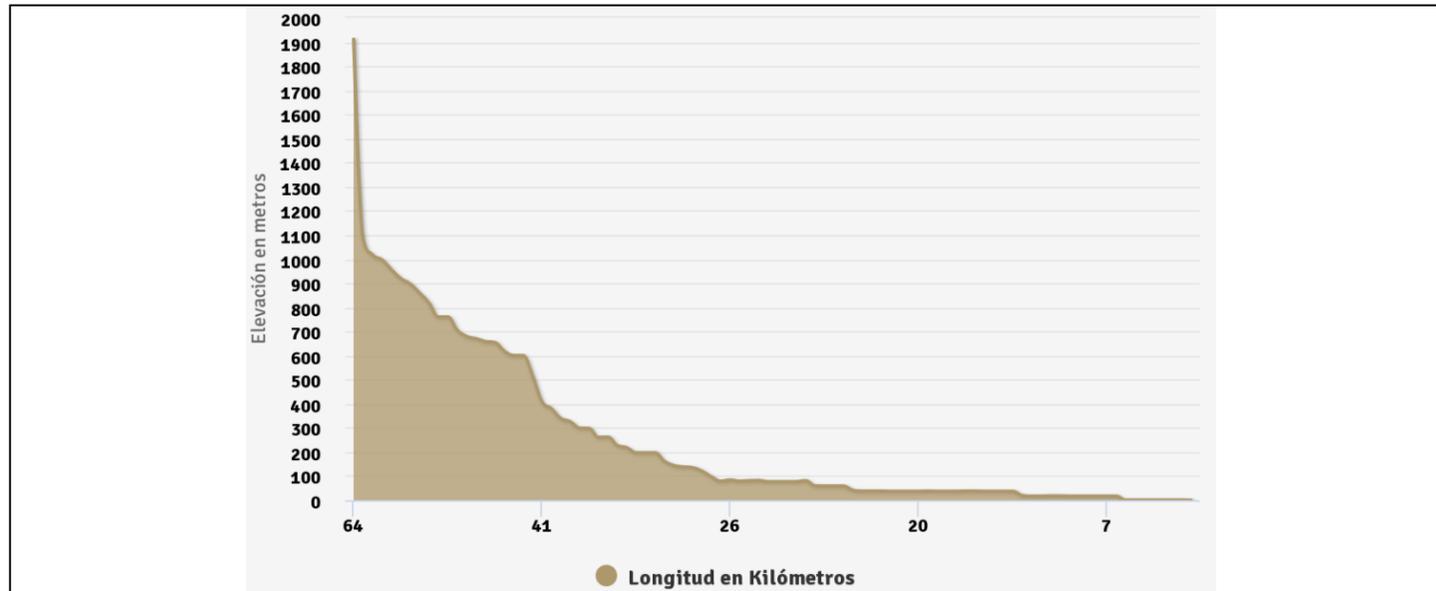
Ilustración 162: Mapa de la subcuenca Río La Sabana



Fuente: SIATL INEGI.



Ilustración 163: Perfil de la subcuenca Río La Sabana



Fuente: SIATL INEGI.

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

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

Donde:

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

Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se determinó que la pendiente general del drenaje principal es de 2.79%, mientras que su longitud es de 64,202 m.

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

$$t_c = 0.000325 \frac{64,202^{0.77}}{0.0279^{0.385}} = 6.48 \text{ horas} = 388.96 \text{ minutos}$$

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

Tabla 80: Periodos de retorno de lluvias en la subcuenca Río La Sabana

Duración de la Precipitación	hp PR 20 años	hp PR 100 años	hp PR 200 años	hp PR 500 años
1 h (mm)	110	140	160	180
24 h (mm)	270	360	385	450

Fuente: IG UNAM - CENAPRED.

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

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ($d = t_c = 6.48$ horas). A continuación, se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de veinte años (PR = 20 años)

$$hp(t_c) = \frac{hp(24) - hp(1)}{3.1781} * \ln t_c + hp(1)$$

hp PR 20 (1h) = 110 mm
hp PR 20 (24h) = 270 mm
 $t_c = 6.48$ h
Sustituyendo:

$$hp(t_c) = \frac{hp(270) - hp(110)}{3.1781} * \ln 6.48 + hp(110) = 204.10 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 204.10 mm. Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (t_c), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

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

Sustituyendo por los valores de PR = 20 años;

$$i = \frac{204.10 \text{ mm}}{6.48} = 31.48 \text{ mm/h}$$



Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 6.16 mm/h para un periodo de retorno de veinte años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 81: Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la subcuenca Río La Sabana

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (tc) mm	i mm/h
20 años	110	270	204.10	31.48
100 años	140	360	269.39	41.56
200 años	160	385	292.33	45.09
500 años	180	450	338.79	52.26

Fuente: Elaboración propia con datos de CENAPRED

El gasto de diseño se obtiene con la siguiente ecuación:

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

Donde:

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

Para determinar el coeficiente de escurrimiento se utilizaron los valores de la Metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones en zonas urbanas del CENAPRED, que a su vez los tomó de los Fundamentos de Hidrología de Superficie de Francisco Aparicio (2001). El valor usado fue de 0.20 "Suelos Arenosos Escarpados".

Tabla 82: Valores para el coeficiente de escurrimiento (Ce)

Tipo de área drenada	Coeficiente de Escurrimiento	
	Mínimo	Máximo
Zonas comerciales:		
Zona comercial	0.75	0.95
Zonas mercantiles	0.70	0.90
Vecindarios	0.50	0.70
Zonas residenciales:		
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares espaciados	0.40	0.60
Multifamiliares compactos	0.60	0.75
Semiurbanas	0.25	0.40
Casas habitación	0.50	0.70
Zonas industriales:		
Espaciado	0.50	0.80
Compacto	0.60	0.90
Cementerios y parques	0.10	0.25
Campos de juego	0.20	0.35
Patios de ferrocarril y terrenos sin construir	0.20	0.40
Zonas suburbanas	0.10	0.30
Calles:		
Asfaltadas	0.70	0.95
De concreto hidráulico	0.80	0.95
Adoquinadas o empedradas, junteadas con cemento	0.70	0.85
Adoquín sin juntar	0.50	0.70
Terracerías	0.25	0.60
Estacionamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95
Praderas:		
Suelos arenosos planos (pendientes: 0.02 ó menos)	0.05	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02 - 0.07)	0.10	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 ó más)	0.15	0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 ó menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02 - 0.07)	0.18	0.20
Suelos arcillosos escarpados (0.07 ó más)	0.25	0.35

Fuente: Aparicio (1987)

Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (446.05 km²) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, mediante la fórmula previamente expuesta.

Sustituyendo para el PR = 20 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.20 * 31.48 \frac{mm}{h} * 446.05 km^2 = 780.82 m^3/s$$

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

Tabla 83: Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la subcuenca Río La Sabana

PR	i (mm/h)	Q _p (m ³ /s)
20 años	31.48	780.82
100 años	41.56	1030.59
200 años	45.09	1118.36
500 años	52.26	1296.12

Fuente: Elaboración propia.

Después de estimar el gasto máximo para diferentes periodos de retorno, se realizó un Hidrograma unitario adimensional (HUA) para cada periodo de retorno, en función de las siguientes ecuaciones.

$$t_r = 0.6t_c$$

Donde:

t_r Tiempo de retraso
t_c Tiempo de concentración en horas (6.48 en la subcuenca Río La Sabana)

Sustituyendo por los valores de la subcuenca Río La Sabana:

$$t_r = 0.6t_c = 0.6 * 6.48 = 3.889$$

Posteriormente se usó la ecuación:

$$t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$$

Donde:

t_p Tiempo de pico
d_e duración en exceso en horas

Para la determinación de d_e duración en exceso, se utilizó el criterio expuesto en Aparicio (2001) en el que para cuencas chicas d_e = t_c, por lo que se usó el valor d_e = 6.48 horas.

Sustituyendo:

$$t_p = \frac{6.48}{2} + 3.889 = 7.13$$

Luego se usó la ecuación:

$$t_b = 2.67t_p$$

Donde:

t_b Tiempo base

Sustituyendo:

$$t_b = 2.67 * 7.13 = 19.03$$

Finalmente se usó la ecuación:

$$q_p = \frac{0.208A_c}{t_p}$$

Donde:

q_p Gasto de pico
A_c área de la cuenca en km² (446.05 en la subcuenca Río La Sabana)

Sustituyendo:

$$q_p = \frac{0.208 * 446.05}{7.13} = 13.01$$

Posteriormente los valores t_p (tiempo de pico) y q_p (gasto de pico) se multiplican por las coordenadas t/t_p y q/q_p, para obtener los siguientes valores:

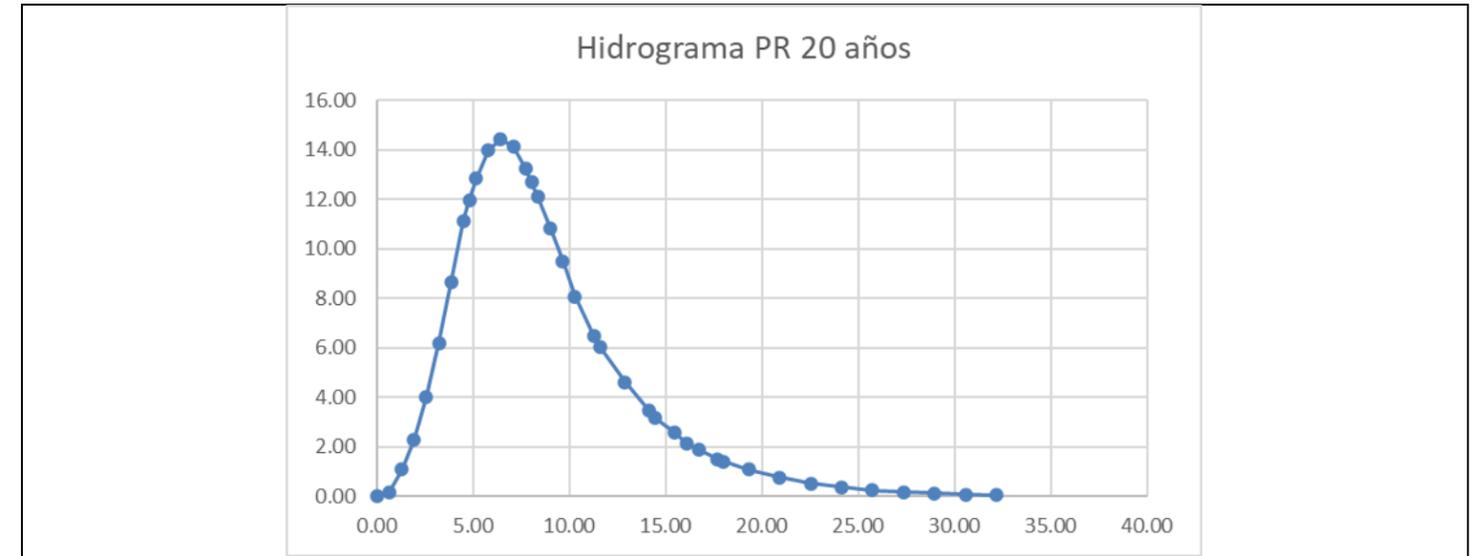
Tabla 84: Coordenadas del Hidrograma unitario adimensional (HUA) para 4 periodos de retorno

Coord. t/t_p	Coord. q/q_p	t_p PR20	q_p PR20	t_p PR100	q_p PR100	t_p PR200	q_p PR200	t_p PR500	q_p PR500
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.010	0.64	0.14	0.67	0.14	0.69	0.13	0.71	0.13
0.20	0.075	1.29	1.08	1.33	1.04	1.38	1.01	1.43	0.98
0.30	0.160	1.93	2.31	2.00	2.23	2.07	2.15	2.14	2.08
0.40	0.280	2.57	4.04	2.67	3.90	2.76	3.77	2.85	3.64
0.50	0.430	3.22	6.20	3.33	5.98	3.45	5.78	3.57	5.59
0.60	0.600	3.86	8.65	4.00	8.35	4.14	8.07	4.28	7.81
0.70	0.770	4.50	11.10	4.67	10.71	4.83	10.35	4.99	10.02
0.75	0.830	4.83	11.97	5.00	11.55	5.17	11.16	5.35	10.80
0.80	0.890	5.15	12.83	5.33	12.38	5.52	11.97	5.70	11.58
0.90	0.970	5.79	13.98	6.00	13.50	6.21	13.04	6.42	12.62
1.00	1.000	6.44	14.42	6.67	13.92	6.90	13.45	7.13	13.01
1.10	0.980	7.08	14.13	7.33	13.64	7.59	13.18	7.84	12.75
1.20	0.920	7.72	13.26	8.00	12.80	8.28	12.37	8.56	11.97
1.25	0.880	8.04	12.69	8.33	12.25	8.62	11.83	8.91	11.45
1.30	0.840	8.37	12.11	8.67	11.69	8.97	11.30	9.27	10.93
1.40	0.750	9.01	10.81	9.33	10.44	9.66	10.09	9.98	9.76
1.50	0.660	9.65	9.51	10.00	9.18	10.35	8.88	10.70	8.59
1.60	0.560	10.30	8.07	10.67	7.79	11.04	7.53	11.41	7.29
1.75	0.450	11.26	6.49	11.67	6.26	12.07	6.05	12.48	5.85
1.80	0.420	11.58	6.05	12.00	5.84	12.42	5.65	12.84	5.46
2.00	0.320	12.87	4.61	13.33	4.45	13.80	4.30	14.26	4.16
2.20	0.240	14.16	3.46	14.67	3.34	15.18	3.23	15.69	3.12
2.25	0.220	14.48	3.17	15.00	3.06	15.52	2.96	16.04	2.86
2.40	0.180	15.45	2.59	16.00	2.50	16.56	2.42	17.11	2.34
2.50	0.150	16.09	2.16	16.67	2.09	17.25	2.02	17.83	1.95
2.60	0.130	16.73	1.87	17.34	1.81	17.94	1.75	18.54	1.69
2.75	0.105	17.70	1.51	18.34	1.46	18.97	1.41	19.61	1.37
2.80	0.098	18.02	1.41	18.67	1.36	19.32	1.32	19.97	1.28
3.00	0.075	19.31	1.08	20.00	1.04	20.70	1.01	21.39	0.98
3.25	0.053	20.92	0.76	21.67	0.74	22.42	0.71	23.18	0.69
3.50	0.036	22.52	0.52	23.34	0.50	24.15	0.48	24.96	0.47
3.75	0.026	24.13	0.37	25.00	0.36	25.87	0.35	26.74	0.34
4.00	0.018	25.74	0.26	26.67	0.25	27.60	0.24	28.52	0.23
4.25	0.012	27.35	0.17	28.34	0.17	29.32	0.16	30.31	0.16
4.50	0.009	28.96	0.13	30.00	0.13	31.05	0.12	32.09	0.12
4.75	0.006	30.57	0.09	31.67	0.08	32.77	0.08	33.87	0.08
5.00	0.004	32.18	0.06	33.34	0.06	34.50	0.05	35.65	0.05

Fuente: Elaboración propia con base en Aparicio (2001).

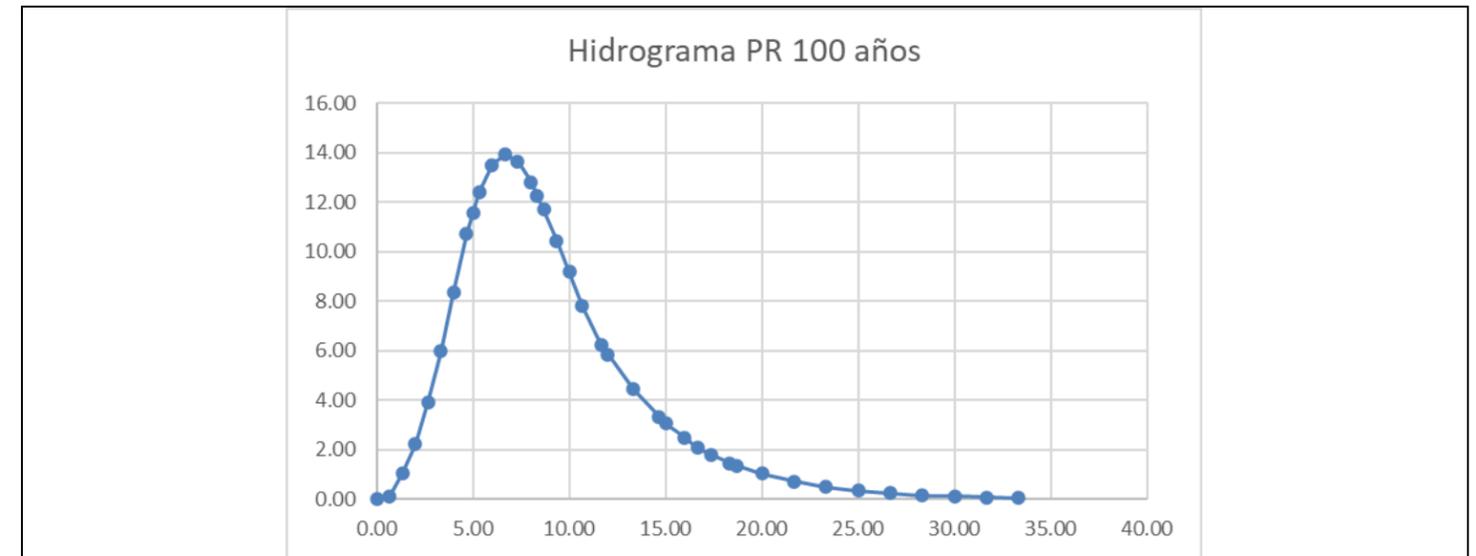
Como resultado se construyeron los hidrogramas que se ven a continuación.

Ilustración 164: Hidrograma unitario adimensional para la subcuenca Río La Sabana en un PR de 20 años



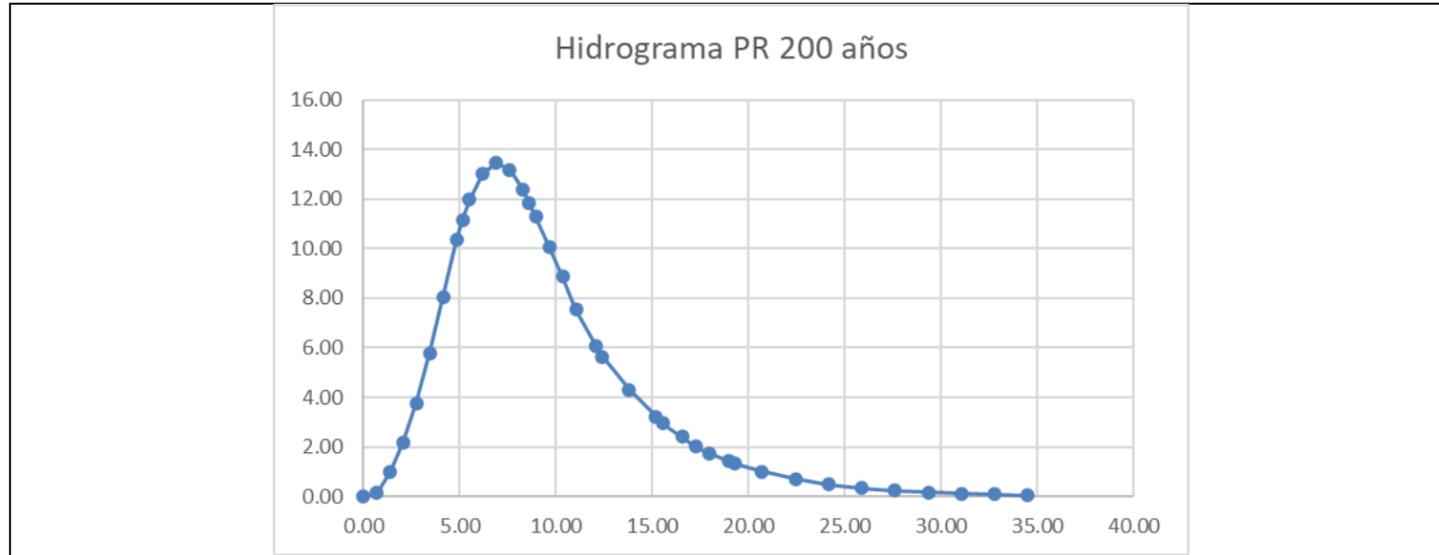
Fuente: Elaboración propia con base en Aparicio (2001).

Ilustración 165: Hidrograma unitario adimensional para la subcuenca Río La Sabana en un PR de 100 años



Fuente: Elaboración propia con base en Aparicio (2001).

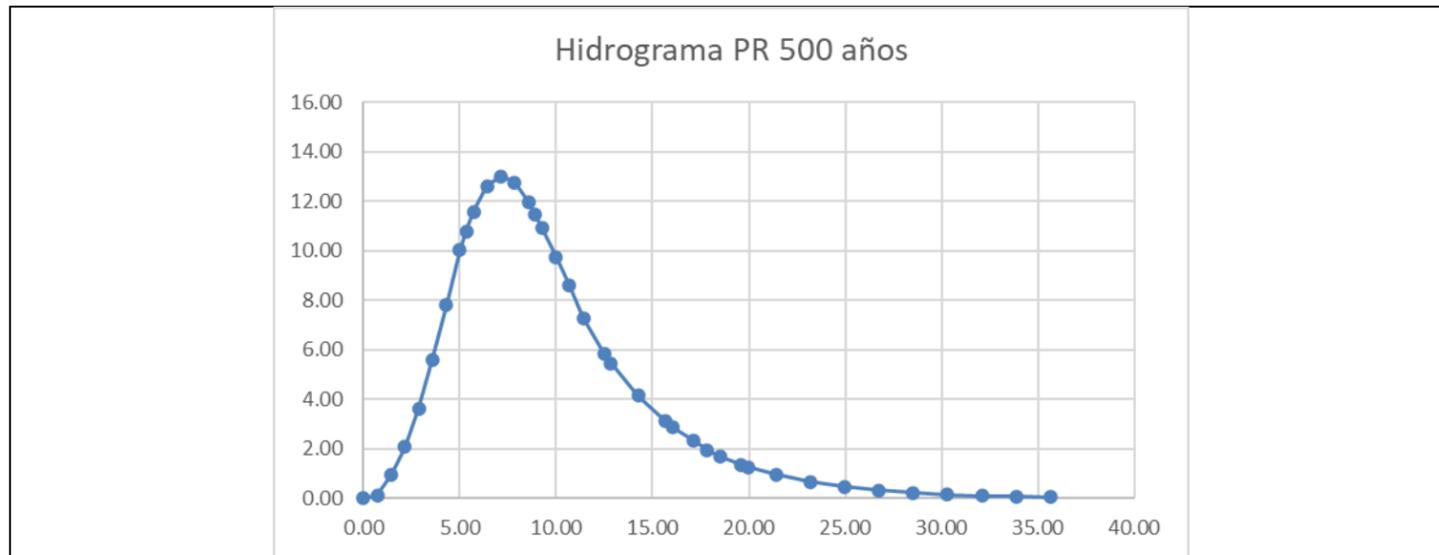
Ilustración 166: Hidrograma unitario adimensional para la subcuenca Río La Sabana en un PR de 200 años



Fuente: Elaboración propia con base en Aparicio (2001).

Ahora bien, con estos datos se debe determinar el peligro por inundación, para lo cual se usó el sistema de información geográfica ArcGIS y el software de modelación de inundaciones HEC-RAS. Primero, en ArcGIS con la extensión HEC-GeoRAS se generaron los archivos vectoriales de la trayectoria del río (Stream Centerline) y otro con la con la ubicación y geometría de las secciones transversales (XS Cut Lines). Algunos de estos últimos, se pueden observar a continuación.

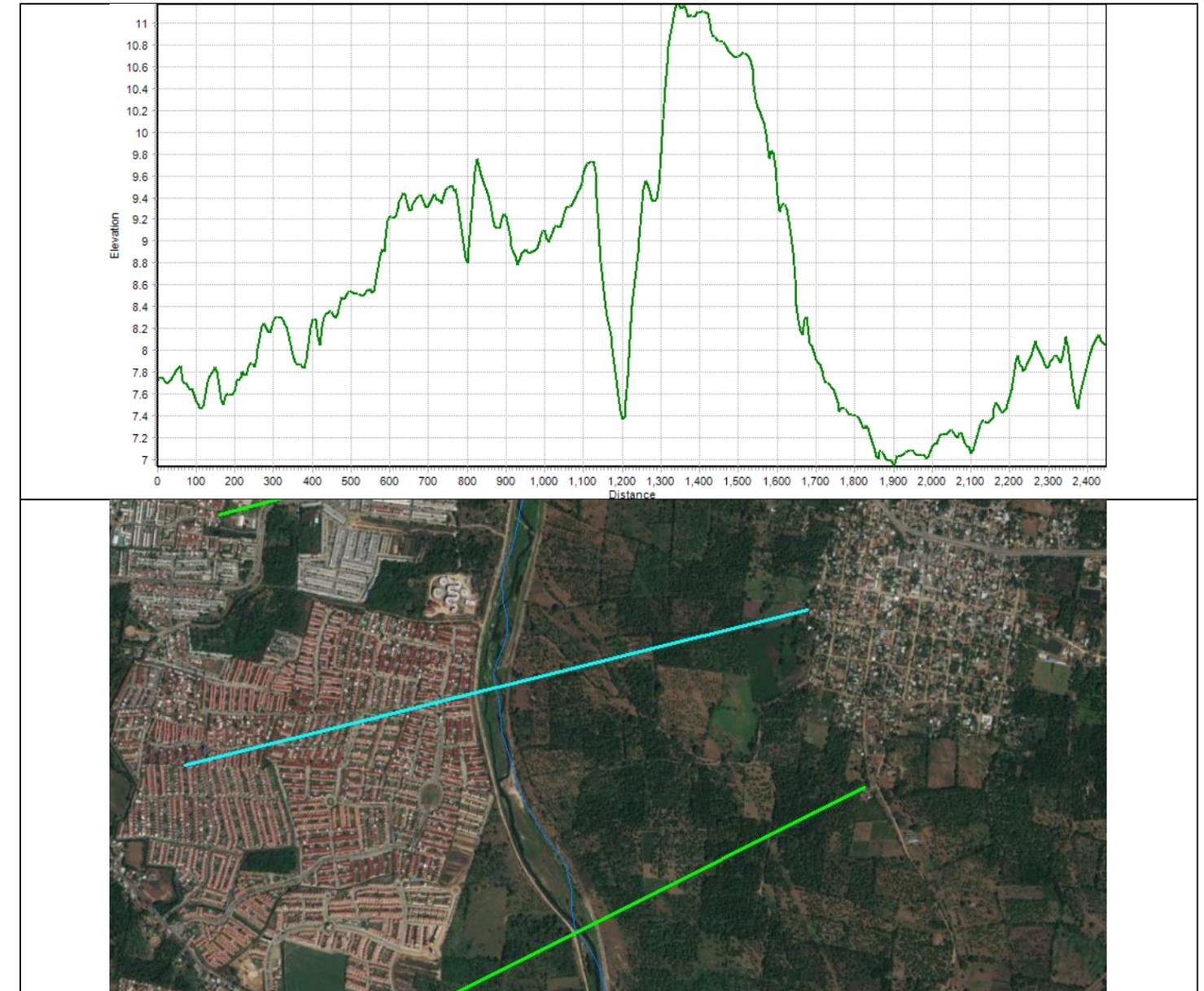
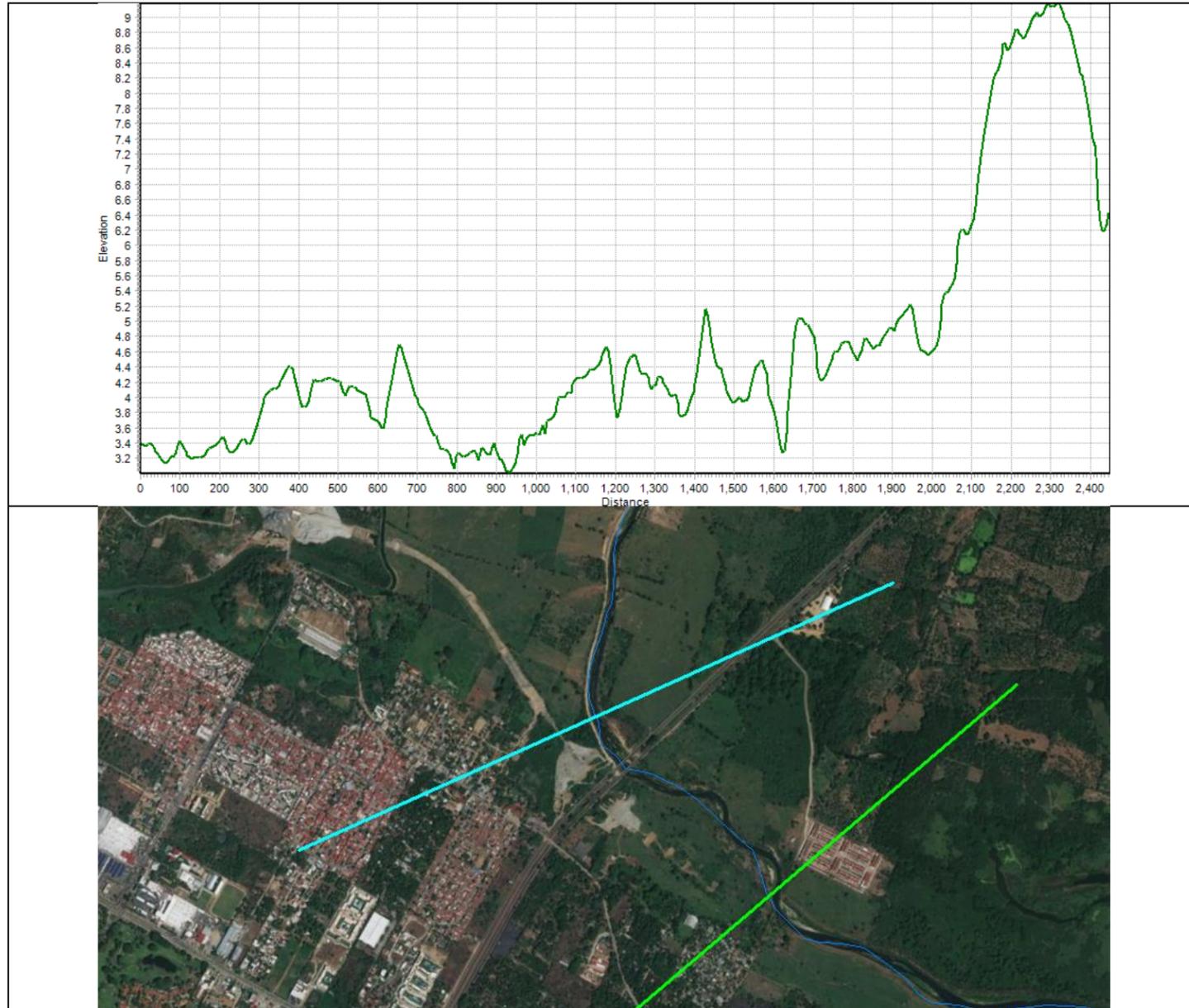
Ilustración 167: Hidrograma unitario adimensional para la subcuenca Río La Sabana en un PR de 500 años

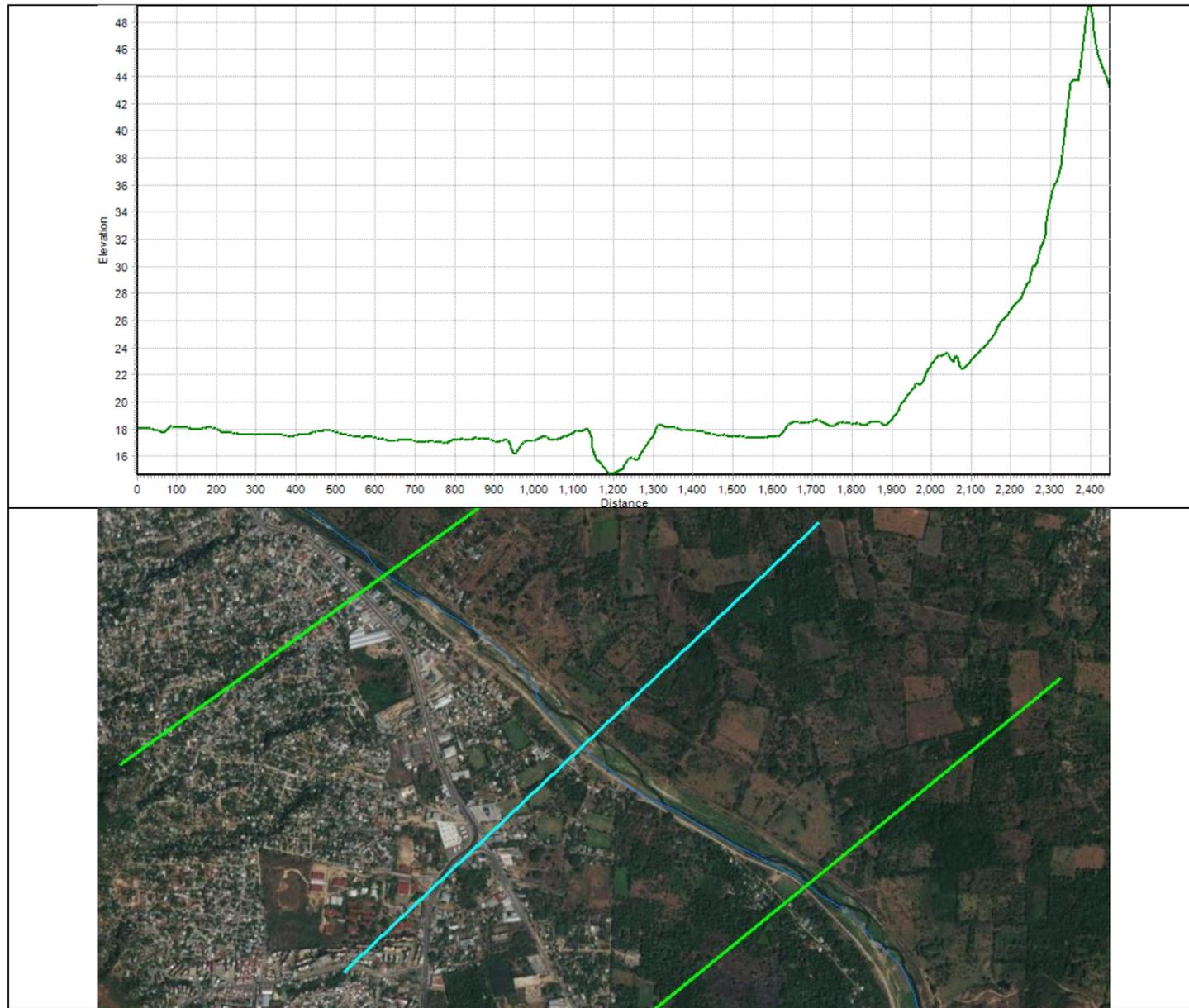


Fuente: Elaboración propia con base en Aparicio (2001).



Ilustración 168: Selección de algunas secciones transversales en el Río La Sabana

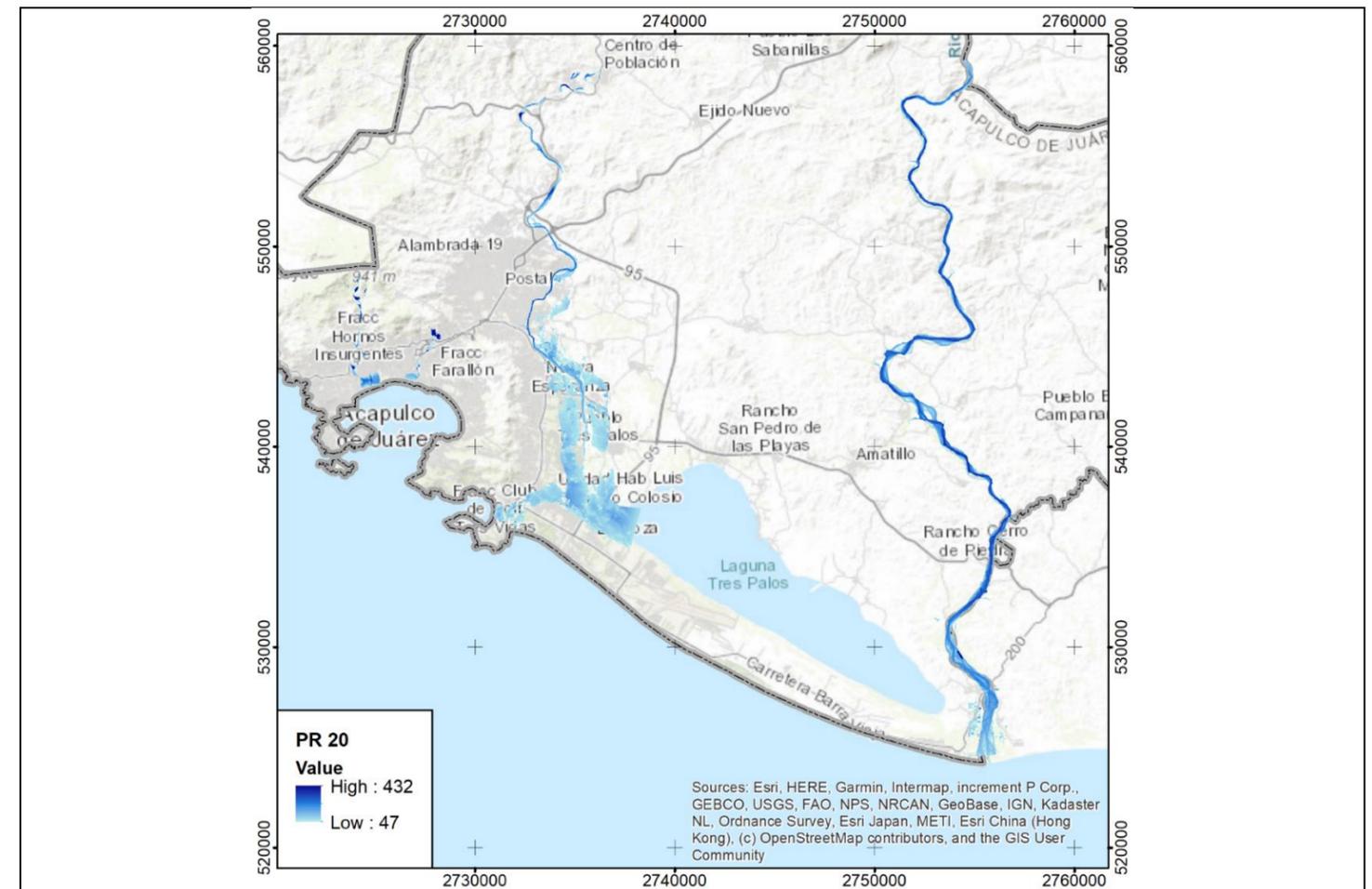




Fuente: Elaboración propia con datos LiDAR de INEGI, imágenes de satélite de ArcMap.

Posteriormente, la información de exportó de ArcGIS a HEC-RAS para la simulación del tránsito de avenidas, lo cual incluyó la importación de los datos geométricos en HEC-RAS; completado de la información geométrica; información de los caudales (gastos de diseño); condiciones de frontera en el río simulado; y la ejecución del programa e interpretación de resultados. Una vez que se procesaron los distintos arroyos en cada periodo de retorno se obtuvieron las siguientes simulaciones.

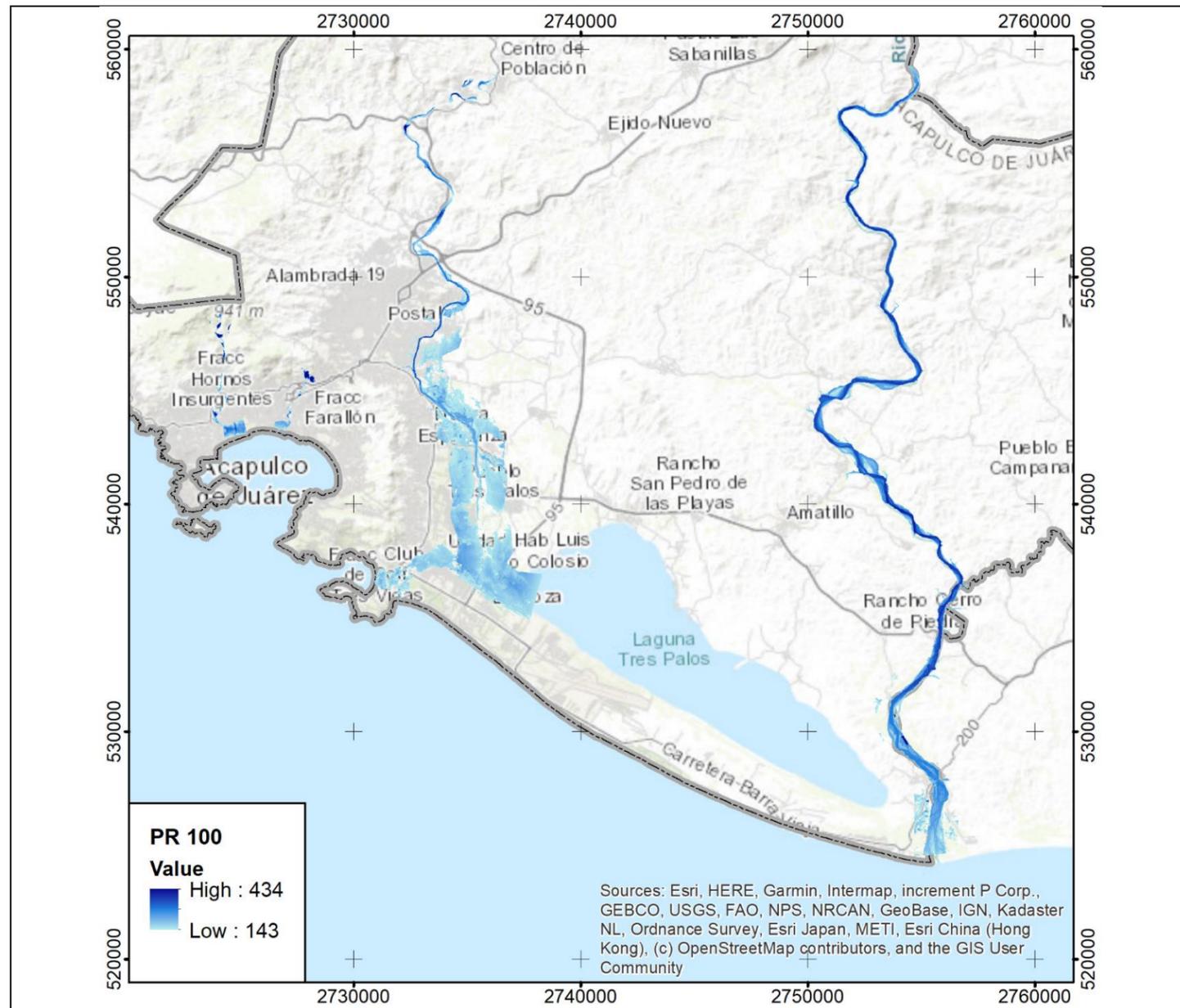
Ilustración 169: Simulación de inundaciones para un PR=20 años



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, CENAPRED.

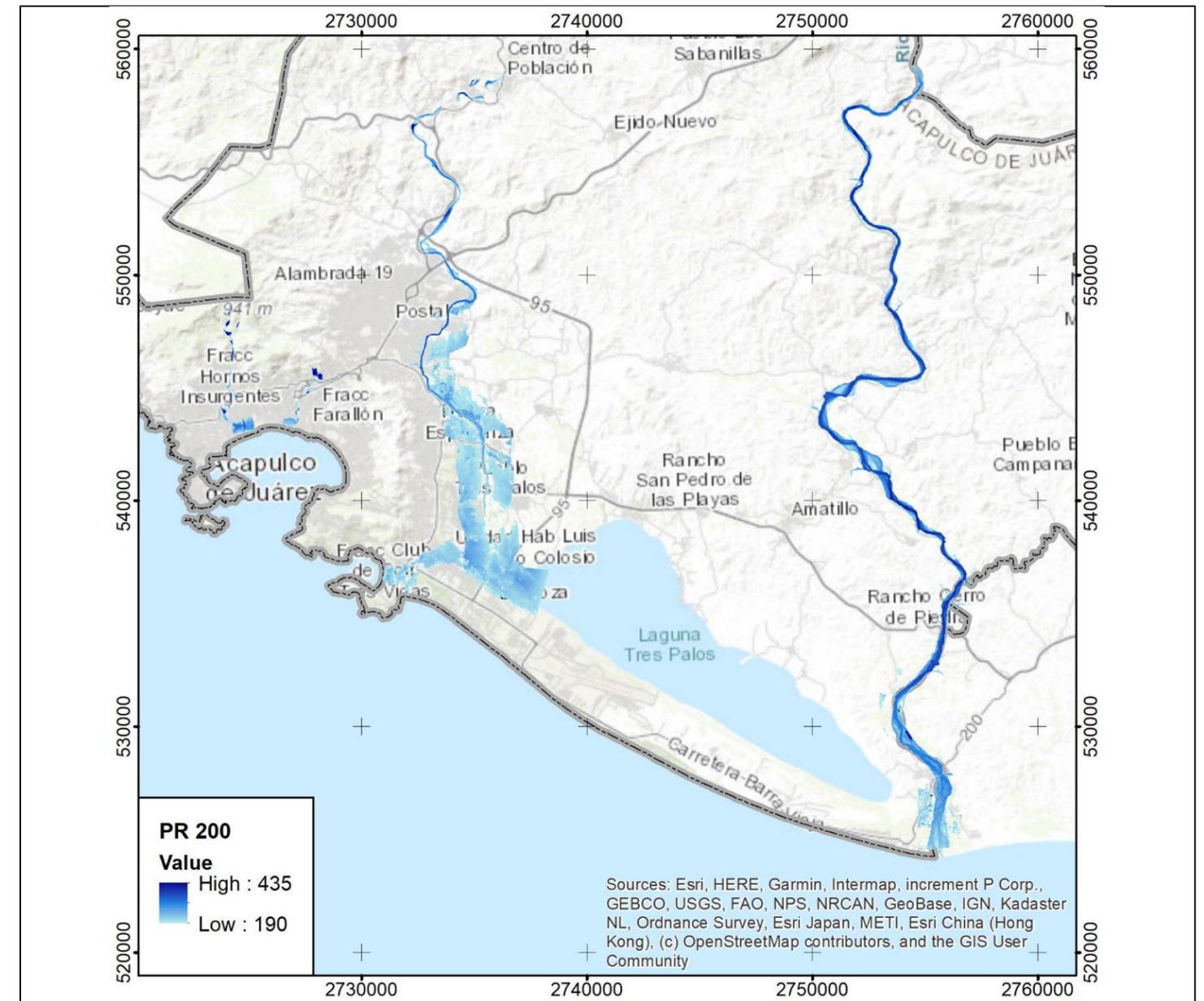


Ilustración 170: Simulación de inundaciones para un PR=100 años



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, CENAPRED.

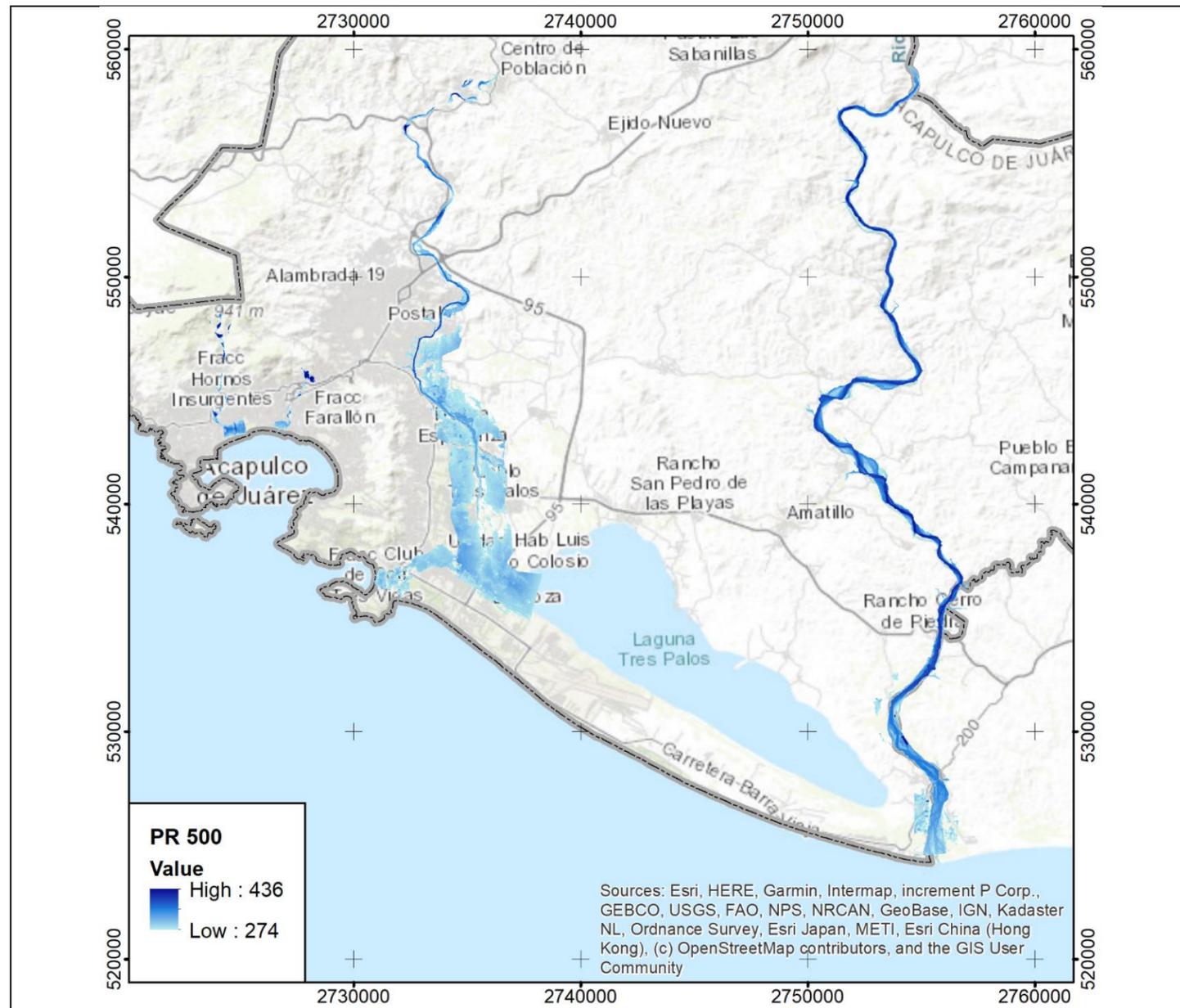
Ilustración 171: Simulación de inundaciones para un PR=200 años



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, CENAPRED.

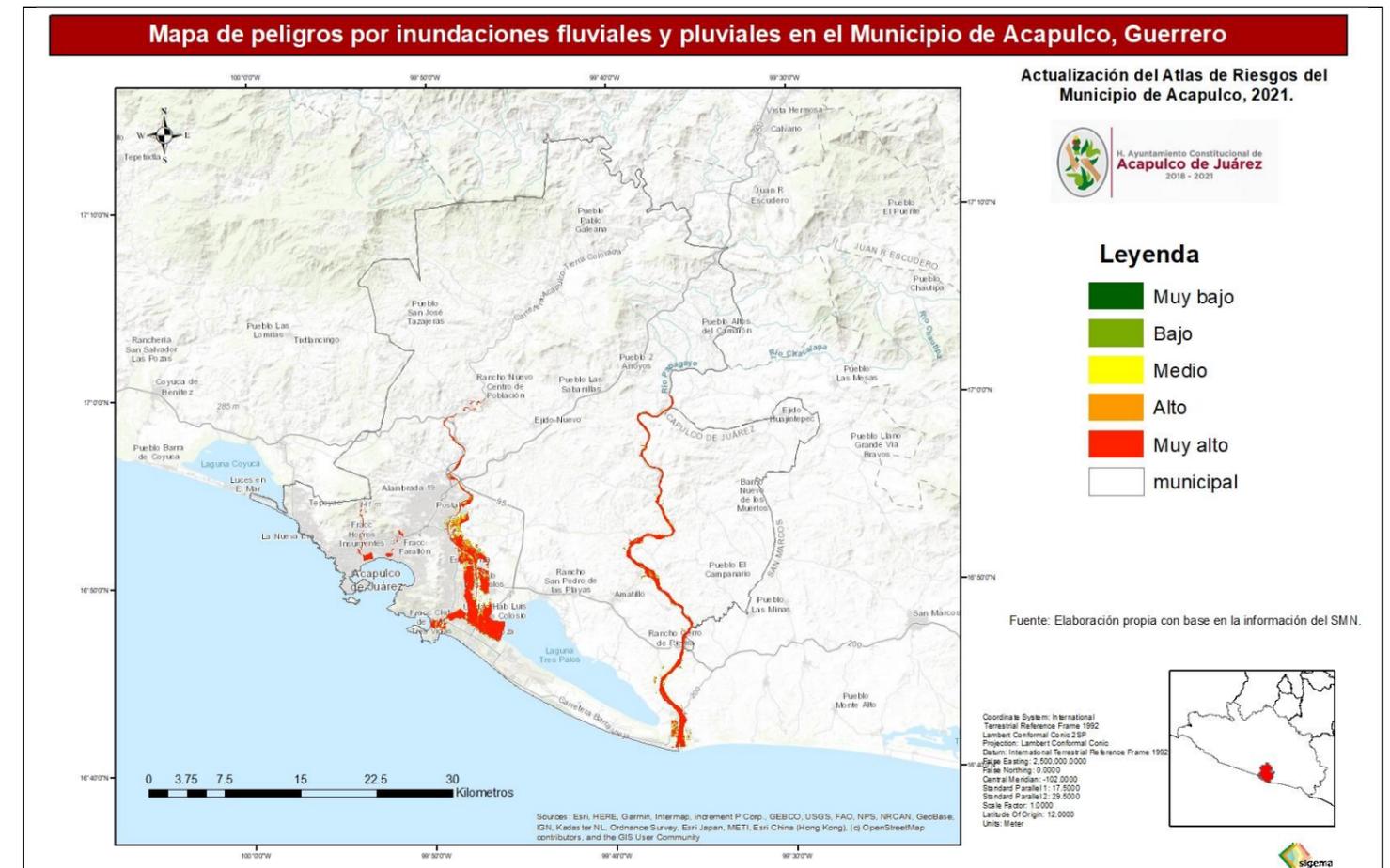


Ilustración 172: Simulación de inundaciones para un PR=500 años



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, CENAPRED.

Ilustración 173: Peligro por inundaciones fluviales y pluviales en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, CENAPRED.



Inundaciones por Marea de Tormenta (mar de fondo).

La marea de tormenta es el ascenso del nivel medio del mar debido a la acción de los vientos de los ciclones tropicales sobre una región del océano. Este levantamiento tiene la apariencia de un domo de agua, agregado a la superficie habitual del mar. Esta marea que dura de 12 h a 3 días puede causar inundaciones en las zonas bajas colindantes a la costa, oleaje que impacte sobre las estructuras y construcciones cercanas al mar, así como la remoción de la arena de las playas por las corrientes de agua que inducen las olas. Cuando al ascenso del nivel del mar, correspondiente a la marea ordinaria se combina con la marea de tormenta, provoca una sobreelevación más alta.

Durante el huracán Paulina, en 1997, el indicador de inundación por marea de tormenta (IIMT) en la ciudad de Acapulco, determinado a partir de la máxima amplitud de marea de tormenta registrada, fue de 5.24 m. Las áreas más vulnerables a inundaciones por marea de tormenta son la playa Icacos, la desembocadura del río Costa Azul y la zona de la playa Papagayo, frente a las desembocaduras del río Camarón y Grande, sitios donde se tiene una topografía muy baja.

La bahía de Acapulco, debido a su geomorfología (cerrada con puntas que protegen sus flancos del canal de acceso por el sur), únicamente acepta oleaje del sector sur; estos oleajes entran de manera franca a la bahía, pero sufren refracción, lo que genera disminución de su energía. La ciudad de Acapulco tiene una topografía tipo anfiteatro, con diferentes cuencas alrededor que permiten bajar las aguas pluviales provenientes de los cerros para conducir las al mar; en su paso por la ciudad se conectan con las rejillas pluviales de acero, que permiten el desagüe de la parte baja para evitar inundaciones y cumplir con el ciclo de estos residuos.

Para determinar el peligro por inundaciones de marea de tormenta se estimó la elevación (*h*) del oleaje para cada tipo de ciclón tropical. Es importante destacar que las inundaciones de marea de tormenta que un ciclón tropical puede producir dependen de su categoría, dirección de desplazamiento, velocidad de desplazamiento, velocidad de viento sostenido, distancia a la costa municipal, ángulo de ataque, radio de máximo viento, posición del ojo del ciclón, e incluso la relación con la marea astronómica. Para simplificar el análisis, este método únicamente usa la altitud de la ola. Por el ascenso del nivel medio del mar, las olas pueden impactar sobre estructuras cerca del mar.

Considerando que en un huracán 2 (Pauline) la altura máxima de la marea de tormenta fue de 5.24 m, los resultados propuestos para el calcular el índice de peligro por este fenómeno en el municipio de Acapulco son los siguientes:

Tabla 85: Peligro por marea de tormenta para cada categoría de ciclón tropical en el Municipio de Acapulco

Categoría	h oleaje (m)	Peligro por probabilidad de ocurrencia
Depresión tropical	<2	Muy alto
Tormenta tropical	2-3	Alto
Huracán 1	3-4	Alto
Huracán 2	4-6	Medio
Huracán 3	6-8	Bajo
Huracán 4	8-9	Muy bajo
Huracán 5	9-10	Muy bajo

Fuente: elaboración con datos históricos recopilados por Zepeda Ramos & Sánchez Pérez, 2001.

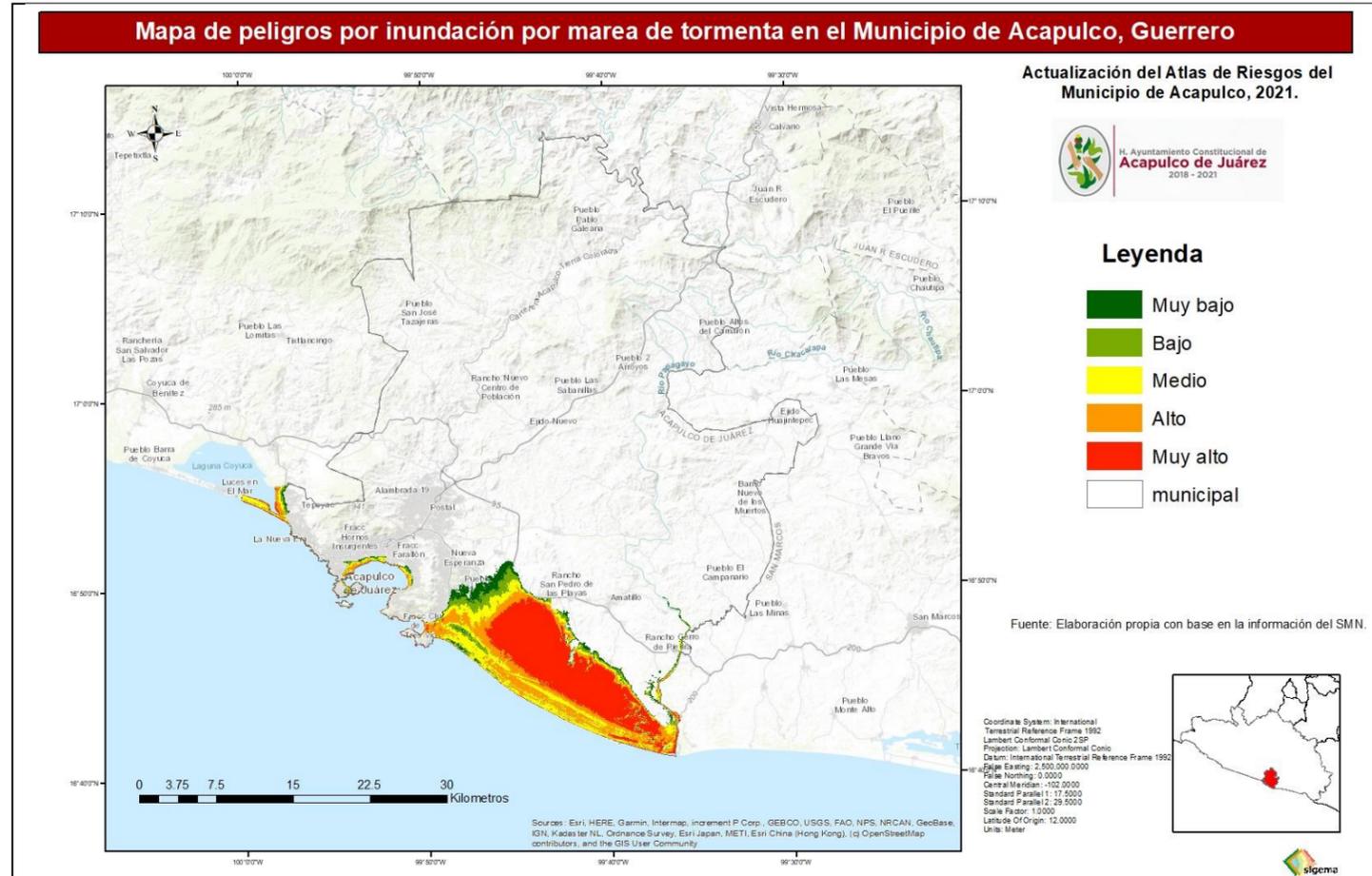
Ilustración 174: Vista de la avenida Costera Miguel Alemán afectada por mar de fondo el 4 de julio de 2014



Fuente: Milenio, disponible en: <https://www.milenio.com/estados/se-desborda-el-mar-en-zona-dorada-de-acapulco>



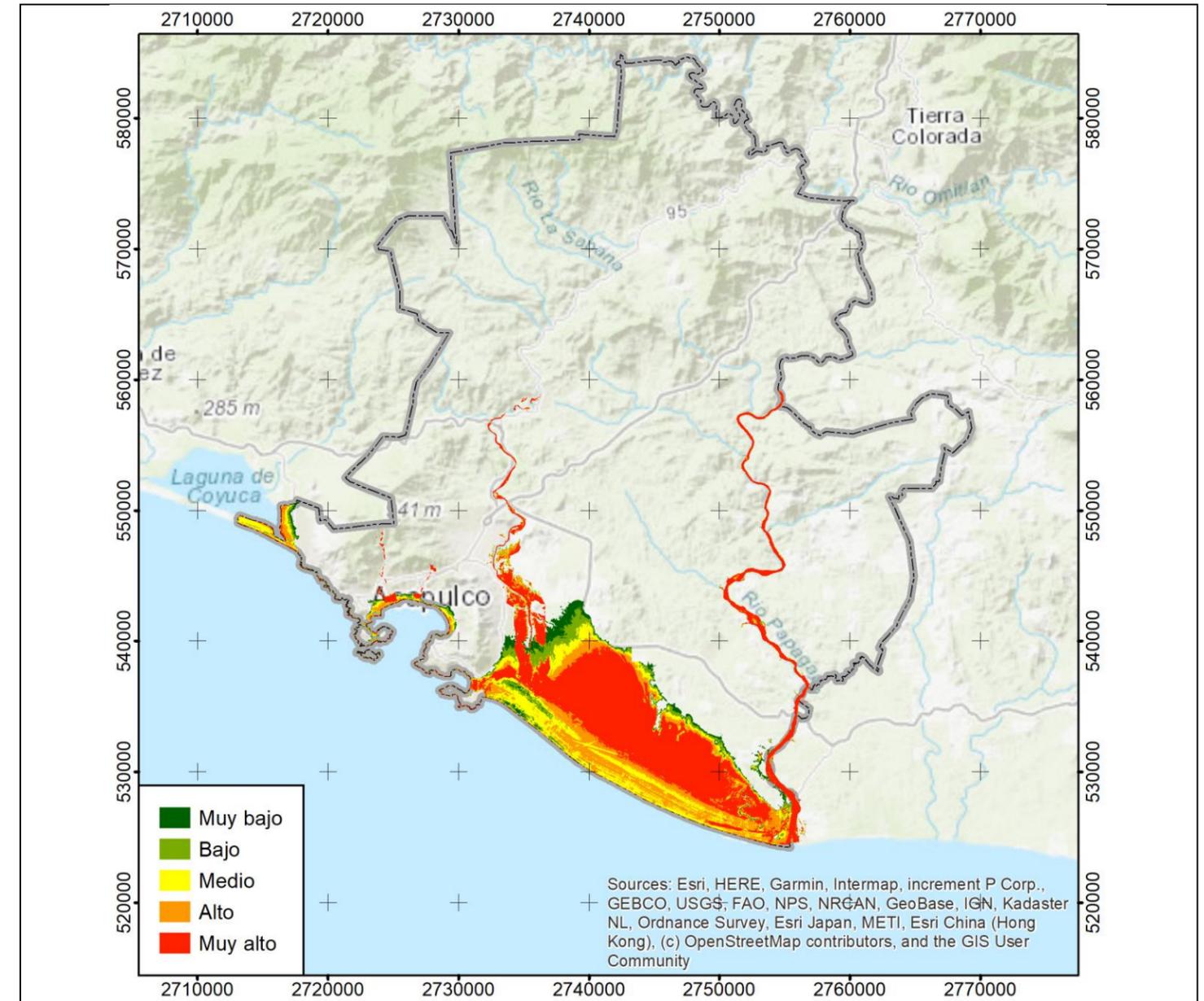
Ilustración 175: Mapa de zonas de inundación por marea de tormenta en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia

En función de los resultados del análisis de las inundaciones fluviales, así como las inundaciones por mareas de tormenta, se determinó que, en el Municipio de Acapulco, en general el peligro por inundaciones es **MUY ALTO**.

Ilustración 176: Peligro por inundaciones en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, CENAPRED.



Vulnerabilidad física a inundación

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

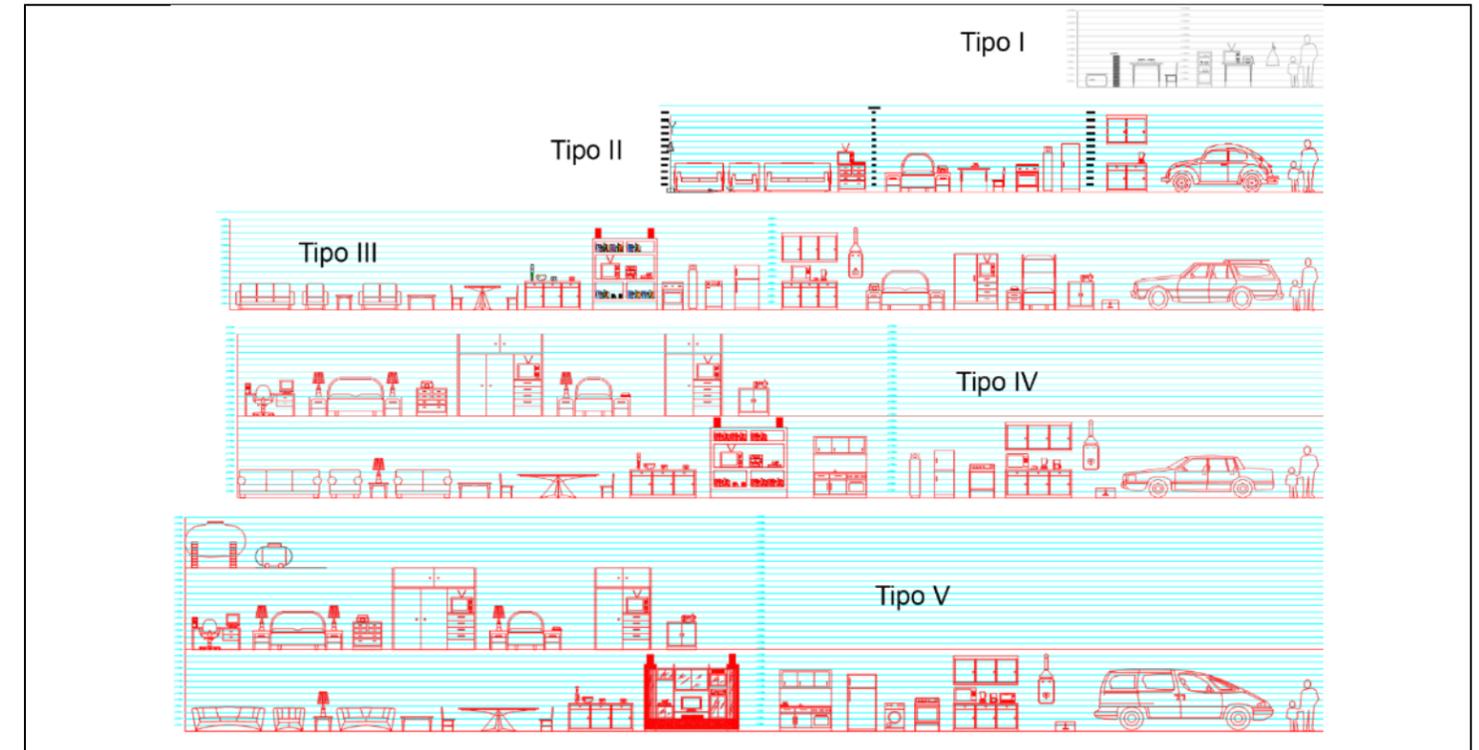
El conocimiento de los materiales de construcción es importante para cuantificar la vulnerabilidad de una vivienda. Las viviendas podrán clasificarse en cinco niveles de acuerdo con el material y tipo de construcción, para poder inferir su capacidad de respuesta ante una inundación. Para estimar las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

Tabla 86: Índice de vulnerabilidad a inundaciones en función del tipo de vivienda

Tipo de vivienda	Índice de vulnerabilidad	Características	Costo del menaje
I	Muy Alto	Este tipo corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. Asimismo, el menaje es el mínimo indispensable.	\$12,500.00
II	Alto	Hogares de clase baja, la vivienda puede ser de autoconstrucción o viviendas construidas con materiales de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Con respecto al menaje, las diferentes habitaciones cuentan con sus muebles propios y están más o menos definidas.	\$50,000.00
III	Medio	Hogares de clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales. El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones, como en el anterior nivel; sin embargo, se consideran de mayor calidad y por lo tanto un mayor costo.	\$150,500.00
IV	Bajo	Clase media, vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje que se ha seleccionado corresponde con el de una casa típica de una familia de profesionistas que ejercen su carrera y viven sin complicaciones económicas.	\$300,000.00
V	Muy Bajo	Tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de comodidad.	\$450,000.00

Fuente: CENAPRED.

Ilustración 177: Menaje de casa por tipo de vivienda.

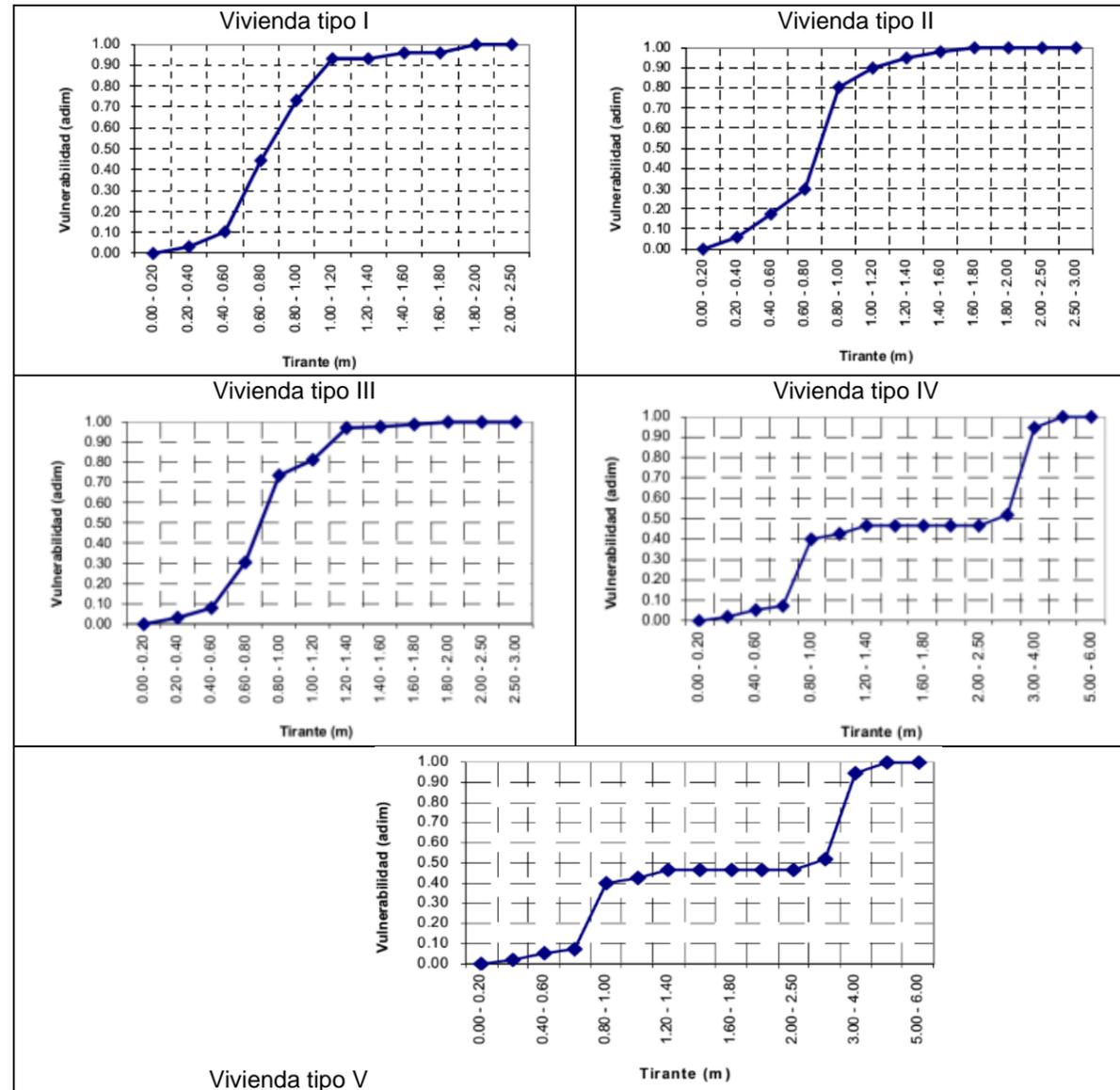


Fuente: CENAPRED.

Adicionalmente se presenta la función de vulnerabilidad correspondiente a cada caso, según sea el tipo de vivienda al que se haga referencia. Para cada caso se presenta sobre el eje de las abscisas (x) el nivel alcanzado por el agua (tirante), en metros, mientras que en el eje de las ordenadas (y) el valor corresponde al porcentaje de daños esperados en la vivienda.



Ilustración 178: Función de vulnerabilidad a inundación por tipo de vivienda.



Fuente: CENAPRED.

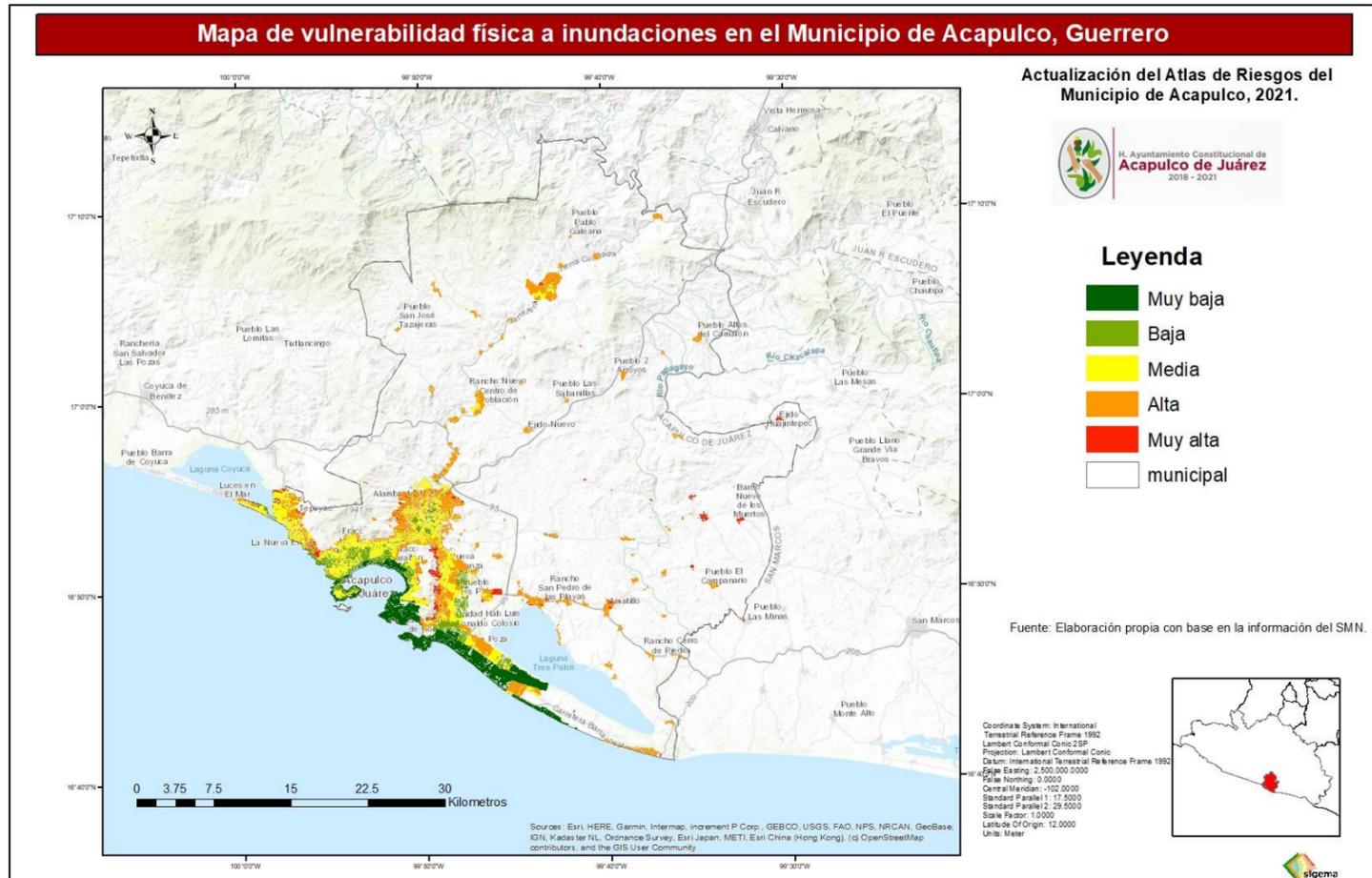
Mediante el análisis anterior, se determinó que la vulnerabilidad física por tipología de la vivienda en el Municipio de Acapulco es en general **ALTA**.

Tabla 87: Declaratorias federales del Municipio de Acapulco durante el periodo 2000-2020 por inundaciones o fenómenos asociados.

Tipo Declaratoria	Tipo Fenómeno	Fecha Publicación	Fecha Inicio	Fecha Fin	Observaciones
Desastre	Inundación	18/07/2014	05/07/2014	06/07/2014	Inundación costera
Desastre	Inundación	14/05/2015	02/05/2015	04/05/2015	Inundación costera. Mar de fondo
Emergencia	Inundación	15/05/2015	02/05/2015	04/05/2015	Inundación costera. Mar de fondo

Fuente: CENAPRED

Ilustración 179: Mapa de vulnerabilidad física a Inundaciones en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia.

Riesgo por Inundaciones

Los resultados del análisis de la vulnerabilidad y el peligro por inundaciones para el Municipio de Acapulco muestran que este es un riesgo que se presenta en grandes porciones del territorio, y debido a que es un problema agudo y recurrente, se determinó que en general el riesgo es **ALTO**.

Tabla 88: Manzanas con mayor riesgo por inundaciones fluviales y de marea de tormenta en el Municipio de Acapulco

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100010496047	Acapulco de Juárez	6389	Media	3	Alto
1200100012810027	Acapulco de Juárez	5127	Media	3	Alto
1200100010369053	Acapulco de Juárez	4634	Media	3	Alto
1200100012651068	Acapulco de Juárez	4232	Media	3	Alto
1200100015143037	Acapulco de Juárez	3916	Media	3	Alto
1200100012755105	Acapulco de Juárez	3502	Media	3	Alto
1200100010994013	Acapulco de Juárez	3211	Media	3	Alto
1200100010903061	Acapulco de Juárez	3087	Media	3	Alto
1200100011032019	Acapulco de Juárez	3023	Media	3	Alto
1200100010956049	Acapulco de Juárez	2958	Media	3	Alto
120010001276A005	Acapulco de Juárez	2937	Media	3	Alto
1200100011371093	Acapulco de Juárez	2667	Media	3	Alto
1200100012384032	Acapulco de Juárez	2473	Media	3	Alto
1200100014179010	Acapulco de Juárez	2398	Media	3	Alto
1200100013274008	Acapulco de Juárez	2345	Media	3	Alto
1200100012933078	Acapulco de Juárez	2267	Alta	4	Alto
1200100014164017	Acapulco de Juárez	2187	Media	3	Alto
1200100013541019	Acapulco de Juárez	2181	Alta	4	Alto
1200100012844014	Acapulco de Juárez	2137	Media	3	Alto
1200100016461024	Acapulco de Juárez	2074	Media	3	Alto
1200100014130010	Acapulco de Juárez	1985	Media	3	Alto
1200100013486029	Acapulco de Juárez	1961	Alta	4	Alto
1200100011583087	Acapulco de Juárez	1947	Media	3	Alto
1200100013166032	Acapulco de Juárez	1899	Alta	4	Alto
1200100013166031	Acapulco de Juárez	1899	Alta	4	Alto
1200100011812018	Acapulco de Juárez	1837	Alta	4	Alto
1200100012825050	Acapulco de Juárez	1775	Media	3	Alto
120010001148A093	Acapulco de Juárez	1738	Media	3	Alto
1200100013306044	Acapulco de Juárez	1683	Media	3	Alto
1200100011437051	Acapulco de Juárez	1640	Alta	4	Alto
1200100014516030	Acapulco de Juárez	1574	Media	3	Alto
1200100014516023	Acapulco de Juárez	1574	Media	3	Alto
1200100013151025	Acapulco de Juárez	1565	Media	3	Alto
1200100013221030	Acapulco de Juárez	1554	Media	3	Alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
120010001326A011	Acapulco de Juárez	1529	Media	3	Alto
1200100013363008	Acapulco de Juárez	1519	Media	3	Alto
1200100013359007	Acapulco de Juárez	1515	Media	3	Alto
1200100015711039	Acapulco de Juárez	1473	Media	3	Alto
1200101091988017	Kilometro 21	1435	Alta	4	Alto
1200100015321038	Acapulco de Juárez	1432	Media	3	Alto
1200100012261033	Acapulco de Juárez	1414	Media	3	Alto
1200100013575017	Acapulco de Juárez	1411	Media	3	Alto
1200103492045050	San Andrés Playa Encantada (El Podrido)	1398	Alta	4	Alto
1200100013791018	Acapulco de Juárez	1358	Alta	4	Alto
1200100013217018	Acapulco de Juárez	1312	Media	3	Alto
1200100015815007	Acapulco de Juárez	1294	Media	3	Alto
1200100011511038	Acapulco de Juárez	1289	Media	3	Alto
1200100014183040	Acapulco de Juárez	1225	Media	3	Alto
1200100015228017	Acapulco de Juárez	1170	Media	3	Alto
1200100012257026	Acapulco de Juárez	1160	Media	3	Alto
1200100012859024	Acapulco de Juárez	1103	Media	3	Alto
120010001632A035	Acapulco de Juárez	1088	Media	3	Muy alto
1200100015340011	Acapulco de Juárez	1087	Media	3	Alto
1200100010053037	Acapulco de Juárez	1047	Baja	2	Muy alto
1200102971992023	El Arenal	1039	Alta	4	Alto
1200106581988002	Colonia Alborada	1031	Alta	4	Alto
1200100013895047	Acapulco de Juárez	1023	Alta	4	Alto
1200100013895015	Acapulco de Juárez	1023	Alta	4	Alto
1200105681988001	Colonia Nueva Generación	1012	Alta	4	Alto
1200104781988003	Nueva Frontera	998	Alta	4	Alto
120010001358A025	Acapulco de Juárez	981	Media	3	Alto
1200100016739048	Acapulco de Juárez	929	Baja	2	Muy alto
1200100016739047	Acapulco de Juárez	929	Baja	2	Muy alto
1200100012242045	Acapulco de Juárez	885	Media	3	Alto
1200103772026027	10 de Abril	879	Alta	4	Alto
1200100852045018	Barra Vieja	869	Alta	4	Alto
1200100013787059	Acapulco de Juárez	831	Alta	4	Alto
1200101172045026	Laguna del Quemado	819	Alta	4	Alto
1200100010890037	Acapulco de Juárez	808	Media	3	Alto
1200105741954020	Colonia la Frontera Aguacatillo	784	Alta	4	Alto

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100017099037	Acapulco de Juárez	779	Alta	4	Alto
1200100014713042	Acapulco de Juárez	771	Media	3	Alto
1200100016279014	Acapulco de Juárez	712	Alta	4	Alto
1200100017101046	Acapulco de Juárez	694	Alta	4	Alto
1200100017116040	Acapulco de Juárez	681	Alta	4	Alto
1200100017116019	Acapulco de Juárez	681	Alta	4	Alto
1200100017116016	Acapulco de Juárez	681	Alta	4	Alto
1200104112026011	Nicolas Bravo (Zanja del Teniente)	675	Alta	4	Alto
1200100014709036	Acapulco de Juárez	659	Media	3	Alto
1200100013537009	Acapulco de Juárez	626	Alta	4	Alto
1200105661988022	Colonia Miguel Terrazas Rivera	625	Alta	4	Alto
1200100881992014	Cacahuatpec	611	Alta	4	Alto
1200100012651005	Acapulco de Juárez	579	Media	3	Alto
1200100011812002	Acapulco de Juárez	558	Alta	4	Alto
1200107062026017	Fraccionamiento Campestre de la Laguna	557	Media	3	Muy alto
1200100012774015	Acapulco de Juárez	541	Media	3	Alto
1200100011371001	Acapulco de Juárez	495	Alta	4	Alto
1200100014516025	Acapulco de Juárez	440	Alta	4	Alto
1200100015143004	Acapulco de Juárez	438	Media	3	Alto
1200100011437046	Acapulco de Juárez	434	Media	3	Alto
1200101971954004	Kilometro 22	416	Alta	4	Alto
1200100011367015	Acapulco de Juárez	403	Media	3	Alto
1200101321992011	Parotillas	398	Alta	4	Alto
1200100013787069	Acapulco de Juárez	380	Alta	4	Alto
1200106632026005	Tunzingo [Unidad Habitacional]	376	Alta	4	Alto
1200100011884001	Acapulco de Juárez	376	Alta	4	Alto
120010001575A015	Acapulco de Juárez	361	Media	3	Alto
1200106971988001	Colonia Democrática	359	Alta	4	Alto
1200101311992009	Las Parotas	356	Muy alta	5	Alto
120010001536A001	Acapulco de Juárez	319	Media	3	Alto
1200100012702004	Acapulco de Juárez	317	Media	3	Alto
120010001276A012	Acapulco de Juárez	302	Media	3	Alto
120010001290A014	Acapulco de Juárez	290	Media	3	Alto
1200100012774014	Acapulco de Juárez	290	Media	3	Alto
1200100015406001	Acapulco de Juárez	289	Media	3	Alto
120010001276A028	Acapulco de Juárez	285	Media	3	Alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100014164008	Acapulco de Juárez	284	Media	3	Alto
120010001290A017	Acapulco de Juárez	281	Media	3	Alto
1200100012774018	Acapulco de Juárez	280	Media	3	Alto
1200100016758056	Acapulco de Juárez	279	Baja	2	Muy alto
120010001276A032	Acapulco de Juárez	269	Media	3	Alto
1200101670392009	Tuncingo	268	Media	3	Alto
1200100016936006	Acapulco de Juárez	268	Media	3	Alto
1200100016936005	Acapulco de Juárez	264	Media	3	Alto
1200100013791019	Acapulco de Juárez	260	Alta	4	Medio
1200100012774008	Acapulco de Juárez	246	Media	3	Alto
120010001283A016	Acapulco de Juárez	244	Media	3	Alto
1200105701988003	Colonia Rubén Figueroa Alcocer	238	Alta	4	Alto
1200101661795017	Tres Palos	236	Muy alta	5	Bajo
1200100012825009	Acapulco de Juárez	230	Media	3	Alto
1200100014179022	Acapulco de Juárez	230	Media	3	Alto
1200100931992007	El Carrizo	229	Alta	4	Alto
1200100014183001	Acapulco de Juárez	229	Media	3	Alto
1200100013541012	Acapulco de Juárez	227	Alta	4	Alto
120010001276A030	Acapulco de Juárez	223	Media	3	Alto
1200100016669008	Acapulco de Juárez	223	Media	3	Alto
1200100012384002	Acapulco de Juárez	221	Media	3	Alto
1200100012774020	Acapulco de Juárez	219	Media	3	Alto
1200100014179014	Acapulco de Juárez	219	Media	3	Alto
1200100011371015	Acapulco de Juárez	218	Media	3	Alto
1200100011583001	Acapulco de Juárez	216	Alta	4	Alto
120010001027A017	Acapulco de Juárez	216	Media	3	Alto
1200100012897037	Acapulco de Juárez	216	Media	3	Alto
1200100014944222	Acapulco de Juárez	216	Media	3	Alto
1200100012596024	Acapulco de Juárez	215	Media	3	Alto
1200105611988017	Colonia Dieciséis de Noviembre	213	Alta	4	Alto
1200101670068002	Tuncingo	212	Media	3	Alto
1200100016461019	Acapulco de Juárez	212	Media	3	Alto
1200100012539031	Acapulco de Juárez	211	Media	3	Alto
1200100011812001	Acapulco de Juárez	210	Alta	4	Alto
1200100010994042	Acapulco de Juárez	209	Alta	4	Alto
1200101585266049	San Pedro las Playas	208	Alta	4	Alto

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100016743001	Acapulco de Juárez	203	Media	3	Alto
1200100011583060	Acapulco de Juárez	203	Media	3	Alto
1200101622045002	Teniente José Azueta (Rio Papagayo)	199	Alta	4	Alto
1200100016669007	Acapulco de Juárez	196	Media	3	Alto
1200100011371092	Acapulco de Juárez	196	Media	3	Alto
1200100016955026	Acapulco de Juárez	195	Baja	2	Muy alto
1200100016955028	Acapulco de Juárez	195	Baja	2	Muy alto
1200100014179020	Acapulco de Juárez	195	Media	3	Alto
1200100012810003	Acapulco de Juárez	191	Media	3	Alto
1200100016743011	Acapulco de Juárez	190	Media	3	Alto
120010001276A013	Acapulco de Juárez	189	Media	3	Alto
1200100011371004	Acapulco de Juárez	188	Media	3	Alto
1200106051988021	Colonia Acapulco Dos Mil	185	Alta	4	Alto
1200100012810001	Acapulco de Juárez	183	Media	3	Alto
1200100012416008	Acapulco de Juárez	181	Media	3	Alto
1200100016461022	Acapulco de Juárez	180	Media	3	Alto
1200100015143010	Acapulco de Juárez	179	Media	3	Alto
1200100012416002	Acapulco de Juárez	179	Media	3	Alto
120010001689A001	Acapulco de Juárez	178	Media	3	Alto
1200100014179015	Acapulco de Juárez	178	Media	3	Alto
1200100014179019	Acapulco de Juárez	178	Media	3	Alto
1200100012933030	Acapulco de Juárez	177	Alta	4	Alto
1200101670068003	Tuncingo	177	Alta	4	Alto
1200101661795008	Tres Palos	177	Alta	4	Alto
1200100016461020	Acapulco de Juárez	177	Media	3	Alto
1200100013132035	Acapulco de Juárez	176	Media	3	Alto
1200100015143021	Acapulco de Juárez	175	Media	3	Alto
1200100012384028	Acapulco de Juárez	175	Media	3	Alto
1200100015317001	Acapulco de Juárez	174	Media	3	Alto
120010001276A029	Acapulco de Juárez	170	Media	3	Alto
1200100015143008	Acapulco de Juárez	168	Media	3	Alto
1200100012755001	Acapulco de Juárez	167	Alta	4	Alto
1200100015711035	Acapulco de Juárez	166	Media	3	Alto
1200100012755067	Acapulco de Juárez	165	Alta	4	Alto
1200100016743008	Acapulco de Juárez	164	Media	3	Alto
120010001237A010	Acapulco de Juárez	164	Media	3	Alto

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ

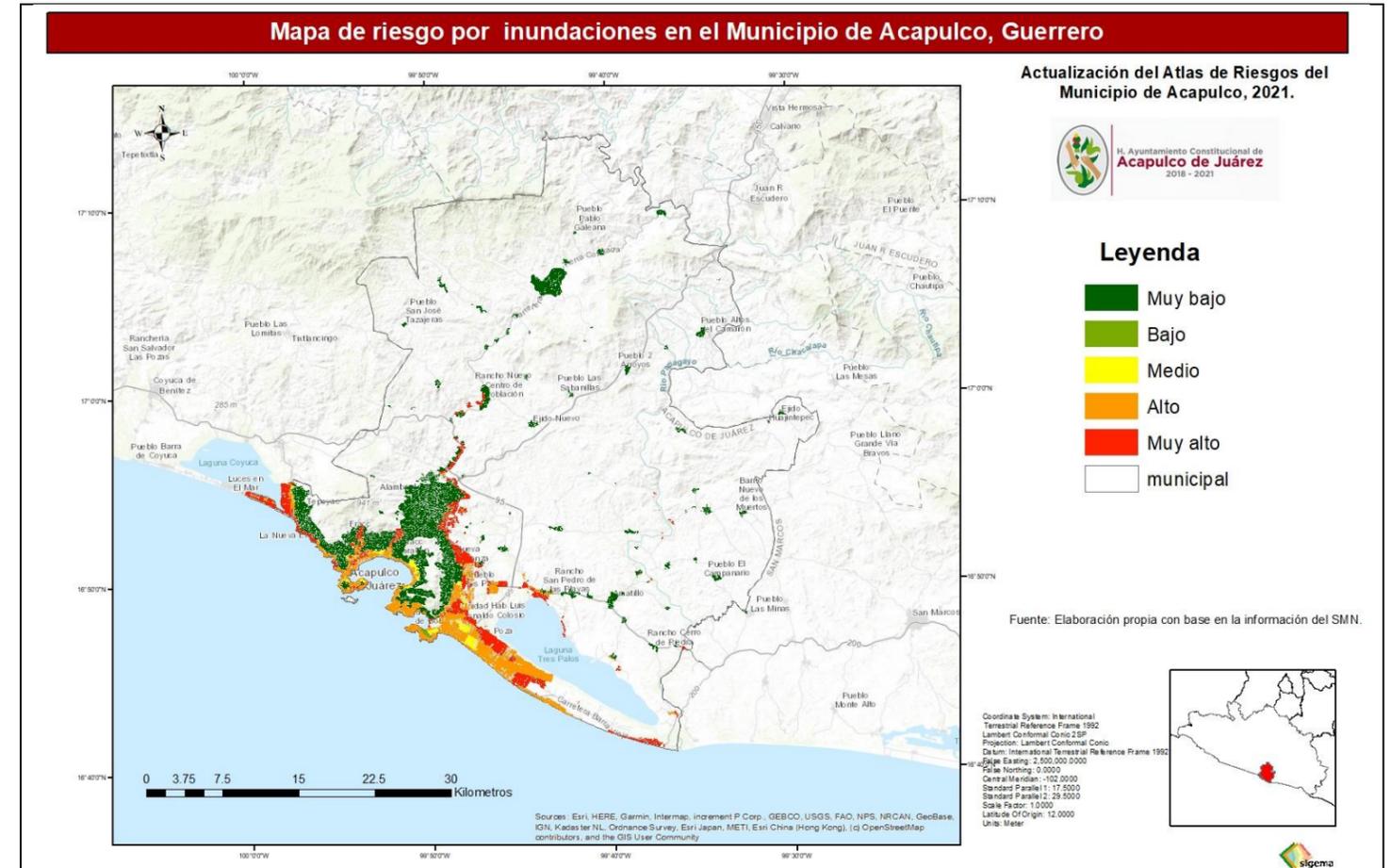


H. Ayuntamiento Constitucional de
Acapulco de Juárez
2018 - 2021

Clave Manzana	Localidad	Pob	Vulnerab	Peligro	Riesgo
1200100016743007	Acapulco de Juárez	163	Media	3	Alto
120010001237A011	Acapulco de Juárez	162	Media	3	Alto
1200100010091039	Acapulco de Juárez	161	Alta	4	Alto
1200100016743002	Acapulco de Juárez	161	Media	3	Alto
1200100010994014	Acapulco de Juárez	161	Media	3	Alto
1200100012825047	Acapulco de Juárez	161	Media	3	Alto
1200100015711050	Acapulco de Juárez	159	Media	3	Alto

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Ilustración 180: Mapa de riesgo por inundaciones fluviales y de marea de tormenta en el Municipio de Acapulco



Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco, 2021.



Leyenda

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto
- municipal

Fuente: Elaboración propia con base en la información del SMN.

Fuente: Elaboración propia.



Capítulo 6 Fenómenos Químico-Tecnológicos

Los accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas se presentan con poca frecuencia; sin embargo, el costo social, ambiental y económico es elevado. La principal herramienta para combatir estos accidentes es la prevención y el primer paso es la adecuada identificación de los peligros asociados al almacenamiento, transporte y distribución de las sustancias y materiales peligrosos. En este capítulo se presentan los análisis del peligro debido al almacenamiento y transporte por ductos de sustancias peligrosas.

En las últimas décadas, el Municipio de Acapulco ha sufrido un acelerado crecimiento urbano y poblacional, según cifras del último censo de población 2020, la cifra de habitantes en el Municipio es de casi 800 mil habitantes, siendo éste el Municipio más poblado del Estado de Guerrero. Las actividades productivas de los centros urbanos demandan de actividades industriales y de servicios para su correcto funcionamiento. Dichas actividades en muchos casos requieren de manejo de sustancias peligrosas. Estas sustancias son peligrosas debido a sus propiedades de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, reactividad y corrosividad. Dichas sustancias son clasificadas como peligrosas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social para los centros de trabajo de acuerdo con la NOM-018-STPS-2000 Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de acuerdo al Reglamento para el Transporte Terrestre de Sustancias y Materiales Peligrosos y la NOM-002-SCT-2003 Listado de sustancias y materiales más usualmente transportados; y por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de acuerdo al Primero y segundo listados de actividades altamente riesgosas, y en el caso de los residuos peligrosos la NOM-052-ECOL-1993 Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Durante el ciclo de uso de sustancias químicas peligrosas pueden presentarse como consecuencia de un accidente, los siguientes eventos:

- Fuga o derrame de sustancias tóxicas en estado gaseoso, líquido y sólido
- Almacenamiento riesgoso
- Incendios y Explosiones
- Transporte riesgoso

Los accidentes con sustancias químicas pueden tener efectos negativos sobre:

- La población: provocando muerte lesión, invalidez, intoxicación o enfermedad, ya sea a corto, mediano o largo plazo.

- El ambiente: produciendo contaminación del suelo, aire, agua superficial y agua subterránea.
- Las construcciones: ocasionando daño a equipos, instrumentos, instalaciones industriales, casas y comercios
- La economía: debido a la suspensión de actividades productivas, pérdida de empleos, gastos de reconstrucción de viviendas y servicios públicos, así como gastos para el auxilio de la población afectada.

Los sistemas expuestos a los peligros derivados del almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas, así como de los incendios, explosiones, fugas y derrames están integrados por los asentamientos humanos y su infraestructura urbana, las vías de comunicación, y otros sistemas afectables de interés. Las características del sistema expuesto que se analizaron son la población y los efectos a la salud que ocasione el evento, que pueden ser intoxicaciones, quemaduras y en casos extremos la muerte.

Identificación de peligros por sustancias químicas en el Municipio de Acapulco.

El peligro se puede definir como: cualquier situación que tenga el potencial de causar lesiones a la vida o daños a la propiedad y al ambiente. En la identificación de peligros a nivel municipal o local se deben determinar las actividades peligrosas que existen, tal como las instalaciones industriales que manejan y/o almacenan sustancias peligrosas en grandes volúmenes, las carreteras, vías férreas y los ductos por donde se transportan sustancias peligrosas, las sustancias o materiales peligrosos, dónde se ubican, qué tipo de accidente pueden ocasionar y las posibles consecuencias a la población.

El propósito de la identificación de peligros es obtener información como la siguiente:

1. Localizar las instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas
2. Identificar las instalaciones de servicios que usan o almacenan materiales peligrosos
3. Tipo y cantidad de sustancias peligrosas que se manejan
4. Identificar las propiedades físicas y químicas de las sustancias peligrosas
5. Identificar las condiciones de almacenamiento y los sistemas de seguridad
6. Identificar la trayectoria, longitud y diámetro de las tuberías que transportan sustancias peligrosas



7. Identificar las rutas de transporte y distribución de sustancias y materiales peligrosos
8. Identificar y evaluar la naturaleza de los peligros asociados.
9. Conocer la naturaleza de los efectos más probables de acompañar a una liberación de material peligroso: incendio, explosión, nube tóxica, etcétera.

Identificación de instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas.

Para la identificación de sustancias peligrosas se utilizó el listado de la “*Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos Químicos*” en su versión electrónica, 2021, publicado por la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, de acuerdo con la información contenida, para obtener información sobre las sustancias que se manejan en algún sitio de interés deben considerarse las siguientes instalaciones:

- Refinerías
- Instalaciones industriales
- Almacenamiento de gas LP
- Terminales de autotransporte de carga
- Plantas potabilizadoras de agua
- Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Plantas de refrigeración
- Terminales de ferrocarriles: patios de maniobras, áreas de almacenamiento, etc.
- Plantas para tratamiento y/o disposición de residuos
- Terminales marítimas
- Aeropuertos
- Comercios
- Gasolineras
- Tintorerías
- Restaurantes

- Tlapalerías
- Tortillerías
- Mercados
- Estaciones de carburación
- Almacén de materiales pirotécnicos
- Hospitales que manejan materiales radioactivos

Una vez realizada la identificación de sitios que almacenan sustancias peligrosas, se procederá la realización de mapas de peligro para ello se seguirá la metodología establecida en la Guía antes mencionada, utilizando la siguiente fórmula:

- 1.- Se selecciona la sustancia establecida en el Apéndice A (LISTA DE SUSTANCIAS). Ahí se hace la selección de un número de referencia de acuerdo al tipo de sustancia.

APÉNDICE 1 A		
LISTA DE SUSTANCIAS		
Número de Referencia	Tipo de sustancia	Sustancia (ejemplo)
		Acetal
		Acetaldehído
		Acetato de etilo
		Acetato de isobutilo
		Acetato de metilo
		Acetato de propilo
		Acetato de vinilo
		Acetona
		Acetonitrilo
		Acrilato de etilo
		Benceno
		Butanediona
		Butanol
		Butanona
		Butil formato
		Ciclohexano
		Cloruro de bencilo
		Cloruro de butilo
		Dicloroetano
		Dicloropropano
1-3	Líquido inflamable, presión de vapor < 0.3 bar a 20°C, (punto de inflamación ≤ 20°C)	Dietil cetona
		Dietilamina
		Dimetil carbonato
		Dimetilciclohexano

Ilustración 181 Apéndice 1 A Lista de Sustancias



2.- Una vez seleccionado el número de referencia, con ese valor vamos a la tabla 1.7, donde seleccionamos la cantidad en toneladas y obtenemos un valor definido en letras A-H.

Tabla 1.7 Identificación de la categoría por sustancia dependiendo de la cantidad involucrada en el incidente

No. de Referencia	Cantidad en toneladas							
	0.2-1	1-5	5-10	10-50	50-200	200-1000	1000-5000	5000-10000
1	—	—	—	—	—	A	B	B
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	A	B	C	D	X
4	—	—	—	—	—	B	C	C
5	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	B	C	D	E	X
7	—	A	B	C	D	E	X	X
8	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	B	C	C	D	E	X	X
10	—	—	—	—	—	B	C	C
11	—	—	—	B	C	D	E	X
12	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	C	C	C	C	X	X
14	A	B	B	C	C	D	X	X
15	B	B	C	C	C	D	X	X
16	—	—	—	—	—	A	A	B
17	—	—	—	A	A	B	C	C
18	—	—	—	A	B	D	E	F
19	—	A	C	D	X	X	X	X
20	—	B	D	E	F	G	X	X
21	—	B	C	D	E	F	F	X
22	—	—	A	B	C	E	F	G
23	B	C	D	E	X	X	X	X
24	C	D	E	F	G	G	X	X
25	B	C	D	E	F	F	G	X
26	A	B	C	E	F	G	G	H
27	C	D	E	F	X	X	X	X
28	D	E	F	G	H	H	X	X
29	C	D	E	F	G	H	H	X
30	A	B	B	C	C	D	D	D
31	B	C	C	D	E	F	F	G
32	C	D	E	E	F	G	G	X
33	D	E	F	G	G	H	X	X
34	E	F	G	H	H	X	X	X
35	—	—	—	A	A	B	B	C
36	—	A	B	C	D	D	E	F
37	B	C	D	E	E	F	F	G
38	D	E	F	F	G	G	X	X
39	E	F	G	H	H	X	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—
41	—	—	—	—	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—
43	—	—	—	B	D	E	E	X
44	—	A	A	C	E	F	F	X
45	—	—	A	B	C	D	D	X
46	—	—	—	A	C	D	D	X

X : Significa que esta combinación de sustancia con la cantidad liberada no es posible en la práctica
 — : Significa que se ignoran los efectos.
 Fuente: IAEA, s/f, Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries. IAEA-TECDOC-727, 1996.

Ilustración 182 Identificación de la categoría por sustancia dependiendo de la cantidad involucrada

3.- Una vez obtenido el valor definido en letras, vamos a la tabla 1.8 de la Guía (pag. 34) y seleccionamos el radio de afectación según los datos del “Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries. IAEA-TECDOC-727, 1996.”

Tabla 1.8 Distancias de peligro por Categoría

Categoría	Distancias (m)
A	0-25
B	25-50
C	50-100
D	100-200
E	200-500
F	500-1000
G	1000-3000
H	3000-10000

Fuente: IAEA, s/f, Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries. IAEA-TECDOC-727, 1996.

Ilustración 183 Distancia de Peligro por Categoría.

Gasolina.

La gasolina es un hidrocarburo producido a partir del petróleo crudo. Es inmiscible con el agua, y no se mezcla con agua en ninguna concentración. Tiene un punto de inflamación de aproximadamente -45 ° F, variando con el índice de octanaje. La gasolina cambia estacionalmente y se mezcla específicamente para cada región del país. Un punto importante a tener en cuenta es que incluso en invierno, se encenderá. La gasolina tiene una densidad de vapor entre 3 y 4. Por lo tanto, como con todos los productos con una densidad de vapor superior a 1,0, los vapores de gasolina buscarán niveles bajos o permanecerán cerca del nivel del suelo. La gasolina tiene una gravedad específica de 0,72-0,76 lo que indica que flotará sobre el agua puesto que es inmiscible o insoluble. Su temperatura de auto-ignición es mayor que 530 ° F. La gasolina varía en su composición. Es una mezcla de muchos hidrocarburos típicamente con un punto de ebullición entre 100 ° F y 400 ° F pero algunas porciones, hervirán a menos que la temperatura ambiente. La gasolina no se considera un veneno, pero tiene efectos nocivos después de una exposición a largo plazo y de alto nivel que puede conducir a insuficiencia respiratoria. El humo de la gasolina ardiente es negro y tiene componentes tóxicos. Los componentes tóxicos que se encuentran en la gasolina son el benceno, el tolueno, el xileno, el heptano, el hexano, etc. El mayor peligro de la gasolina es su inflamabilidad, aunque tiene un rango de inflamabilidad bastante estrecho (LEL es de 1,4% y UEL de 7,6%).



Peligro por explosiones en gasolineras.

De acuerdo con el Directorio Estadístico de Unidades Económicas 2020, el municipio de Acapulco cuenta con un total de 79 gasolineras registradas, de las cuales su capacidad de almacenamiento va entre 60,000 y 80,000 litros de acuerdo con información consultada en la Gaceta Ecológica de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente 2021. Para determinar el nivel de peligro se siguió la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos Químicos” en su versión electrónica, 2021, publicado por la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

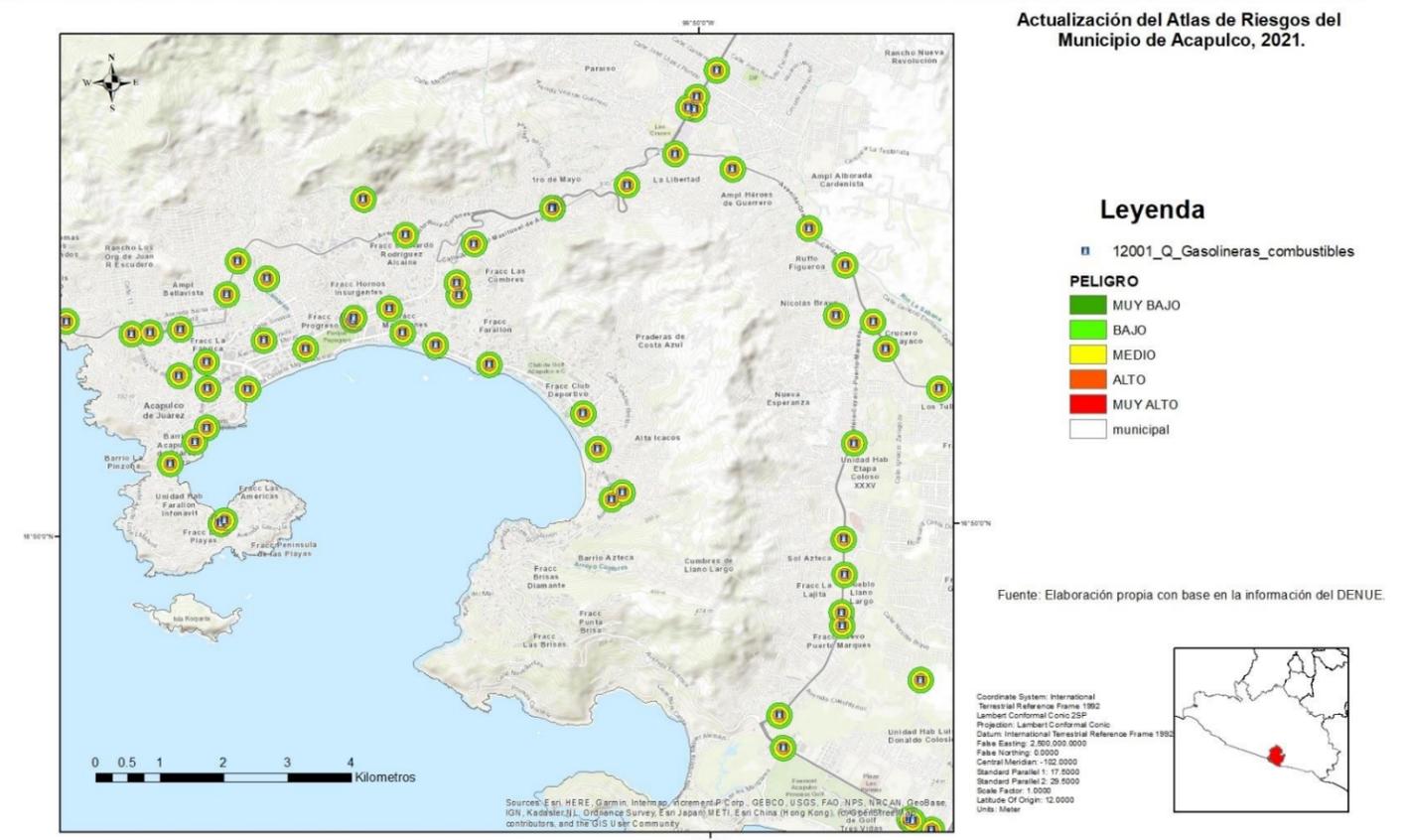
Se eligió la sustancia en el Apéndice 1ª, se obtuvo el número de referencia que para este caso en particular fue de 4 a 6. Se hace la identificación de la categoría por sustancia dependiendo de la cantidad involucrada (60-80 mil lts), una vez obtenido el valor definido en letra se establece el radio de afectación (distancias de peligro).

De acuerdo a la metodología para el caso de Acapulco se definieron los siguientes radios de peligro por categoría:

Nivel de Peligro	Distancias
Muy alto	0-50 m
Alto	51-100 m
Medio	101-150 m
Bajo	151-200
Muy bajo	<200

Ilustración 184 Mapa de peligro por incidentes de explosión en gasolineras en el Municipio de Acapulco

Mapa de peligro por incidentes de explosión en gasolineras en el Municipio de Acapulco, Guerrero



Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco, 2021.

Leyenda

- 12001_Q_Gasolineras_combustibles
- PELIGRO**
- MUY BAJO
- BAJO
- MEDIO
- ALTO
- MUY ALTO
- municipal

Fuente: Elaboración propia con base en la información del DENU.

Fuente: Elaboración propia.

Riesgo por explosión en gasolineras.

Una vez calculado el peligro y la vulnerabilidad, se hace la función de riesgo con los datos previamente obtenidos de peligro, con la ecuación:

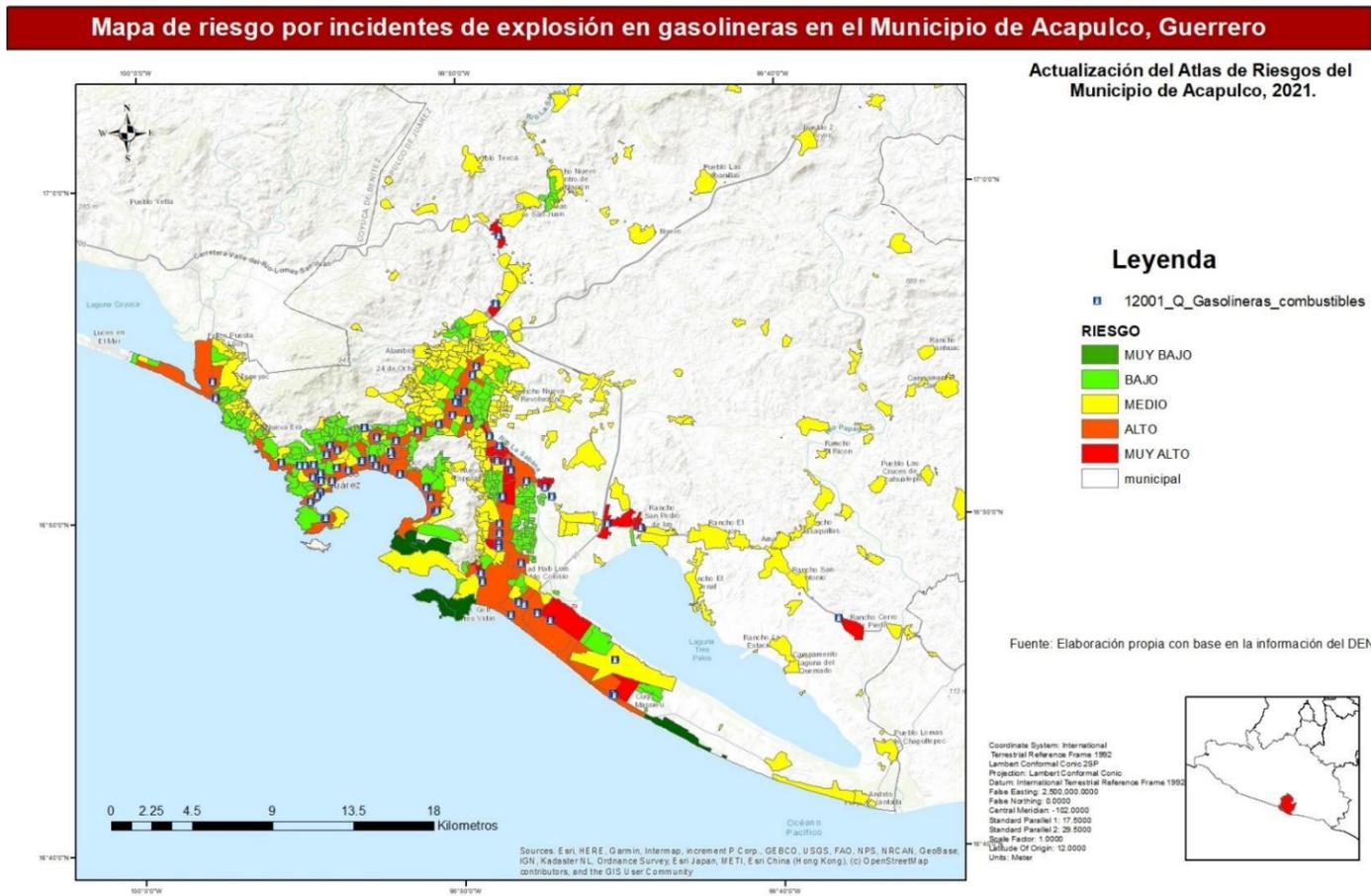
$$Riesgo = (Peligro + Vulnerabilidad) / 2$$

Dado que el peligro es un valor variado que va de 1 a 5, siendo 1 muy bajo y 5 muy alto, para la determinación del riesgo se utilizó la capa vulnerabilidad social, dando así un resultado para cada Área Geoestadística Básica

Municipal (AGEB), dado que a este nivel cartográfico se realizó la determinación de la vulnerabilidad social. Teniendo como resultado un nivel de riesgo para cada AGEB, que para el caso particular del Municipio de Acapulco es de un total de 694 AGEBS, de los cuales un total de 68 en Alto riesgo y 18 en Muy alto riesgo.

El nivel de riesgo para el municipio de Acapulco por explosión en gaseras es de 2.4 que es riesgo **MEDIO**, siendo 1 muy bajo y 5 muy alto.

Ilustración 185 Mapa de riesgo por incidentes de explosión en gasolineras en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia.

Gas LP

El gas licuado de petróleo o gas lp es un combustible de uso doméstico e industrial. Su producción, transporte, distribución y uso final implican diferentes riesgos a la población. Generalmente, se presentan fugas e incendios que involucran este producto, en el hogar, comercios y también en instalaciones industriales. Este combustible está compuesto por una mezcla de propano y butano (61% y 39%, respectivamente); en condiciones normales se encuentra en estado gaseoso, aunque para fines prácticos de almacenamiento, distribución y transporte se licúa y maneja bajo presión para mantenerlo en estado líquido. Actualmente tres de cada cuatro hogares mexicanos lo usan para satisfacer sus distintas necesidades energéticas.

El uso más importante de los tanques portátiles es el de satisfacer la demanda de tipo doméstica y en algunos casos, de tipo comercial para sitios donde se preparan y venden alimentos, sobre todo en puestos semifijos y móviles. Para el caso de tanques estacionarios, estos se usan comúnmente en comercios, restaurantes, industrias, hoteles y moteles, y baños públicos, entre los más importantes.

En el caso de las pipas, éstas alimentan tanques estacionarios de distinta capacidad, desde 200 hasta 5000 litros; los de menor capacidad, comúnmente de 200 litros, se ubican en domicilios particulares (unifamiliares); los de 500 a 1000 litros en edificios de departamentos (multifamiliares), donde abastecen a varios usuarios; cilindros de capacidades desde 500 hasta 5000 litros se usan, principalmente, en instalaciones de tipo comercial, industrial y de servicios.

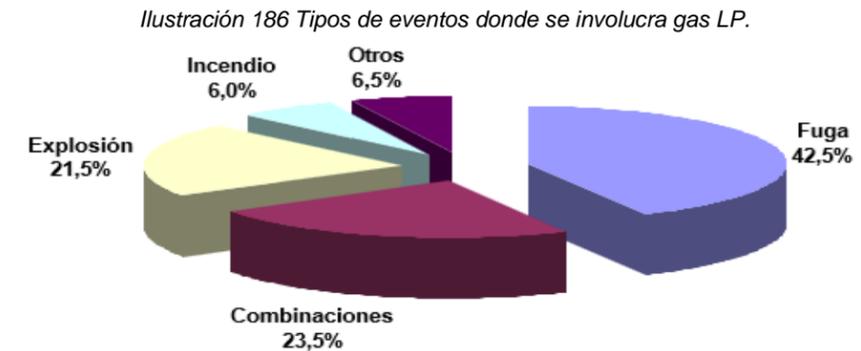
Tabla 89 Datos relevantes sobre gas LP

Peso Molecular: 49 g en promedio, debido a que es una mezcla no tiene un peso molecular definido, depende de la composición.
Estado físico: Gas incoloro e inodoro, se le añaden pequeñas cantidades de mercaptano para darle olor característico.
Presión de vapor: 760 mm Hg a 25°C
Solubilidad en agua: Insoluble
Grado de riesgo: Salud 1, Inflamabilidad 4, Reactividad 0
IPVS: 2000 ppm



Límite máximo permisible de exposición: 1800 mg/m ³ (TWA)
Reactividad: Es incompatible y puede reaccionar con sustancias oxidantes fuertes.
Riesgo de fuego: Es extremadamente inflamable, se prende fácilmente por calor, chispa o flama, forma mezclas explosivas con el aire. Los vapores son más pesados que el aire, No se debe extinguir el fuego de gas L.P, al menos que la fuga se halla controlado. Cuando se quema forma vapores tóxicos y/o irritantes.
Riesgo a la salud: Las impurezas oleofínicas pueden causar narcosis. No es tóxico a concentraciones menores al límite inferior de explosividad. Los vapores pueden causar mareo. El contacto con el gas o el gas licuado puede causar quemaduras, daño severo y congelamiento. Los vapores pueden causar asfixia por desplazamiento de oxígeno.

Los accidentes que involucran gas LP afectan tanto zonas industriales como habitacionales. El accidente puede consistir en fuga, incendio, explosión o la combinación de ellos. De acuerdo a los resultados de la base de datos ACQUIM (2000), los accidentes se encuentran distribuidos de la siguiente manera:



Fuente: ACQUIM.

Peligro por explosiones en gaseras

El gas LP es la sustancia que más frecuentemente se encuentra relacionada en accidentes en fuentes fijas. Una explosión puede ocasionar ondas expansivas y la generación de proyectiles que pueden causar la muerte o lesiones a los individuos que se encuentre ubicados dentro del radio de afectación, ocasionar daño estructural a las construcciones por el colapsamiento de muros, ventanas y estructuras de soporte. Efectos similares, aunque en algunos casos con mayores áreas de afectación, son el resultado de la explosión de nubes de gases o vapores combustibles, liberadas por la ruptura de contenedores o de ductos.

En el caso de los incendios, estos pueden provocar quemaduras de diverso grado de severidad dependiendo de la exposición a radiaciones térmicas, cuya magnitud depende de la intensidad del calor radiado y del tiempo de duración de la exposición. La muerte de los individuos expuestos a un incendio puede producirse no solo por la exposición a la radiación térmica, sino por la disminución de oxígeno en la atmósfera (ocasionado por el consumo de éste durante el proceso de oxidación del combustible) o por la exposición a gases tóxicos generados.

En forma particular, los accidentes ocasionados por gas LP, van desde fugas e incendios de pequeña magnitud, hasta explosiones que pueden dañar la estructura de casas habitación, comercios e industrias.

La afectación debido a un accidente químico depende de diversos factores como son la cantidad de sustancia liberada, la distancia y distribución de los asentamientos humanos alrededor de la gasolinera, la dirección y velocidad del viento, las condiciones climatológicas, la existencia y efectividad de equipo de control y combate de la emergencia, y la existencia de personal capacitado para atender el evento.

Ilustración 187 Explosión pipa de gas con 30 mil litros.

Explota pipa cargada de combustible en Acapulco; hay un muerto

Comparte esta noticia

De acuerdo con el reporte de la Secretaría de Protección Civil de Guerrero, aproximadamente a las 17:30 horas en el kilómetro 130, se reportó la volcadura de la pipa, la cual explotó.



Fuente: <https://www.milenio.com/estados/explota-pipa-cargada-combustible-acapulco-muerto>

Para el caso particular del Municipio de Acapulco se analizó el peligro por explosión de gaseras, debido a que son los almacenes que mayor cantidad tienen de la sustancia y que están plenamente identificados. Hay otras fuentes fijas importantes como los tanques estacionarios y los tanques portátiles que se usan en las viviendas y pequeños comercios, pero no se trataran en este análisis porque no se puede conocer su localización precisa.

El almacenamiento de gas LP debe cumplir con el Reglamento de distribución de gas licuado de petróleo y la norma NOM-001-SESH-2014, pero en este ejercicio se plantea la posibilidad de que ocurra un incidente derivado de un evento fortuito o accidental que provoque una explosión.

En el Municipio de Acapulco se tienen identificadas 62 gaseras (Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios) con capacidades desde 1,000 hasta 500,000 litros de gas LP. Para el trazado de las áreas de peligro de cada estación, se trazaron radios de influencia de 200 y 500 m a partir del punto del posible estallido. La zona mas cercana (0-200 m) correspondería a Zona de onda radiación calorífica en caso de explosión, la zona intermedia (200-500 m) sería la Zona de onda telúrica y la tercera (500-1000 m) la Zona de onda sonora .

Consideraciones que se tomaron para la realización del presente método:

- Se considera que el incidente que se presenta es el máximo posible, ya sea que ocurra en la industria o en el transporte terrestre.
- Los criterios para calcular el área donde se tiene el 100% de muerte debido a nubes tóxicas son: Concentración de la sustancia a un LC50 durante 30 minutos, para los seres humanos. Con estas condiciones se sobreestima, para el área de dicha concentración y se subestima, para la zona que está afuera de la concentración antes señalada, ya que algunas personas pueden ser sensibles a la sustancia en cuestión.
- Se calcula la dispersión para gases tóxicos a una estabilidad atmosférica de clase D, con la velocidad de viento de 5 m/s, estos factores se tomaron como condiciones ambientales promedio.
- Para incendio se considera la distancia a la cual se alcanza una radiación de 5-10 Kw/m² durante 30 minutos que causaría la muerte del 100% de las personas en dicha área.
- Para nubes explosivas, se consideró una presión de 0.3 bares para la zona de alto riesgo y de un bar para las inmediaciones.

Para la determinación de distancias se utilizó siguió la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos Químicos” en su versión electrónica, 2021, publicado por la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

Se eligió la sustancia en el Apéndice 1^a, se obtuvo el número de referencia que para este caso en particular fue de 7^a 9. Se hace la identificación de la categoría por sustancia dependiendo de la cantidad involucrada (200-500 mil lts), una vez obtenido el valor definido en letra se establece el radio de afectación (distancias de peligro).

De acuerdo a la metodología para el caso de Acapulco se definieron los siguientes radios de peligro por categoría:

Nivel de Peligro	Distancias
Muy alto	0-100 m
Alto	101-200 m

Medio	201-300 m
Bajo	301-400 m
Muy bajo	<500 m

Fuente: Elaboración propia.

Riesgo por explosión en gasolineras.

Una vez calculado el peligro y la vulnerabilidad, se hace la función de riesgo con los datos previamente obtenidos de peligro, con la ecuación:

$$Riesgo = (Peligro + Vulnerabilidad) / 2$$

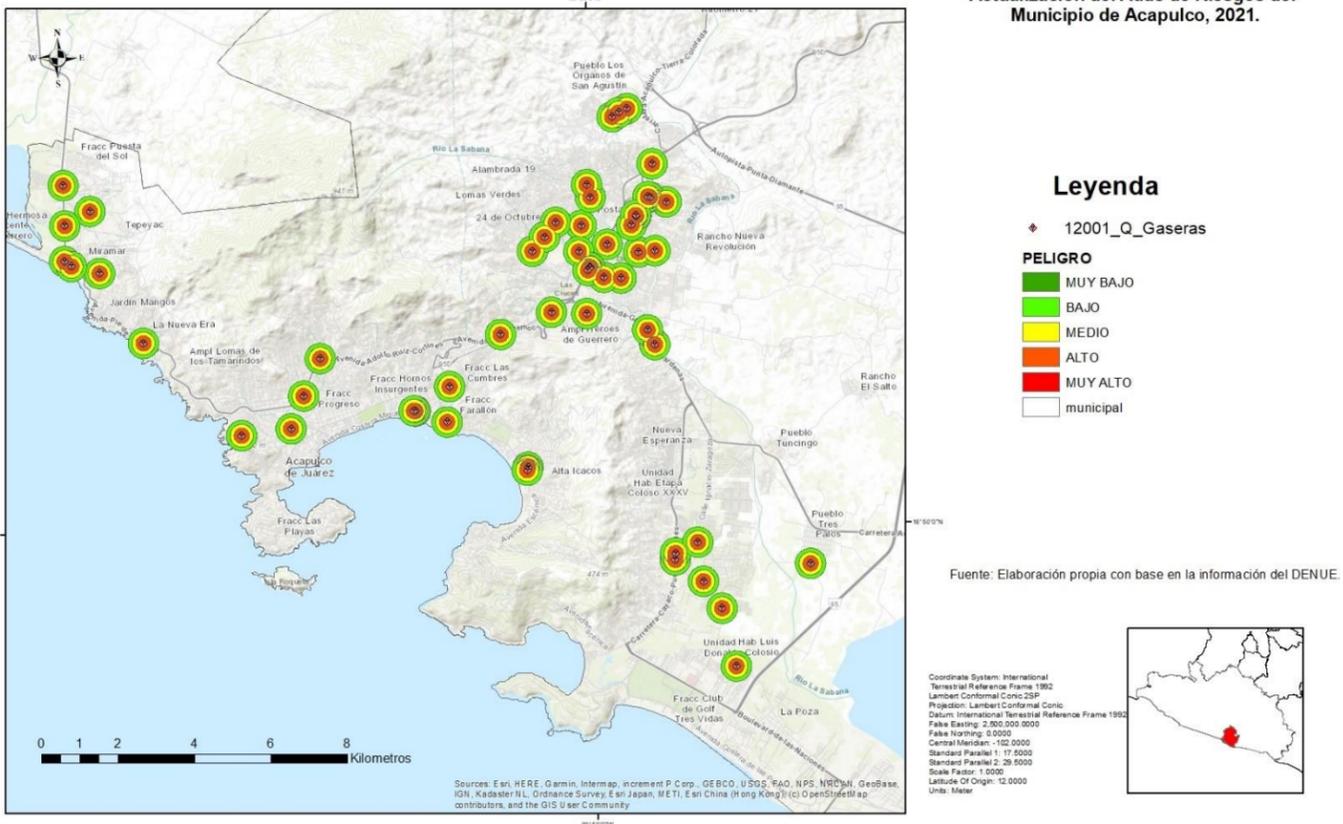
Siguiendo la metodología anterior se determinó que el peligro por explosiones de gaseras en el Municipio de Acapulco es **BAJO**, dando un valor promedio por AGEB de 1.68, siendo 1 muy bajo y 5 muy alto.

Dado que el peligro es un valor variado que va de 1 a 5, siendo 1 muy bajo y 5 muy alto, para la determinación del riesgo se utilizó la capa vulnerabilidad social, dando así un resultado para cada Área Geoestadística Básica Municipal (AGEB), dado que a este nivel cartográfico se realizó la determinación de la vulnerabilidad social. Teniendo como resultado un nivel de riesgo para cada AGEB, que para el caso particular del Municipio de Acapulco es de un total de 694 AGEBS y solo un total de 79 en alto riesgo y 23 en Muy alto riesgo. El valor promedio para el Riesgo por explosión en gaseras es de 2.5. a nivel de AGEB, lo que pone al municipio en una condición de **MEDIO** riesgo.

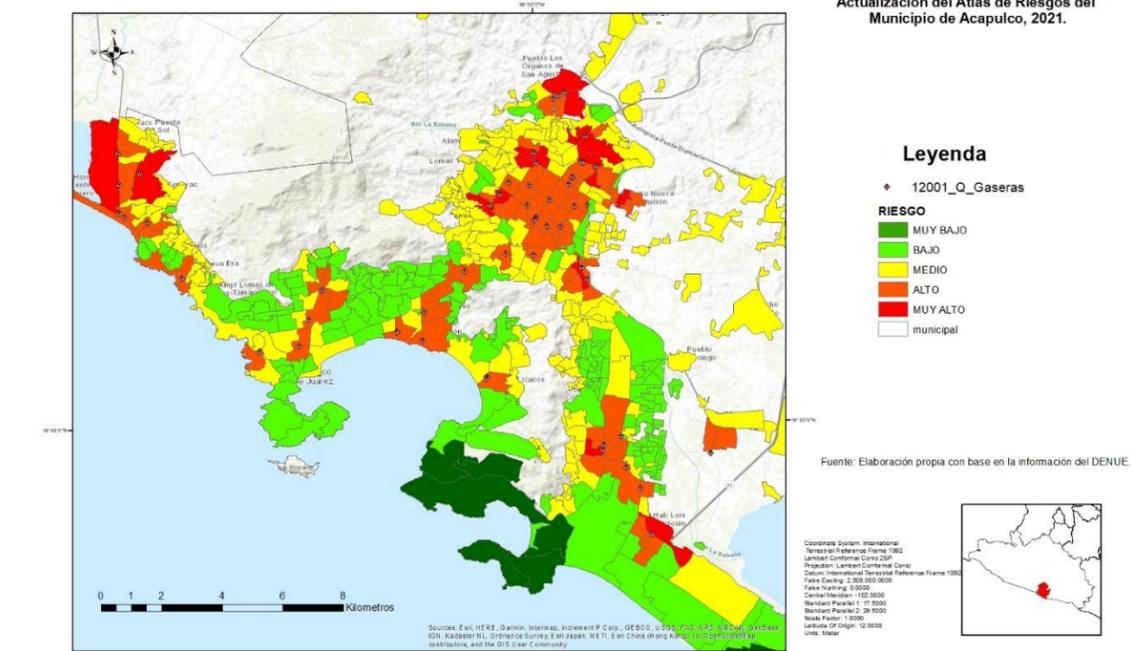
Ilustración 188 Mapa de peligro por incidentes de explosión en gaseras en el Municipio de Acapulco, Guerrero.

Ilustración 189 Mapa de riesgo por incidentes de explosión en gaseras en el Municipio de Acapulco, Guerrero.

Mapa de peligro por incidentes de explosión en gasolineras en el Municipio de Acapulco, Guerrero



Mapa de riesgo por incidentes de explosión en gasolineras en el Municipio de Acapulco, Guerrero



Fuente: Elaboración propia.

Clubes de Yates

De acuerdo con información periodística, en años recientes han ocurrido múltiples accidentes en los clubes de Yates de Acapulco dejando múltiples heridos y cuantiosos daños materiales, tal como ocurrió el día 29 de diciembre de 2018 en el que la embarcación privada “Veloce” encendió el motor alrededor de las 8 am y se provocó una fuerte explosión, dejando 2 personas heridas y la evacuación completa del sitio (Villagómez 2018). De acuerdo con información obtenida en el sitio de internet OPEN BOATS (<https://open-boats.com/blog/cuanto-combustible-consume-un-barco/>), sitio especializado en embarcaciones un yate recreativo de entre 20 a 24 m de largo, puede acumular hasta 7,000 lts, de combustible. Suficiente como para detonar una explosión en cadena entre las embarcaciones colindantes.

Por la razón antes expuesta se ha decidido marcar como un sitio potencialmente peligrosos dentro del Atlas de Riesgos de Acapulco.

Ilustración 190 Explota embarcación en Club de Yates en Acapulco.



Foto: El Sol de Acapulco

Fuente: <https://www.elsoldemexico.com.mx/republica/sociedad/fotos-explosion-incendio-embarcacion-club-de-yates-playa-caleta-acapulco-dos-lesionados-2857761.html>

Identificación de instalaciones que manejan sustancias peligrosas.

Para este trabajo en particular se ha hecho la extracción de datos cartográficos del DENU que de acuerdo con la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos Químicos” en su versión electrónica, 2021. Son establecimientos que manejan sustancias peligrosas y podrían ser en determinadas circunstancias factores de peligro y/o riesgo para su entorno.

A continuación, mapa de sitios de almacenamiento de sustancias peligrosas:

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ



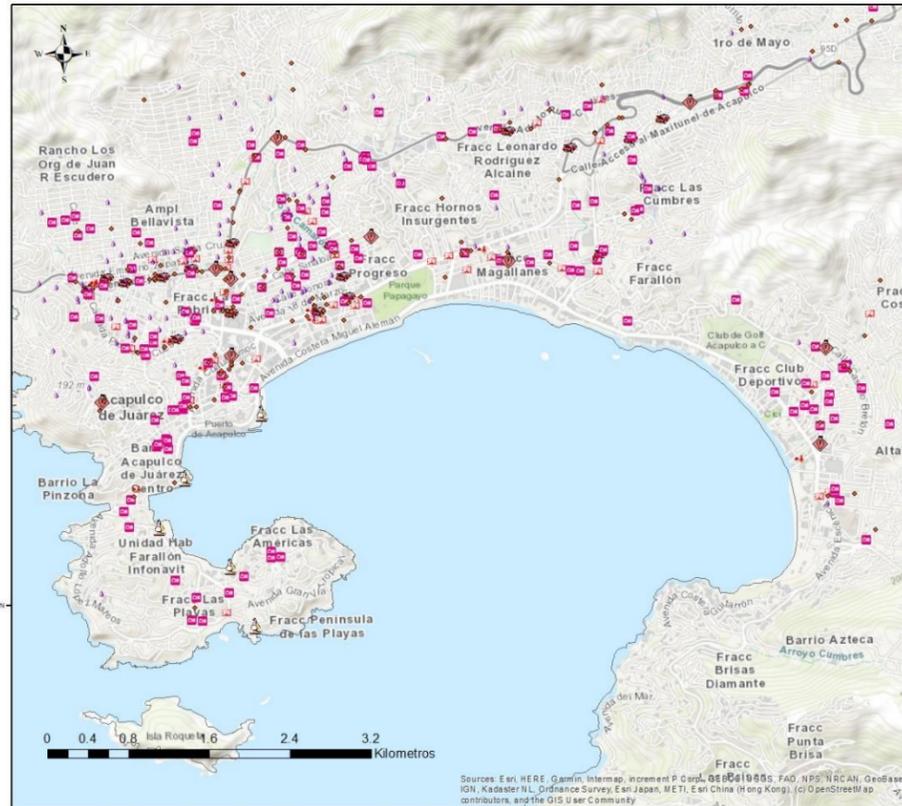
H. Ayuntamiento Constitucional de
Acapulco de Juárez
2018 - 2021

Ilustración 191 Mapa de establecimientos que manejan sustancias peligrosas en el Municipio de Acapulco, Guerrero.

Ilustración 192 Mapa de peligro de establecimientos que manejan sustancias peligrosas en el Municipio de Acapulco, Guerrero.

Mapa de establecimientos que manejan sustancias peligrosas en el Municipio de Acapulco, Guerrero

Mapa de peligro de establecimientos que manejan sustancias peligrosas en el Municipio de Acapulco, Guerrero



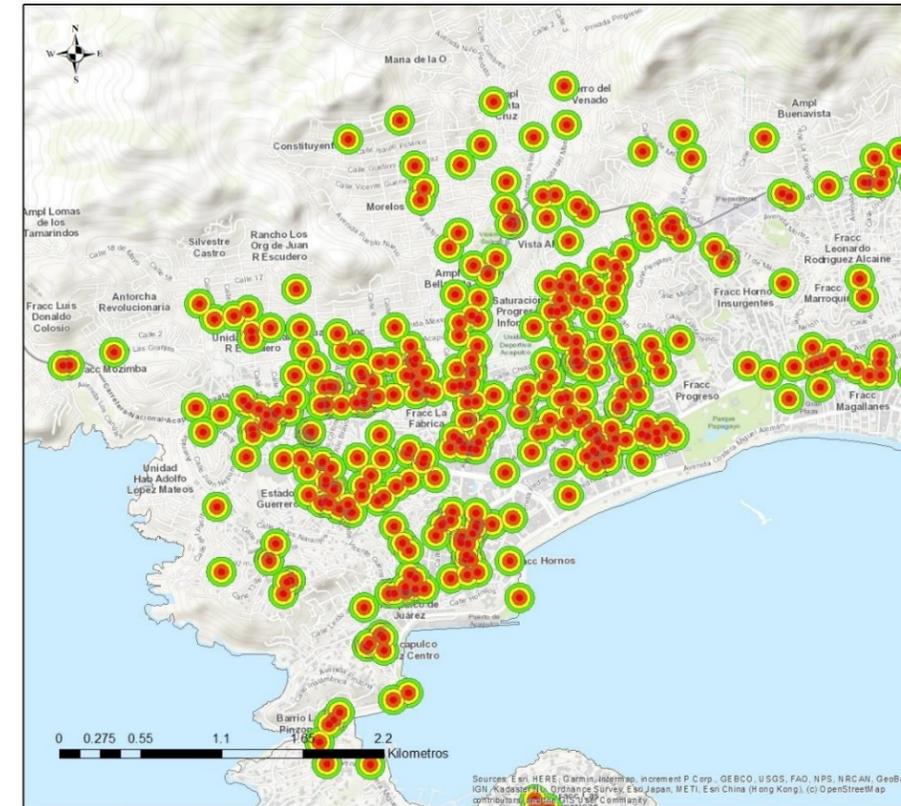
Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco, 2021.

Legenda

- 12001_Q_Club_de_yates
- 12001_Q_Ferreterías_Tlapalerías
- 12001_Q_Gas_natural_vehicular
- 12001_Q_Generación_electricidad
- 12001_Q_Hojalatería_Pintura
- 12001_Q_Lavandería_tintorería
- 12001_Q_Refaccionarias
- 12001_Q_Venta_de_pinturas
- 12001_Q_Venta_productos_quimicos

Fuente: Elaboración propia con base en la información del DENUE.

Coordinate System: International
Terrestrial Reference Frame 1982
Lambert Conformal Conic
Projection: Lambert Conformal Conic
Datum: International Terrestrial Reference Frame 1982
False Easting: 2,500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -102.0000
Standard Parallel 1: 17.0000
Standard Parallel 2: 20.0000
Scale Factor: 1.0000
Latitude Of Origin: 12.0000
Units: Meter



Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Acapulco, 2021.

Legenda

- PELIGRO**
- BAJO
 - MEDIO
 - ALTO
 - MUY ALTO

Fuente: Elaboración propia con base en la información del DENUE.

Coordinate System: International
Terrestrial Reference Frame 1982
Lambert Conformal Conic
Projection: Lambert Conformal Conic
Datum: International Terrestrial Reference Frame 1982
False Easting: 2,500,000.0000
False Northing: 0.0000
Central Meridian: -102.0000
Standard Parallel 1: 17.0000
Standard Parallel 2: 20.0000
Scale Factor: 1.0000
Latitude Of Origin: 12.0000
Units: Meter



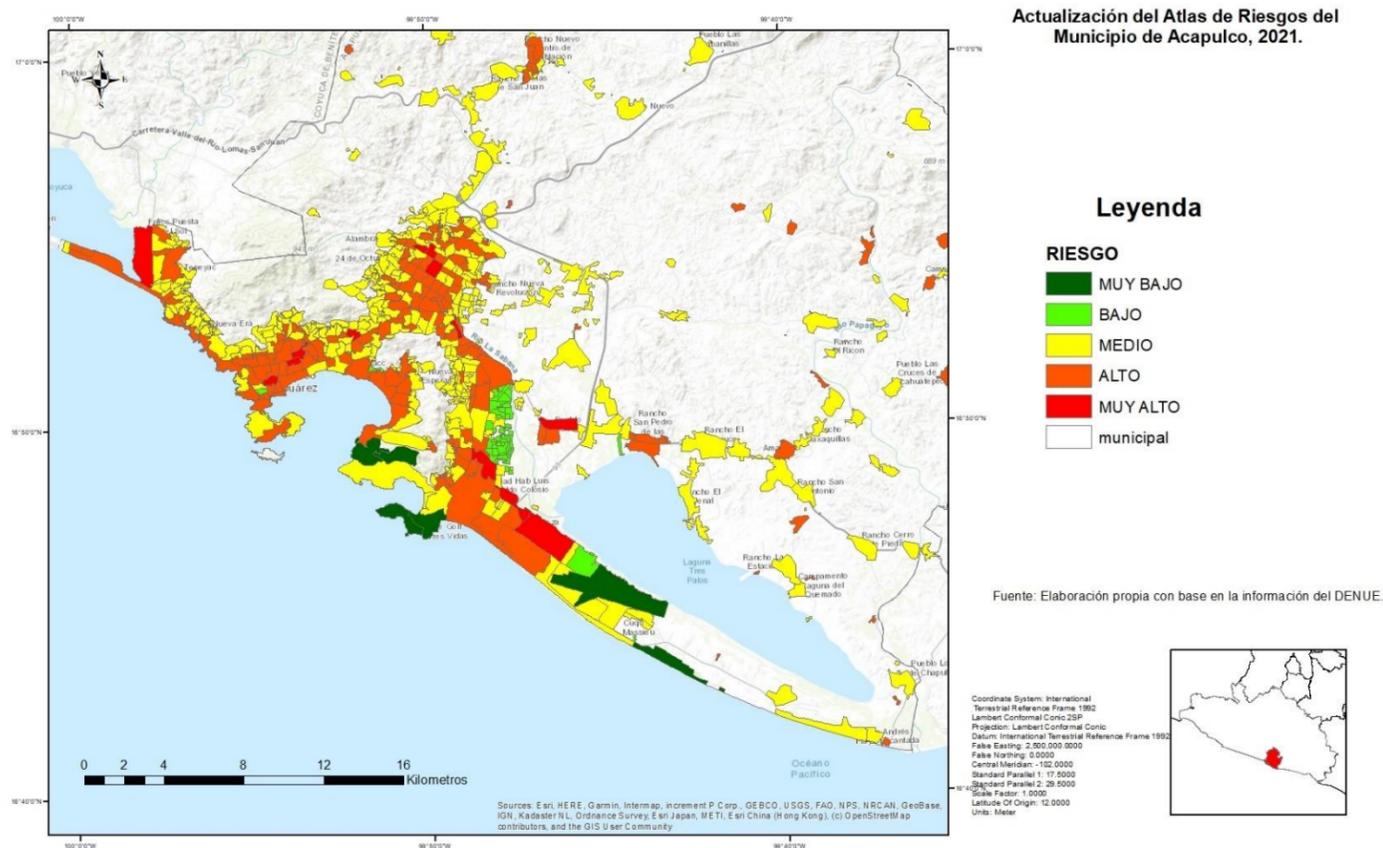
Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 193 Mapa de riesgo de establecimientos que manejan sustancias peligrosas en el Municipio de Acapulco, Guerrero

Mapa de riesgo de establecimientos que manejan sustancias peligrosas en el Municipio de Acapulco, Guerrero



embargo, para los fines de este trabajo en particular, los esfuerzos han sido focalizados en la identificación de playas contaminadas. Toda vez que el turismo sigue siendo la principal actividad económica del Municipio y el impacto en sus playas puede tener efectos muy negativos en su economía y para la salud de los visitantes de estos centros de esparcimiento.

El concepto calidad ambiental en playas turísticas está relacionado con la seguridad física que estos ambientes costeros representan para los usuarios, asociado a los riesgos para la salud humana (Benedict & Neumann, 2004; Herrera & Suarez, 2005). Esto se debe principalmente a que múltiples actividades recreativas en las playas involucran el contacto directo con el agua y la arena (Elmanama et al., 2005)

Una de las vías más comunes para medir la calidad ambiental en playas es a través de indicadores que representan los componentes naturales y de bienestar humano (Morgan, 1999) Estos indicadores están compuestos por parámetros fisicoquímicos y biológicos (Vandermeulen & Cobb, 2004), cuyos resultados de medición actúan como criterios para evaluar la calidad de las playas. En ese contexto, se considera como referente el enfoque propuesto por Botero et al. (2015b), quienes definen la calidad sanitaria como el riesgo de afectación a la salud humana por las condiciones ambientales de la playa.

Múltiples investigaciones han sido realizadas sobre microorganismos en agua de mar. Las bacterias coliformes totales y fecales son consideradas las principales indicadoras de contaminación fecal. Estos microorganismos pertenecen a la familia Enterobacteriaceae (Delgado et al., 2008; Santiago-Rodriguez et al., 2012); los más representativos son: *Escherichia coli* sp., *Citrobacter* sp., *Enterobacter* sp. y *Klebsiella* sp. (Salcedo, 2013). Otro indicador de materia fecal son los *Enterococcus* (Díaz et al., 2010). Según Díaz et al. (2010), la presencia de *Enterococcus faecalis* es considerada como indicador de contaminación fecal de fuentes humanas, mientras que *Enterococcus faecium* indica contaminación fecal de origen animal.

Los bañistas, en sus actividades de recreación, pasan la mayor parte del tiempo en la arena de la playa y los microorganismos son un componente significativo en este medio, actuando como reservorio de vectores y fuente de infecciones a usuarios. Sin embargo, en países latinoamericanos como Argentina, Venezuela, Perú, Colombia, México, y Chile (Orellana, 2005; DIGESA, 2011), contemplan solo la determinación de coliformes totales, coliformes fecales y enterococos en aguas marinas de uso recreativo; mientras que la búsqueda de parásitos no está reglamentada. La presencia de parásitos (tanto protozoos como helmintos) en arena de playas puede ofrecer información importante acerca de su calidad, la cual está relacionada con la presencia de animales, heces fecales

Capítulo 7 Fenómenos Sanitarios.

Producto de la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

Como podemos observar en la definición el concepto de riesgos sanitarios es muy amplio y complejo de estudiar, abarca desde pandemias, epidemias, plagas, contaminación de aire, agua, ruido, desechos sanitarios, etc. Sin



y residuos orgánicos (González y Cáceres et al., 2005). Por lo tanto, la identificación de parásitos de importancia sanitaria en las playas permitirá proporcionar recomendaciones que contribuyan a mejorar el uso recreativo de estas.

Entre los principales indicadores de calidad ambiental en playas turísticas están los coliformes totales y coliformes fecales, los cuales forman parte del microbiota normal del intestino del ser humano y de los animales homeotermos. Los coliformes son un grupo heterogéneo de bacterias representado por los géneros *Escherichia* spp., *Citrobacter* spp., *Enterobacter* spp. y *Klebsiella* spp., cuya procedencia puede ser fecal (se encuentran en el intestino del hombre y de los animales), pero también pueden aislarse del suelo, polvo y agua. Por ello, cuando se requiere saber si la contaminación es de origen fecal, se recurre a los coliformes fecales, y más comúnmente, a *E. coli* (Espindula, 2004; Larrea et al., 2009).

Los enterococos son considerados indicadores de contaminación fecal, son capaces de resistir a condiciones ambientales adversas como congelación, desecación, altas concentraciones de sal, poca concentración de oxígeno y a temperaturas que oscilan entre 42.7 °C y 47.8 °C; además, pueden existir en lugares ácidos y alcalinos, de manera que demuestran ser bacterias extremófilas (Van den Berghe et al., 2006). Su uso como indicador de contaminación fecal de aguas recreativas fue recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, de las siglas en inglés) en 1986 (EPA, 1986), por su relación con gastroenteritis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis y dermatitis (Vergaray et al., 2007; Díaz et al., 2008; Efstratiou et al., 2009).

Según la COFEPRIS, la calidad de agua de mar para uso recreativo con contacto primario es un factor primordial para garantizar la protección de la salud de los usuarios. Diversos estudios indican que las enfermedades de mucosas, piel y digestivas presentadas por bañistas, están relacionadas con los niveles de contaminación fecal. Por tal razón, se determinó que el indicador bacteriológico más eficiente para evaluar la calidad de agua de mar para uso recreativo de contacto, son los enterococos fecales, dada su capacidad de adaptación a las condiciones del agua de mar, así como de estar relacionado potencialmente con enfermedades como gastroenteritis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis y dermatitis, entre otras.

Considerando que en la mayor parte de las playas del país existen factores que afectan la calidad del agua, como drenajes pluviales, descargas de aguas residuales, asentamientos irregulares que no cuentan con infraestructura de saneamiento y alcantarillado, embarcaciones, actividades de comercio informal y fileteo, así como la gran

afluencia de bañistas en algunas temporadas del año; es compromiso de la Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y las autoridades estatales de salud, mantener una vigilancia de la calidad del agua de mar, que permita, con un enfoque preventivo, informar al usuario para tomar la decisión de ingresar o no a una playa, dependiendo de los niveles de enterococos y la temporalidad de estos niveles en cada una de las playas sujetas a vigilancia.

Con base en estudios avalados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se definió una serie de indicadores asociados con un aumento en la frecuencia de diferentes tipos de enfermedad. Estos estudios indican que los síntomas gastrointestinales y los estreptococos/enterococos, pueden brindar una base científica lo suficientemente sólida para asociar un efecto sobre la salud humana con la calidad del agua recreativa.

En este sentido, para establecer el criterio de playa apta o no apta para uso recreativo, la Secretaría de Salud consideró un límite máximo de presencia de enterococos de 200 NMP/100 mL para considerar una playa como apta para su uso recreativo.

Criterio de clasificación para la calidad del agua de mar

NMP Enterococos /100 ml	Clasificación de la playa
De 0 a 200	APTA
Mayor de 200	NO APTA

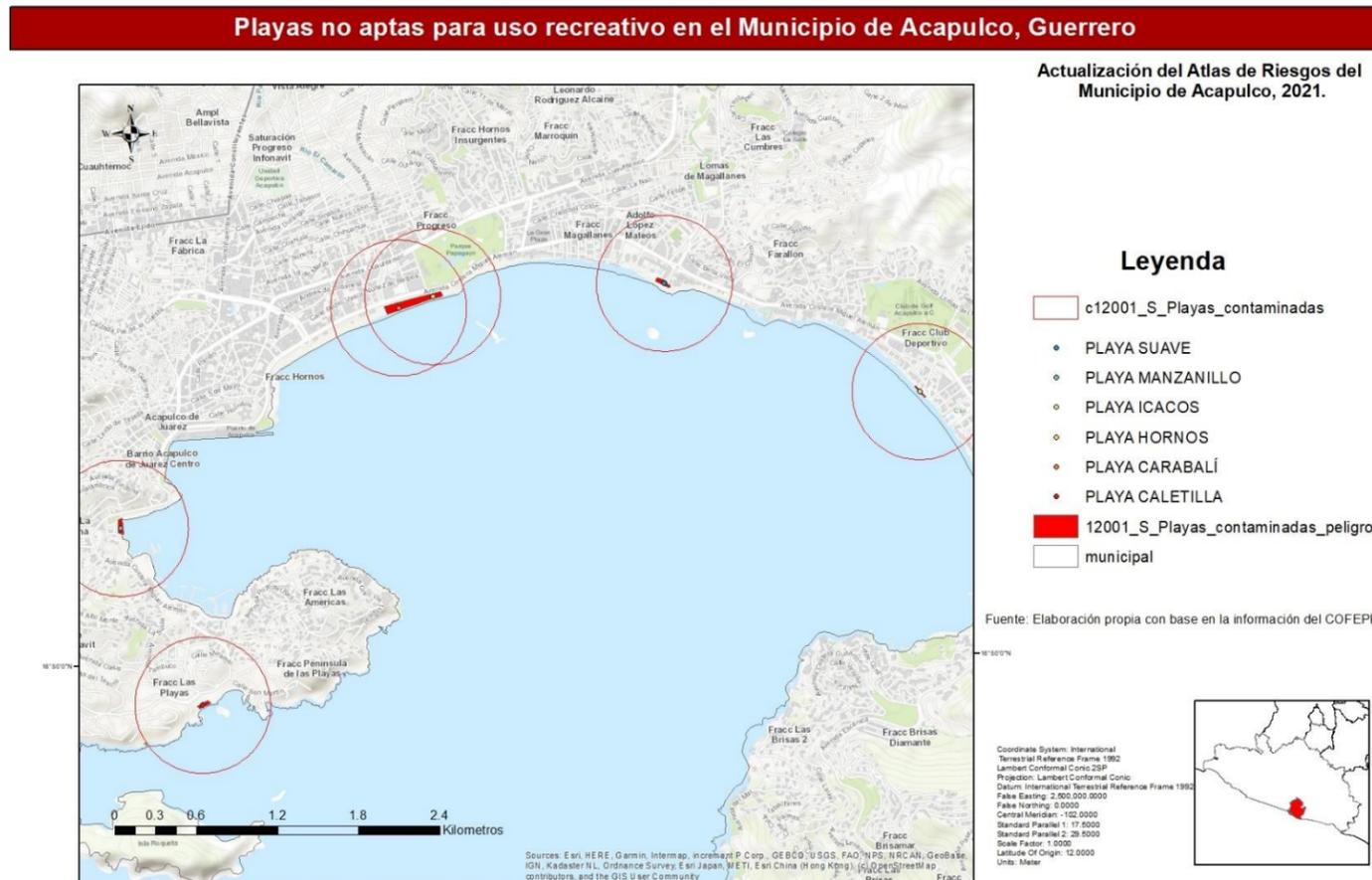
Cofepris, organismo de la Secretaría de Salud, lanzó su reporte periódico sobre la calidad del agua de mar en las playas de México para que los mexicanos sepamos dónde sí y dónde no meternos a nadar, y el análisis del año 2021, revela que hay tres destinos que rebasan los límites de unas bacterias llamadas enterococos, pues según el estudio de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris), las playas Manzanillo, Icacos y Suave, las tres localizadas en Acapulco, Guerrero son las más sucias del país por contener más de 200 NPM por cada 100 mililitros de agua.

Estos arenales rebasan el límite permitido por la Cofepris. Para que fueran consideradas como aptas, deberían tener agua con menos de 200 enterococos por cada 100 mililitros. No obstante, según el análisis de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, todas ellas tienen más del doble. El arenal más infectado es Playa Suave, que tiene una concentración casi 20 veces mayor al nivel máximo estipulado por Cofepris.

Enterococcus faecalis es una bacteria muy resistente que incluso puede desarrollarse en un ambiente con 6.5% de cloruro de sodio, pH de 9.6 y entre 10° y 45° centígrados. (COFEPRIS, 2021)

A continuación, mapa de playas contaminadas:

Ilustración 194 Playas no son aptas para uso recreativo por su alta concentración de enterococos.



Capítulo 8 Determinación de la Vulnerabilidad Social

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

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

Para poder estimar la vulnerabilidad social asociada a desastres según la definición anterior, la metodología se divide en tres partes: la primera permitirá una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones sociales y económicas, la cual proporcionará un parámetro para medir las posibilidades de organización y recuperación después de un desastre. Para lograr lo anterior hay plantillas, las cuales están conformadas por un indicador que, a modo de pregunta, nos solicita la información requerida; una tabla de rangos y valores, en donde se deberá ubicar la situación del municipio a estudiar y asignarle un valor. En la plantilla también se incluye una fórmula para obtener el resultado que se tendrá que cotejar en la tabla de rangos y valores; por último, viene un razonamiento en el que se explica la importancia del indicador. Al obtener los valores de cada plantilla, éstos se vacían en la cédula y se obtiene un promedio de los valores asignados según rubro (salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población). Por último, se promediará el valor de cada rubro, lo que nos dará un número entre 0 y 1, este número será el resultado final de la primera parte. La segunda parte de la metodología permitirá conocer la capacidad de prevención y respuesta de los órganos responsables de llevar a



cabo las tareas de atención a la emergencia y rehabilitación. La tercera, se enfocará a la percepción local del riesgo que se tenga en el municipio, lo que permitirá planear estrategias y planes de prevención.

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

Indicadores socioeconómicos

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

Salud

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

En el caso de el Municipio de Acapulco, el número de médicos por cada 1000 habitantes es de 2.03, mientras que la tasa de mortalidad infantil fue de 0.01 por cada 1000 en 2019, dado que hubo 165 defunciones de niños

menores de un año por 12,008 nacimientos en el mismo periodo. Asimismo, la población no derechohabiente es de 27.95%, ya que hay 217,925 personas sin servicios de salud.

Educación

Las características educativas influyen directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, asimismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos. Es un derecho fundamental de todo individuo el tener acceso a la educación y es una herramienta que influirá en los niveles de bienestar del individuo.

Según datos del INEGI, en el Municipio de Acapulco hay una tasa de analfabetismo es de 5.84%, ya que hay 34,065 personas mayores de 15 años que no sabe leer ni escribir, y un total de 583,294 personas mayores de 15 años en el municipio.

El porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela es de 94.95%, mientras que el Grado Promedio de Escolaridad en 2020 fue de 9.87, es decir, el nivel de instrucción corresponde a secundaria completa y bachillerato trunco.

Vivienda

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

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

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

En el Municipio de Acapulco, en 2020 INEGI registro un total de 223,924 viviendas particulares habitadas. El porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada es de 6.91% (15,475); el porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje es de 4.08% (9,151); el porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad es de 0.38% (869); el porcentaje de viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente es de 1.18%; y el porcentaje de viviendas con piso de tierra es de 7.06% (15,814). El déficit de vivienda es 0 (223,924 hogares y 223,924 viviendas particulares habitadas), es decir, no existe déficit.

Empleo e ingresos

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

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

La población económicamente activa, es aquella población que están en edad de trabajar, que se encuentran ocupados en algún sector de la economía y que son remunerados por su trabajo. Con base en datos obtenidos de INEGI en el censo 2020, la Población Económicamente Activa en el Municipio de Acapulco era de 384,977 personas; el porcentaje de la PEA que recibe hasta 2 salarios mínimos es de 35.12%; la razón de dependencia es

de 103.81%, es decir hay 103.81 personas que no trabajan por cada 100 que sí trabajan; y finalmente la tasa de desempleo abierto es de 4.56%.

Población

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

La densidad de población se refiere a la distribución del número de habitantes a través de la superficie territorial, que es de 1,724.64 km², entre la población total 779,566 habitantes; lo que corresponde a 452.01 habitantes por kilómetro cuadrado.

En lo que se refiere a la dispersión de la población, 85,777 personas viven en zonas rurales, mientras que 693,789 personas viven en zonas urbanas, lo que implica que el grado de dispersión poblacional es relativamente bajo ya que solo el 11% de la población total se encuentra disperso.

Por otro lado, la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena es de 11,802 personas, siendo el porcentaje de la población de habla indígena es de 1.51%.

Resultados

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

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

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



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

Tabla 90: Indicadores socioeconómicos

Indicador	Promedio municipal	Valor Asignado
Médicos por cada 1,000 habitantes	2.03/1000 (2010)	0.95
Tasa de mortalidad infantil	0.01/1000 (2019)	0.60
Porcentaje de la población no derechohabiente	27.95% (2020)	0.95
Sumatoria del rubro de salud		2.50
Promedio del rubro de salud		0.83
Porcentaje de analfabetismo	5.84% (2020)	0.95
Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	94.95% (2020)	0.95
Grado promedio de escolaridad	9.87 (2020)	0.90
Sumatoria del rubro de educación		2.80
Promedio del rubro de educación		0.93
Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	6.91% (2020)	0.95
Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	4.08% (2020)	0.95
Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	0.38% (2020)	0.90
Porcentaje de viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente	32.3% (2010)	1.00
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	7.06% (2020)	0.95
Déficit de vivienda	0 (2020)	0.00
Sumatoria del rubro de vivienda		4.75
Promedio del rubro de vivienda		0.79
Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	35.12% (2015)	1.00
Razón de dependencia	103.81% (2020)	0.95
Tasa de desempleo abierto	4.56% (2015)	0.95
Sumatoria del rubro de empleo e ingresos		2.90
Promedio del rubro de empleo e ingresos		0.97
Densidad de población	452.01 hab/km ² (2020)	0.60
Porcentaje de la población de habla indígena	1.51% (2020)	0.60
Dispersión poblacional	11% (2020)	0.80
Sumatoria del rubro de población		2.00
Promedio del rubro de población		0.67
Sumatoria de los rubros socioeconómicos		14.95

Resultado del primer cuestionario de la metodología	0.84
-----------------------------------------------------	-------------

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y CONEVAL.

Capacidad de respuesta

Para la segunda parte se llevó a cabo un cuestionario de 24 preguntas. Para hacer más fácil la medición en este caso las respuestas serán cerradas, dando un valor de "0" a Sí y "1" a No. Cabe aclarar que en el cuestionario el valor más bajo será para "Sí" ya que este representará una mayor capacidad de prevención y respuesta y por consiguiente una menor vulnerabilidad.

Asimismo, en el momento de buscar el valor en la tabla final, éste deberá coincidir con el grado de vulnerabilidad, siendo así, una mayor capacidad de prevención y respuesta significa menor vulnerabilidad y viceversa, por lo que una baja capacidad de prevención y respuesta de rangos significará una mayor vulnerabilidad y tendrá como valor más alto el 1.

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

Tabla 91: Capacidad de prevención y respuesta

Indicador	Valor Asignado
1 ¿El municipio cuenta con unidad de protección civil o con algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?	0
2 ¿Cuenta con algún plan de emergencia?	0
3 ¿Cuenta con un consejo municipal el cual podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia?	0
4 ¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de Protección Civil (p. ej. manual de organización)?	0
5 ¿Conoce algún programa de apoyo para la prevención, mitigación y/o atención de desastres?	0
6 ¿Cuenta con algún mecanismo de alerta temprana?	0
7 ¿Cuenta con canales de comunicación (organización a través de los cuales se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia)?	0
8 ¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?	0



Indicador	Valor Asignado
9 ¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?	0
10 ¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?	0
11 ¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?	0
12 ¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de láminas de cartón para casos de emergencia?	0
13 ¿Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DICONSA, LICONSA, etc.) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.?	0
14 ¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan Familiar de Protección Civil?	0
15 ¿Cuenta con un número de personal activo?	0
16 ¿El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?	0
17 ¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?	0
18 ¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.)?	0
19 ¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?	0
20 ¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?	0
21 ¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?	0
22 ¿Cuenta con algún sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georreferenciar puntos críticos en su localidad?	0
Promedio de la capacidad de prevención y respuesta	0
Resultado de la capacidad de prevención y respuesta	0

Fuente: elaboración propia.

Percepción local

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

En el momento de buscar el valor en la tabla final, este deberá coincidir con el grado de vulnerabilidad (en el sentido que mientras el valor se aproxime más a 1 la vulnerabilidad será mayor), estableciendo que una mayor percepción local significa menor vulnerabilidad y viceversa, por lo que en esta parte una baja percepción local en la tabla de valores significará una mayor vulnerabilidad y tendrá como valor más alto 1.

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

Tabla 92: Percepción local

Indicador	Promedio
1 ¿Dentro de los tipos de peligro que existen cuantos tipos de fuentes de peligro identifica en su localidad? Geológicos: Sismos; Maremotos; Volcanes; Flujos de lodo; Deslizamientos de suelo (deslaves); Hundimientos y Agrietamientos. Hidrometeorológicos: Ciclones; Inundaciones pluviales y fluviales; Granizadas; Nevadas y heladas; Lluvias torrenciales y trombas; Tormentas eléctricas; Vientos; Temperaturas extremas; Erosión; Sequías. Químicos: Incendios forestales; Incendios urbanos; Explosiones; Fugas y derrames de sustancias peligrosas; Fuentes móviles	0.99
2 Respecto a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 recuerda o ¿sabe si ha habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos años?	0.99
3 ¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	0.99
4 ¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de amenazas (que se encuentre en una ladera, en una zona sísmica, en una zona inundable, etc.)?	0.97
5 ¿Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?	0.79
6 En caso de que recuerde algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron: Ninguna fatalidad, daños leves a viviendas e infraestructura (bajo). Personas fallecidas, algunas viviendas con daño total y daños a infraestructura (medio) Personas fallecidas, daño total en muchas viviendas y daños graves en infraestructura (alto)	0.99
7 ¿Alguna vez se ha quedado aislada su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunas horas, debido a algún tipo de fenómeno?	0.99
8 ¿Cree que en su comunidad se identifican los peligros?	0.95
9 ¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alertamientos, etc.)?	0.95
10 ¿En los centros educativos de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de las consecuencias que trae consigo un fenómeno natural?	0.99
11 ¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes?	0.99
12 En caso de haberse llevado campañas de información ¿cómo se enteró? No se enteró/ no ha habido campañas A través de medios impresos A través de radio y televisión	0.98
13 ¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	0.99
14 ¿Sabe a quién o a donde acudir en caso de una emergencia?	0.96
15 ¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	0.99



Indicador	Promedio
16 En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural ¿se le brindó algún tipo de apoyo?	0.98
17 ¿Ha sido evacuado a causa de un fenómeno natural (inundación, sismo, erupción)?	0.99
18 De acuerdo con experiencias anteriores, ¿Considera que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	0.99
19 ¿Existe en su comunidad/localidad/municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastres?	0.99
20 ¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	0.90
21 ¿Sabe dónde está ubicada y qué función desempeña la unidad de protección civil?	0.89
22 ¿Estaría preparado para enfrentar otro desastre como el que enfrentó?	0.99
23 ¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	0.99
24 ¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? ¿Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	0.98
25 ¿Si usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	0.71
Promedio de la Percepción local	0.96

Fuente: elaboración propia.

Determinación del Grado de Vulnerabilidad Social

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

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

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

Donde:

GVS = Es el grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres

R1 = Resultado de los indicadores socioeconómicos

R2 = Resultado de capacidad de prevención y respuesta

R3 = Resultado de percepción local de riesgo

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

Tabla 93: Rangos de vulnerabilidad social

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

Fuente: CENAPRED

Este número final representa el grado de vulnerabilidad social de una población, que en el caso del Municipio de Acapulco es en general **ALTO**.

Tabla 94: Grado de vulnerabilidad social en el Municipio de Acapulco

Indicador	Valor Asignado
Resultado de los indicadores socioeconómicos	0.84
Resultado de la capacidad de prevención y respuesta	0.00
Resultado de la Percepción local	0.96
Valor de Vulnerabilidad Social asociada a desastres	0.65
Grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres	Alto

Fuente: elaboración propia.

Bibliografía

- Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Bahía de Acapulco (1226) Estado de Guerrero (2020). Disponible en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/guerrero/DR_1226.pdf. Consultado el 25 de enero de 2021.
- Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero La Sabana (1227), Estado de Guerrero. Publicado en el DOF el 20 de abril de 2015. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103690/DR_1227.pdf consultado el 14 de enero de 2021.
- Aguirre Diaz, G. J., & LabartheHernández, G. (2003). Fissure ignimbrites: Fissuresource origin for voluminous ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and its relationship with Basin and Range faulting. *Geology*, 31(9), 773776.
- ANCE (2005) NMXJ549ANCE2005 Sistema de protección contra tormentas eléctricas. Asociación de Normalización y Certificación, A.C.
- Antayhua, (2017). “*Caracterización sísmológica, aeromagnética y magnetotelúrica del campo volcánico y geotérmico de las Tres Virgenes (B.C.S), México*”. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra.
- ArandaGómez, J. J., Henry, C. D., & Luhr, J. F. (2000). Evolución tectonomagmática postpaleocénica de la Sierra Madre Occidental y de la porción meridional de la provincia tectónica de Cuencas y Sierras. *México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 53(1), 5971.
- Benedict R. & Neumann C. 2004. Assessing Oregon’s twenty-six coastal beach areas for recreational water quality standards. *Marine Pollution Bulletin*, 49: 624-629.
- Blong, R. J. (1996). Volcanic hazards risk assessment. In *Monitoring and mitigation of volcano hazards* (pp. 675698). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Botero C., Pereira C. & Manjarrez G. 2015a. Capítulo 1: Índice de Calidad Ambiental en Playas Turísticas. En: *Calidad ambiental en playas turísticas aportes desde el Caribe norte colombiano*. 76-88. Fundación Universitaria Jorge Tadeo Lozano, Bogota.
- CDI, Indicadores sociodemográficos de la población total y la población indígena, 1990, 2000 y 2010. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- CENAPRED (2014). “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Fenómenos Geológicos”. Serie: Atlas Nacional de Riesgo.
- CENAPRED (2017), Atlas Nacional de Riesgos. Volcanes activos. Disponible en: <http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/archivo/visorcapas.html>
- CENAPRED (2018) Índice de vulnerabilidad por tornados en México. Disponible en: https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_SERVICIOS_TECNICOS/SANI/PAT/2018/4o%20trimestre%202018/2832%20DI/12955/181031_RH_indice%20tornados.pdf
- CENAPRED, (2003) Identificación de peligros por almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en México. Serie: Informes Técnicos
- CENAPRED, (2004). Volcanes, Peligro y Riesgo Volcánico en México. Secretaría de Gobernación
- CENAPRED, (2006). Inestabilidad de Laderas. Secretaría de Gobernación.
- CENAPRED, (2011) Sismos. Secretaría de Gobernación.
- CENAPRED. <http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/>. 25 de 02 de 2021. <http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/> (último acceso: 21 de 02 de 2021).
- CentenoGarcia (2008), The Guerrero composite terrane of western Mexico: Collision and subsequent rifting in a suprasubduction zone; *Special Papers Geological Society of America* 436, 279
- CentenoGarcía, TH Anderson, JA Nourse, JW McKee, MB Steiner (2005), Review of upper Paleozoic and lower Mesozoic stratigraphy and depositional environments, central and west Mexico: Constraints on terrane analysis and paleogeography; *Special Papers Geological Society of America* 393, 233
- Centro de Alerta de Tsunamis (2017), Historia de los Tsunamis Locales Ocurridos en México.
- CFE Comisión Federal de Electricidad (1993). “Manual de diseño de obras civiles, diseño por sismo” CFE y LLE, México.
- Chiu, J. M., Isacks, B. L., & Cardwell, R. K. (1986). Studies of crustal converted waves using shortperiod seismograms recorded in the Vanuatu island arc. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 76(1), 177190.



CIATTS (2013) Base de Datos de tornados México. Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas.

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2021). Playas limpias - Proyecto Agua de Contacto. México. Recuperado de: [Playas limpias - Proyecto Agua de Contacto | Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios | Gobierno | gob.mx \(www.gob.mx\)](https://www.gob.mx/temas/proteccion-contra-riesgos-sanitarios)

Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Chiapas. Disponible en: http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/MAPESTEMREG/REGION_VII_DE_LOS_BOSQUES_post.pdf#:~:text=Los%20feozem%20son%20suelos%20con,en%20el%20cultivo%20de%20pastos%2C, consultado del 16 de enero de 2021.

CONABIO, 2007, Pronatura. Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Obtenido de: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/spt1mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no. Fecha de consulta [(21 de diciembre de 2015)].

CONAGUA (2012). Análisis espacial de las regiones más vulnerables. ante las sequías en México. SEMARNAT. México

CONAGUA, Atlas Digital del Agua, CONAGUA.

CONAPO, Índice de Marginación por Localidad, 2010.

CONAPO, Proyecciones de la Población 2010-2050. Proyecciones de la Población por Municipios y Localidades. "Proyección de la Población de los Municipios a Mitad de Año por Sexo y Grupos de Edad, 2010-2030". Consejo Nacional de Población. México, 2015. Consulta interactiva de datos: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos.

CONEVAL, Porcentaje de la población, número de personas, número promedio de carencias sociales en los indicadores de pobreza, México, 2010 Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), Medición de la pobreza 2015. Recuperado de: <https://www.coneval.org.mx/Paginas/principal.aspx>

Cruz, V. M. M., del Río, A. C., & Ortlieb, L. (1978). Transgresiones cuaternarias en la costa de Sonora. Revista mexicana de ciencias geológicas, 2(1), 90-97.

Del Pezzo, E., Bianco, F. Y Saccorotti, G., (2004), "Seismic source dynamics at vesuvius volcano", Italy. Jour. Vol. Geother. Res.,133.

Delgado Y., Miravet M.E. & Núñez R. 2008. Indicadores microbiológicos de calidad del agua en la costa oeste de la Ciudad de La Habana. Higiene y Sanidad Ambiental, 8:387-391.

Díaz Á.M., Izquierdo C.C.S., Fernández de la Paz T. & Izquierdo A.M. 2008. Características clínicas y epidemiológicas de las infecciones por enterococos en el niño. Rev. Cubana Pediatr., 79(1). Recuperado de: <https://scielo.sld.pdf/ped/v79n1/ped08107.pdfLinks%5B%5D.pdf/ped/v79n1/ped08107.pdf> target="_blank">.

Durand Maya (2005). "Modelación hidrológica y de erosión hídrica utilizando sistemas de información geográfica y HEC.H." Tesis de Maestría UNAM, 8789 p.

Elmanama A., Ishaq M., Afifi S., Abdalallag S. & Bahr S. 2005. Microbiological beach sand quality in Gaza Strip in comparison to seawater quality. Environmental Research, 3: 1-10.

Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Disponible en: <http://inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM12guerrero/municipios/12001a.html> consultado el 25 de enero de 2021.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1986. Ambient Water Quality Criteria for Bacteria. EPA. Washington D.C.

Espindula J. 2004. Caracterização Bacteriológica E Físicoquímica Das Águas Do Aquífero Freático Do Cemitério Da Varzea-Recife. Dissertação de Mestrado. Universida de Federal de Pernambuco. Centro de tecnologia e Geociências. Pós-GraduaçãoemGeociências, Brasil.

Ferrari, L. (2000). Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica -Transmexicana durante la última década. boletín de la sociedad geológica mexicana. v. LIII, (2000) 84-92.

Ferrari, L., ValenciaMoreno, M., & Bryan, S. (2005). Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 57(3), 343-378.

Ferreras F, S., (2005) Fascículo: Tsunamis, CENAPRED, 2011.

Franco I., Cárdenas M. C., Quezada R. A., Valdés G. C., Jiménez C. C., Rodríguez A. L., and Castro O.J. (2007). "Reporte preliminar del sismo del 13 de abril de 2007, Guerrero, México". Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 59, Num. 1, 2007, P. 71-87.



Garza, (2014). "Distribución espacial del valor B debajo del volcán popocatepetl y su relación con la estructura de la cámara magmática" Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería de Universidad Nacional Autónoma de México.

Garza, (2014). "*Distribución espacial del valor B debajo del volcán popocatepetl y su relación con la estructura de la cámara magmática*" Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería de Universidad Nacional Autónoma de México.

Gastil, G., Miller, R., Anderson, P., Crocker, J., Campbell, M., Buch, P., Lothringer, C., LeierEngelhardt, P., DeLattre, M., Hoobn, J., and RoldánQuitana, J., (1991), The relation between the Paleozoic strata on opposite sides of the Gulf of California, in PérezSegura, E., and JacquesAyala, C., eds., Studies of Sonora Geology; Geological Society of America Special Paper 254, p. 17.

Gobierno del estado Libre y Soberano de Guerrero (2015). El pulmón verde de México, Guerrero. Disponible en: <http://guerrero.gob.mx/articulos/guerrero-el-pulmon-verde-de-mexico/>, consultado el 21 de enero de 2021.

Gómez-Tuena, A., Orozco-Esquivel, M.T., Ferrari, L. (2005). Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana, boletín de la sociedad geológica mexicana, volumen conmemorativo del centenario temas selectos de la geología mexicana. tomo LVII, núm. 3, 2005, p. 227-283

González L. (2014) Ingeniería Geológica.

González Vallejo L (2002). "Ingeniería Geológica" Editorial Prentice Hall.

González y Cáceres A.P., Gonçalves F, Cazorla I. & Carvalho S. 2005. Contaminação do solo por helmintos de importância médica na praia do sul (Milionários), Ilhéus - BA / Contamination of soil by helminths of medical importance in the south beach (Milionários) Ilhéus - BA. Revista brasileira de análise clínicas. Recuperado de: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&expr Search=411937&indexSearch=ID>.

Guía para la interpretación de cartografía climatológica, Inegi. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/clima/CLIMATIII.pdf, consultado el 21 de enero de 2021.

H. Ayuntamiento Constitucional de Acapulco de Juárez 2018 – 2021: <https://acapulco.gob.mx/>

Hernández, C. M. E., Torres, T. L. A. y Valdez, M. G. (2000). Sequía Meteorológica. Pp. 2540. En: C. Gay (comp.) México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Resultados de los estudios de la vulnerabilidad del país, coordinados por el INE con el apoyo del U.S. Country Studies Program, México: INE, SEMARNAP, UNAM, U.S. Country Studies Program.

Herrera A. & Suárez P. 2005. Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera. INCI. 30(3): 171-176. Recuperado de: [http://www.who.int/es/Links%5Bwho.int/es/" target="_blank">](http://www.who.int/es/Links%5Bwho.int/es/).

Herrera Alanís (2012), Análisis de olas de calor en la República Mexicana. Tesis Doctoral, UNAM

Hutchinson, J.N. (1988). "General Report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology" Proceedings of the fifth International Symposium on Landslides, Vol. I. editado por Christophe Bonnard.

INADECUADO DEL SUELO, DERIVADO DE LAS POLÍTICAS DE PLANEACIÓN URBANA.» *20° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México*, 2015: 1-21.

INECC, Mapas del Medio Ambiente de México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI (2009) Acapulco de Juárez, Guerrero. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.

INEGI, Carta de uso del suelo y vegetación G1209 Serie III INEGI.

INEGI, Carta de Uso del Suelo y Vegetación G1209 Serie V.

INEGI, Carta Edafológica G1209 esc. 1:250,000

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

INEGI, Carta Geológica G1209 esc. 1:250000, INEGI.

INEGI, Cartas Topográficas G12D17; G12D18; G12D26; G12D27; G12D28; G12D29; G12D37; G12D38; G12D39; G12D48, esc. 1:50,000.

INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Principales Resultados por Localidad de Ciudad de México, ITER 2010. Versión Electrónica.

INEGI, Conjunto de Datos Vectoriales de la Serie Recursos Naturales, Climatología, Precipitación Media Anual, esc. 1:1,000,000.



INEGI, Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, Serie V

INEGI, Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0), disponible en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/descarga.aspx>

INEGI, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) INEGI 2019.

INEGI, Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1:250,000 serie III.

INEGI, Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Acapulco, Guerrero.

INEGI, SIATL Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas, disponible en http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

Instituto Nacional de Ecología. "Parque Nacional El Veladero». Disponible en: <https://web.archive.org/web/20070726223644/http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/108/gro.html>, consultado el 21 de enero de 2021

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2015, México en Cifras (Guerrero), recuperado de: www.inegi.org.mx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2015, Panorama Sociodemográfico de Guerrero. Recuperado de: <http://internet.contenidos.inegi.org.mx/>

Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Características educativas de la población. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=255&ag=12001>

Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Características educativas de la población. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=18&ag=12001>

Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Hogares. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=278&ag=12001>

Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Vivienda. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=56&ag=12001>

Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Lengua Indígena. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=132&ag=12001>

Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Mortalidad. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=127&ag=12001>

Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Población. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=123&ag=12001>

Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Discapacidad. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=151&ag=12001>

Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Instituto nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. Derechohabienencia. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=143&ag=12001>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Provincias y Subprovincias de México. Fisiografía. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/>

Jaimes M., Niño, M., Reinoso, E. (2013) Una aproximación para la obtención de mapas de desplazamiento traslacional de laderas a nivel regional inducido por sismos. Revista de Ingeniería Sísmica No. 89 123.

Jaimes Tenorio, C. I., Guinto Herrera, E. R., & Arroyo Matus, R. (2017). Mar de fondo: Propuesta para mitigar inundaciones en la calle Juan Serrano de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 25(72), 7581.

la Cruz Reyna, D., & Bringas, M. Evaluación del riesgo relativo de los volcanes en México.

Lankford, R. R. (1977). Coastal lagoons of Mexico their origin and classification. In Estuarine processes (pp. 182-215). Academic Press.

Ley General de Asentamientos Humanos, Diario Oficial de la Federación, 9 de abril de 2012

Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad regional del proyecto; "Camino Xaltianguis Río Verde, en el municipio de Acapulco de Juárez, en el estado de Guerrero" Disponible en : <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/gro/estudios/2019/12GE2019VD065.pdf> consultado el 16 de enero de 2021.

Matías, Lucía Guadalupe (1998) Algunos efectos de la precipitación del huracán Paulina en Acapulco, Guerrero, UNAM.

McNutt, S.R. (2005). "Volcanic Seismology": Annu. Rev. Earth Planet. Sci., v. 33, p.461-469.



Mendoza Ponce A., (2012). "Estudio de la estabilidad del valor b para regiones sismotectónicas de México". Tesis de Maestría CGEOUNAM, 1431 p.

Meschede, M., Frisch, W., Herrmann, U. R., & Ratschbacher, L. (1996). *Stress transmission across an active plate boundary: an example from southern Mexico. Tectonophysics, 266(1-4), 81–100.*

México, Destinos. *Destinos México*. 25 de 02 de 2021. <https://programadestinosmexico.com/descubre-mexico/historia/historia-de-acapulco.html> (último acceso: 25 de 02 de 2021).

Mogi, K., (1963). "Some discussions on aftershocks, foreshocks and earthquake swarms: the fracture of a semiinfinite body caused by an inner stress origin and its relation to the earthquake phenomena" (third paper). *Bull. Earth. Res. Inst.*, 41.

Mogi, K., (1963). "Some discussions on aftershocks, foreshocks and earthquake swarms: the fracture of a semi-infinite body caused by an inner stress origin and its relation to the earthquake phenomena" (third paper). *Bull. Earth. Res. Inst.*, 41.

Morán, D. J. (1986). Breve revisión sobre la evolución tectónica de México. *Geofísica Internacional*, 25(1).

Morgan R. 1999. A novel, user-based rating system for tourist beaches. *Tourism Management*, 20(4): 393-410.

Mullan, H. S., (1978), Evolution of part of part of Nevadan Orogen in northwestern Mexico; *Geological Society of America Bulletin* v.89, p11751188

Nájar, Alberto. «El día que Acapulco quedó bajo el agua.» *BBC Mundo*, 2013: 6.

Najera Valle et al. Análisis de la ocupación y uso de suelo en el Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, México durante el periodo 2003 a 2013. Publicado en: https://www.researchgate.net/publication/326408329_Analisis_de_la_ocupacion_y_uso_del_suelo_en_el_Municipio_de_Acapulco_de_Juarez_Guerrero_Mexico_durante_el_periodo_2003_a_2013 , consultado el 21 de enero de 2021

Neunhöfer, H. Y Hemmann, A., (2005), "Earthquake swarms in the Vogtland/Western Bohemia region: Spatial distribution and magnitude-frequency distribution as an indication of the genesis of swarms?". *Jour. Geodyn.*, 39.

Novelo-Casanova, D. A., Martínez-Bringas, A., & Valdés-González, C. (2006). Temporal variations of Q_c-1 and b-values associated to the December 2000–January 2001 volcanic activity at the Popocatepetl volcano, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 152(3-4), 347–358. doi:10.1016/j.jvolgeores.2005.10.003

Orellana J. 2005. Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO. Unidad Temática N°3. Características del agua potable. UTN. Argentina.

Ortega-Gutierrez, F. (2012). METAMORPHIC BELTS OF SOUTHERN MEXICO AND THEIR TECTONIC SIGNIFICANCE. *Geofísica Internacional*, 20(3).

OrtegaGutiérrez, LM MitreSalazar, J RoldanQuintana (1992), Carta geológica de la República Mexicana, Consejo de Recursos Minerales y en el Instituto de Geología de la UNAM

Pearson, C., (1981). "The relationship between microseismicity and high pore pressures during hydraulic simulation experiments in low permeability granitic rocks". *Jour. Geophys. Res.*, 86(B9).

Phleger, F. B. (1969). Some general features of coastal lagoons. *Mem. Sim. Intern. Lagunas Costeras. UNAMUNESCO*. México.

Plan Municipal de Desarrollo 2018 – 2021 Acapulco de Juárez, Guerrero: <https://acapulco.gob.mx/transparencia/plan-municipal-de-desarrollo-2018-2021/>

Pola Villaseñor (2006). "Análisis geotécnicos y procesos de remoción en masa de la mesa de Tzitzio" Tesis de Maestría, UNAM, 57 p.

Poole, F.G., and Perry, W.J., Jr., (1998), Laurentia-Gondwana continental margins in northern Mexico, and their Late Paleozoic collision, IGCP Project 376 annual meeting; Instituto de Geología, Universidad nacional Autónoma de México, México City, Laurentia-Gondwanan connections before Pangea, Program and Abstract, p. 27

Programa Regional de Acapulco 2016-2021. Disponible en: <http://i.guerrero.gob.mx/uploads/2019/10/Programa-Regional-Acapulco-2016-2021.pdf> consultado el 25 de enero de 2021.

Red Internacional sobre los Riesgos Volcánicos para la Salud (IVHHN, 2013) Los peligros de las cenizas volcánicas para la salud. Disponible en: https://www.ivhhn.org/images/pamphlets/Health_Guidelines_Spanish_WEB.pdf

Robespierre et al., (2018). "Análisis de peligro sísmico probabilístico para el Estado de Sinaloa. Revista Ingeniería y Tecnología UAS. Marzo-Agosto 2018, pp. 16-28.

RoldánQuintana, J., GonzálezLeon, C.M., AmayaMartinez, R., (1993), Geologic constrains on the northern limit of the Guerrero Terrane in northwestern Mexico *Proceedings*, p124127



Rosenblueth E., (1985). Sismos y sismicidad en México. Macrosismos. Aspectos físicos, sociales, económicos y políticos, 1ª. Ed., 28

SanchezMarroquin, A., Carreno, R., & Ledezma, M. (1970). Effect of trace elements on citric acid fermentation by *Aspergillus niger*. *Applied microbiology*, 20(6), 888892.

SánchezSesma, F. J., & Rosenblueth, E. (1980). Movimiento del terreno en depresiones bidimensionales de forma arbitraria ante incidencias de ondas SH planas. *Revista de Ingeniería Sísmica*, (21), 116.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Información anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2016. Recuperado de: http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2016/Guerrero_001.pdf

SEDESOL, Consejo de Recursos Minerales (2003), Atlas de peligros naturales de la Ciudad de Acapulco de Juárez, Guerrero, México. (identificación y zonificación).

Servicio Geológico Mexicano-GEOINFOMEX, Cartas geológico mineras. Toluca. Disponible en: <https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/>

SMN CONAGUA (2020), Información Estadística Climatológica, disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacionclimatologica/informacionestadisticaclimatologica>

SMN, Normales Climatológicas 1951 – 2018, Servicio Meteorológico Nacional.

SSN. *Características del sismo del 19 de septiembre de 1985*. México: SSN, 2007.

Suárez G., Monfret T., Wittlinge G. and David C. (1990) "Geometry of subduction and depth of seismogenetic zone in the Guerrero gap, Mexico", *Nature*, 345, 336-338

Tilling, R. I. (1989). Volcanic hazards and their mitigation: progress and problems. *Reviews of Geophysics*, 27(2), 237269.

Tomás R., Herrera, G, Delgado, J., Peña, F. (2009) Subsistencia del terreno. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2009. (17.3) 295302

UNAM, Instituto de Geografía, Atlas Nacional de México, Geomorfología I, 2007.

Utsu, (1984). "Estimation of Parameters for Recurrence Models of Earthquakes", *Bull. Earthq. Res. Ins. Univ. Tokyo*, 59:5366

Van den Berghe E., De Winter T. & De Vuyst L. 2006. Enterocin A production by *Enterococcus faecium* FAIR- E 406 is characterised by a temperature- and pH-dependent switch-off mechanism when growth is limited due to nutrient depletion. *International journal of food microbiology*, 107(2): 159–170.

Vandermeulen H. & Cobb D. 2004. Marine environmental quality: a Canadian history and opinions for the future. *Ocean & Coastal Management*, 47: 243-256

Vergaray G., Méndez C.R., Morante H.Y., Heredia V.I. & Béjar V.R. 2007. *Enterococcus* y *Escherichia coli* como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 10(20): 6-82.

Villagómez, Enrique. *EL FINANCIERO*. 29 de 12 de 2018. <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/explosion-e-incendio-en-club-de-yates-deja-dos-heridos-en-acapulco/> (último acceso: 22 de 08 de 2021).

Wiemer, S. (2001). "A Software Package to Analyze Seismicity: ZMAP, Seismological" *Research Letters*, Vol. 72, No. 2, pp 373382.

Wiemer, S. and Wyss, M. (2000). "Minimum Magnitude of Completeness in Earthquake Catalogs: Examples from Alaska, the Western United States, and Japan", *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 90, 4, pp. 859869.

Wiemer, S., & Wyss, M. (2002). "Mapping spatial variability of the frequency-magnitude distribution of earthquakes". *Advances in geophysics*, 45, 259302.

Wiemer, S., and Wyss, M. (1997). "Mapping the frequency-magnitude distribution in asperities: An improved technique to calculate recurrence times?" *Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978–2012)*, 102(B7), 1511515128.

Woessner, J. and Wiemer, S. (2005). "Assessing the Quality of Earthquake" Catalogue: Estimating the Magnitude of Completeness and Its Uncertainty. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 95, 2, pp. 684698.

Wyss, M., 1973. "Towards a physical understanding of the earthquake frequency distribution". *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 31.

Zepeda Ramos, O., & Sánchez Pérez, T. A. (2001). Atlas nacional de riesgos de la República Mexicana: Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. México: CENAPRED.

