



Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tampico, Tamaulipas 2018





EXPEDIENTE: PPR28038 AA29 /0171 OSPR000035/16
OBRA: 128038 PR000021

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

DIRECTORIO

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano SEDATU	
Mtra. Rosario Robles Berlanga	Titular de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
Mtro. Enrique González Tiburcio	Subsecretario de Ordenamiento Territorial
Lic. Armando Saldaña Flores	Dirección General de Ordenamiento Territorial y de Atención a Zonas de Riesgo
Ayuntamiento de Tampico 2018-2021	
Lic. Jesús Antonio Nader Nasrallah	Presidente municipal de Tampico
Lic. Rene Senties Barrios	Jefe de oficina de presidencia del H. Ayuntamiento de Tampico
Lic. Arturo Bazaldúa Guardiola	Secretario general del r. Ayuntamiento
L.C.P.F. Antonio Alonso Sabatini	Secretario de finanzas del H. Ayuntamiento de Tampico
C.P. Evaristo Guitrón Mustafa	Director de adquisiciones del H. Ayuntamiento de Tampico
Lic. Pedro Romero Sánchez	Secretario de Protección Civil del H. Ayuntamiento de Tampico
Ing. Miguel Ángel Sánchez Moreno	Subdirector general de Protección civil del H. Ayuntamiento de Tampico

Ayuntamiento de Tampico 2018-2021	
Lic. Claudio Esteban Medellín Vera	Coordinador Jurídico de la secretaria de Protección civil del r. Ayuntamiento de Tampico
Lic. Eduardo Morales López	Subdirector de Prevención y Atención de emergencias del H. Ayuntamiento de Tampico
Ing. Francisco Covarrubias Cervantes.	Jefe de Infraestructura Hidráulica de la Secretaria de Servicios Públicos del H. Ayuntamiento de Tampico.
Ing. Porfirio Gómez Gámez	Director de cuerpos de agua de la Secretaria de desarrollo urbano del H. Ayuntamiento de Tampico.
I.C.E.S.T.	Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas
U.DE.G.	Universidad del golfo
IMEPLAN	Instituto Metropolitano de Planeación del Sur de Tamaulipas
COMAPA	Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado



ACIERTO CONSULTORES SC
 Av. Adolfo López Mateos # 456 - 49
 Fracc El Manantial, Metepec Edo Méx
 CP 52149 Tel. (01 722) 238 01 27
 Acierto.sc@gmail.com

Prólogo

Actualizar el Atlas de Riesgos del Municipio de Tampico, es adaptarnos a un entorno cambiante por factores naturales o demográficos. Implica enriquecer un instrumento perfectible que nos permite identificar peligros potenciales, derivados principalmente de fenómenos hidrometeorológicos, que podrían afectar la integridad o patrimonio de los tampiqueños.

Este documento tiene un soporte científico que garantiza mayor precisión para diagnosticar y atender eventuales escenarios de riesgo que propicien una condición vulnerable para los habitantes del municipio y la infraestructura del mismo.

Tampico por sus características geográficas, topográficas e hidrológicas será siempre zona vulnerable ante fenómenos naturales de escala mayor. De ahí partimos para el diseño de esquemas de prevención y reacción que disminuyan esa condición de vulnerabilidad.

Con el Atlas de riesgo advertimos con detalle potenciales amenazas y creamos protocolos de respuesta que minimicen los efectos de cualquier contingencia.

Con este estudio de diagnóstico, prevención y reacción, sociedad y gobierno seremos asertivos cuando las circunstancias lo ameriten e invertiremos tiempo y recursos en obras o programas que reduzcan el grado de afectación que pueda provocar un fenómeno hidrometeorológico.

Para la actualización de este Atlas de Riesgo fue determinante el apoyo del Gobierno Federal a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), como co financiadora del proyecto y su participación en la supervisión técnica. Este respaldo fue crucial para contar con un documento confiable que permitirá proteger vidas y bienes.

Diciembre 2018

Jesús Nader Nasrallah

Presidente Municipal de Tampico

Contenido		Densidad de la población (por manzana en zonas urbanas)	33
Fase I. Marco teórico.....	5	1.7.2. Características sociales.....	35
1.1. Introducción.....	5	1.7.2.1. Analfabetismo	35
1.2. Antecedentes	8	1.7.2.2. Capacidades Diferentes	35
1.3. Objetivos	10	1.7.2.3. Población que habla alguna lengua indígena y no habla español.....	36
1.3.1. Objetivo general.....	10	1.7.2.4. Salud (población no derechohabiente, médicos por cada mil habitantes y tasa de mortalidad)	36
1.3.2. Objetivos particulares.....	10	1.7.2.5. Pobreza	37
1.4. Mapa Base	10	1.7.2.6. Porcentaje de población de habla indígena.....	39
1.5. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.....	12	1.7.2.7. Hacinamiento (promedio de ocupantes por cuarto) por manzana.....	39
1.6. Caracterización de los elementos del medio.....	13	1.7.2.8. Marginación por localidad y AGEB (en zonas urbanas).....	39
1.6.1. Medio Físico.....	13	1.7.3. Características de la vivienda	41
1.6.1.1. Fisiografía.....	13	1.7.3.1. Tipología de la vivienda.....	41
1.6.1.2. Geomorfología.....	15	1.7.3.2. Pisos de tierra.	42
1.6.1.3. Geología.....	16	1.7.3.3. Servicios (Agua, luz, drenaje).....	42
1.6.1.4. Edafología	17	1.7.3.4. Déficit de vivienda.	44
1.6.1.5. Hidrología	19	1.7.4. Empleos e ingresos	45
1.6.1.7. Clima	22	1.7.4.1 Sectores de ocupación, porcentaje de la PEA, razón de dependencia y tasa de desempleo abierto	45
1.6.2. Medio Socioeconómico y Biótico.....	25	1.7.5. Equipamiento e infraestructura	45
1.6.2.1. Uso del suelo.....	25	1.7.5.1. Salud.....	45
1.6.2.2. Vegetación	26	1.7.5.2. Educativo	45
1.6.2.3. Áreas naturales protegidas.....	27	1.7.5.3. Recreativo y/o de esparcimiento	47
1.7. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.....	29	1.7.5.4. Estación de bomberos, seguridad pública, albergues, ruta de evacuación, etc.)	47
1.7.1. Dinámica demográfica	30	1.7.5.5. Presas, líneas de conducción de gas y combustible, plantas de tratamiento, estaciones eléctricas, etc.	48
1.7.1.1. Análisis comparativo en valores absolutos y porcentajes de la población del municipio.....	31	1.7.6. Identificación de reserva territorial y si es parte de una Zona Metropolitana mencionar las conurbaciones principales.....	51
1.7.1.2. Proyección 2010 – 2030	32	1.7.7. Expansión de la mancha urbana de 1980 a 2015, para Ciudades mayores a 50,000 habitantes	52
1.7.1.3. Distribución de población por localidad.....	33	Fase II. Identificación de susceptibilidad y los peligros ante fenómenos perturbadores de origen natural.....	53
1.7.1.4.			

2.1. Alcance de Estudio	53	Selección de datos	93
2.2. Metodología	54	2.3.3.2. Análisis y estandarización de variables	93
2.2.1. Fenómenos naturales de origen geológico.....	55	2.3.3.3. Creación de índices	95
2.2.1.1. Vulcanismo.....	56	2.3.4. Análisis de mapas	95
2.2.1.2. Sismos	57	2.3.4.1. Homogeneización de unidades	95
2.2.1.3. Tsunamis.....	58	2.3.4.2. Interpolaciones.....	95
2.2.1.4. Proceso de remoción en masa (inestabilidad de laderas, flujos y derrumbes)	59	2.3.4.3. Álgebra de mapas	97
2.2.1.5. Hundimientos	61	2.4. Resultado del análisis	98
2.2.1.6. Subsistencia.....	62	2.5. Mapas resultantes de susceptibilidad y peligros ponderados	99
2.2.1.5. Agrietamientos.....	62	Fase III. Vulnerabilidad.	101
2.2.2. Fenómenos naturales de origen hidrometeorológico.....	63	3.1. Vulnerabilidad social	101
2.2.2.1. Ondas cálidas y gélidas.....	64	3.1.1. Características sociales y económicas	102
2.2.2.2. Sequías	66	3.1.2. Capacidad de respuesta	103
2.2.2.3. Heladas.....	69	3.1.3. Percepción local	104
2.2.2.4. Tormentas de granizo.....	71	3.2. Vulnerabilidad física.....	107
2.2.2.5. Tormentas de nieve	72	Fase IV. Riesgo / Exposición	114
2.2.2.6. Tornados	74	4.1. Evaluación de la susceptibilidad-peligro.....	114
2.2.2.7. Tormentas de polvo.....	75	4.1.1. Riesgos geológicos.....	114
2.2.2.8. Tormentas eléctricas	76	4.1.1.1. Riesgo volcánico (Caída de ceniza)	114
2.2.2.9. Ciclones tropicales	76	4.1.1.2. Riesgo volcánico (Flujos)	114
2.2.2.10. Inundaciones	78	4.1.1.3. Riesgo por sismicidad	114
2.3. Memoria de cálculo	79	4.1.1.4. Riesgo por tsunamis	115
2.3.1. Antecedentes de la existencia del fenómeno.....	80	4.1.1.5. Riesgo por deslizamiento	115
2.3.1.1. Fenómenos de origen geológico.....	80	4.1.1.6. Riesgo por flujos	116
2.3.1.2. Fenómenos de origen hidrometeorológico.....	83	4.1.1.7. Riesgo por caídas o derrumbes	118
2.3.2. Evidencias identificadas en trabajo de campo.....	92	4.1.1.8. Riesgo por hundimientos.....	120
2.3.3. Estadístico	93	4.1.1.9. Riesgo por subsidencia	120
2.3.3.1.			

4.1.1.10. Riesgo por agrietamientos	120
4.1.2. Riesgos hidrometeorológicos	120
4.1.2.1. Ondas cálidas.....	121
4.1.2.2. Ondas gélidas	121
4.1.2.3. Sequías	121
4.1.2.4. Heladas	121
4.1.2.5. Tormentas de granizo.....	121
4.1.2.6. Tormentas de nieve.....	121
4.1.2.7. Tornados	121
4.1.2.8. Tormentas de polvo	122
4.1.2.9. Tormentas eléctricas	122
4.1.2.10. Ciclones tropicales	123
4.1.2.11. Inundaciones	124
Fase V. Propuesta de Estudios, Obras y Acciones.....	137
5.1. Planteamiento de propuestas	137
5.2. Priorización de acciones.....	140
5.3. Conciliación de propuestas y priorización con autoridades locales	143
5.4. Ejemplo de estudios, obras y acciones	144
Bibliografía	147
Índice de mapas	149
Índice de figuras	150
Índice de Tablas	152
Glosario de términos	154
Abreviaturas / siglas	156
Cartografía empleada (archivos electrónicos).....	157

Fase I. Marco teórico

Esta fase consiste en desarrollar la teoría que va a fundamentar el presente Atlas de Riesgos, realizando una revisión de la literatura y cartografía de fuentes documentales y formales de información acerca del tema. Esta investigación permite detectar, extraer, recopilar e integrar información de interés para la construcción del marco teórico del documento.

1.1. Introducción

El municipio de Tampico se localiza en el sureste del Estado de Tamaulipas, en la zona costera del Golfo de México (Mapa 1), específicamente en las coordenadas extremas 22° 12' 57" latitud Norte y 97° 51' 09" longitud Oeste¹ (Mapa 2); colinda al norte y este con los municipios de Altamira y Ciudad Madero, al oeste con el Sistema Lagunar Chairel-Tamesí, y al sur, con la cuenca del río Pánuco y los municipios de Pánuco y Pueblo Viejo, Veracruz (Sánchez 2011).

En conjunto, con el área urbana continua de los municipios de Ciudad Madero y Altamira, Tamaulipas, y Pánuco y Pueblo Viejo, Veracruz, conforman la aglomeración urbana denominada Zona Metropolitana de Tampico que representa un total de 803,196 habitantes, la cual se estima que alcanzará el millón de habitantes en 2030, en una superficie urbana de 254 km².

Con un patrón expansivo característico de tipo horizontal, ya que presenta una tasa anual de crecimiento de viviendas superior al de la población (4.8% y 1.5% respectivamente). El municipio de Tampico es el principal centro de aglomeración urbana de la Zona Metropolitana, su índice de urbanización está por encima del promedio de la aglomeración urbana (99.9 % y 87.3 % respectivamente), y presenta una densidad de población urbana de 6,193 hab/km² y habitacional de 1,795 viviendas/km². Por lo que respecta a la Marginación, sólo encontramos a dos AGEB catalogadas como de Muy Alta Marginación, ubicadas en la porción Suroeste del dicho municipio. La mayoría de las AGEB, están consideradas con grados de Medio de Marginación hacia la parte Norte y en el centro y sur, se catalogan con un grado de Muy Baja Marginación (Mapa 3).

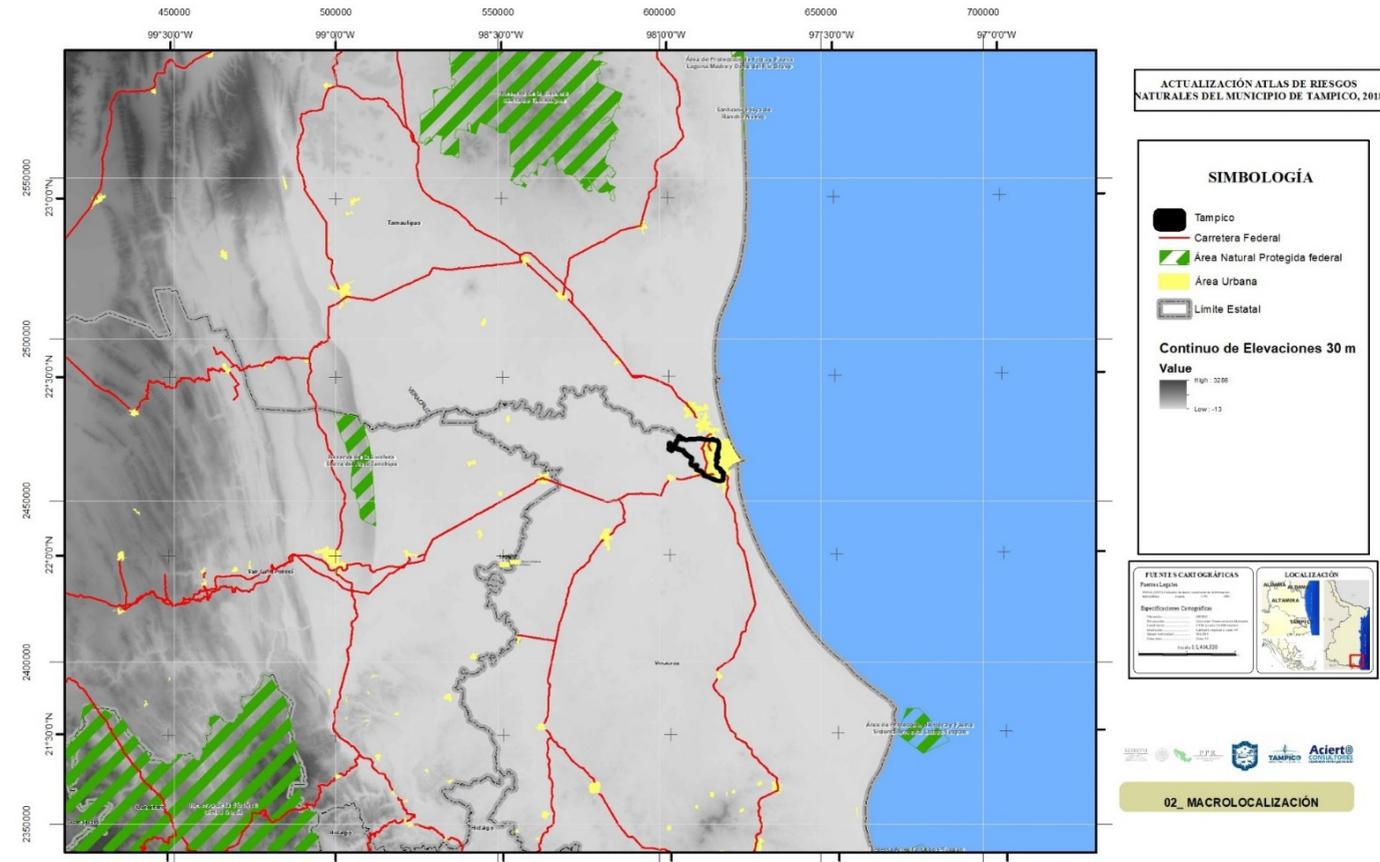
El municipio de Tampico tiene una población de 314,418 habitantes (INEGI, 2015), siendo 151,295 hombres y 163,123 mujeres; de esta población, al 2016, 94,419 habitantes son derechohabientes de servicios de salud, principalmente del Instituto Mexicano del Seguro Social, lo que representa un 30.02% de la población total, quienes son atendidas en 28 unidades médicas de servicio, siendo el municipio con mayor cantidad en todo el Estado, con 23 unidades. El municipio

cuenta con un total de 130,053 habitantes ocupados en alguna actividad económica, de los cuales el 39% son funcionarios públicos, 1.28% en actividades primarias (agricultura), 19% en secundarias (industria) y 39.72% en terciarias (comercio y servicios).

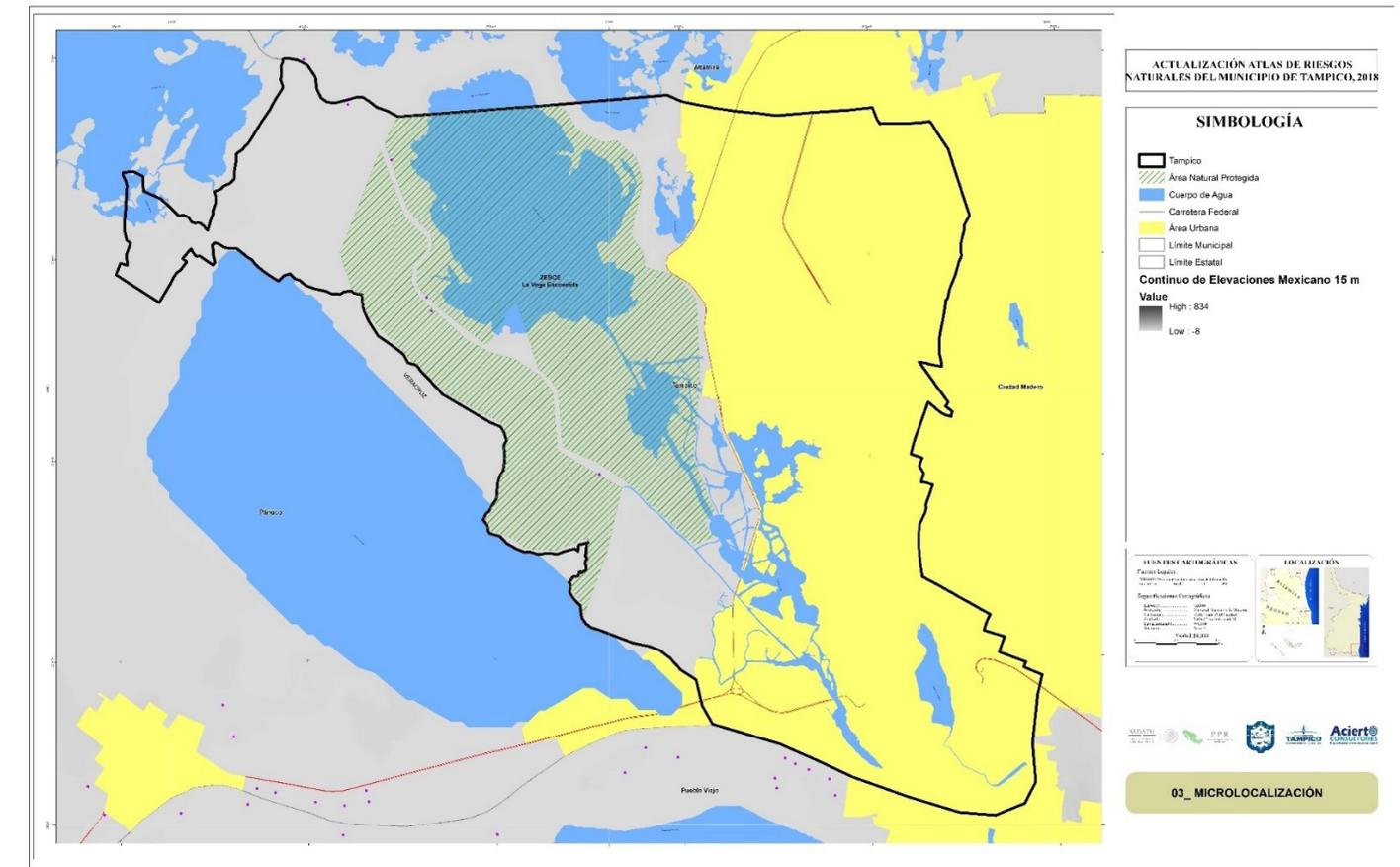
El estado de Tamaulipas cuenta con 43 municipios (Mapa 4). Entre estos, se encuentra Tampico, con una de 117.00 km², que representa el 0.2% de la superficie total estatal. De la superficie municipal, 53.61 km² abarca la zona urbana (45.81% de la superficie municipal) y 1.98 km² 1.69% de la superficie municipal) la laguna urbana El Carpintero y 61.41 km² (52.48% de la superficie municipal) del Sistema Lagunar Chairel-Tamesí que representan entre ambos, el 54.17% de la superficie municipal que se encuentra ocupado por espejo de agua y marismas que inciden en el riesgo de la población, principalmente debido a la ocurrencia de inundaciones. Situación que se comprende al contar con una temperatura media anual de 24.8°C y precipitación promedio anual de 1,132.1mm.

¹ http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/TAMS_ANUARIO_PDF.pdf

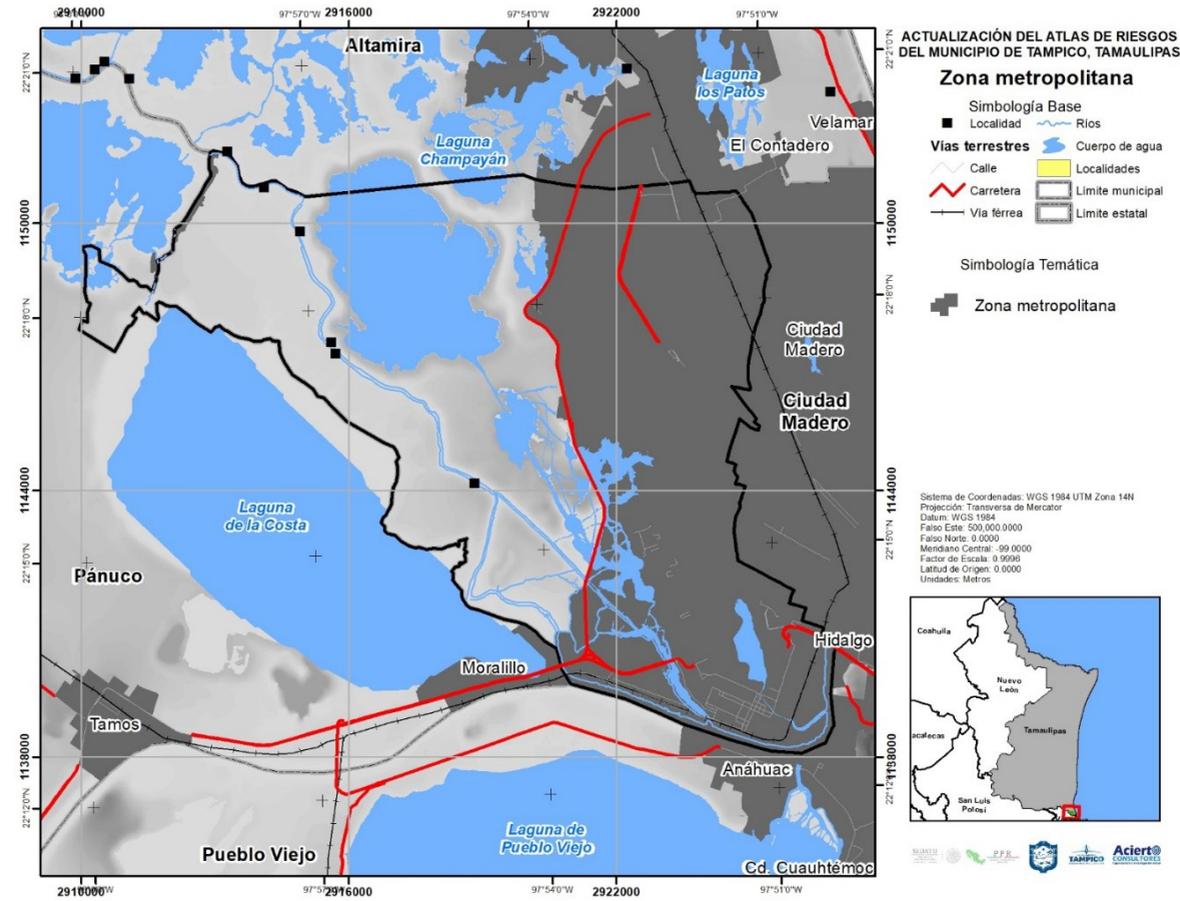
Mapa 1. Macro localización del municipio de Tampico, Tamaulipas



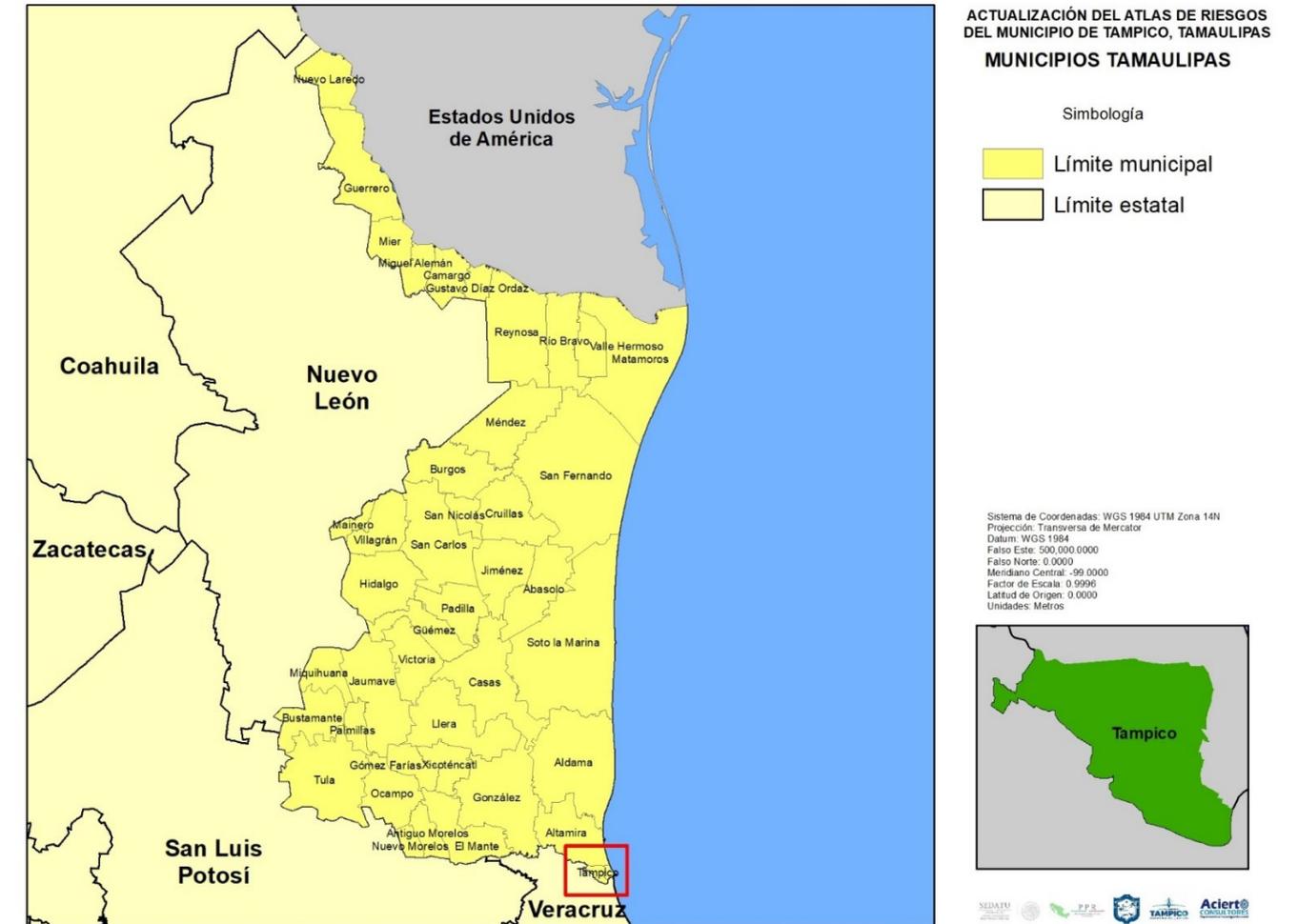
Mapa 2. Micro localización del municipio de Tampico, Tamaulipas



Mapa 3. Zona metropolitana de Tampico



Mapa 4. Municipios del Estado de Tamaulipas



1.2. Antecedentes

Un Atlas de Riesgo integra información sobre fenómenos perturbadores a los que está expuesta una comunidad y su entorno. Este instrumento identifica las zonas susceptibles de recibir daños e incluye las medidas de mitigación que sirven para evitar daños, minimizarlos o enfrentarlos de la mejor manera posible. Asimismo, identifica el peligro asociado a los fenómenos naturales y permite conocer la vulnerabilidad al peligro en la zona donde se realizan las actividades cotidianas.

Dentro de los riesgos y peligros naturales que se presentan en el municipio de Tampico, los más recurrentes se han registrado en dos grupos de fenómenos: los hidrometeorológicos y los geomorfológicos. En el primer grupo se han registrado a las lluvias de temporada, lluvias torrenciales, tormentas tropicales, embates de huracanes y vientos fuertes del norte; y en el segundo grupo está, principalmente, la remoción en masa del suelo provocada por precipitaciones pluviales extremas que favorecen la formación de escorrentías superficiales de tipo efímero e intermitentes, que son factores determinantes de procesos de erosión del suelo y de los peligros geomorfológicos. Este caso en particular, de desprendimientos y flujos de detritos, se presenta en la cuenca baja del río Pánuco, causando azolvamiento de los lechos del río, disminuyendo con ello el funcionamiento hidráulico de este e incrementando el riesgo de inundaciones en el territorio municipal.

Históricamente se puede observar que las precipitaciones pluviales extremas, son las principales causas de inundaciones, caída de rocas y flujo de detritos hacia el interior de los diferentes cuerpos de agua del municipio; causando con esto, desastres naturales cuando en su trayectoria existen y/o se encuentran asentamientos humanos e infraestructura. En este sentido, la historia de Tampico ha registrado que ha estado sometido a continuas inundaciones, como la inundación de 1955, considerada una de las más trágicas a nivel mundial, debido a la magnitud de damnificados, daños materiales, pérdidas en los sectores económicos y a la altura que alcanzó la inundación.

El origen de este fenómeno hidrometeorológico se debió a la convergencia de varios sucesos: primero a las lluvias propias de la temporada; y segundo, a las precipitaciones derivadas por el paso del Huracán Gladis en Golfo de México, aunado a la embestida directa del Huracán Hilda y a sus precipitaciones. Estos fenómenos ocurrieron secuencialmente del mes de junio hasta finales de septiembre de 1955. Su impacto fue tan impresionante que la ciudad de Tampico fue declarada zona de desastre al inundarse el 50% de su superficie, alcanzar un nivel de inundación de más de seis metros y dejando a 530 damnificados (50% de su población total en ese año).

Huracanes y ciclones son fenómenos que han azotado a la región: con “Inés” en 1966 se implementó en Tampico el Plan DN-III; en 1977 “Anita”; en 1988 el huracán “Gilberto”; para 1993 el Huracán “Gert”; en 1995 “Roxanne”; “Keith” en el 2000; en 2005 “Emily”; y finalmente “Stan” en 2007.

Dentro de los ciclones tropicales que azotaron directamente a Tampico, durante el período 1970-2008 (CONAGUA, 2012), encontramos en 1970 a “Greta” y en 1994 la depresión tropical 5, ambas presentaron vientos de hasta 55 k/h; además de precipitaciones que afectaron el caudal de agua en la cuenca del Río Guayalejo – Tamesí, incrementando su descarga al sistema lagunar de Tampico.

En cuanto a fenómenos geológicos, en algunas zonas del municipio se han identificado procesos de remoción en masa de origen gravitacional y aluvial; es decir, que se presenta caída de bloques y flujo de detritos, los cuales afectaron a varias localidades, vías de comunicación y áreas urbanas. Los procesos de remoción de masas suelen actuar en forma puntual, generalmente asociados a un detonante, como es el caso de un sismo o lluvias extraordinarias, siendo este segundo para el caso en particular.

Las lluvias acontecidas en los años 2007-2008 fueron superiores a los 150 mm en solo 24 horas, originando procesos de remoción de masa, resultando en la muerte de 3 personas, 50 viviendas afectadas y alteraciones en algunas vialidades (Sánchez, 2011). Esta cantidad de precipitación fue superada en 2011 por el paso del huracán “Arlene” que provocó lluvias de 180 mm en 24 horas.

Ante estos hechos, la sociedad de Tampico ha realizado obras de mitigación. Por ejemplo, el revestimiento de los cerros Andonegui y Sauce, ya que, en época de lluvias, se originan estos tipos de inestabilidad del suelo, poniendo en riesgo a gran cantidad de viviendas y a un gran número de personas. Sin embargo, para que esas medidas sean óptimas y con resultados positivos permanentes, se debe tener un constante mantenimiento dado la naturaleza litológica de esos cerros.

Dado todo lo anterior, podemos asumir que el peligro natural de origen hidrometeorológico que acecha permanentemente al municipio son las inundaciones. Esto asociado en la gran mayoría a huracanes, tormentas y lluvias torrenciales; por lo que la inundación en sus distintos tipos se acentúa en lugares donde la red de drenaje es ineficiente o inexistente, afectando principalmente asentamientos humanos que se encuentran próximos a las corrientes de agua de los ríos Tamesí y Pánuco y a las lagunas del Chairel y del Carpintero.

En la Tabla 1, se muestra una primera identificación de los peligros asociados en cada uno de los eventos naturales para el municipio de Tampico.

Tabla 1. Fenómenos hidrometeorológicos que han afectado a Tampico.

Tipo de declaratoria	Tipo de fenómeno	Fecha			Observaciones
		Publicación	Inicio	Fin	
Desastre	Sequía	05/06/2002	01/05/2001	30/11/2001	Sequía Atípica
Emergencia	Ciclón tropical	29/07/2005	20/07/2005	20/07/2005	Huracán "Emily"
Emergencia	Lluvias	25/09/2007	23/08/2007	29/08/2007	Lluvias e Inundaciones Atípicas
Desastre	Lluvias	04/10/2007	23/08/2007	03/09/2007	Lluvias e Inundaciones Atípicas
Emergencia	Lluvias	22/07/2008	04/07/2008	09/07/2008	Sin Observaciones
Desastre	Lluvias	26/07/2008	04/07/2008	10/07/2008	Inundación
Emergencia	Lluvias	12/08/2010	24/07/2010	24/07/2010	Inundación
Desastre	Lluvias	16/08/2010	24/07/2010	24/07/2010	Lluvia severa
Desastre	Lluvias	14/07/2011	30/06/2011	02/07/2011	Tormenta Tropical Arlene
Emergencia	Lluvias	15/07/2011	01/07/2011	02/07/2011	Tormenta Tropical Arlene
Desastre	Lluvias	25/09/2013	16/09/2013	16/09/2013	Huracán Ingrid
Emergencia	Lluvias	27/09/2013	16/09/2013	16/09/2013	Huracán Ingrid
Emergencia	Lluvias	14/11/2016	03/11/2016	03/11/2016	Lluvia severa
Desastre	Lluvias	14/11/2016	03/11/2016	03/11/2016	Lluvia severa

Fuente: Elaboración propia con datos del Diario Oficial de la Federación. 2018.

Por su localización geográfica, en la cuenca baja del río Pánuco, así como su relativa cercanía a la línea costera, el municipio de Tampico se encuentra expuesto a los ciclones tropicales del Golfo de México. Factor determinante de las precipitaciones pluviales extremas que ocasionan procesos geomorfológicos dinámicos como remociones en masa e inundaciones.

La distribución espacial de la cuenca del Río Pánuco también favorece la concentración de precipitaciones extremas en la serranía, disminuyendo su intensidad hacia la costa; registrando valores por encima en las estaciones climáticas ubicadas en la desembocadura del río Pánuco. Esto contribuye a incrementar los peligros geomorfológicos en la ciudad y la incidencia de tormentas y huracanes. Aunado a esto, el nivel de precipitaciones promedio genera que el municipio esté expuesto a riesgos de inundación con alta frecuencia.

Si a lo anterior sumamos la presión que ejerce la población por ocupar espacios vulnerables, tenemos como resultado el incremento en el grado de exposición a riesgos por fenómenos hidrometeorológicos, geomorfológicos y antrópicos; por lo que se deberán determinar y adoptar políticas públicas para regular la distribución de la población y restringir áreas para el desarrollo de zonas urbanas.

Finalmente, un punto importante a considerar es la presión derivada de los usos y costumbres de los pobladores en la ocupación de espacios naturales que no son aptos para el establecimiento de espacios habitacionales. Es decir, estas zonas donde la vocación natural del territorio es para realizar actividades de ecoturismo como la Laguna del Carpintero, entre otras; donde deben establecerse políticas de desarrollo integral y de conservación alineadas al desarrollo económico, urbano y ambiental de forma sustentable y con niveles bajos de riesgo, tanto en los ámbitos de exposición a peligros como de vulnerabilidad de la población.

Ante todo esto, la población del municipio ha asumido el compromiso de crear o participar en la integración de sus Atlas de Riesgo, a nivel municipal, regional y estatal, con el fin de contar con instrumentos que contengan información sobre fenómenos perturbadores a los que están expuestos, la identificación de las zonas susceptibles de recibir daños y las posibles las medidas de mitigación que servirán para minimizar o enfrentar de la mejor manera posible los fenómenos naturales. Esta herramienta cumple con varios objetivos, por un lado, es instrumento de gestión para la prevención de riesgos y, por otro, facilita la planeación urbana, el ordenamiento territorial sustentable y de este se desprenden estrategias de prevención, apoyando de manera decidida a la toma de decisiones para una efectiva planeación y gestión urbana.

A la fecha se identifican los siguientes instrumentos:

- Atlas de riesgos del estado de Tamaulipas (2010)
- Atlas de riesgo de los municipios de Tampico, Madero y Altamira (2009)
- Atlas de riesgos naturales del municipio de Tampico (2011)

Estos Atlas de Riesgos también se desarrollaron con el propósito de que las Unidades de Protección Civil (municipales y estatal) se apoyen en la atención y prevención de desastres con una herramienta ágil y dinámica, que permita su permanente actualización.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar un estudio geo científico que permita diseñar un plan de prevención de desastres mediante la identificación de los principales fenómenos perturbadores a nivel municipal para la posterior ejecución de programas, proyectos, obras o acciones que contribuyan a mitigar los riesgos y peligros naturales en Tampico, Tamaulipas.

1.3.2. Objetivos particulares

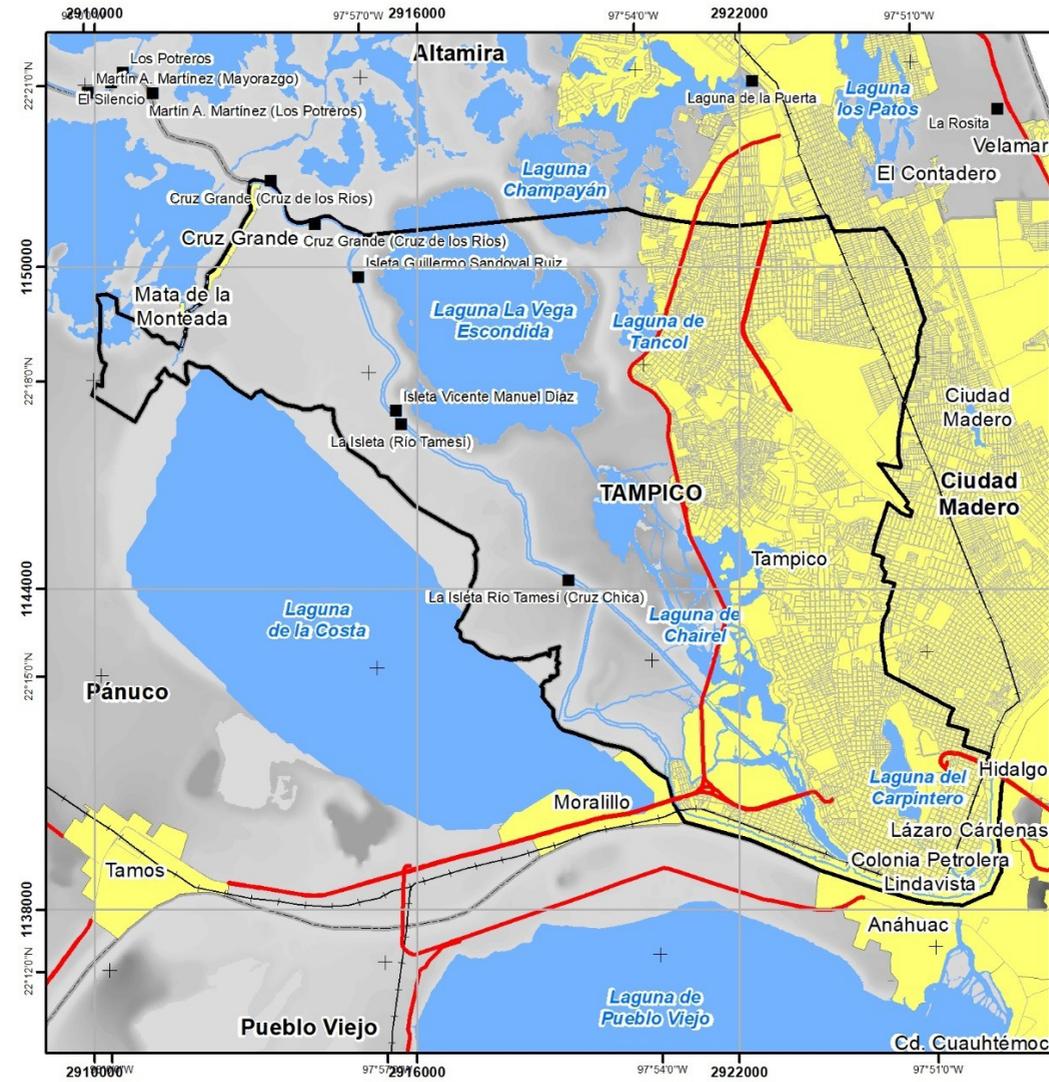
- Identificar y describir los peligros naturales en apego a los lineamientos de SEDATU.
- Generar y representar cartográficamente el municipio de Tampico, de acuerdo con los principales riesgos y peligros naturales que se presenten dentro de su territorio.
- Determinar la susceptibilidad, riesgo, peligro y vulnerabilidad basado en índices de riesgos dentro de cada una de las zonas identificadas.
- Generar una base de datos geoespacial y un sistema de información geográfica con datos por temática y de los distintos fenómenos perturbadores.
- Obtener un instrumento de información confiable y capaz de integrarse a una base de datos nacional.
- Determinar y priorizar los proyectos, obras y acciones a implementar para prevenir y mitigar por los distintos tipos de fenómenos perturbadores identificados a nivel municipal.
- Definir las medidas de prevención y mitigación a implementar.
- Implementar un programa de comunicación social que coadyuve al fortalecimiento del capital humano y social del municipio de Tampico en cuanto para la prevención y mitigación de los riesgos y peligros dentro de este municipio.

1.4. Mapa Base

La base cartográfica digital georreferenciada del Atlas de Riesgo se integra en el denominado *Mapa base*, que constituye el vínculo geográfico de todas las capas temáticas que se incluyen en el proyecto y que lo soportan. Tiene información topográfica básica de límites político-administrativos, hidrografía, vías de comunicación, rasgos culturales, líneas de conducción y equipamiento. Se trata de una base de datos cartográfica que tiene como sustento el conjunto de datos vectoriales de información del año 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con Datum WGS84 y proyección UTM de la zona 14N, Esferoide GRS 1980 y escala 1:50,000, así como del Compendio de Información Geográfica Municipal 2010, Tampico, Tamaulipas. A nivel de límite municipal, se contempla la superficie perimetral del mismo, la cual fue delimitada por el INEGI en su Marco Geoestadístico Municipal 2013 y en la que es posible visualizar las principales vías de comunicación, hidrología, límites y curvas de nivel en una escala de 1: 20,000 mediante una representación lineal de dichos rasgos (Mapa 5), de igual forma es posible visualizar las áreas urbanas como manchas (Mapa 6) y las localidades rurales como puntos.

Las fuentes básicas de curvas de nivel, carreteras e infraestructura provienen de las cartas topográficas arriba mencionadas, a partir de la cuales se determinó que la unidad mínima cartografiable para el análisis, según la escala de representación, es de una hectárea. Para el componente físico, se utilizaron las cartas: Edafológica Serie II, de Uso de Suelo y Vegetación Series III, IV y V y la Geológica, todas a escala 1:250,000 para tener uniformidad en el análisis. Esta base sirve de soporte para la producción de los productos cartográficos del presente Atlas de Riesgo del Municipio de Tampico.

Mapa 5. Mapa base del municipio de Tampico

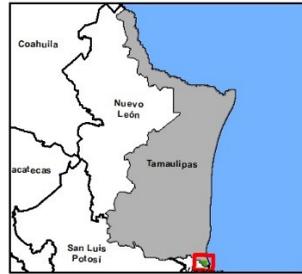


ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TAMPICO, TAMAULIPAS

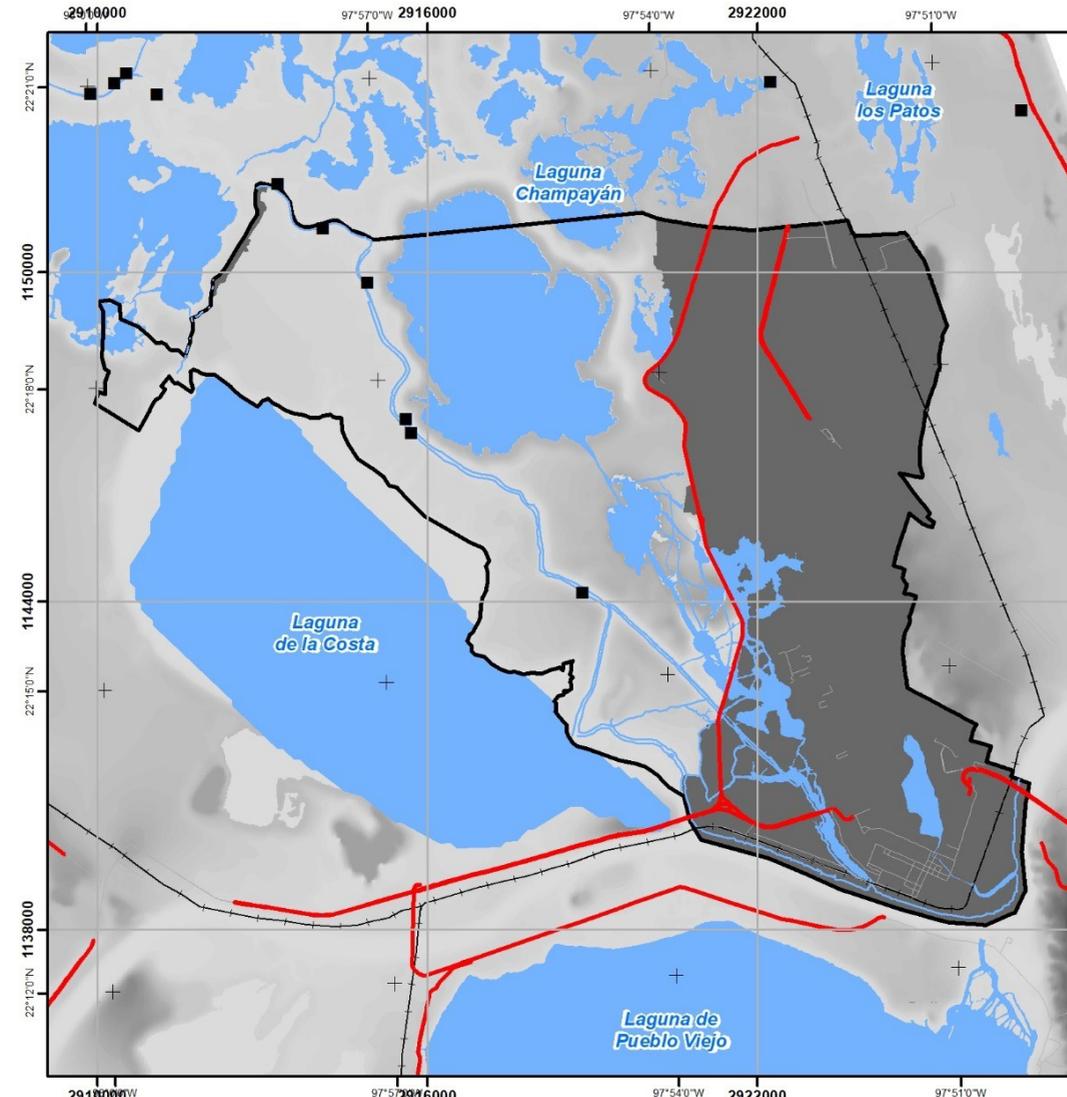
MAPA BASE

- Simbología Base**
- Localidad
 - Ríos
 - Calle
 - Carretera
 - Via férrea
 - Cuerpo de agua
 - Localidades
 - Limite municipal
 - Limite estatal

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 14N
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984
 Falso Este: 500,000.0000
 Falso Norte: 0.0000
 Meridiano Central: -99.0300
 Factor de Escala: 0.9996
 Latitud de Origen: 0.0000
 Unidades: Metros



Mapa 6. Área urbana del municipio de Tampico



ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TAMPICO, TAMAULIPAS

ÁREA URBANA

- Simbología Base**
- Localidad
 - Ríos
 - Calle
 - Carretera
 - Via férrea
 - Cuerpo de agua
 - Localidades
 - Limite municipal
 - Limite estatal

Simbología Temática

- Área Urbana

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 14N
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984
 Falso Este: 500,000.0000
 Falso Norte: 0.0000
 Meridiano Central: -99.0300
 Factor de Escala: 0.9996
 Latitud de Origen: 0.0000
 Unidades: Metros



1.5. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

La escala de un mapa se refiere a la relación existente entre la distancia gráfica lineal entre dos puntos en el mapa y la distancia que existe entre dichos puntos en la superficie terrestre. En este sentido, el espacio geográfico puede ser representado a diversas escalas, pudiendo representarse desde todo el planeta, o todo un continente o país, hasta un municipio o una manzana.

Cada una de estas representaciones a diferente escala constituye un nivel de análisis distinto y una escala de representación cartográfica, con sus características, comportamientos, relaciones e interacciones internas y externas propias. Al definir la escala de representación cartográfica, es necesario considerar que también se estarán definiendo la naturaleza de las relaciones, las variables o indicadores que forman parte del territorio, así como los niveles de información y generalización. Considerando esto, se infiere que no es posible utilizar mapas a una misma escala para todas las necesidades, ya que estas varían en función de lo que se requiere representar (Gómez Escobar, 2004).

La organización Asociación Cartográfica Internacional (ACI) establece que existen cuatro categorías de escalas, de acuerdo con la porción de tamaño que abarcan, siendo estas las escalas grandes, medias, pequeñas y muy pequeñas.

En la Tabla 2, se desprende que aquellas escalas menores a 1:2'500,000, no cuentan con un gran detalle en la información y podrían abarcar extensas superficies o distancias lineales, las variables que se incluyen a este nivel son muy diferentes a las que se incluirían a una escala grande, por ejemplo 1:20,000, donde el detalle es mucho mayor, la superficie de análisis es mucho menor, las distancias más cortas, y las variables que configuran el territorio a esta escala son muy diferentes.

Asimismo, se puede inferir que el nivel de generalización en cada uno de los casos es muy diferente. En cuanto a las escalas chicas, la información contenida en el mapa se encuentra muy generalizada, ya que no sería posible incluir a detalle todos los elementos que conforman el territorio, mientras que, en los mapas con escala grande, la generalización es menor, ya que a ese nivel podrían apreciarse fenómenos o elementos que no se observan cuando se analizan de forma general a una escala chica.

Tabla 2. Categorías de escalas cartográficas

Categorías	Escalas
Grandes	1:2 000, 1:5 000, 1:10 000, 1:20 000, 1:25 000
Medias	1:50 000, 1:75 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:250 000
Pequeñas	1:500 000, 1:1 000 000; 1:2 500 000
Muy pequeñas	Menores de 1:2 500 000

En este sentido, se considera que para la actualización del Atlas de Riesgos de Tampico es necesario contar con el suficiente detalle que muestre las variables del territorio que configuran a una escala detallada el espacio municipal, y que permitan contar con información a nivel de manzana. Por ello, se considera que la escala 1:20,000 es la escala adecuada para cumplir con los requisitos planteados en los objetivos de este documento.

Asimismo, para desarrollar este documento, se consideró la metodología propuesta en los términos de referencia para la elaboración de atlas de peligros y/o riesgos 2018 de la SEDATU, que establece el análisis y escala de fenómenos de acuerdo con la Tabla 3.

Tabla 3. Cuadro de análisis y escala de fenómenos

Tipo	Nivel de análisis
	2. Sismos
	3. Tsunamis
Geológico	4. Inestabilidad de laderas
	5. Flujos
	6. Caídos o derrumbes
	7. Hundimientos
	8. Subsistencia
	9. Agrietamientos
	10. Ondas cálidas y gélidas
	11. Sequías
	12. Heladas
	13. Tormentas de granizo
Hidrometeorológico	14. Tormentas de nieve
	15. Ciclones tropicales
	16. Tornados
	17. Tormentas de polvo
	18. Tormentas eléctricas
	19. Lluvias extremas
	20. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres

Fuente: Elaboración propia con información de los “Términos de referencia para la elaboración de atlas de peligros y/o riesgos 2018”. SEDATU. Basados en Fenómenos perturbadores de acuerdo con la Ley General de Protección Civil (Art. 2 Fracc. XXII-XXIII / DOF 06-06-2012)

1.6. Caracterización de los elementos del medio

1.6.1. Medio Físico

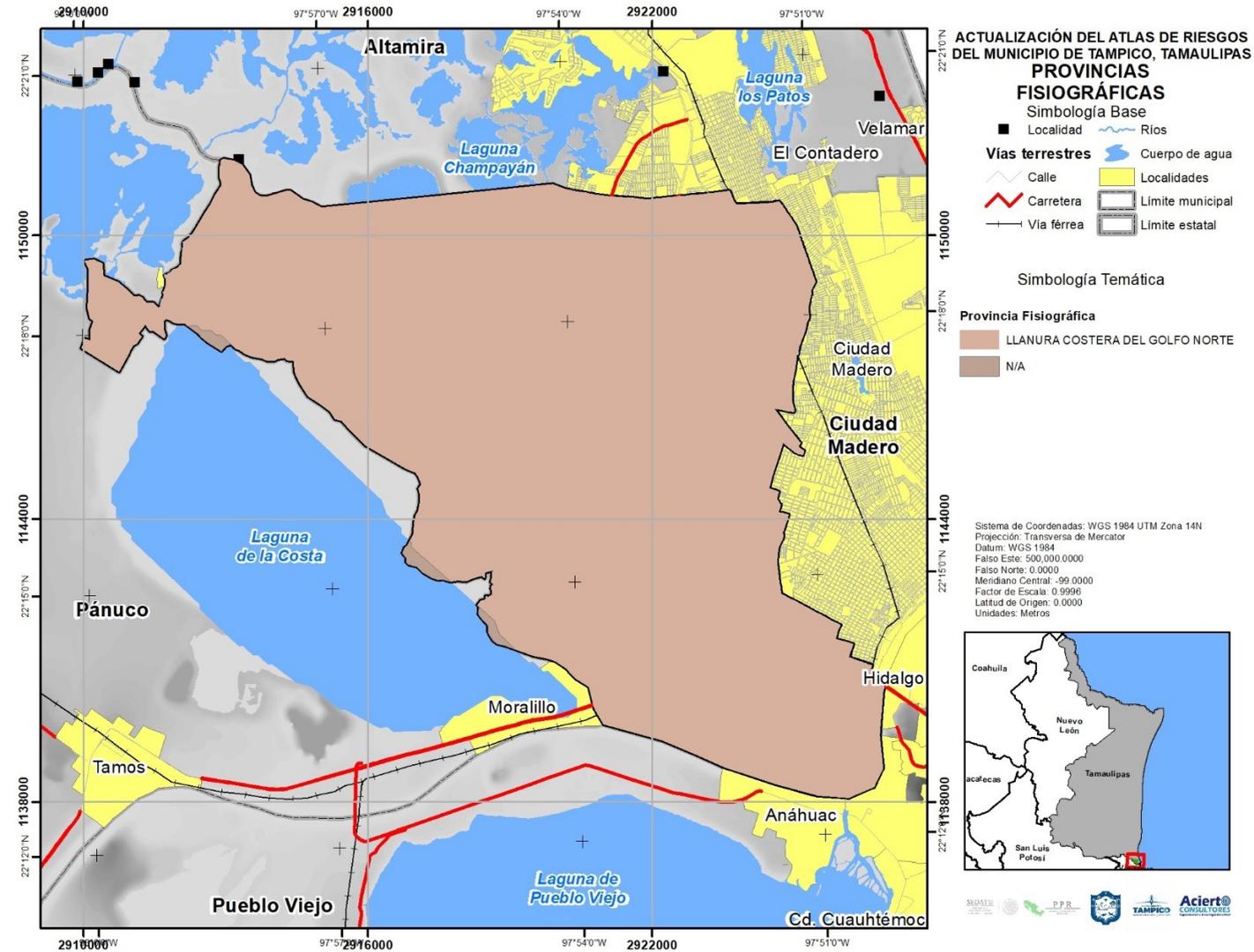
1.6.1.1. Fisiografía

El municipio de Tampico se encuentra inmerso dentro de la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte, según la clasificación de estas en la República Mexicana (E. Raisz, 1964). Se extiende por el bordo de todo el Golfo de México y se caracteriza por tener rasgos topográficos suaves en los sedimentos arcillo-arenosos del mesozoico, que son interrumpidos por la Sierra de Tamaulipas, constituida por rocas sedimentarias calcáreo-arcillosas del cretácico, plegadas por efectos tectónicos o intrusiones de rocas ígneas. Esta provincia comparte territorio con los Estados Unidos de América, abarcando las costas de Texas hasta Luisiana. En territorio mexicano comprende parte de los estados de Hidalgo, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz (Mapa 7).

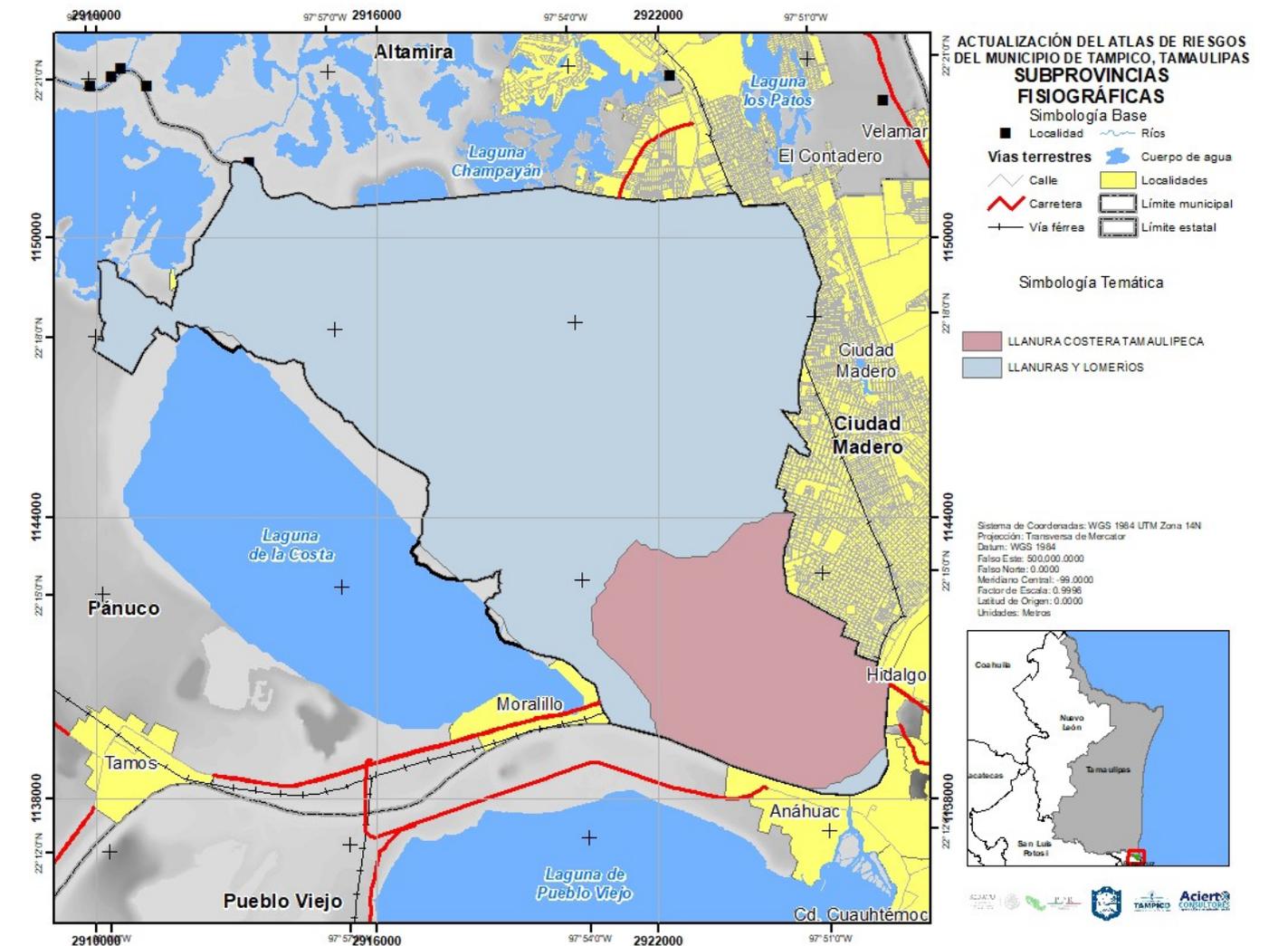
Tampico está conformado por una costa emergida, interrumpida por algunas sierras aisladas como la de Tamaulipas, de San Carlos y Cruillas, la Serranía del Burro, entre otras elevaciones. Hacia el noroeste hay una alternancia de lomeríos con extensas llanuras que son recorridas por numerosos ríos (el Bravo, el Soto, la Marina, el Tamesí, el Pánuco, el Grijalva y el Usumacinta), que depositan una gran cantidad de sedimentos, formando las barras de Nautla y Tecolutla. Además, existen lagunas costeras como Laguna Madre, Laguna de Catemaco y Laguna de San Andrés.

En el municipio se encuentran también dos Subprovincias fisiográficas (Mapa 8): la primera corresponde a “llanuras y lomeríos”; y la segunda a la “llanura costera tamaulipeca” (INEGI, 2018).

Mapa 7. Provincia fisiográfica



Mapa 8. Subprovincias fisiográficas



1.6.1.2. Geomorfología

Tamaulipas se caracteriza por contar con extensas planicies con pequeñas elevaciones de apenas unos cuantos metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y lomeríos de baja altura. Se caracteriza además por su contraste en el relieve topográfico, con presencia de cadenas montañosas altas y alargadas de la Sierra Madre Oriental y menores como las sierras de Tamaulipas y San Carlos. Al interior de estas se pueden encontrar amplios valles, cañadas profundas, llanos, etc., mientras que a sus costados se cuenta con extensas zonas de pie de montes.

La región costera a la que pertenece el municipio se identifica por una amplia llanura y una planicie costera ligeramente inclinada hacia el oriente, interrumpida por pocas elevaciones de pendientes suaves casi horizontales, lomeríos arenosos, planicies aluviales, entre otras. Dentro de sus principales componentes se encuentran lagunas, ríos, arroyos, lagunas marginales hacia la zona litoral, además de barras, dunas costeras y playas con depósitos litorales y eólicos alineados norte-sur². Seguida de una planicie lagunar que ocupa una superficie plana y recta con cordones de dunas y suelos residuales, sobre los márgenes de los ríos y arroyos y limitada por una barra prelitoral de depósitos aluviales de topografía suave, particularmente en las desembocaduras de deltas.

Las estructuras en forma de derrames basálticos y hacia sus bordes son más comunes, las rocas ígneas se manifiestan como manchones con orientación norte-sur, compuesta por geoformas circulares y alargadas de baja altura, con cuerpos dómicos relacionados a cuerpos intrusivos. Presenta un drenaje meándrico y dendrítico intermitente asociado a la zona del delta del río Pánuco, con amplias superficies de inundación que forman pequeñas lagunas que depositan sedimentos recientes.

Los cambios del drenaje indican una variación litológica no muy marcada, debido a la similitud de las unidades y a su poca resistencia a la intemperie y la erosión. La descripción de los principales rasgos geomorfológicos del municipio de Tampico se observa en la Tabla 4 y su distribución en el Mapa 9.

El municipio de Tampico pertenece a la región denominada “La Huasteca Tamaulipeca”. Esta zona, al igual que la cuenca central, se ubica en el litoral del Golfo de México y la Sierra Madre Oriental. Al norte tiene como límite a dicha cuenca y al sur están los Estados de San Luis Potosí y Veracruz, en los cuales, al igual que Puebla, Hidalgo y Querétaro, está emplazada la gran huasteca mexicana.

La porción tamaulipeca ocupa los municipios de Llera, Gómez Farías, Xicoténcatl, Ocampo, Antiguo Morelos, Nuevo Morelos, Mante, González, Aldama, Altamira, Madero, Tampico y la parte sur de los de Casas y Soto La Marina, y en sus dominios se hallan las cuencas de los ríos Tamesí, Barberena, Tigre y Carrizal.

Las actividades comerciales, industriales y petroleras de las ciudades de Tampico y Madero, las sitúan como las más desarrolladas del estado de Tamaulipas; y, al igual que el puerto industrial de Altamira, cuentan con amplias posibilidades de expansión económica y demográfica. Ciudad Mante constituye un centro urbano secundario cuyas ocupaciones principales son la industria azucarera, el comercio y la agricultura³.

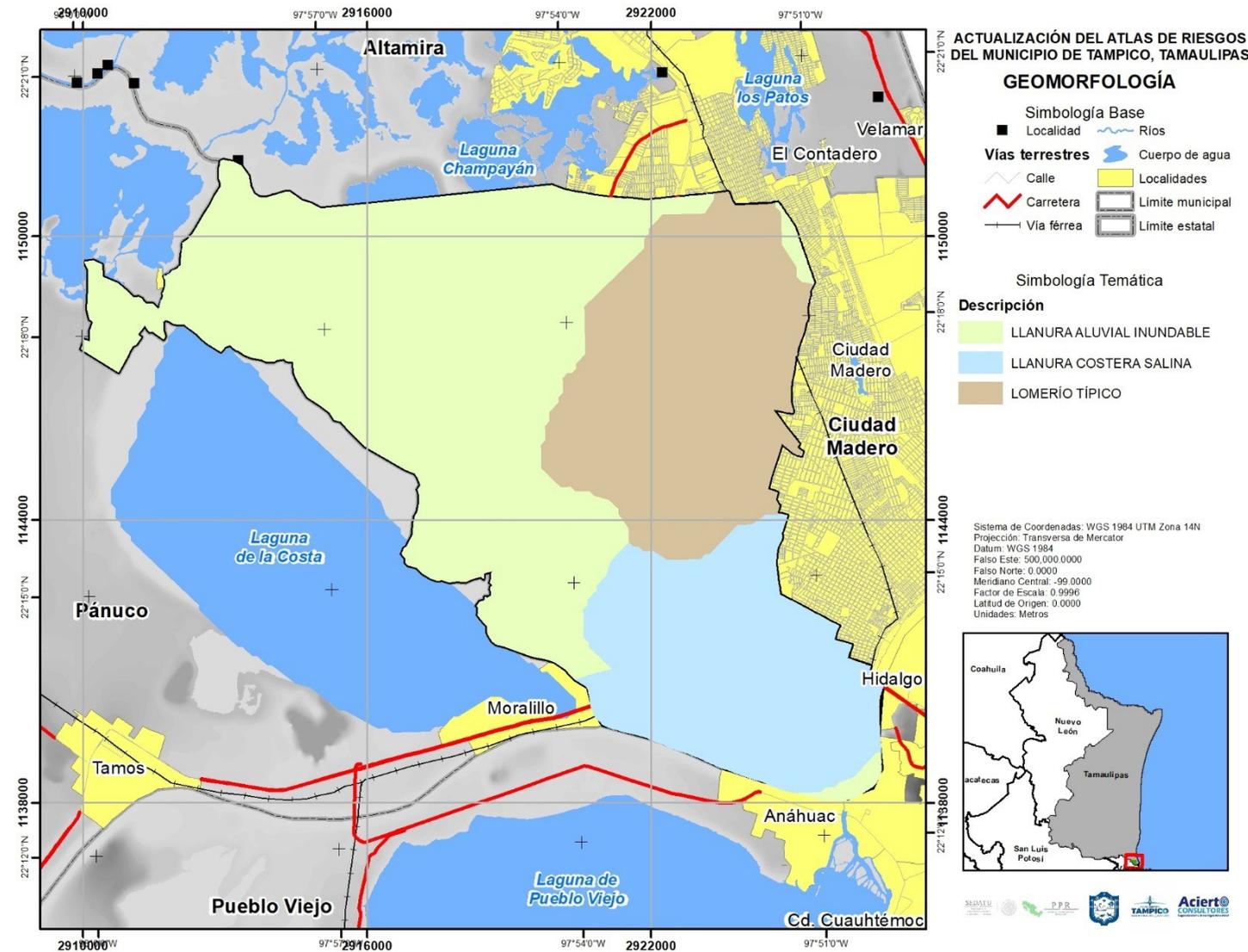
Tabla 4. Principales rasgos geomorfológicos del municipio Tampico.

Rasgo Geomorfológico	Descripción	Superficie en hectáreas	% en relación a la superficie municipal
Llanura Aluvial Inundable	Terreno llano colindante de un río, sujeto a inundaciones y constituido por aluviones depositarios del río; originado por la migración de la franja de meandros aguas abajo, sedimentario en épocas de inundación, cuando se eleva por encima del límite del canal del río y se expande a la llanura aluvial. Superficie relativamente plana con pocas variaciones en sus alturas, además de tener contacto con medios sedimentarios que incorporan materiales en su superficie.	6,003	52.3%
Llanura Costera Salina	Es una prolongación del continente y frecuentemente producto de aluviones amontonados, originados por el descenso del mar o por la elevación de la tierra, son amplias superficies planas, parcial o totalmente descubiertas de la vegetación, donde agentes erosivos (principalmente el viento) remueven las partículas finas de los suelos.	2,462	21.5%
Lomeríos Típicos	Es una elevación del terreno de poca altura, normalmente de forma redondeada, que se considera como el primer grado de altura después de la llanura. Comprende elevaciones de terreno de tamaño y altura menor respecto a la sierra, y estructuras como cerros y lomas.	3,004.1	26.2%

² <https://www.tamaulipas.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/36/2011/12/ATLAS-DE-RIESGOS-MPIOS-TAMPICO-MADERO-Y-ALTAMIRA.pdf>

³ <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM28tamaulipas/regionalizacion.html>

Mapa 9. Geomorfología



1.6.1.3. Geología

Gran parte del estado de Tamaulipas está constituido por rocas sedimentarias, con edades en el rango geocronológico del paleozoico al cuaternario; de origen marino o continental con predominancia de las primeras. Con presencia de rocas ígneas cenozoicas, rocas metamórficas, precámbricas y paleozoicas, así como depósitos no consolidados del cuaternario.

Sus suelos están distribuidos como relleno de valles, con gruesos espesores hasta la porción oriental de la Planicie Costera del Golfo. En cuanto a geología económica, cuenta con vastos yacimientos que representan una relevante explotación de hidrocarburos. Por ejemplo, en 1979 existían 104 campos de explotación petrolera, 52 de estos producían 12.5 millones de barriles anuales, que representó el 2.1 % del nacional y 3,525.1 millones de metros cúbicos anuales de gas natural que corresponden al 11.7% de la producción nacional. Además, existen dos refinерías instaladas en Reynosa y Ciudad Madero.

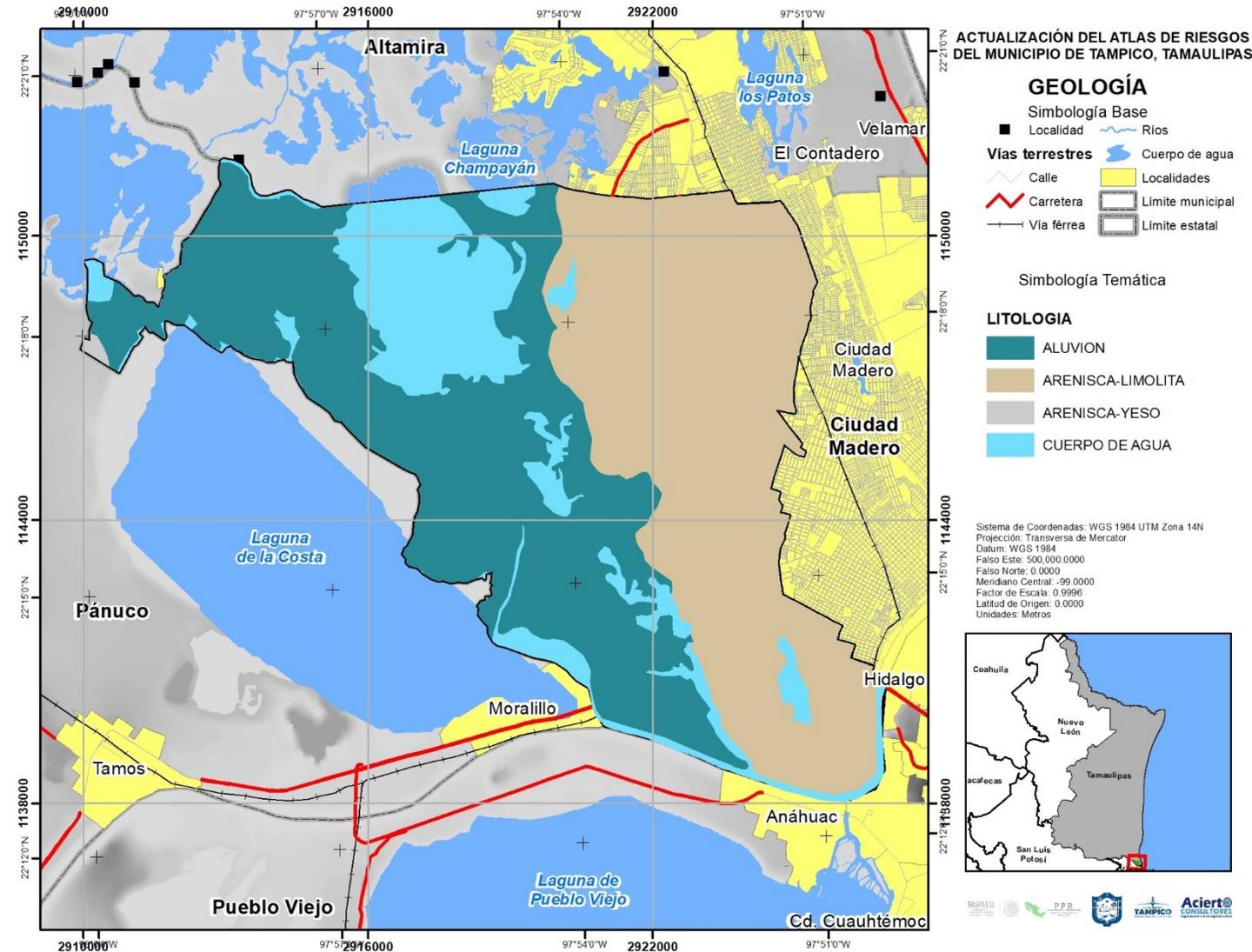
Tampico pertenece a la provincia geológica de la Llanura Costera del Golfo Norte, que abarca la mayor parte de Tamaulipas y se caracteriza por la existencia de dos cuencas sedimentarias, donde se depositaron rocas terciarias formadas principalmente por aluviones con características que varían de acuerdo con el ambiente en que se depositaron, que puede ser continental (deltas y barras) o marino somero (epinerítico). Estas cuencas se localizan en la porción norte – occidente y centro sur⁴.

El 41.7% (4,783.10 hectáreas) de la superficie tampiqueña está cubierta por rocas de origen sedimentario, específicamente areniscas-limolitas, se distribuyen en la parte norte-sur y este del territorio municipal; mientras que 41.3% de la superficie está conformada por depósitos de aluviones, traídos por las corrientes de los ríos. Todos los cuerpos de agua presentan una distribución en la porción central y con dirección norte – sur, ocupando 1,923.30 hectáreas (16.8% del municipio). Finalmente, la parte norte-occidental, presenta 19.6 hectáreas (0.2%) de porción de la unidad geológica de arenisca – yeso (Mapa 10).

La llanura costera del Golfo Norte emergió en la era cenozoica, sus llanuras están formadas por materiales marinos cubiertos por un delgado aluvión. Desde el punto de vista geológico, la mayor parte de las rocas son sedimentarias, calizas y lutitas cretácicas en las sierras de San Carlos y de Tamaulipas; calizas terciarias y lutitas depositadas al noreste de Tamaulipas (cuenca de Burgos) y otras al sudeste (cuenca de Tampico-Misantla). En esta provincia es posible encontrar intrusiones de rocas ígneas ácidas e intermedias, rocas de origen volcánico y básicas, del terciario al cuaternario, distribuidas al norte de Tamaulipas y cerca de Ciudad Mante.

⁴ http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825220822/702825220822_2.pdf

Mapa 10. Geología



1.6.1.4. Edafología

La conformación de los suelos en Tampico tiene su origen en los procesos de transporte y depósito de materiales traídos de las partes altas de las cuencas. El tipo de suelo de mayor cobertura en el municipio es el cambisol (57.5%), seguido por los solonchack (39.6%), mientras que regosoles (2.3%) y vertisoles (0.5%) ocupan poca superficie territorial. A continuación, se describen y representan cada uno de ellos (Mapa 11).

Cambisol.- Del latín *cambiare*: cambiar, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima, excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar una capa con terrones en el subsuelo, que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. Incluye algunos suelos delgados colocados encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es **(B)**. Es un tipo de suelo presente en la porción norte del municipio, enmarcado por la frontera con el municipio de Altamira y rodea el sistema lagunar de Altamira y Tampico, ocupa una superficie de 2,274.4 hectáreas, es decir, el 57.5% del territorio municipal. Por lo general, este tipo de suelos son poco desarrollados y presentan en el subsuelo una capa con terrones y vestigios del tipo de roca subyacente.

Regosol.- Del griego *reghos*: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Se ubican en diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Son de poco desarrollo y no presentan capas muy diferenciadas. En general, son claros o pobres en materia orgánica, se parecen a la roca que les da origen. En México son el segundo tipo de suelo más importante por su extensión, ocupan un 19.2%. Se asocian a Litosoles con afloramientos de roca o tepetate, son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Incluye a los suelos arenosos costeros empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos. En otros estados del centro se cultivan granos con resultados de moderados a bajos. Para uso forestal y pecuario tienen rendimientos variables. El símbolo cartográfico para su representación es **(R)**. Este tipo de suelo se localiza al norte y centro del municipio, en el borde de la zona urbana y de la zona de marismas y lagunas; abarca una superficie de 91.3 hectáreas (2.3% del municipio). Para este tipo de suelo se incluyen los arenosos costeros, los cuales son los representativos para esta región.

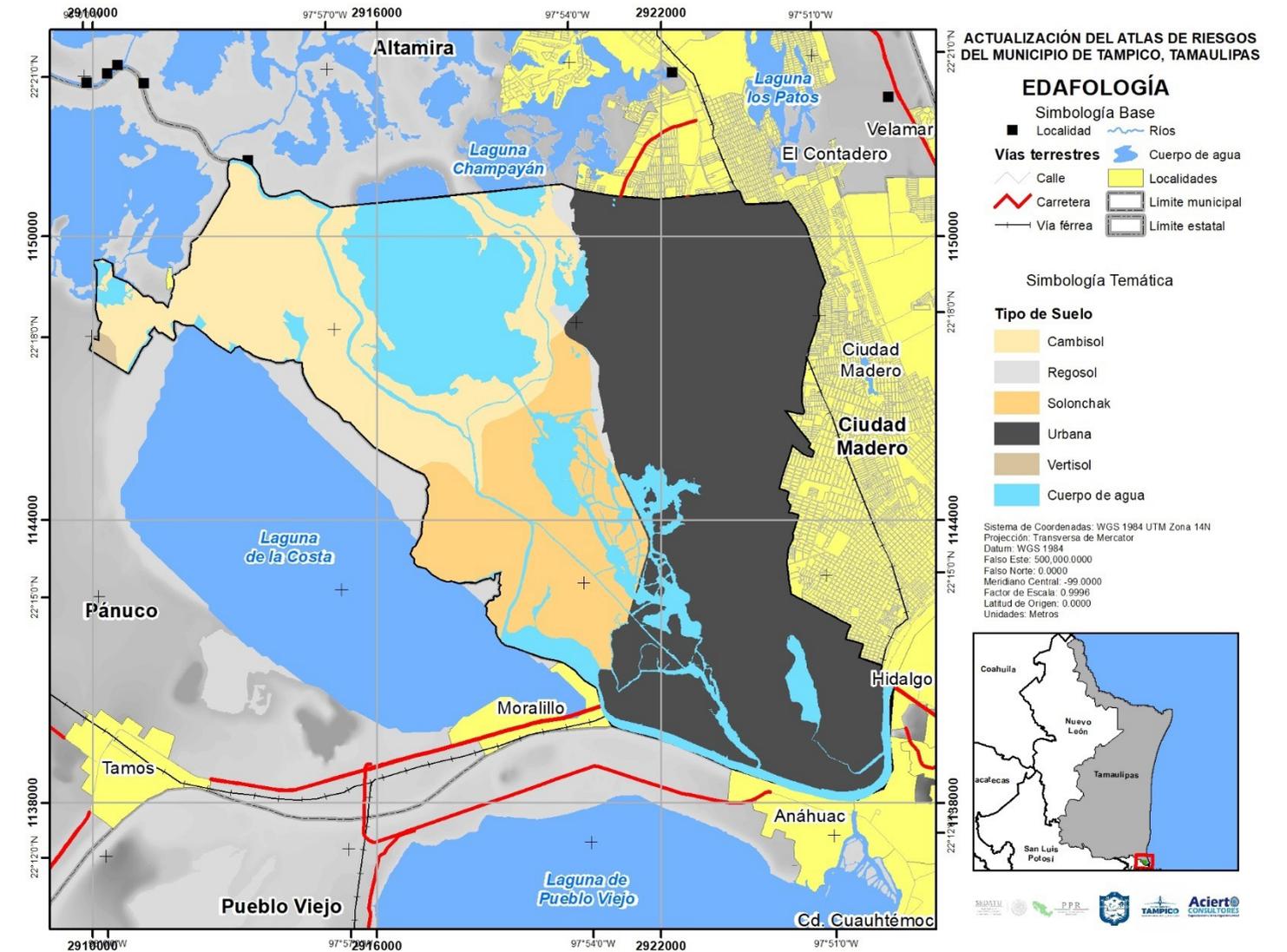
Solonchak.- Del ruso *sol*: sal. Son suelos literalmente salinos y se ubican en concentraciones de salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Contienen alto contenido de sales y la vegetación típica es el pastizal u halófilas. No se recomienda para uso agrícola ya que requiere de lavado. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal, pero con rendimientos

bajos. Su símbolo es **(Z)**. Es el segundo en importancia por la superficie que ocupa, 1,565.70 hectáreas que representan el 39.6% de Tampico, se ubica en la porción sur-suroeste del municipio.

Vertisol.- Del latín *verteré*: voltear. Es un suelo que se revuelve o que se voltea. Se les encuentra en climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. Su vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Caracterizados por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y, que, por ser colapsables en seco, pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. En la zona centro y oriente de México presenta una coloración entre negro y gris oscuro, en el norte del país es de color café rojizo. Son suelos buenos para uso agrícola, ocupan importantes distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. En estos suelos se produce la mayor parte de caña, cereales, hortalizas y algodón. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización. Su símbolo es **(V)**. Se presenta en pequeños manchones al oeste del municipio, lo que representa el 0.5% de su superficie (21.5 hectáreas), en la Isleta Pérez y la colonia Vicente Manuel Díaz.

El resto de la superficie está ocupado por el área urbana de la ciudad de Tampico y por la superficie que ocupan los acuíferos.

Mapa 11. Edafología



1.6.1.5. Hidrología

La red hidrográfica del municipio de Tampico está compuesta por los ríos Pánuco y Tamesí, los cuales confluyen en su parte suroeste. El primero de ellos forma una cuenca de 96,958 km² y arroja un caudal de 16,500 millones de m³ anuales. La unión de estos ríos forma una de las corrientes más caudalosas de la República Mexicana que desemboca en el Golfo de México. Otros cuerpos de agua lo constituyen las lagunas del Chairel, Carpinteros y numerosas vegas y esteros. Además, cuenta con recursos como los Esteros, El Salado, El Conejo, el del Norte, así como las lagunas del Camalote, Champayán y Altamira (Mapa 12).

El territorio municipal de Tampico está ubicado en la Región Hidrológica Pánuco (97%) y San Fernando-Soto La Marina (3%); en las cuencas del Río Tamesí (86%), del Río Tamesí (11%) y de la Laguna de San Andrés-Laguna Morales (3%). Se ubica en las cuencas Río Pánuco (Guayalejo) y Río Tamesí; y comprende los municipios de Aldama, Altamira, Antigua Morelos, Cd. Madero, Gómez Farías, González, Jaumave, Llera, Mante, Nuevo Morelos, Ocampo, Tampico y Xicotécatl.

La región cuenta con tres distritos de riego:

1. 029 Xicotécatl.
2. 002 Mante.
3. 092 Pánuco las Ánimas.

En la Región Hidrológica hay 325 unidades de riego para el desarrollo rural, con una superficie total de 40,091 hectáreas y 4,070 usuarios. Los tres distritos de riego suman 78,607 hectáreas y 9,991 usuarios. En total los usuarios de riego son 14,061, y la superficie total de riego 118,698 hectáreas⁵.

Tampico cuenta con 85,640.30 hectáreas de cuerpos de agua. El 77.1% de estos (65,994.30 h) corresponden a cuerpos de agua perennes, mientras que el 22.9% (19,646.1 h) corresponden a cuerpos de agua intermitentes. Los cuerpos de agua de mayor importancia son las lagunas de la Vega Escondida, Tancol, Champayán, del Chairel y Carpintero. Además, la laguna de la costa se encuentra en los márgenes del municipio y es compartida con el estado de Veracruz. La importancia de este último cuerpo de agua radica en que funciona como vaso de captación para el abastecimiento de agua potable para la población de Tampico y de Ciudad Madero.

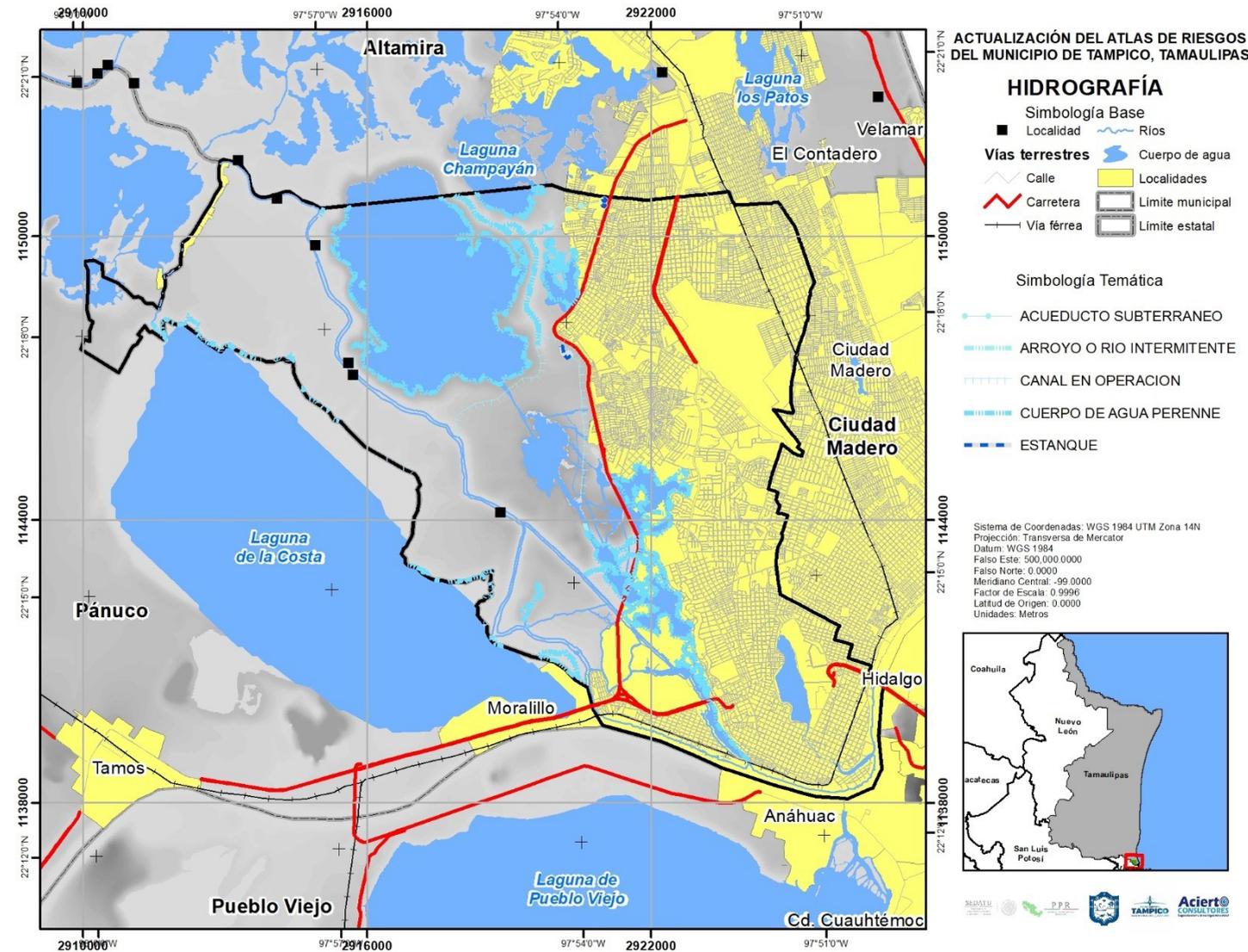
La laguna del Carpintero, con una superficie aproximada de 0.55 km² y una profundidad máxima de seis metros, rodea la zona urbana de Tampico y Ciudad. Madero. La laguna la Vega Escondida, con una superficie aproximada de 22.17 km² se localiza en el noroeste del municipio, tiene gran importancia como refugio de aves y como parte del área natural protegida estatal La Vega Escondida.

Las lagunas Tancol y del Chairel, tienen su importancia ecológica al permitir la conectividad de los cuerpos de agua, a través de los canales que comunican las diferentes lagunas, además de que permiten drenar los sobrantes de la laguna del Carpintero.

Es importante mencionar que el municipio está sujeto a cambios de marea del Río Pánuco, por lo que en ocasiones el flujo de corriente cambia de sentido. Asimismo, en estas regiones lagunares, además de las zonas que cubren los ríos y cuerpos de agua anteriormente descritos, también se cuenta con numerosas vegas y esteros.

⁵ CEAT. 2018. Región Hidrológica 26 (Río Pánuco).

Mapa 12. Hidrografía



1.6.1.6. Cuencas y subcuencas

Subcuenca del Río Pánuco

Se encuentra en la porción oriente y cubre 1.23% del área. En el estado limita al norte con la cuenca Río Tamesí (B) y al occidente con la cuenca denominada Río Tamuín (C), ambas de la Región Hidrológica 26. Existen algunos escurrimientos de carácter intermitente que se originan en las partes relativamente altas de la zona y vierten sus aguas a los lagos Chajil y Cerro de la Pez (Marland) principalmente.

La temperatura media anual registrada para esta región es de 24° a 26.3 C, mientras que la precipitación total anual es de 800 a 1 000 mm. El rango de escurrimiento es de 100 a 200 mm y se tiene como infraestructura hidráulica una serie de canales que aprovechan las aguas para regar las zonas de cultivo de una porción del Distrito de Riego 92, Río Pánuco-Las Ánimas Chicayan-Pujal Coy. En el estado incluye sólo a la subcuenca a, Río Pánuco.

Subcuenca del Río Tamesí

Se ubica en el oriente y ocupa sólo 0.54% del territorio potosino. En la entidad limita al sur con la cuenca denominada Río Pánuco (A) y al suroeste con la cuenca conocida como Río Tamuín (C), ambas de la Región Hidrológica 26. Dentro de esta cuenca se originan algunos escurrimientos de carácter intermitente que son afluentes del río Tantoán, el cual es de régimen perenne y cuyas aguas son aprovechadas en el estado de Tamaulipas.

El clima predominante en esta zona presenta una temperatura media anual de 24° a 26°C, mientras que la precipitación total anual varía de 800 a 1 200 mm, incrementándose hacia la sierra de Tanchipa, al occidente de la cuenca. El rango de escurrimiento es de 200 a 500 mm y existe como infraestructura hidráulica una diversidad de canales que irrigan el resto del Distrito de Riego 92 (Río Pánuco-Las Ánimas-Chicayan-Pujal Coy) fuera del estado. Tiene una sola subcuenca denominada a, Río Tamesí (INEGI, 2002).

En ambas subcuencas, existe un alto índice de transformación humana de los ecosistemas naturales que se desarrollan dentro de estas zonas de producción de agua. Este índice, consiste en la estimación, relativa a la superficie de la cuenca, del porcentaje de modificación que han sufrido los sistemas naturales por la acción antropogénica; esto es, el área relativa que ha sido alterada o sustituida por los seres humanos y que puede relacionarse con la pérdida de su funcionalidad hídrica y, consecuentemente, de todos los servicios ambientales que dicha funcionalidad conlleva (Revenge et al., 1998). Esta alteración hídrica fundamentalmente se genera a partir de la pérdida de la cobertura vegetal natural, la cual ocasiona, a su vez, procesos de degradación concatenados como la erosión de suelos, el azolve y contaminación de los cauces y zonas ribereñas, y la alteración de las variables del ciclo hídrico de la cuenca en términos generales (como la evapotranspiración, la infiltración y la escorrentía). Por ende, el índice de transformación es una

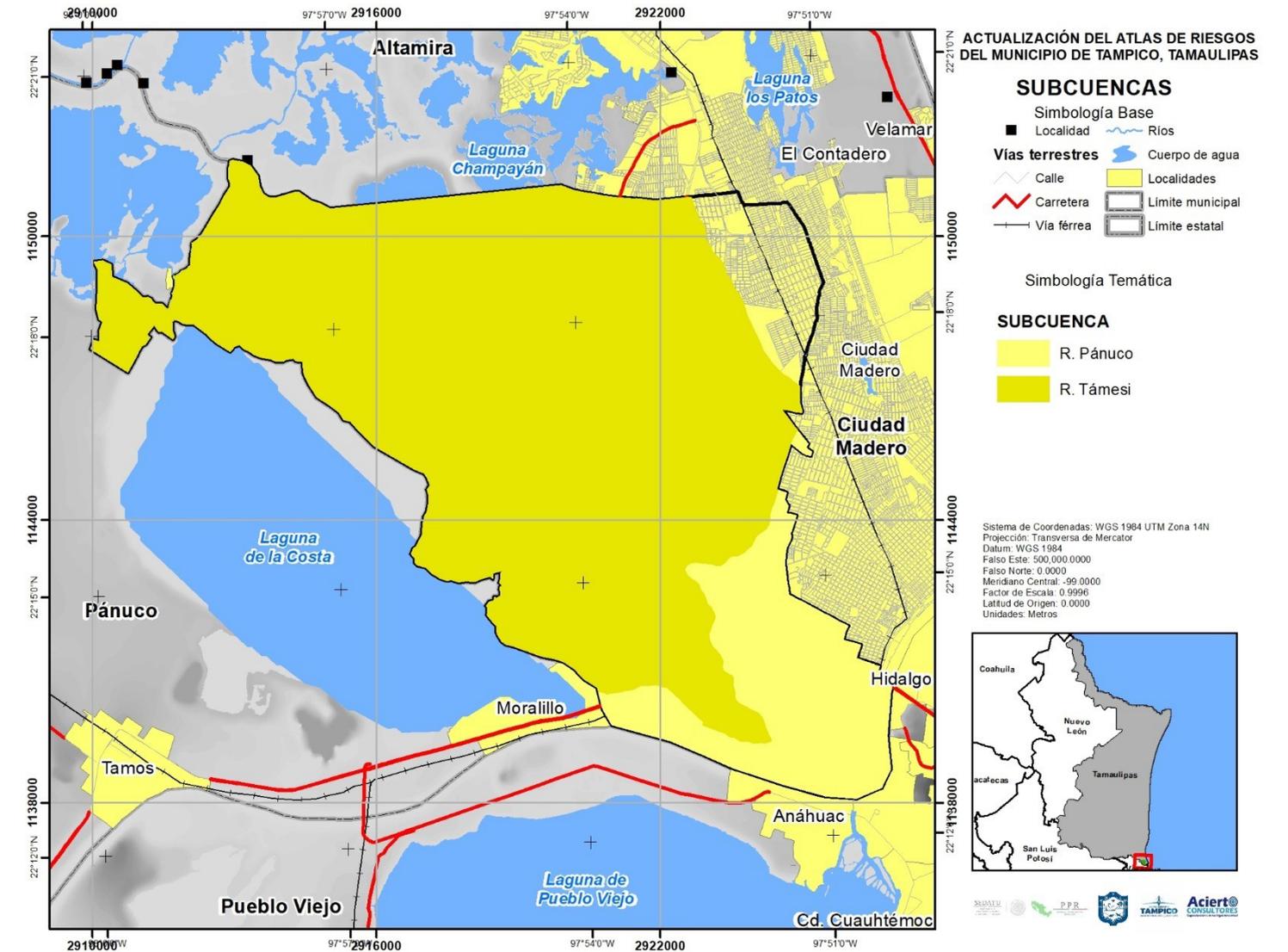
medida global que nos ayuda a inferir el grado en el que potencialmente la cuenca ha perdido sus funciones eco hidrológicas básicas, cuando se carece de datos específicos y, sobre todo, a escalas geográficas pequeñas (regionales). Esta estimación puede ser complementada con la condición (estado de conservación y la fragmentación) en la que se encuentran los sistemas naturales de una cuenca (Walker et al., 2006).

Para la Cuenca del Río Pánuco, se estima que la transformación de la vegetación original es de un 25 y 50% de la superficie total de la cuenca (Cuevas - Fernández, et al., 2010).

La principal problemática de estas subcuencas es el crecimiento de la frontera agropecuaria en las áreas de mayor humedad de la cuenca, es decir, la parte baja de la misma. Esto aunado a la caza ilegal de la fauna local, hacen que poco a poco se vaya perdiendo la integridad ecológica de esta importante cuenca, la cual es una de las más extensas en todo el país.

Como se comentó anteriormente, el municipio se ubica en su mayoría en la cuenca del río Pánuco, y cuando menos en dos subcuencas, siendo las de mayor cobertura territorial río Tamesí, y Subcuenca río Pánuco⁶ (Mapa 13).

Mapa 13. Subcuencas hidrológicas



⁶ Información tomada de datos vectoriales de CONABIO, Subcuencas hidrológicas de México, disponibles en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/subcu1mqw.xml? httpcache=yes& _xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl& _indent=no

1.6.1.7. Clima

El clima del municipio de Tampico es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas promedio anuales de 24°C, alcanzando las más altas un promedio de 36.8°C y las mínimas un promedio de 9.7°C. Con dos subtipos dentro de la demarcación territorial, siendo el de mayor cobertura el tipo Aw_0 , con porcentaje de lluvia invernal menor a 5%, abarcando la porción norte-oeste. Con una menor cobertura se encuentra el tipo Aw_1 , con porcentaje de lluvia invernal con rangos de entre 5 a 10.2% (Vargas et al. 2017) (Mapa 14).

De acuerdo con lo anterior y con la clasificación de Köopen modificado por E. García (1987), en la Tabla 5 se describen las características cada uno de los climas presentes.

- Cálido sub-húmedo (Aw_1).- Con temperatura media anual mayor de 22°C y en el mes más frío es mayor de 18°C. La precipitación del mes más seco es menor a los 60 mm, presenta lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Se localiza al sur del municipio, ocupando una superficie de 1,286.80 hectáreas, que corresponde al 11.2% del área total.
- Cálido sub-húmedo (Aw_0).- La temperatura media anual es mayor a 22°C y en el mes más frío rebasa los 18°C. El registro de precipitación en el mes más seco es entre los 0 y 60 mm, presenta lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Se localiza en la mayor parte del municipio, 88.8% de la superficie total, lo que es igual a 10,182.40 hectáreas.

Tabla 5. Características Climáticas del municipio de Tampico

Clima	T°/ Humedad	Temperatura			Precipitación	Superficie del municipio (ha)
		Media anual	Mes más frío	Mes más cálido	mes más seco	
$A(w_1)$	Cálido, subhúmedo, el más seco	>22°C	>18°C	>22°	<60 mm	1,286.80
$A(w_0)$	Cálido, subhúmedo, humedad media	>22°C	>18°C	>22°	0-60 mm	10,182.40

Fuente: Elaboración propia

Los vientos predominantes en otoño e invierno son los denominados “nortes”, mientras que en las otras estaciones varían de sur a norte. La región se encuentra región expuesta a fenómenos de tipo hidrometeorológico, como los ciclones y vientos huracanados, los cuales han dañado seriamente al municipio.

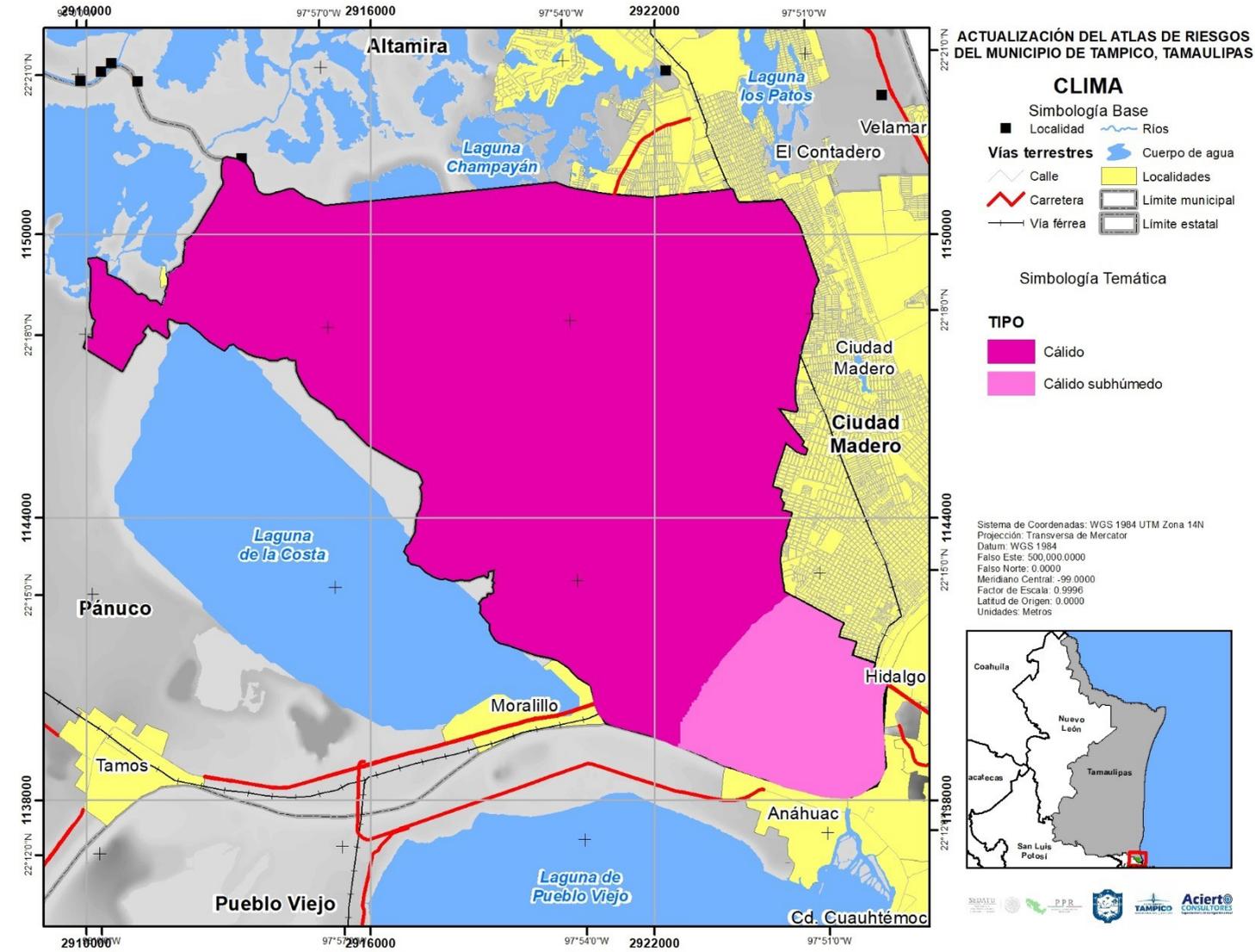
En términos de la precipitación pluvial, Tampico recibe una precipitación anual de más de 1,000 mm al año en la mayor parte de su superficie. Existe un gradiente en la precipitación, que va de noroeste a sureste incrementándose conforme

se acerca a la costa. En el noroeste se concentra la menor precipitación, registrándose hasta 1,000 mm anuales (10.7% de la superficie del municipio). El rango de 1,000 a 1,050 mm anuales es el predominante, abarcando el 46.3% de la superficie. El rango de 1,050 a 1,100 ocupa el 41.2%, mientras que los mayores valores de 1,100 a 1,150 mm se encuentran en únicamente 1.8% del municipio (Mapa 15).

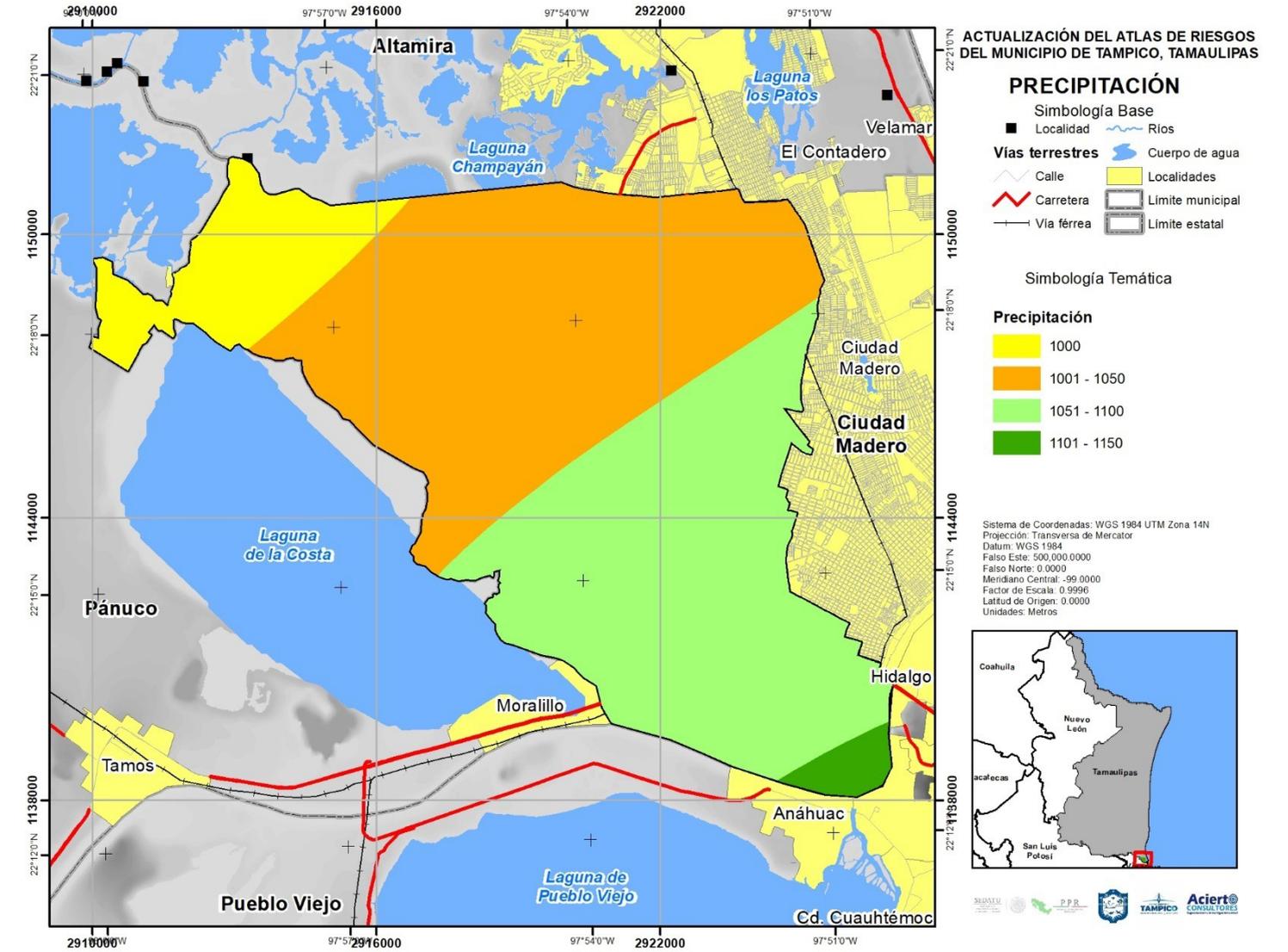
En relación con la temperatura mínima que sea registrado a nivel municipal, encontramos que hay dos polígonos que han presentado temperaturas mínimas de -1.5° C: el primero se ubica en la parte oeste con 2,304.7 hectáreas (20.1%); y el segundo se encuentra al noreste con una superficie de 104.3 hectáreas (0.9 %). La mayor parte del territorio municipal, 9.033.80 hectáreas que representan el 78.9% del total de Tampico, han experimentado temperaturas mínimas de hasta -1° C, como se aprecia en el Mapa 16.

Referente a las temperaturas máximas, tenemos cuatro zonas con registros de temperaturas máximas: el primer polígono, con temperatura de 41.5° C, se encuentra en la porción noreste del territorio municipal abarcando 3,143.2 hectáreas; el segundo polígono representa temperaturas de 42° C y se ubica en la parte norte y este en una superficie de 4,227.8 hectáreas; el tercero muestra 4,071 hectáreas en el sureste – noroeste que alcanzaron los 42.5° C; finalmente una pequeña porción (0.7 hectáreas) llegaron a los 43°C en la parte noroeste (Mapa 17).

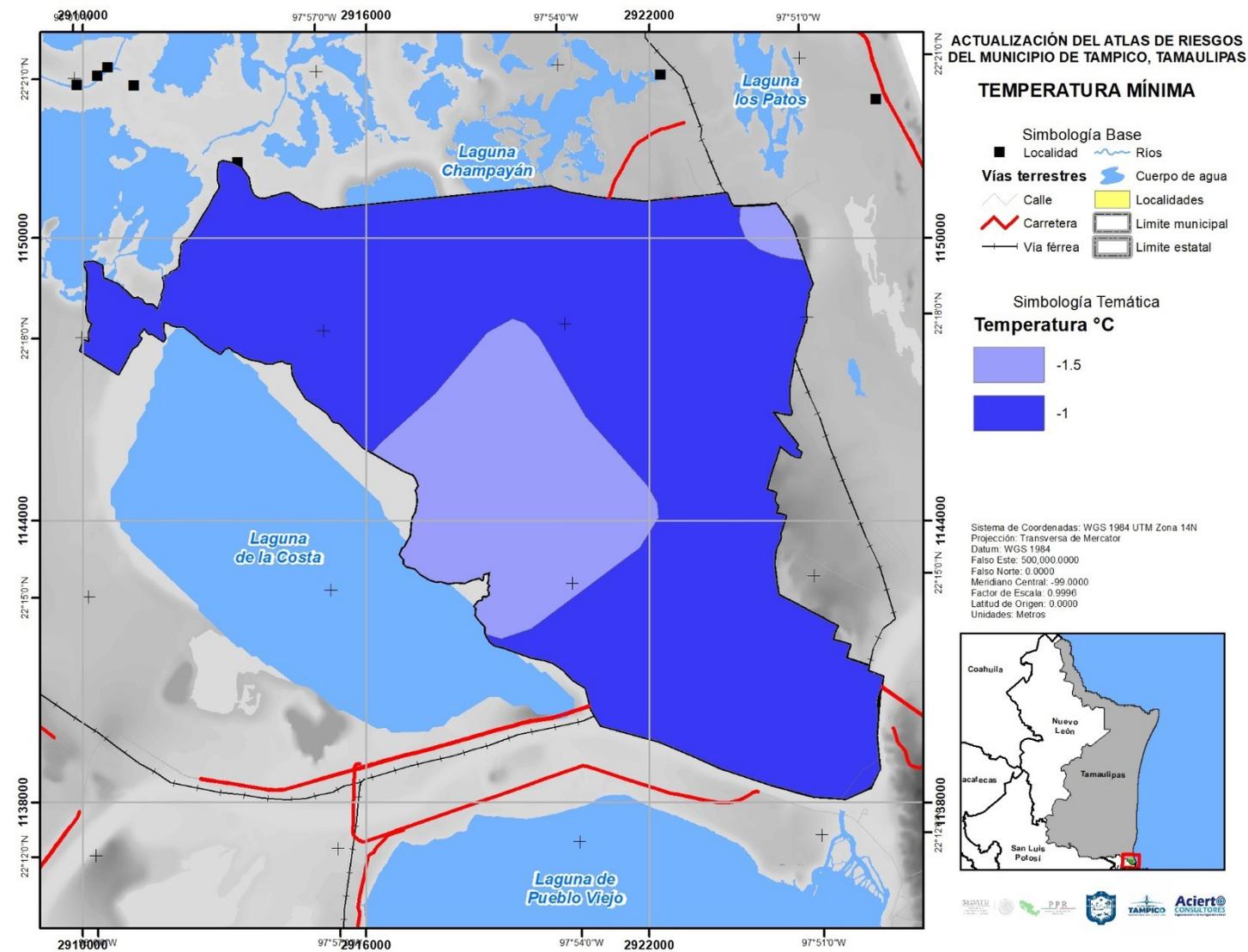
Mapa 14. Climas



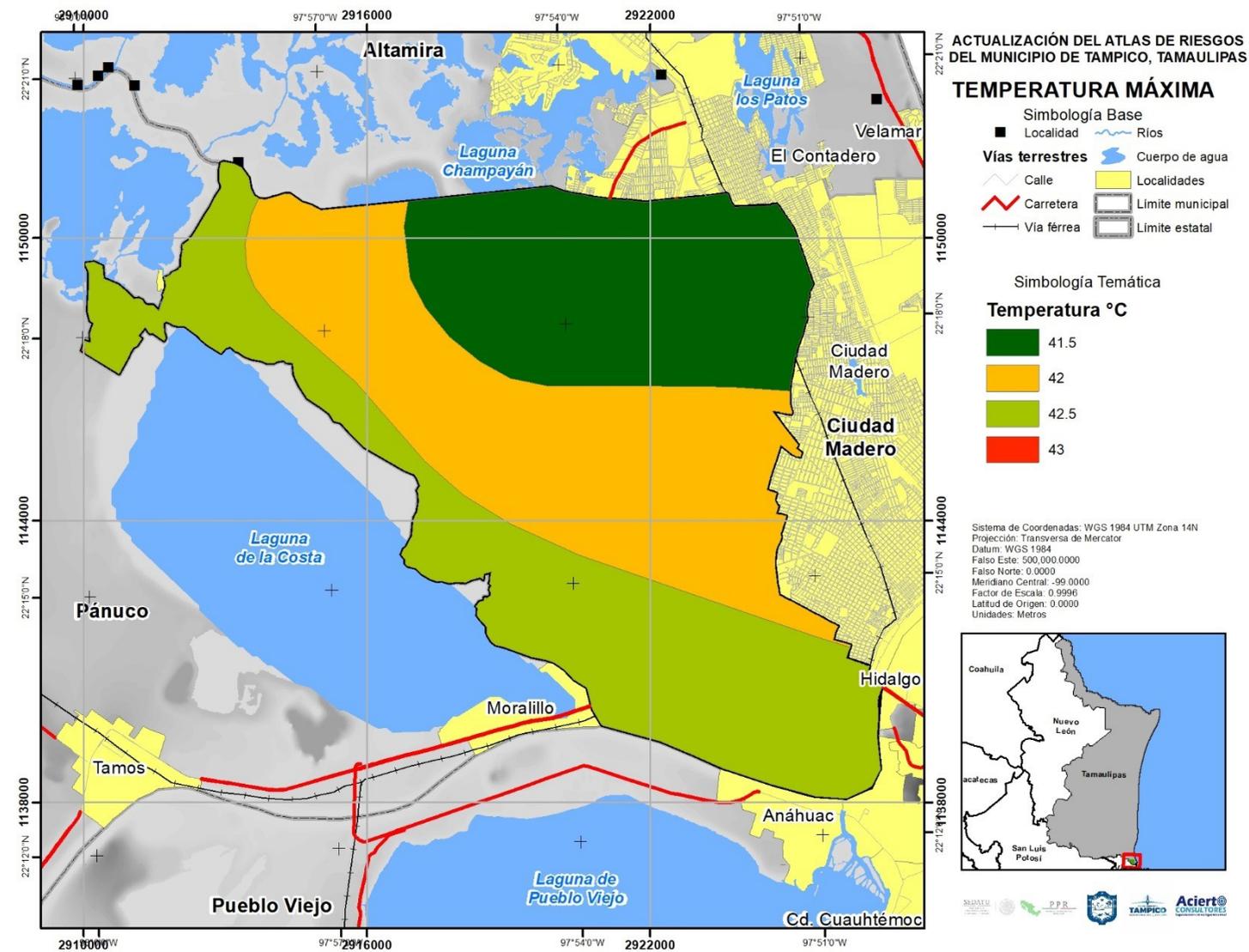
Mapa 15. Precipitación



Mapa 16. Temperaturas mínimas



Mapa 17. Temperaturas máximas



1.6.2. Medio Socioeconómico y Biótico

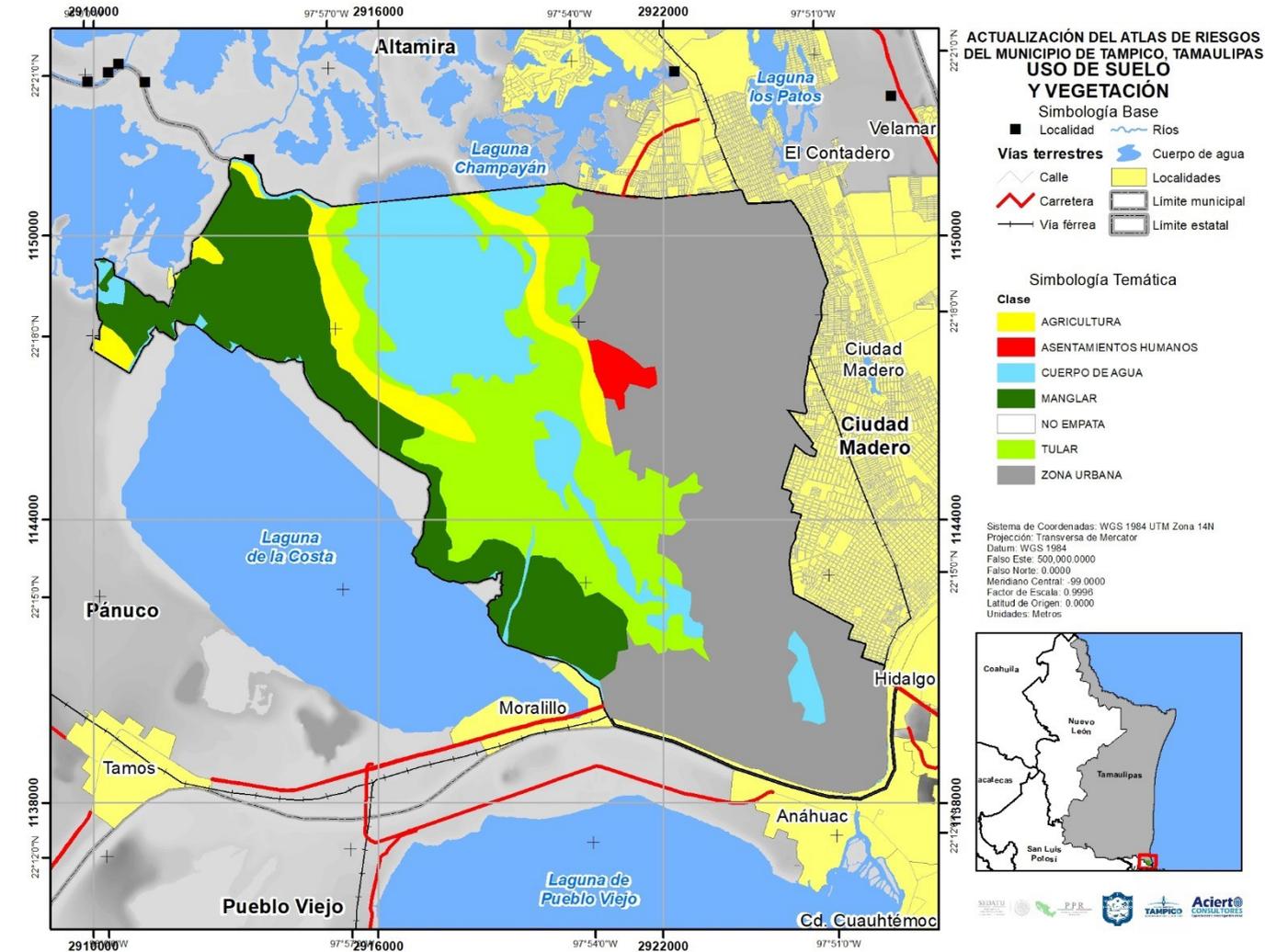
1.6.2.1. Uso del suelo

El uso del suelo dentro del municipio es prácticamente destinado al área el uso urbano y/o habitacional, ya que este ocupa el 43% de la superficie total (4,915.7 h); la agricultura de riego anual ocupa un 5.5 % (624.2 hectáreas); y el 15 % (1,712 h) lo ocupan los cuerpos de agua como ríos, lagunas, esteros y áreas inundables. El resto de la superficie está cubierta por vegetación hidrófila representada en un 19.3% por tular (2,211. 8 h) y un 16.4% por manglar (1,878.6 h) , como se aprecia en el Mapa 18.

El uso potencial de la tierra está representado en un 72% para agricultura mecanizada, ya sea para la producción de cultivos o praderas de uso pecuario. El otro 28%, no tiene un potencial para uso antrópico.

La zona urbana se desarrolla en suelos y rocas sedimentarias del cuaternario, en llanuras y lomeríos, sobre áreas que originalmente estaban ocupadas por suelos denominados cambisol, solonchak, regosol y vertisol.

Mapa 18. Uso del suelo y vegetación



1.6.2.2. Vegetación

El objetivo de conocer las condiciones estructurales y funcionales de la vegetación, radica en la función que desempeña como barrera física para la regulación de las precipitaciones y el impacto sobre el suelo, la infiltración de las precipitaciones pluviales hacia el subsuelo, la protección del borde de los cuerpos de agua, la mitigación y disminución del efecto de mareas e inundaciones, así como en el caso de áreas deforestadas o impactadas por actividades antrópicas y con potencial de ser recuperadas; conocer cuáles son las superficies que son susceptibles a la erosión y remoción de masas o vulnerables al impacto que pudieran provocar las inundaciones.

Tomando como base la base cartográfica de INEGI sobre el uso del suelo y vegetación (Serie VI), la cubierta vegetal que existe dentro del municipio es vegetación hidrófila. Esta se desarrolla en zonas acuáticas o húmedas como lagos, estanques, pantanos, orillas de los ríos y deltas. Consiste en plantas que crecen enraizadas en el fondo con hojas grandes que sobresalen del agua cubriendo grandes áreas, como el manglar, popal, tular, carrizal, vegetación flotante, sumergida y subacuática⁷ (Figura 1).

El manglar constituye importantes ecosistemas, ya que la altura de sus ramas (llegando a medir hasta 25 metros), el tipo de hojarasca y los residuos movidos por la marea, permiten resguardar, criar y proteger a muchas especies de crustáceos, peces, aves y otras plantas.

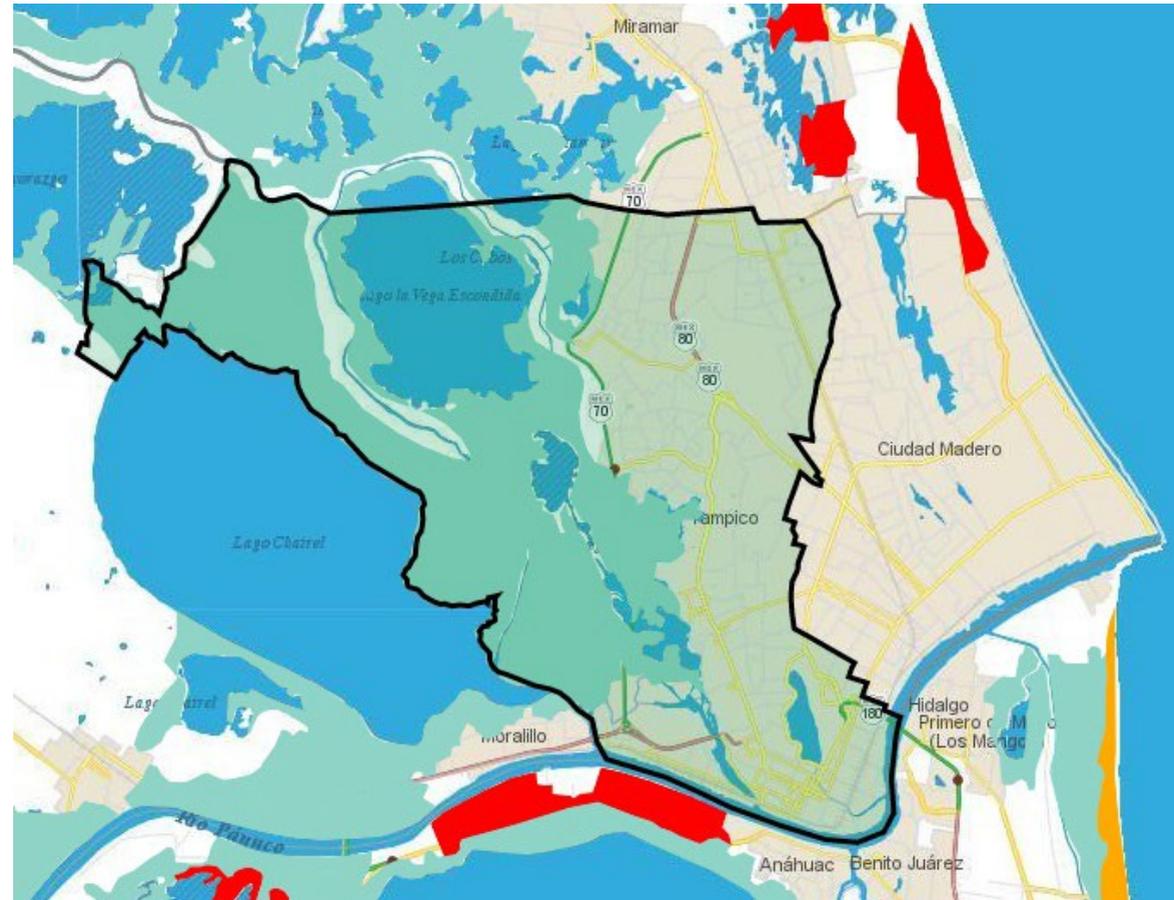
Dada la escala mínima cartografiable de la capa de INEGI en su serie VI, no alcanza a registrar otro tipo de comunidades vegetales como los *manglares*, los cuales son un tipo de vegetación típica a orillas de la laguna El Carpintero, así como las orillas de los diferentes esteros que se encuentran presentes dentro del territorio municipal (Figura 2).

Figura 1. Representación de la vegetación hidrófila



⁷ INEGI. 2018. Vegetación acuática. Cuéntame. Territorio. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/vegetacion/va.aspx?tema=T>

Figura 2. Vegetación hidrófila y asentamientos humanos



Fuente: INEGI Serie VI

La vegetación identificada es diferente en los tres sistemas de los humedales encontrados para el área de estudio. Para el sistema lacustre, en las lagunas Escondida, Tortuga, Champayán y Mayorazgo, se identificó la comunidad enraizada emergente denominada tular, dominada por las especies de *Typha domingensis* y *Phragmites australis*, asociándose a otras especies libres flotadoras como la *Salvinia sp.* y el *Eichhornia crassipes*.

En el sistema estuarino, en laguna del Chairel se identificó un manglar constituido por las especies de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. Para el sistema fluvial del río Tamesí, la margen del río estaba cubierta por una franja delgada de vegetación de galería representada por especies arbóreas como *Salix humboldtiana*, *Taxodium mucronatum*, *Tabebuia rosea*, *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum*, entre otras; además en algunos sitios se encontraron tulares.⁸

1.6.2.3. Áreas naturales protegidas

Se define como Área Natural Protegida (ANP), a la porción del territorio nacional, estatal, municipal o privado, terrestre o acuática representativa de los diferentes ecosistemas, donde el ambiente natural no ha sido modificado en su esencia por la actividad del hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo. La superficie protegida por decreto estatal es de 215,331.93 hectáreas y por decreto municipal es de 2,217 hectáreas, correspondiente al 3% de la superficie territorial del Estado.⁹

El establecimiento de ANP constituye uno de los principales instrumentos legales de protección ambiental y normativos creados para garantizar la conservación de ecosistemas y su diversidad biológica asociada. De hecho, es el punto de partida (o uno de los principales) del derecho de protección de la naturaleza, entendiéndose como un cuerpo de normas jurídicas con el que se busca la conservación de los recursos naturales y la prevención y control de la contaminación de estos.

Tampico cuenta con un ANP municipal, denominada La Vega Escondida, decretada con la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica el 12 de septiembre de 2013 en su periódico local, con una superficie de 2,217 hectáreas¹⁰. Esta información corresponde a las ANP agrupadas dentro de la categoría de manejo denominada Zonas de Conservación Ecológica Municipales (Tabla 6), establecida en el Artículo 46, fracción X, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la cual otorga facultades a los municipios para establecer, categorizar, administrar y manejar dichas áreas dentro de su jurisdicción territorial.

Esta ANP está conformada por más de un polígono (Mapa 19). Para asegurar la calidad ambiental de estas herramientas de conservación se realiza la integración de sus planes de manejo y se elaboran programas operativos anuales que incluyen la participación social y privada en proyectos productivos, sustentables, restauración ecológica, acciones de reforestación, programas de prevención contra incendios forestales y de sanidad forestal, entre otros. A través de ello, se asegura el bienestar social y económico de las comunidades y habitantes inmersos dentro de sus

⁸ https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102187/Estero_del_Tamesi_.pdf
⁹ <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/anpl/tamaulipas>

¹⁰ Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Tamaulipas. Subsecretaría de Medio Ambiente; Dirección de Recursos Naturales y Áreas Naturales Protegidas. Departamento de Monitoreo y Conservación de Especies y Ecosistemas. Inédito

polígonos y la provisión de servicios ambientales como la captación de agua, producción de oxígeno, captura de carbono y el aseguramiento de espacios para el uso y disfrute de la naturaleza.¹¹

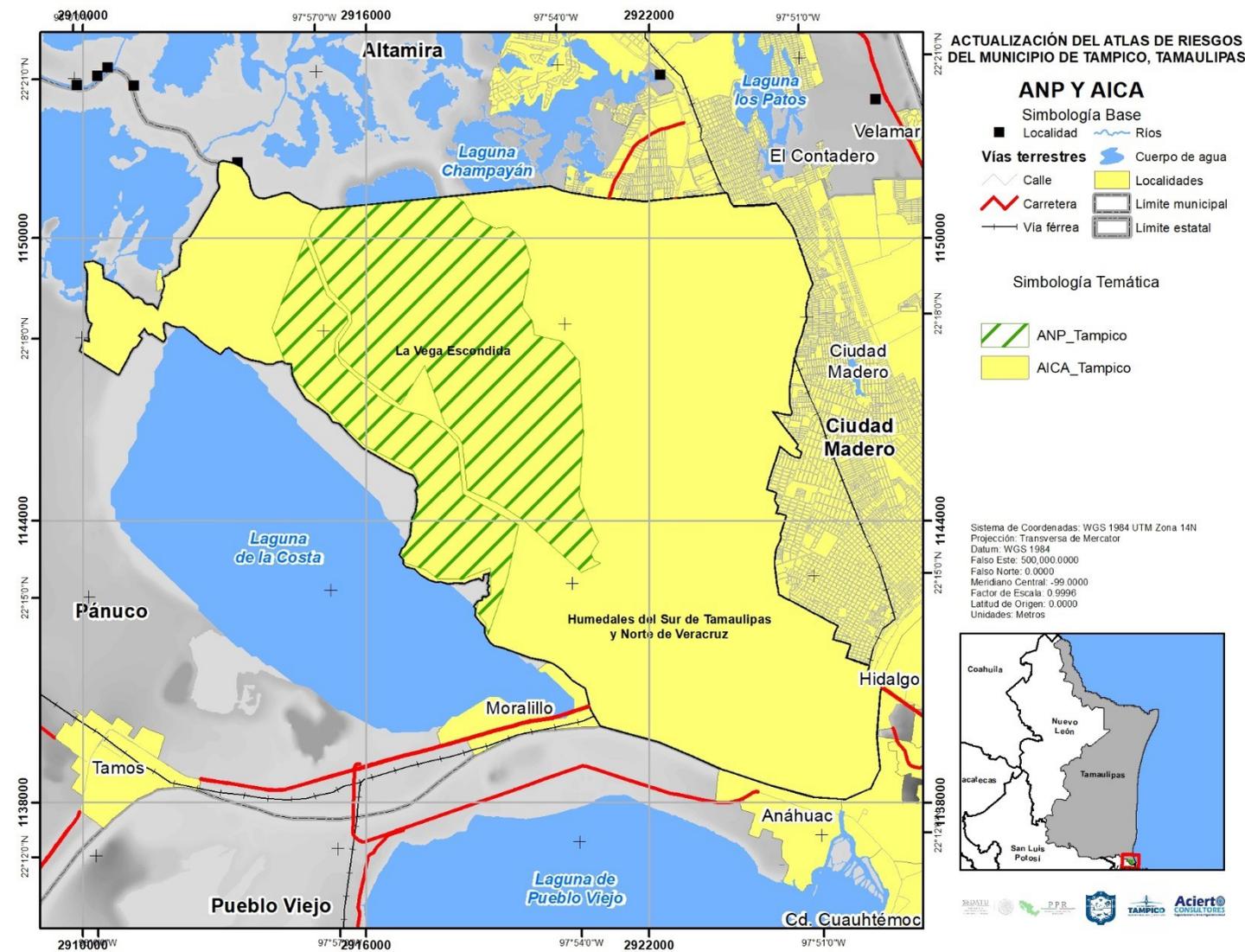
Fuente: Sistema de Indicadores del Gobierno del Estado de Tamaulipas/Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, 2016.
*Diario Oficial de la Federación publicado el 7 de diciembre de 2016.

Tabla 6. Áreas Naturales Protegida en el Estado de Tamaulipas

Nombre	Categoría	Fecha de decreto	Superficie (h)	Ubicación	Jurisdicción
El Cielo	Reserva de la Biosfera	13-julio-1985	144,530.51	Ocampo, Llera, Jaumave y Gómez Farías	Estatad
Rancho Nuevo	Santuario	29-octubre-1986 16-julio-2002	52.8	Aldama	Federal
Colonia Parras de la Fuente	Área Protegida Ecológica	8-julio-1992	21,948.69	Abasolo	Estatad
Laguna La Escondida	Parque Urbano	31-mayo-1997	320.37	Reynosa	Estatad
Bernal de Horcasitas	Monumento Natural	30-agosto-1997	18,204.51	González	Estatad
Altas Cumbres	Zona Especial sujeta a Conservación Ecológica	19-noviembre-1997	30,327.85	Victoria y Jaumave	Estatad
Laguna La Vega Escondida	Zona Especial sujeta a Conservación Ecológica	12-septiembre-2003	2,217.00	Tampico	Municipal
Laguna Madre y Delta del Río Bravo	Área de Protección de Flora y Fauna	14-abril-2005	572,808.60	Soto La Marina, San Fernando, Aldama	Federal
El Refugio	Parque Estatal	30 de abril de 2015	28.08	Victoria	Estatad
*Sierra de Tamaulipas	Reserva de la Biosfera	7-diciembre-2016	38,888.21	Aldama, Casas, González, Llera y Soto La Marina	Federal

¹¹ http://sega.tamaulipas.gob.mx/AppSEGA/uploads/60094_4.OBJ-METAS-INSTITUCIONALES_SEDUMA_20170530.pdf

Mapa 19. Áreas Naturales Protegidas y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves



1.7. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

Con relación a la población total del estado de Tamaulipas, el municipio ocupa el 9.10% de la población total asentada, y el 11,78% de todos los hogares con jefatura femenina. El grado de promedio escolar es mayor al de toda la entidad Tamaulipeca (9.4 años), con 10.9 en la población de 15 o más años. La cantidad de escuelas de educación básica y media superior que alberga es de 428, que representan 7.20% del total de escuelas en todo Tamaulipas.

En cuanto al acceso a la salud, cuenta con 29 clínicas de salud (4.9% de todas las del estado), por lo que falta fortalecer la cobertura y acceso a la salud de sus habitantes. Esto se traduce en la baja cantidad de personal médico a nivel municipal, el cual sólo es de 619 médicos. Es decir, sólo un 10% del total que posee todo el sector salud estatal.

Finalmente, por lo que respecta a la pobreza y pobreza extrema, alrededor de 75,881 personas en situación de pobreza, reportan el 1.9 de carencias, promedio bajo con respecto al promedio estatal el cual ronda en 2.1; para la población considerada en extrema pobreza, el promedio de carencias es un poco más elevada, con promedio 3.4 a nivel municipal y 3.6 estatal. Estos últimos dos indicadores nos muestran que la pobreza y la pobreza extrema se encuentran poco representados en los dos niveles de gobierno, por lo que no puede considerarse como municipio y entidad con altos índices de marginación y pobreza (Tabla 7).

Tabla 7. Indicadores sociodemográficos del municipio de Tampico, 2015

Indicador	Tampico (municipio)	Tamaulipas (estado)
Población total	314,418	3,441,698
Total de hogares y viviendas particulares habitadas	96,092	987,184
Tamaño promedio de los hogares (personas)	3.3	3.5
Hogares con jefatura femenina	105,330	279,700
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años	10.9	9.4
Total de escuelas en educación básica y media superior	428	5,937
Personal médico (personas)	658	7,405
Unidades médicas	29	591
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza	1.9	2.1
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema	3.4	3.6

Fuente: INEGI y CONEVAL, 2015.

1.7.1. Dinámica demográfica

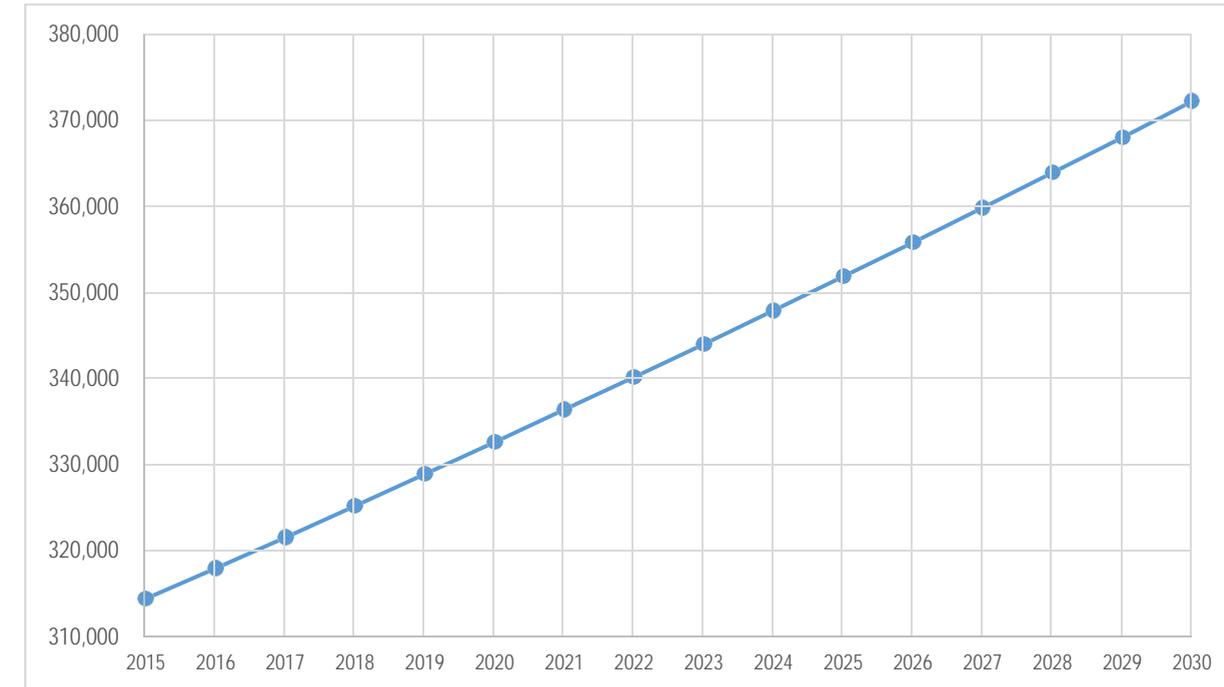
Al 2010 la ciudad de Tampico, como única localidad urbana del municipio, concentraba el 99.91% de su población, presentó una tasa de crecimiento medio anual del 1.13% pasando de una población de 297,554 habitantes al inicio de este período a 314,418 habitantes (INEGI, 2015).

La dinámica demográfica que presenta el municipio de acuerdo con las proyecciones realizadas por la CONAPO desde 2015 a 2030, indican que Tampico presentará un incremento en su población al final de este período. Actualmente, la población del municipio de Tampico es de 314,418 personas, el estimado de población para el año 2030 es de 372,141 habitantes para el final de este período. Esto representa un crecimiento estimado de 57,723 habitantes en el periodo comprendido entre 2015 y 2030 (Figura 3).

La distribución de la población del municipio de Tampico, de acuerdo con el *Panorama sociodemográfico de Tamaulipas 2015*, fue de un total de 314,418 habitantes (9.1% de la población estatal), 151,235 hombres (48.1%) y 163,183 mujeres (51.9%) (Tabla 8). Esto se puede observar en la pirámide de edades del municipio, que para ese año los grupos de edad que presentaban mayor población eran los de 15-19 y 20-24 (Figura 4).

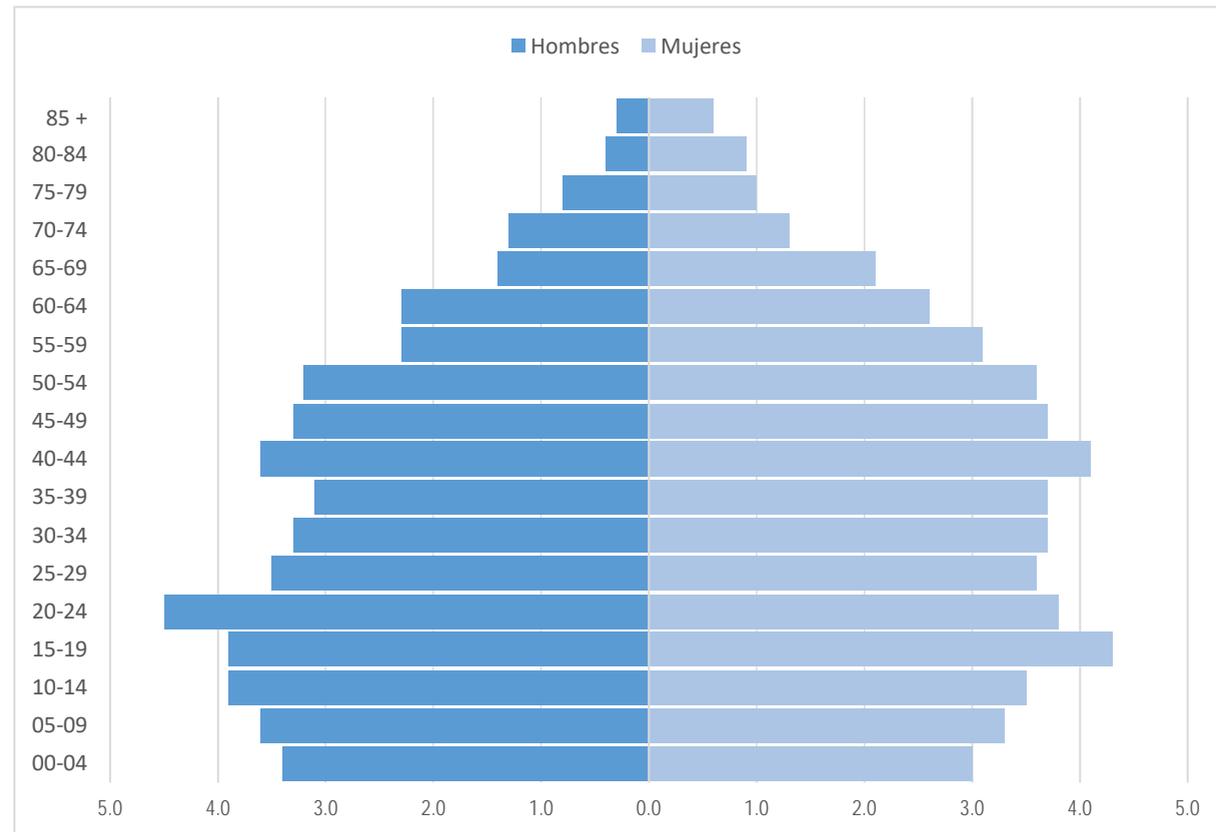
Con respecto a la migración que presenta Tampico, la Encuesta Intercensal 2015 registró, en ese mismo año, 9,942 habitantes residían en otra entidad en junio de 2005, es decir, en cinco años a Tampico había emigrado el 3.3% de su población total censada en 2010.

Figura 3. Modelo de predicción demográfica del municipio de Tampico, 2015 - 2030



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO

Figura 4. Estructura poblacional por género



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2015

1.7.1.1. Análisis comparativo en valores absolutos y porcentajes de la población del municipio

Es importante mencionar que el municipio de Tampico se encuentra dentro de la denominada *Zona Metropolitana de Tampico*, donde comparte el espacio geográfico con los otros cuatro municipios: Altamira y Ciudad Madero, Tamaulipas; y Pánuco y Pueblo Viejo, Veracruz. En la Tabla 9, podemos observar que Tampico es el municipio con mayor cantidad de habitantes, seguido por Altamira y Ciudad Madero; mientras que Pánuco está por encima de Pueblo Viejo en Veracruz.

Hacia el año 2010, existían 835,397 habitantes en esta zona. Actualmente, en 2018, se estiman 955,119 habitantes, en donde Altamira, Ciudad Madero y Tampico, contribuyen con el 27.60, 22.41 y 33.01% de la población, albergando en estos tres municipios de Tampico, el 83.02% de toda la población asentada dentro de la *Zona Metropolitana de Tampico*.

Tabla 8. Población general y por sexo

Volumen poblacional y sexo	Nacional	Estado de Tamaulipas	Municipio de Tampico
Total de habitantes	119,938,473	3,453,525	314,418
Total de población masculina	58,290,098	1,699,134	151,235
% de la población masculina	48.6%	49.2%	48.1%
Total de población femenina	61,648,375	1,754,391	163,183
% de población femenina	51.4%	50.8%	51.9%
Relación hombres-mujeres	94.4	96.7	92.70
Edad mediana de la población total	27	28	34
Razón de dependencia por edad	52.8	52.5	44.6

Fuente: INEGI, Encuesta intercensal, 2015. Estados Unidos Mexicanos y Tamaulipas

Tabla 9. Habitantes por municipio de la Zona Metropolitana de Tampico

	Municipio	Habitantes 2010	Habitantes 2018	%
Zona Metropolitana de Tampico	Altamira	216 309	263 616	27.60
	Ciudad Madero	201 301	214 126	22.41
	Tampico	303 707	315 370	33.01
	Pánuco	98 218	103 500	10.83
	Pueblo Viejo	55 861	58 508	6.12

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2015

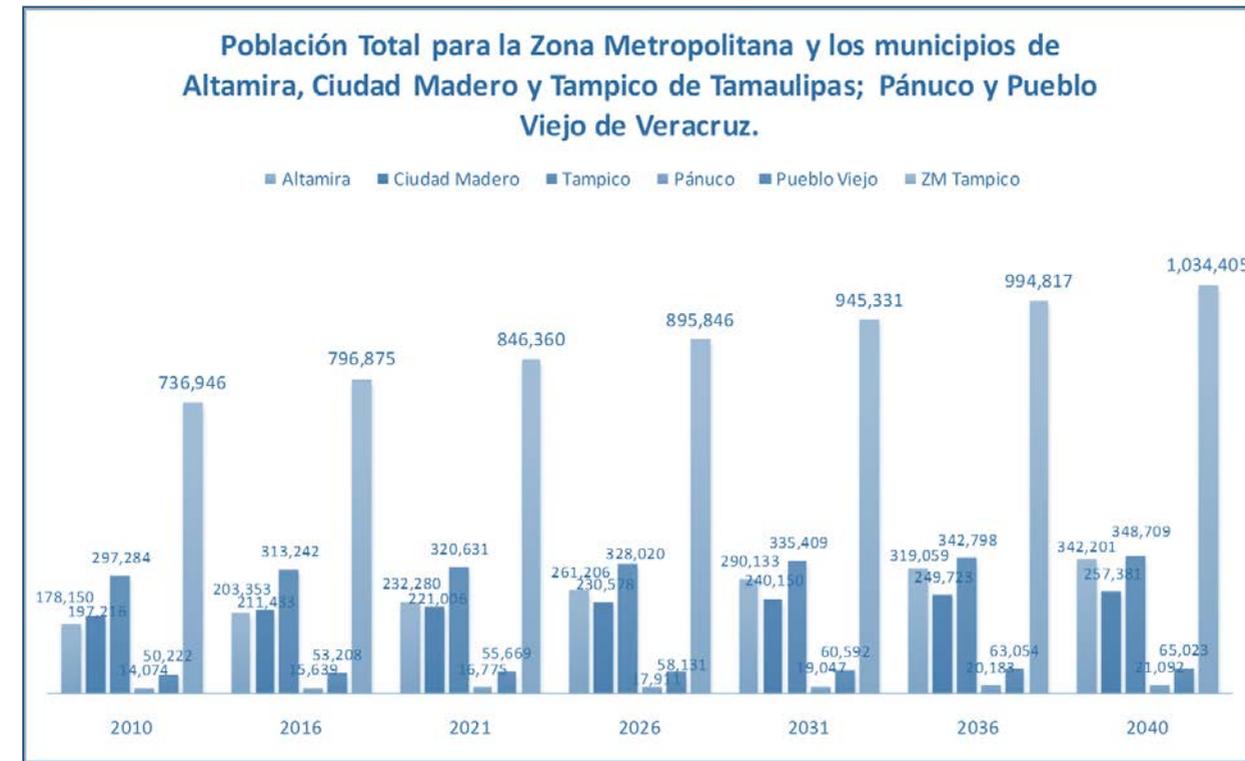
1.7.1.2. Proyección 2010 – 2030

La Zona Metropolitana de Tampico presenta un crecimiento poblacional del 4% anual, de continuar esta tendencia, para el 2025 habrá un total de 889,045 habitantes. Con base a los pronósticos del INEGI y del CONAPO, Altamira mantendrá el mayor ritmo de aumento poblacional del 6% anual dejando atrás a Tampico y Madero que en los censos del 2015 acumularon un retroceso del 0.5% por la migración de familias, provocado principalmente por la inseguridad.

Existe un claro predominio de la población femenina en los tres municipios tamaulipecos: Tampico con 51.9%, Altamira 50.6% y Madero con el 52.4%; concentrándose en los rangos de edades entre los 15 y 54 años. Tampico acumula el mayor número de personas con más de 75 años (12,787) por arriba de Altamira con 4,047.

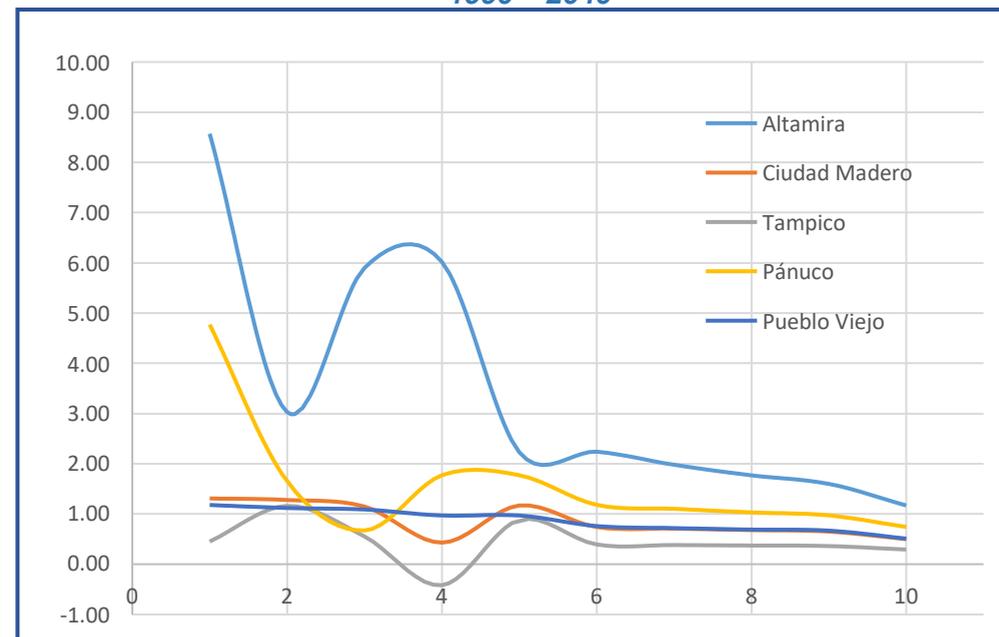
Con esas tasas de crecimiento, se proyecta que para el año 2021 la zona metropolitana tendrá 846,360 habitantes y para el 2040 serán 1,034,405 (Figuras 5 y 6). El 82% corresponde a las localidades tamaulipecas. Esto significa un incremento de 297 mil 459 nuevos habitantes, poco más de 9 mil 915 por año (Tabla 10).

Figura 5. Crecimiento poblacional de la Zona Metropolitana de Tampico.



Fuente: Proyecciones de población de elaboración propia con base en INEGI: XI – XIII Censos Generales de Población y Vivienda 1990 – 2010. I y II Conteos Generales de Población y Vivienda 1995 y 2005

Figura 6. Tasas de crecimiento media anual para la Zona Metropolitana de Tampico, municipios y estados, 1990 – 2040



Fuente: Proyecciones de población de elaboración propia con base en INEGI: XI – XIII Censos Generales de Población y Vivienda 1990 – 2010. I y II Conteos Generales de Población y Vivienda 1995 y 2005.

* Los periodos de tiempo se ajustaron a las administraciones estatales.

Tabla 10. Proyecciones de población para la Zona Metropolitana de Tampico

Año	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2016	2016-2021	2021-2026	2026-2031	2031-2036	2037-2040
Altamira	8.57	3.03	5.90	6.02	2.23	2.24	1.98	1.77	1.60	1.17
Ciudad Madero	1.31	1.28	1.15	0.43	1.17	0.74	0.71	0.68	0.65	0.50
Tampico	0.45	1.16	0.55	-0.42	0.88	0.39	0.38	0.37	0.36	0.29
Pánuco	4.77	1.65	0.67	1.77	1.77	1.18	1.10	1.03	0.97	0.74
Pueblo Viejo	1.18	1.12	1.09	0.97	0.97	0.76	0.72	0.69	0.67	0.51

Fuente: Proyecciones de población de elaboración propia con base en INEGI: XI – XIII Censos Generales de Población y Vivienda 1990 – 2010. I y II Conteos Generales de Población y Vivienda 1995 y 2005.

* Los periodos de tiempo se ajustaron a las administraciones estatales.

1.7.1.3. Distribución de población por localidad

El municipio de Tampico se conforma por una población urbana en la ciudad de Tampico (cabecera municipal), y seis localidades rurales: Cruz Grande (Estero del Camalote), La Isleta (río Tamesí), La Isleta Río Tamesí (Cruz Chica), Cruz Grande (Cruz de los Ríos), Isleta Guillermo Sandoval Ruíz e Isleta Vicente Manuel Díaz, en donde sólo existen 270 habitantes distribuidos en la zona central con dirección norte - noroeste, tal y como se aprecia en la Tabla 11.

Tabla 11. Localidades rurales y urbanas del Municipio de Tampico.

Nombre entidad	Nombre municipio	Nombre de la localidad	Población total
Tamaulipas	Tampico	Cruz Grande (estero del Camalote)	100
Tamaulipas	Tampico	La Isleta (río Tamesí)	72
Tamaulipas	Tampico	La Isleta Río Tamesí (Cruz Chica)	35
Tamaulipas	Tampico	Cruz Grande (Cruz de los Ríos)	48
Tamaulipas	Tampico	Isleta Guillermo Sandoval Ruiz	11
Tamaulipas	Tampico	Tampico	297,284
Tamaulipas	Tampico	Isleta Vicente Manuel Díaz	4

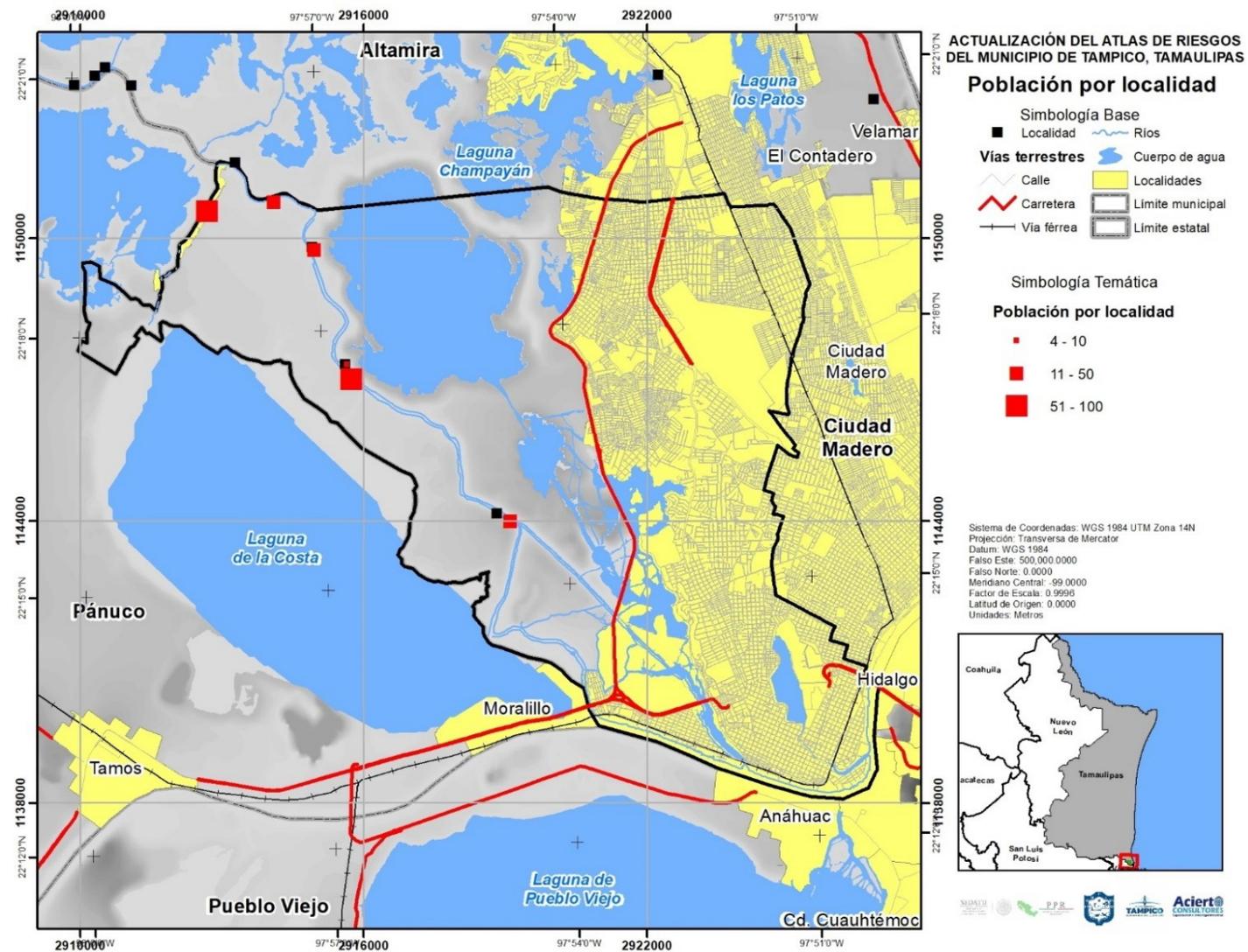
Fuente: Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social. CONEVAL. 2010.

Como se puede observar en el Mapa 20, de las seis (6) localidades rurales que se localizan en el Municipio de Tampico, dos (2) de ellas concentran entre 51 y 100 habitantes, Cruz Grande (estero del Camalote) y La Isleta (Río Tamesí); otras tres (3) cuentan de 11 a 50 habitantes, La Isleta Río Tamesí, Cruz Grande (Cruz de los Ríos) e Isleta Guillermo Sandoval Ruíz; y una (1) localidad rural se ubica en el umbral de los 4 a 10 habitantes, Isleta Vicente Manuel Díaz, la cual cuenta con tan solo cuatro personas. La mayor cantidad de habitantes se concentran dentro del área urbana de la ciudad de Tampico.

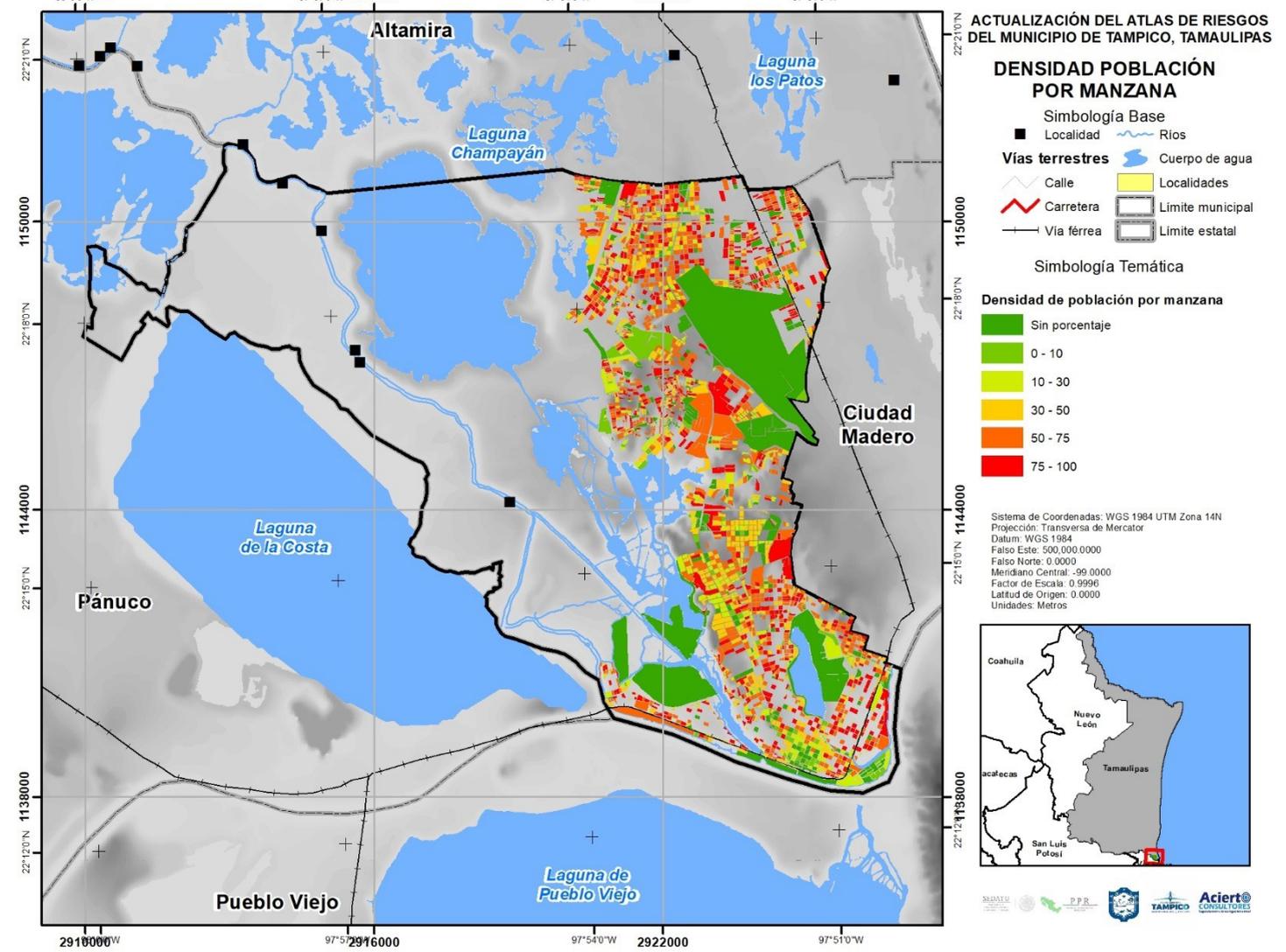
1.7.1.4. Densidad de la población (por manzana en zonas urbanas)

La distribución y densidad territorial de la población de la ciudad de Tampico es en su mayoría baja a media, con unas densidades que llegan a presentar alta y muy alta densidad, particularmente en las colonias México, Insurgentes y Las Américas (Mapa 21). La menor densidad de población (de 12 a 6 mil hab/km²) está ubicado en el centro del municipio y las mayores concentraciones se presentan en las zonas norte y sur. Sin embargo, de acuerdo con el INEGI, la densidad poblacional para Tampico en 2015 era de 2,745.7 habitantes por km².

Mapa 20. Población por localidades



Mapa 21. Densidad en el área urbana del municipio de Tampico



1.7.2. Características sociales

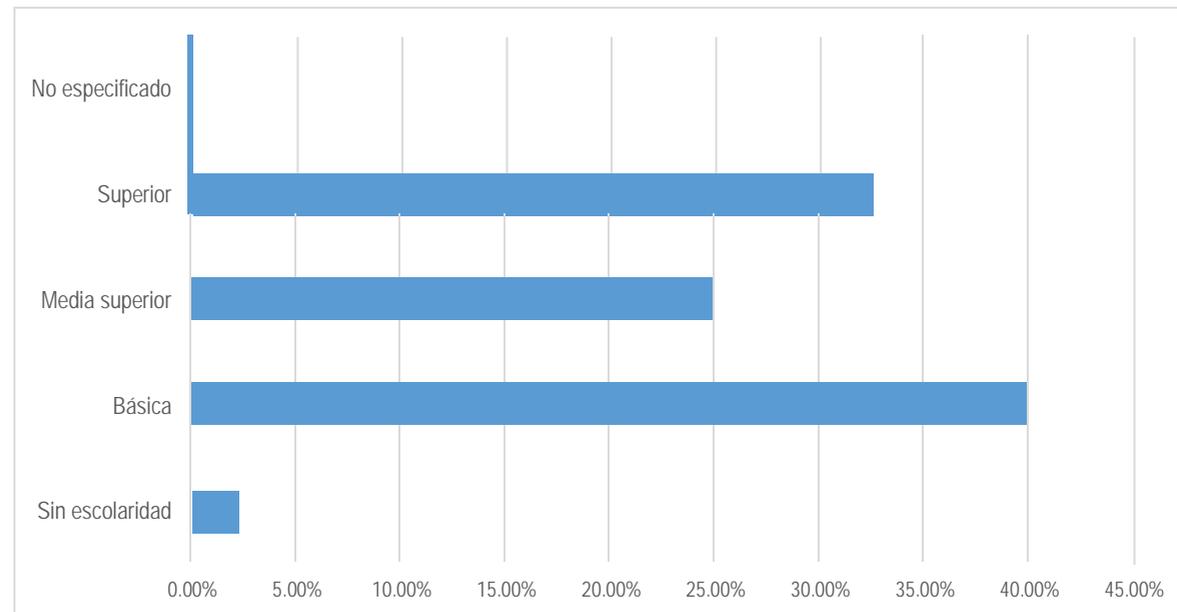
1.7.2.1. Analfabetismo

Porcentaje de analfabetismo, población de 15 años y más según nivel de escolaridad

En el municipio de Tampico existen 249,333 habitantes mayores a 15 años. De estos, el 2.2% (5,485 personas) no tienen ningún grado escolar; un 39.9% (99,484 personas) cuentan con educación básica; 25.2% (62,832 personas) tienen educación media superior; el 32.5% (81,033 personas) tienen un nivel superior; y sólo un 0.2% (499 personas) no especifica algún grado educativo (Figura 7).

Finalmente, la mediana en escolaridad entre la población es de 10.9 años (INEGI, 2015).

Figura 7. % de población de 15 años y más según nivel educativo



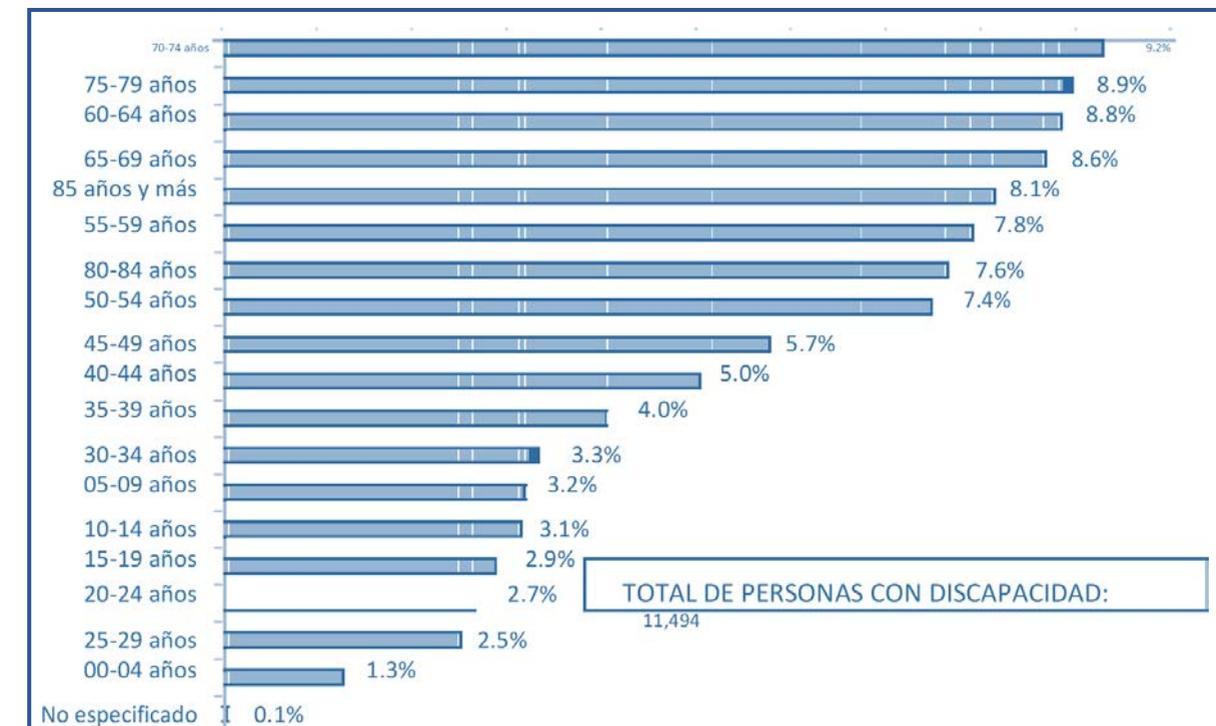
Fuente: Elaboración propia con datos INEGI, 2015

1.7.2.2. Capacidades Diferentes

Población con discapacidad (población con limitación en la actividad) por localidad y manzana

De acuerdo con el CONAPO (2010), Tampico cuenta con un total de 11,494 personas con alguna discapacidad. Esta población oscila entre los grupos de edad 70-74 años, concentrando a la mayor población en esta situación con el 9.2% y 8.8%, respectivamente (Figura 8).

Figura 8. Porcentaje de personas con limitación en sus capacidades por grupos de edad



Fuente: CONAPO, 2011.

1.7.2.3. Población que habla alguna lengua indígena y no habla español

Según el *Panorama sociodemográfico de Tamaulipas 2015*, se considera indígena a un 11.57% (36,378 personas) de la población total de Tampico; 0.27% afrodescendiente (849 personas), y un 0.90% de la población de 3 años y más habla alguna lengua indígena. El 100% de todos ellos hablan español. Las principales lenguas indígenas que se hablan en el municipio son otomí y náhuatl.

1.7.2.4. Salud (población no derechohabiente, médicos por cada mil habitantes y tasa de mortalidad)

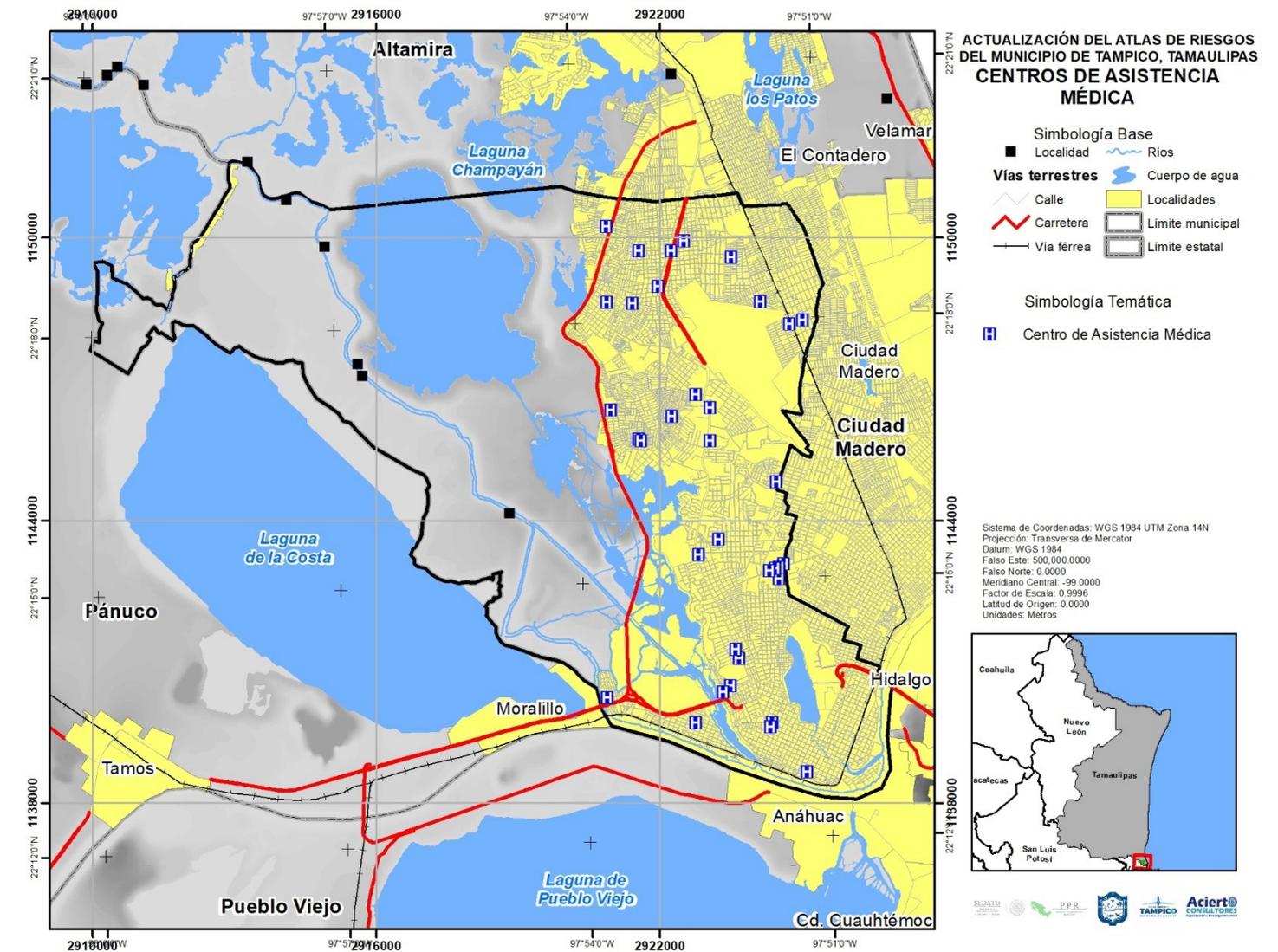
Para el 2015, el número total de unidades médicas existentes en el municipio fue de 29, 4.9% del total de unidades médicas del estado. Estas contaban con personal médico de 619 personas, que representa el 10% del total de médicos en la entidad, y la razón de médicos por unidad médica era de 21.3, frente a la razón de 10.4 en todo el estado.

En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 15.7%, equivalente a 49,364 personas (INEGI, 2015). La carencia por acceso a los servicios de salud afectó al 14.2%¹² de la población, es decir 44,647 personas se encontraban bajo esta condición.

Al año 2017, las estadísticas de mortalidad indican hubo 1,975 defunciones, de las cuales 64 fueron de menores de un año (43 hombres y 21 mujeres). En ese mismo año se registraron 4,719 nacimientos (INEGI, 2015).

Como se puede observar en el Mapa 22, los centros de salud del municipio se encuentran dentro del área urbana. Esto limita el acceso, a los servicios de salud, a los pobladores de las localidades rurales y tiene como consecuencia la generación de gastos de traslado para atenderse. Es importante señalar, que el municipio debe planear e invertir en infraestructura para la salud y en su ubicación estratégica para brindar atención a la población rural, esto con el fin de contribuir al rezago social y de acceso a este servicio.

Mapa 22. Centros de asistencia médica en el municipio de Tampico



¹² http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2016/Tamaulipas_038.pdf

1.7.2.5. Pobreza

En el rubro de pobreza, según la clasificación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 14 entidades mexicanas, entre ellas el estado de Tamaulipas, se encuentran en la categoría de desarrollo humano alto y 18 con nivel de desarrollo medio. Ningún estado se ubica en la categoría de desarrollo humano bajo.

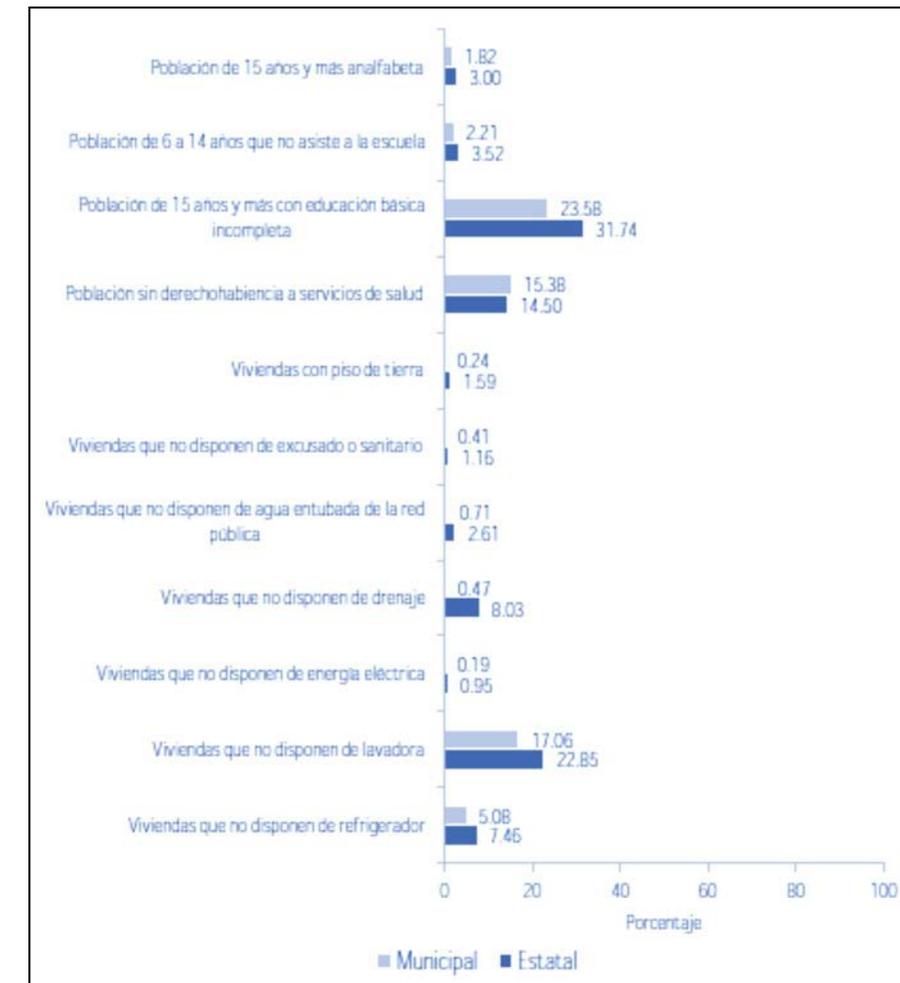
Por otra parte, la SEDESOL en su “Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2017”¹³, ubica al municipio de Tampico en el segundo lugar de 43 municipios en la escala estatal de rezago social. Este Índice de Rezago Social (IRS) incorpora indicadores de educación, salud, servicios básicos en la vivienda, y calidad y espacios en la vivienda. Aunque el IRS no es una medición de pobreza, ya que no incorpora los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación, permite tener información de indicadores sociales desagregados, con lo que CONEVAL contribuye con la generación de datos para la toma de decisiones en materia de política social (Figura 9).

Asimismo, dicho informe destaca la reducción consistente del rezago educativo, la carencia por acceso a los servicios de salud y las carencias asociadas a la calidad, espacios y servicios básicos en la vivienda en el periodo comprendido entre 1990 y 2015. Por lo anterior, los esfuerzos para abatir la pobreza y garantizar el ejercicio de los derechos sociales en el municipio se reflejan en la disminución consistente de las carencias.

Entre los años 2010 y 2015 se observa que la mayor disminución en puntos porcentuales se dio en la carencia por acceso a los servicios de salud, que disminuyó de 24.62% a 14.2% (10.42 puntos porcentuales menos). Asimismo, el indicador de la carencia por hacinamiento en la vivienda tuvo una disminución relevante, al pasar de 7.95% en 2010 a 5.1% en 2015. Otra caída importante se aprecia en el indicador de la carencia por rezago educativo, que pasó de 11.85% a 9.4%, lo que implica una disminución de 2.45 puntos porcentuales (SEDESOL, 2017).

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, es posible anticipar una mejora en la mayoría de los indicadores de pobreza en el municipio. No obstante, se identifica la necesidad de reforzar la orientación del gasto al abatimiento de las carencias en las que el municipio aún presenta rezagos respecto al promedio estatal: carencia por acceso a los servicios de salud (SEDESOL, 2017).

Figura 9. Índice de rezago social de Tampico, 2015



Fuente: SEDESOL/DGAP con información del CONEVAL

En cuanto a la condición de la población, la pobreza se mide considerando el ingreso familiar y se divide en función de su capacidad para adquirir la canasta básica de productos y servicios. La condición más desfavorable de pobreza es la llamada *pobreza alimentaria*, donde los ingresos no alcanzan para satisfacer las necesidades mínimas de alimento. El segundo nivel es el de *pobreza de capacidades*, donde los ingresos no son suficientes para cubrir las necesidades

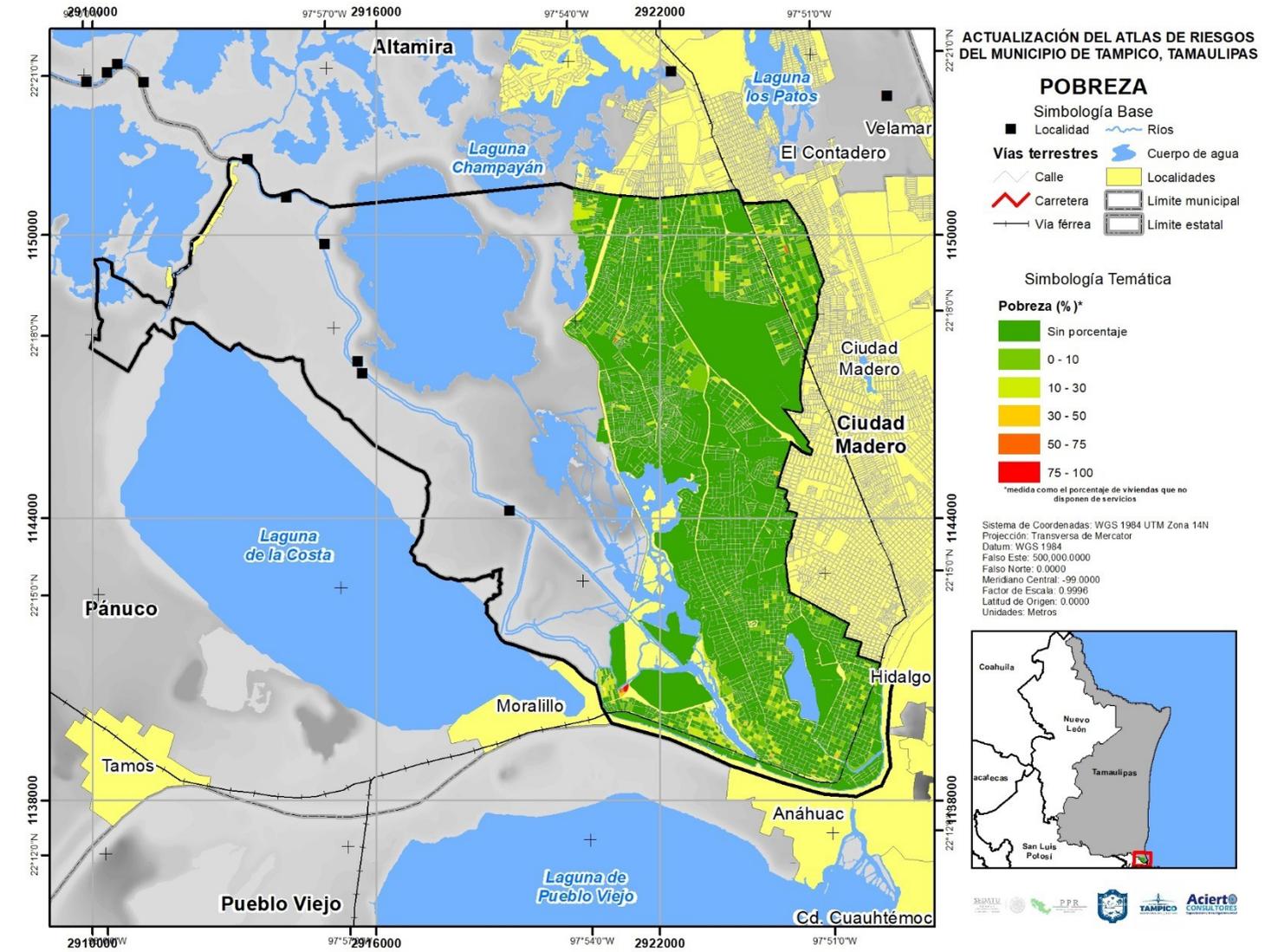
¹³ http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Tamaulipas_038.pdf

básicas de educación y salud. Por último, la tercera categoría es la denominada *pobreza de patrimonio*, que corresponde a ingresos insuficientes para satisfacer las necesidades de vestido, calzado, vivienda y transporte.

Por lo que respecta al municipio de Tampico, se considera un municipio con bajo índice de la pobreza, con sólo 2.89 % del total de la población asentada dentro del municipio, de los cuales 8,027 habitantes se consideran en condiciones de pobreza extrema (SEDESOL, 2013). Para CONEVAL, este porcentaje lo considera bajo, por lo que este municipio se considera con muy bajos índices de pobreza y marginación. En las colonias *Mano con Mano*, *Vicente Guerrero* y *Moralillo*, es donde existe la mayor pobreza a nivel del municipio de Tampico. De igual manera, existen las mismas condiciones de pobreza en la parte noroeste de la mancha urbana de Tampico, particularmente en las colonias, *Militar*, *Vista Hermosa* y *Lomas del Naranjal*. Estas mismas condiciones las encontramos en la Colonia *Solidaridad*, *Voluntad* y *Trabajo*, en la porción noreste de la mancha urbana de Tampico, en las colonias *Enrique Cárdenas González* y en la *Españita*, en la parte norte del municipio (Mapa 23).

La mayor parte de las colonias asentadas en las riberas de los canales provenientes de la laguna La Vega Escondida, sobre todo en la vertiente norte – sur, en las colonias *El Sauce*, *Sembradores de la Amistad*, *Pescadores*, *Cascajal* y *Morelos*; es donde se encuentran porcentajes de pobreza que oscilan entre 10 y 30% del total de habitantes de las citadas colonias. Por lo que respecta al resto del territorio municipal, este posee de 0 a 10% de pobreza entre todos los habitantes que habitan en la mayor parte del territorio municipal, siendo un municipio con un bajo índice de pobreza a nivel estatal.

Mapa 23. Distribución de la pobreza a nivel del territorio municipal



1.7.2.6. Porcentaje de población de habla indígena

De acuerdo con el INEGI (2015), en Tampico existen 2,830 personas de 3 años y más que hablan al menos una lengua indígena; si la población actual es de 314,418 habitantes, el porcentaje de la población que habla lengua indígena es de 0.90%. En este contexto, existe una muy baja representatividad de población de habla indígena.

1.7.2.7. Hacinamiento (promedio de ocupantes por cuarto) por manzana

Con respecto a otras características sociales del municipio de Tamaulipas, en 2015 se contabilizaron 96,092 viviendas habitadas, a partir de las cuales se determinó que en promedio habitaban 3.3 personas por vivienda y 0.8 habitante por cuarto.

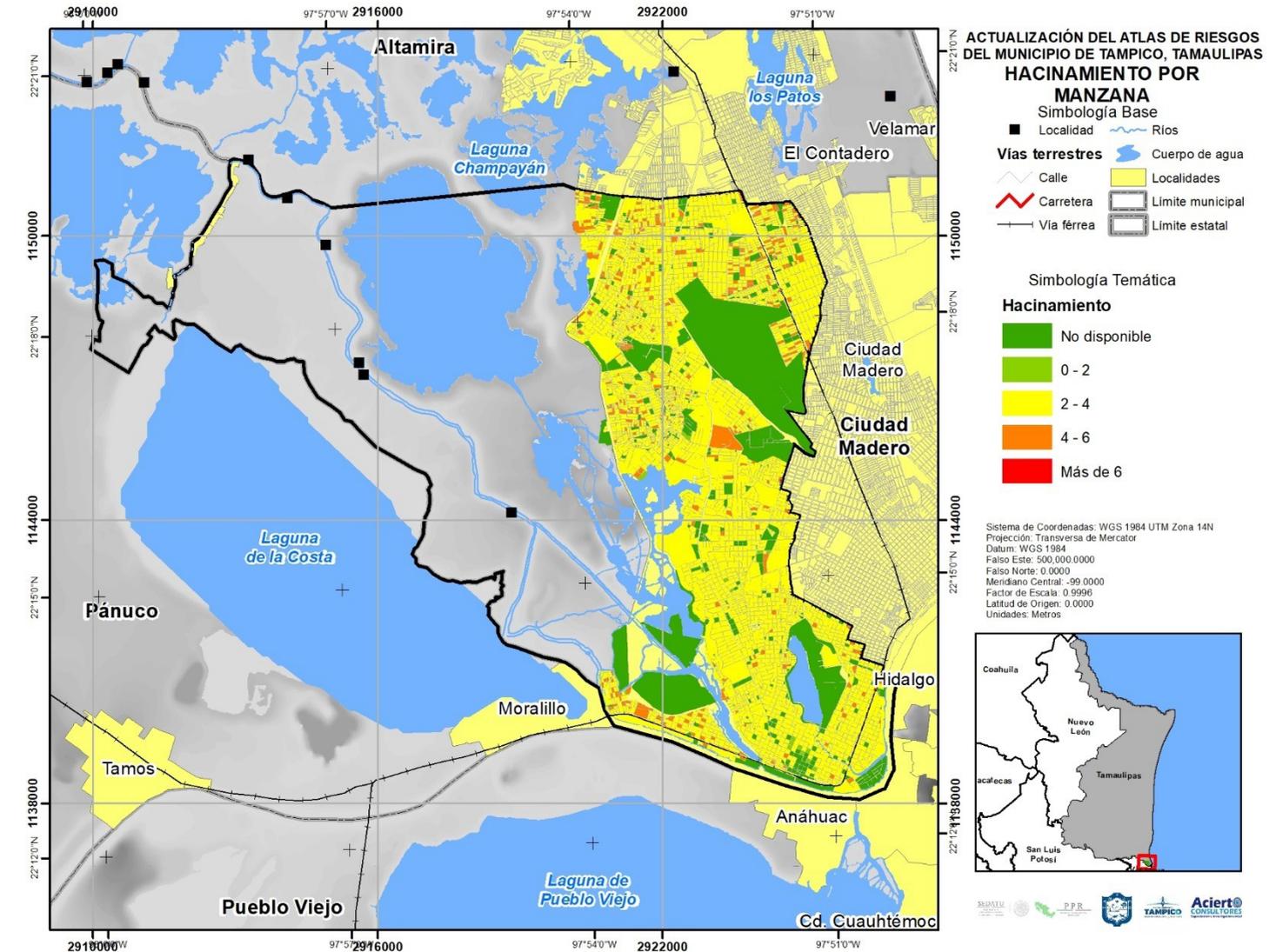
De acuerdo con los datos reportados en el *Balace y prospectiva del desarrollo social para el municipio en 2017* (SEDESOL), el indicador de la carencia por hacinamiento en la vivienda tuvo una disminución relevante, al pasar de 7.95% en 2010 a 5.1% en 2015.

Actualmente, la mayor parte de la mancha urbana de Tampico presenta un hacinamiento de 2 a 4 personas. Mientras que, en las colonias Nuevo Aeropuerto, Arenal y Francisco Javier Mina, la densidad se incrementa de 4 a 6 personas, el mismo caso es para algunas colonias en la parte norte de la mancha urbana en las que se observa una mayor concentración de habitantes. Este mismo patrón de crecimiento se observa en las colonias Vicente Guerrero y Morelos.

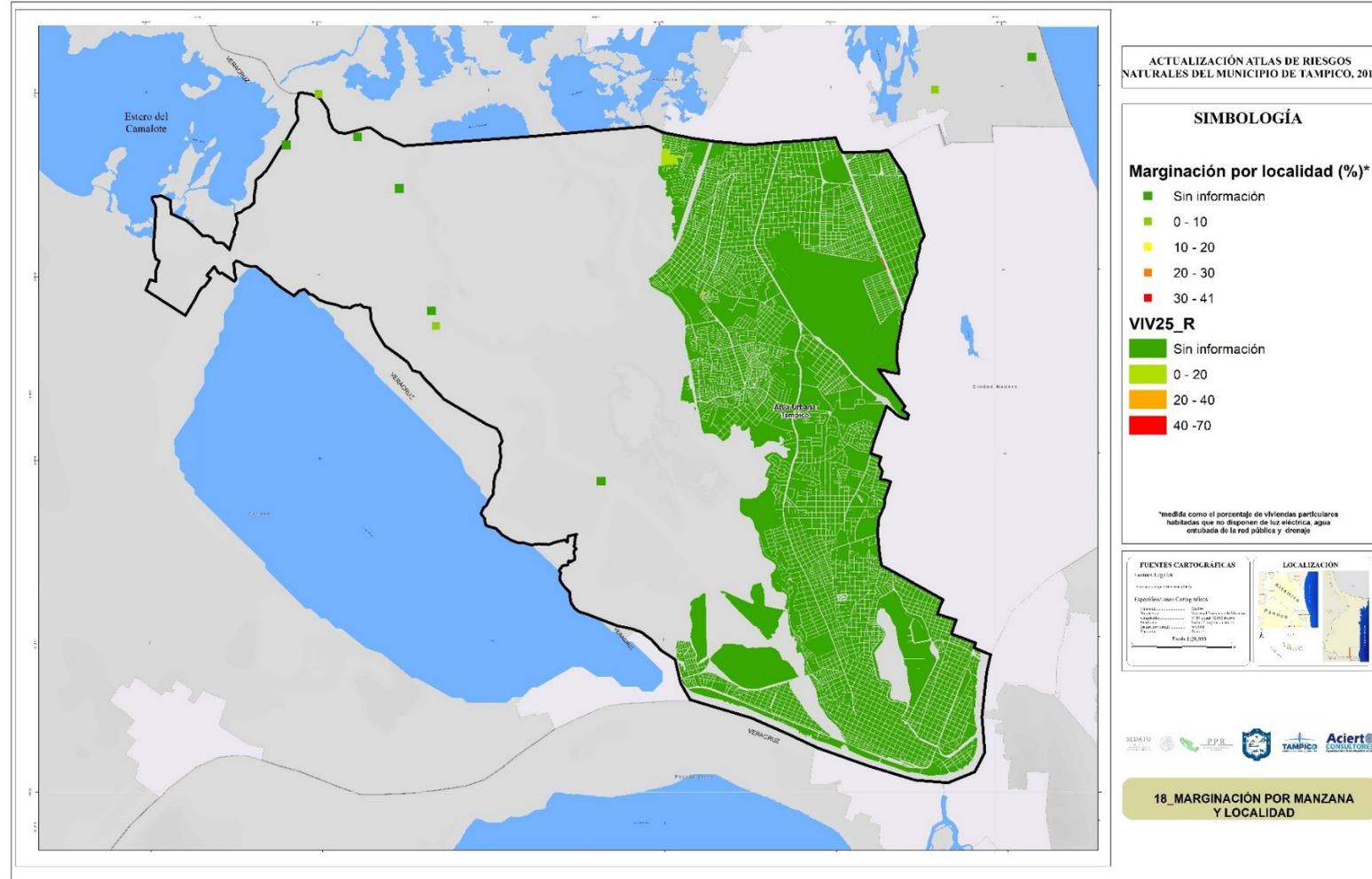
1.7.2.8. Marginación por localidad y AGEB (en zonas urbanas)

En este sentido, la ciudad de Tampico presenta un grado de marginación muy bajo, sin embargo cuando se representa esta variable demográfica por AGEB, se encuentra que la mayoría de ellos están dentro del rango anterior, pero se puede observar que en este municipio existen asentamientos con grado de marginación medio, alto y muy alto localizados en el centro de la mancha urbana de Tampico, siendo más notable los rangos de marginación media hacia la parte sur de esta mancha urbana, considerando estos asentamientos entre los grupos más vulnerables en caso de acontecer inundaciones o vientos fuertes, como se aprecia los Mapas 24 y 25.

Mapa 24. Distribución del hacinamiento por manzana



Mapa 25. Grado de marginación por localidad



1.7.3. Características de la vivienda

1.7.3.1. Tipología de la vivienda

La región sur del estado de Tamaulipas concentra parte importante de la vivienda estatal, ya que alberga un 36% de esta, siendo los municipios conurbados de Tampico, Altamira y Ciudad Madero las principales concentraciones urbanas. En el municipio de Tampico, 9 de cada 10 viviendas eran casas independientes, las cuales fueron diluyendo entre los edificios y los parques habitacionales en Tamaulipas (Ponce et al. 2010).

Actualmente, las viviendas en Tampico que cuentan con un solo cuarto representan el 6.8% del total municipal, mientras que las viviendas con piso de tierra el 1.1%. El porcentaje de viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública son el 1%; las que no disponen de drenaje son 0.9%; aquellas sin ningún bien o servicio son una minoría del 0.4%; finalmente, solo el 0.3% no disponen de energía eléctrica.

En este orden de ideas, el porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 8.5% (26,726 personas). El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 1.9%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 5,974 personas.

El resumen de este indicador se puede apreciar en las Tablas 12 y 13.

Tabla 12. Indicadores de rezago social en localidades del municipio de Tampico

Tamaño de la Localidad	Tipo de Viviendas	No.
Viviendas que no disponen de Agua Entubada de la Red Pública		
Menor a 2,500 habitantes	Cruz Grande (Estero del Camalote)	31
	La Isleta (Río Tamesí)	21
	Cruz Grande (Cruz de los Ríos)	13
	La Isleta Río Tamesí (Cruz Chica)	9
	Isleta Guillermo Sandoval Ruíz	2

15,000 habitantes o más	Tampico	737
Viviendas que no disponen de Drenaje		
Menor a 2,500 habitantes	Cruz Grande (Estero del Camalote)	25
	La Isleta (Río Tamesí)	15
	Cruz Grande (Cruz de los Ríos)	11
	La Isleta Río Tamesí (Cruz Chica)	5
	Isleta Guillermo Sandoval Ruíz	0
15,000 habitantes o más	Tampico	692
Viviendas con Piso de Tierra		
Menor a 2,500 habitantes	Cruz Grande (Cruz de los Ríos)	0
	Cruz Grande (Estero del Camalote)	0
	Isleta Guillermo Sandoval Ruíz	0
	La Isleta (Río Tamesí)	0
	La Isleta Río Tamesí (Cruz Chica)	0
15,000 habitantes o más	Tampico	931
Viviendas que no disponen de Energía Eléctrica		
Menor a 2,500 habitantes	Cruz Grande (Estero del Camalote)	31
	La Isleta (Río Tamesí)	16
	Cruz Grande (Cruz de los Ríos)	13
	La Isleta Río Tamesí (Cruz Chica)	8
	Isleta Guillermo Sandoval Ruíz	0
15,000 habitantes o más	Tampico	176
Viviendas que no disponen de Excusado o Sanitario		
Menor a 2,500 habitantes	Cruz Grande (Estero del Camalote)	5
	La Isleta Río Tamesí (Cruz Chica)	1
	Cruz Grande (Cruz de los Ríos)	0
	Isleta Guillermo Sandoval Ruíz	0
	La Isleta (Río Tamesí)	0
15,000 habitantes o más	Tampico	2,019

Nota: para cada indicador se seleccionan 15 localidades: por estrato se incluyen las cinco localidades con el mayor número de personas o viviendas, según sea el caso, que presentan el rezago que mide el indicador. Este criterio de selección se aplica siempre y cuando se tenga información de 15 o más localidades en el municipio, y cinco o más localidades en cada estrato.

Tabla 13. Población que vive en condición de hacinamiento

Nivel	Total de hogares familiares	Nucleares	Ampliados	Compuestos	No especificado	
Nacional	Hogares	25,488,128	18,073,773	6,765,097	385,163	264,095
	%	100.00	70.91	26.54	1.51	1.04
	Población	107,623,589	67,851,972	36,327,670	2,052,999	1,390,948
	%	100.00	63.05	33.75	1.91	1.29
Estado de Tamaulipas	Hogares	766,975	551,952	193,596	13,347	8,080
	%	100.00	71.96	25.24	1.74	1.05
	Población	3,037,239	1,978,850	952,318	67,370	38,701
	%	100.00	65.15	31.35	2.22	1.27
Municipio de Tampico	Hogares	73,583	50,769	20,225	1,943	646
	%	100.00	69.00	27.49	2.64	0.88
	Población	278,173	172,064	93,881	9,367	2,861
	%	100.00	61.86	33.75	3.37	1.03

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010

Hogar censal: Unidad formada por una o más personas, vinculadas o no por lazos de parentesco, que residen habitualmente en la misma vivienda particular.

Hogar familiar: Hogar censal en el que al menos uno de los integrantes tiene parentesco con el jefe(a). Se clasifican en nucleares, ampliados y compuestos.

Hogar nuclear: Hogar familiar conformado por el jefe(a) y cónyuge; jefe(a) e hijos; jefe(a), cónyuge e hijos.

Hogar ampliado: Hogar familiar conformado por un hogar nuclear y al menos otro pariente, o por una jefa y al menos otro pariente.

Hogar compuesto: Hogar familiar conformado por un hogar nuclear o ampliado y al menos un integrante sin parentesco.

1.7.3.2. Pisos de tierra.

Actualmente, en el municipio de Tampico sólo existen 1,057 viviendas que aún mantienen piso de tierra en la mancha urbana. Esto en relación con la información del total de viviendas reportada por INEGI en 2015, con un total de 96,092 en el territorio municipal.

1.7.3.3. Servicios (Agua, luz, drenaje).

El municipio ofrece a sus habitantes los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, alumbrado público, vialidad, seguridad pública, rastro, panteones, centros de acopio y distribución de productos básicos, parques y jardines.

El servicio de transporte urbano se realiza a través de autobuses, taxis y colectivos denominados peseros. La transportación foránea se realiza a través de las diversas líneas que facilitan el transporte a cualquier punto de la República Mexicana, la prestación de este servicio se realiza en la central camionera.

En cuanto al acceso al agua, la fuente de abastecimiento es el sistema lagunar del Río Tamesí, del que se extrae un volumen promedio diario de 216,000 metros cúbicos. En cuanto al número de tomas se cuenta con 78,955, de las cuales 69,807 son para uso doméstico, 7,925 comerciales, 836 industriales, 385 públicas y solamente dos de agua en bloque (IMEPLAN, 2015).

La ciudad de Tampico es capaz de proveer 259,200 m³ de agua al día, si se estima que un habitante de la región norte del país requiere aproximadamente 300 lt/día, y si se toma como base la población registrada en 2005 por INEGI para ambos municipios, entonces la infraestructura existente es capaz de proveer suficiente agua para los dos municipios, y puede tener como máximo una pérdida de hasta 42.48% en fugas. Aunque el nivel de distribución es del 95%, la infraestructura que abastece el agua ha rebasado su vida útil.

En cuanto al abasto de la energía eléctrica, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) suministra el servicio desde las plantas generadoras hasta los consumidores finales de la zona conurbada, por medio de una red de transmisión y distribución, integrada por líneas de conducción de alta, media y baja tensión. La red de transmisión considera los niveles de tensión de 110 KV, 13.2 KV y 120 V. Se cuenta con 117,633 tomas instaladas de energía eléctrica, de las cuales 117,110 son domiciliarias (residenciales, comerciales e industriales), y 523 no domiciliarias (alumbrado público, bombeo de agua potable y de aguas negras). Considerando lo anterior, la capacidad de la infraestructura para el suministro de energía eléctrica cubre las necesidades de toda la población.

En cuanto al alumbrado público, la mayoría de las colonias del municipio cuenta con luminarias que están estrechamente relacionadas con las condiciones físicas de las vías vehiculares y peatonales. En los asentamientos irregulares, el servicio de alumbrado público es deficiente. Es importante mencionar que el municipio cuenta con un programa de ahorro de energía, con apoyo del Fideicomiso de Ahorro de Energía (FIDE), con 19,500 luminarias operando bajo estos estándares.

En cuanto al tema drenaje, y de acuerdo con la SEDESOL (2017), solo el 0.47% de las viviendas reportadas no cuenta con el servicio de drenaje. Se estima que en el municipio la aportación de aguas residuales de origen doméstico es de 1.76 m³/s, que representan una generación de 151,200 m³/día, volumen que no tiene tratamiento alguno y se vierte directamente a los cuerpos de agua.

El servicio telefónico cuenta con dos centrales automáticas (LADA), tanto a nivel nacional como internacional. Se cuenta también con el servicio de Télex, tanto a nivel privado como público; además de los servicios telegráfico y postal.

El municipio cuenta con una estación terrestre receptora y una estación terminal de microondas, que han hecho posible la recepción de canales de televisión de la Ciudad de México, además de los canales locales. La radio se transmite en amplitud modulada y en frecuencia modulada con una gran cantidad de estaciones.

Disponibilidad media anual de agua subterránea

Como resultado de los estudios técnicos recientes, existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea, debido a cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y descarga natural comprometida, modificando el valor de la disponibilidad media anual de agua (Tabla 14).

Tabla 14. Disponibilidad media anual del acuífero Tampico-Misantla

Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	Déficit
Tampico-Misantla	268.0	138.2	26.134190	8.5	103.665810	0.000000

Fuente: CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua del Acuífero Tampico-Misantla. DOF 25 de abril del 2015.

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

El acuífero Tampico-Misantla se localiza en la porción norte del estado de Veracruz, y abarca un área de 13,188.8 km² (Figura 10).

Volumen concesionado de aguas subterráneas (VCAS)

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, con fecha de corte al 31 de marzo de 2011, es de 25.878151 hm³/año.

Disponibilidad de aguas subterráneas (DAS)

Por lo tanto, la disponibilidad de aguas subterráneas es:

$$DAS = R_t - DNCOM - VCAS$$

$$DAS = 190.4 - 0 - 25.878151$$

$$DAS = 164.521849 \text{ hm}^3/\text{año}$$

El resultado indica que existe disponibilidad de 164'521,849 m³ anuales para otorgar nuevas concesiones.

Figura 10. Localización del Acuífero Tampico-Misantla

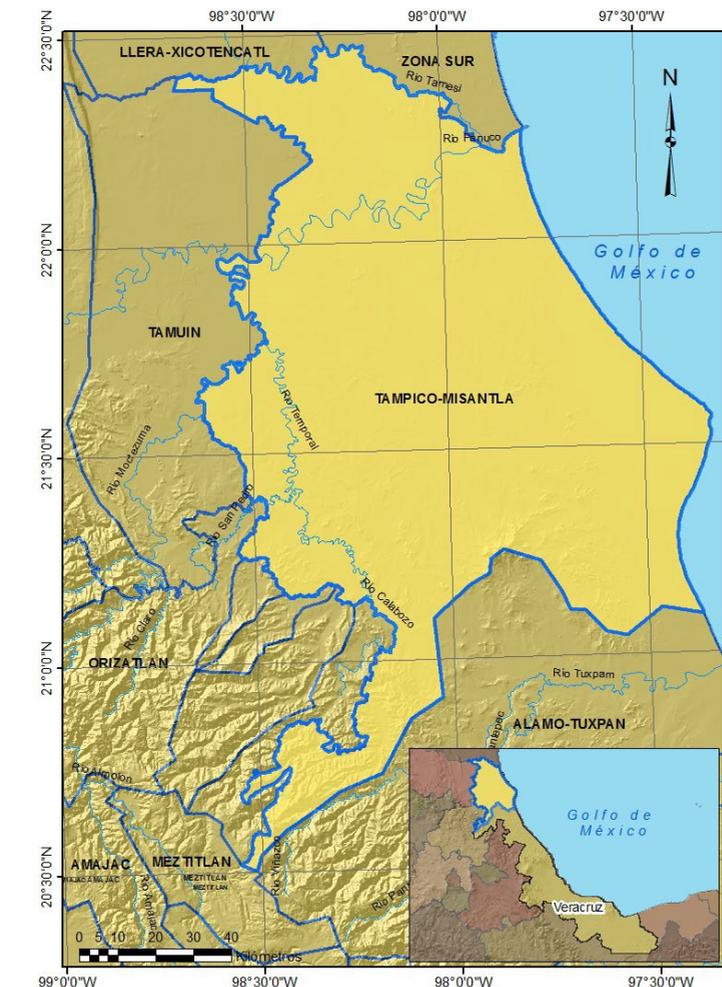
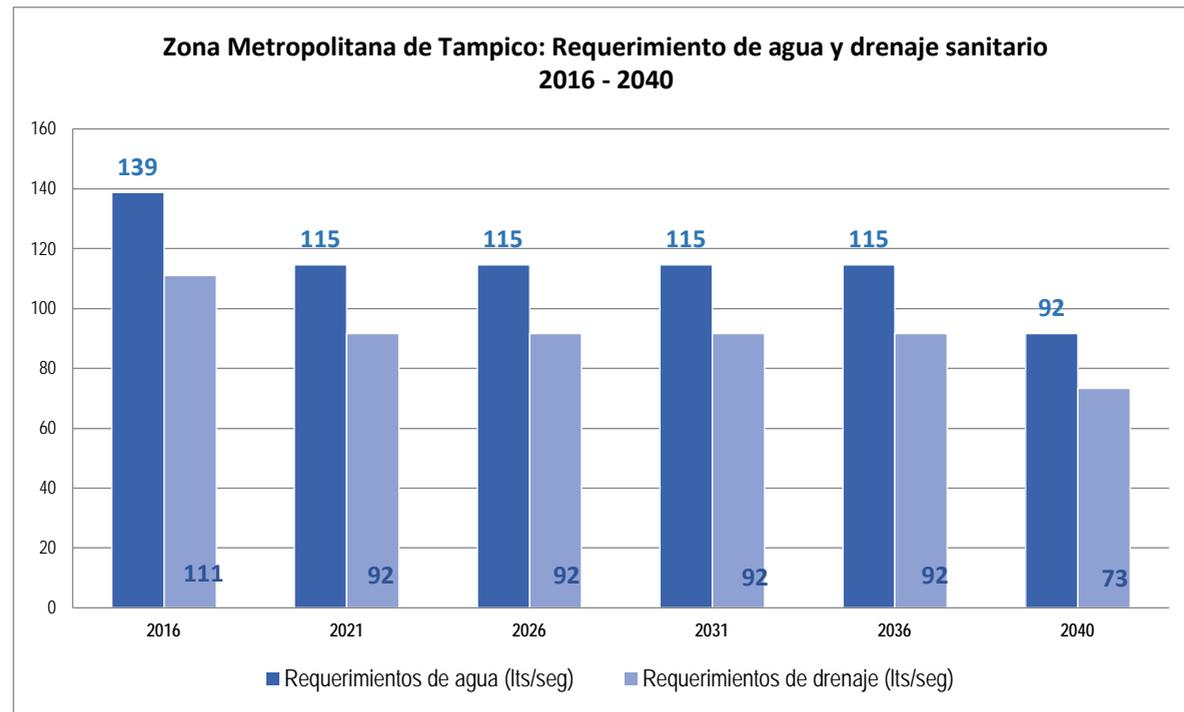


Figura 11. Requerimientos de Agua Potable y Drenaje Sanitario, 2016-2040



Fuente: Programa metropolitano de ordenamiento territorial de Tampico. 2010

Como se muestra en la Figura 11, para el año 2040, la zona metropolitana de Tampico requerirá incrementar en 689 lps el suministro de agua potable y aumentar la capacidad para sanear 551 lps.

1.7.3.4. Déficit de vivienda.

Para el año 2040 se requerirá la construcción de 108 mil 578 nuevas viviendas y se incorporarán más de 2 mil 300 hectáreas al área urbana actual, es decir, un promedio 78 hectáreas anuales (Tabla 15).

Tabla 15. Requerimientos de Vivienda en Zona Metropolitana de Tampico, 2016-2040

Municipios de la zona metropolitana de Tampico	Localidad urbana	Viviendas requeridas						Total
		2010 - 2016	2016 - 2021	2021 - 2026	2026 - 2030	2031 - 2036	2036 - 2040	
Altamira	Altamira	2,847	2,657	3,033	3,118	3,345	3,455	18,482
	Miramar	4,045	7,484	8,806	7,982	7,864	9,839	46,021
Ciudad Madero	Ciudad Madero	4,160	2,976	3,085	3,444	4,056	3,628	21,349
Tampico	Tampico	4,629	2,034	1,355	2,297	3,296	1,954	15,566
	Moralillo	290	177	254	305	270	287	1,583
Pánuco	Tamos	121	44	81	87	93	81	509
	Ciudad Cuauhtémoc	20	62	81	111	55	104	433
	Anáhuac	151	224	185	189	228	233	1,210
	Hidalgo	100	132	107	112	139	136	726
Pueblo Viejo	Primero de mayo (Los Mangos)	63	-12	37	18	32	17	155
	Benito Juárez	451	350	394	426	468	453	2,542
Zona Metropolitana de Tampico		16,905	16,130	17,418	18,090	19,847	20,188	108,578

Fuente: Programa metropolitano de ordenamiento territorial de Tampico. 2010

1.7.4. Empleos e ingresos

Por su posición geográfica, importancia económica y portuaria, en Tampico se desarrolla una gran actividad comercial. En esta ciudad se localizan grandes centros comerciales y de abasto, así como con una excelente infraestructura hotelera y restaurantes de primer nivel. En el sector industrial se encuentran actividades que pertenecen a los ramos de la industria petroquímica, textil, alimentaria, metalúrgica, naviera y pesquera.

Las actividades agropecuarias que se desarrollan básicamente son el cultivo del sorgo, cártamo, maíz, soya, chile y tomate. Sin embargo, la producción alcanzada de estos productos no es significativa dado que el territorio de este municipio se encuentra casi en su totalidad urbanizado.

En el sector ganadero se encuentra la cría de ganado bovino y en avicultura con la crianza de diversas aves. En pesca se captura principalmente bagre, camarón, huachinango, lobina, mojarra, robalo, tiburón, tilapia, trucha, jaiba y corvina.

1.7.4.1 Sectores de ocupación, porcentaje de la PEA, razón de dependencia y tasa de desempleo abierto

Según datos del Censo de Población y Vivienda 2010 en el Municipio de Tampico la población económicamente activa (PEA), representa más del 55% de la población total, de la cual destaca que casi el 93% está considerada dentro de la población ocupada y el restante 7% es población desocupada. Por otro lado, se encuentra la población no económicamente activa (PNEA), representa casi el 45% de la población de la cual el 7.48% está disponible mientras que el 92.52% no lo está.

La ocupada el 76.41% son trabajadores subordinados y remunerados, el 17.6% son trabajadores por cuenta propia, el 3.24% son empleadores y el 2.75 son trabajadores no remunerados; los cuales se encuentran distribuidos como sigue: 1.23% trabaja en el sector primario, el 28.72% en el sector secundario y el 69.85% en el sector terciario.

1.7.5. Equipamiento e infraestructura

1.7.5.1. Salud

La población del municipio recibe atención médica a través de la Secretaría de Salud; esta cuenta con un hospital general tipo A y los centros de salud “C” tipo 1, distribuidos en colonias estratégicas para ofrecer un mejor servicio. El Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) cuenta con un hospital, al igual que el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), la Secretaría de la Defensa Nacional, la Secretaría de Marina y Petróleos Mexicanos (PEMEX), además de una Delegación de la Cruz Roja. Sumado a la anterior, el municipio cuenta con un gran número de hospitales y consultorios particulares que prestan servicio de medicina general y especializada.

1.7.5.2. Educativo

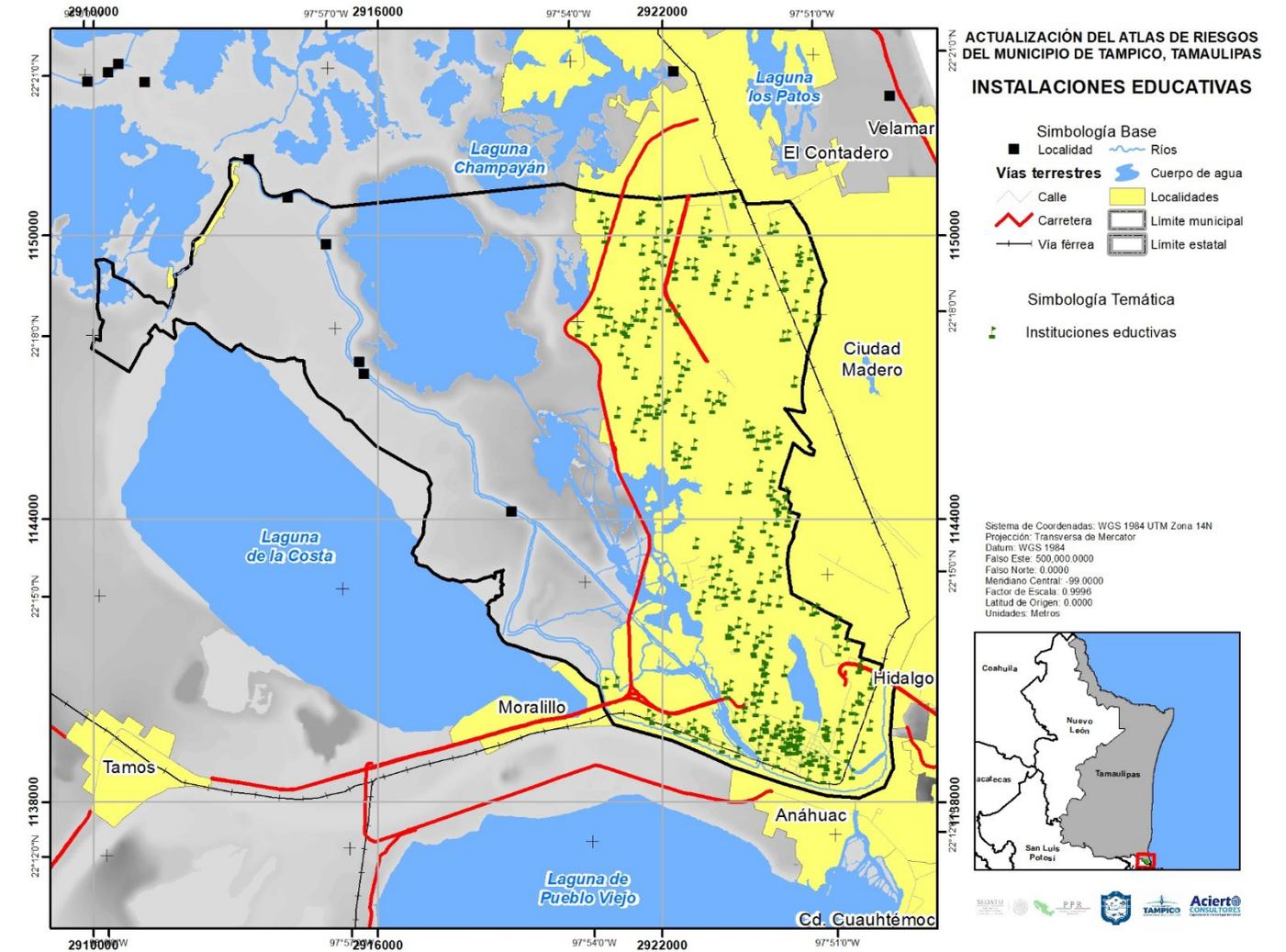
En los últimos años autoridades federales, estatales y municipales se han dado a la tarea de embellecer la ciudad llevando a cabo el desarrollo de ambiciosos proyectos que apoyarán al sector turístico y a su ciudadanía. Tales son, los que incluyen la restauración de edificios con valor patrimonial, la construcción del Espacio Cultural Metropolitano inaugurado y el Centro de convenciones y el proyecto Canal de la Cortadura, así como el Desarrollo Turístico Tampico-Miramar con en el vecino municipio de Ciudad Madero que incluye la construcción de hoteles, fraccionamientos y edificios de condominios, actualmente en construcción.

La infraestructura educativa con que se cuenta asciende a 347 planteles escolares de los cuales 91 son jardines de niños, 146 escuelas primarias, 50 escuelas secundarias, 25 profesional medio, 24 a nivel técnico y 11 a nivel profesional (Mapa 26); dicha infraestructura se considera suficiente para atender a la población demandante, es decir en el municipio se cuenta con la infraestructura adecuada para satisfacer los requerimientos de educación preescolar, elemental, media, superior y de posgrado.

Para el caso del nivel preescolar y elemental, estos son atendidos por la Secretaria de Educación Pública. El nivel medio superior es atendido por el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS), El Centro de Bachillerato Tecnológico y Agropecuario (CBTA), La Escuela Tecnológica Pesquera de Tampico, El Instituto de Ciencias y Tecnología de Tampico. El nivel técnico es atendido por el Colegio Nacional de educación Profesional Técnica (CONALEP) y la Educación de Adultos por el Instituto Nacional de Educación para los Adultos (INEA). Los encargados del nivel superior y de posgrado son Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; El Instituto de Estudios Superiores de Tamaulipas, La Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), La Universidad del Noreste, La Universidad del Golfo, y la Universidad Valle de México, el Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas, entre otros.

Debido al desarrollo económico industrial de la zona, el Instituto Tamaulipeco de Bellas Artes (ITBA); y el Centro de Información Estadísticas, Geografía e Informática del INEGI, han promovido la creación de bibliotecas, entre las que se encuentran: Biblioteca de Tampico, Biblioteca Omega, Centro Cultural México Americano, Biblioteca de Petróleos Mexicanos y Biblioteca de la Presidencia Municipal.

Mapa 26. Instalaciones Educativas



1.7.5.3. Recreativo y/o de esparcimiento

Plazas, centros comerciales, teatros, cines, auditorios, etc.

Entre los lugares de esparcimiento Tampico cuenta con instalaciones como son: centros deportivos, gimnasios, Club Campestre, Estadio Tamaulipas, parque de béisbol, Club de Tenis, y Club Internacional de Yates. Además, en el centro de la ciudad se ubica la “Plaza de Armas”, que alberga el Kiosco “Pulpo Rosa” (Figura 12).

Figura 12. Kiosco Pulpo Rosa en la Plaza de Armas

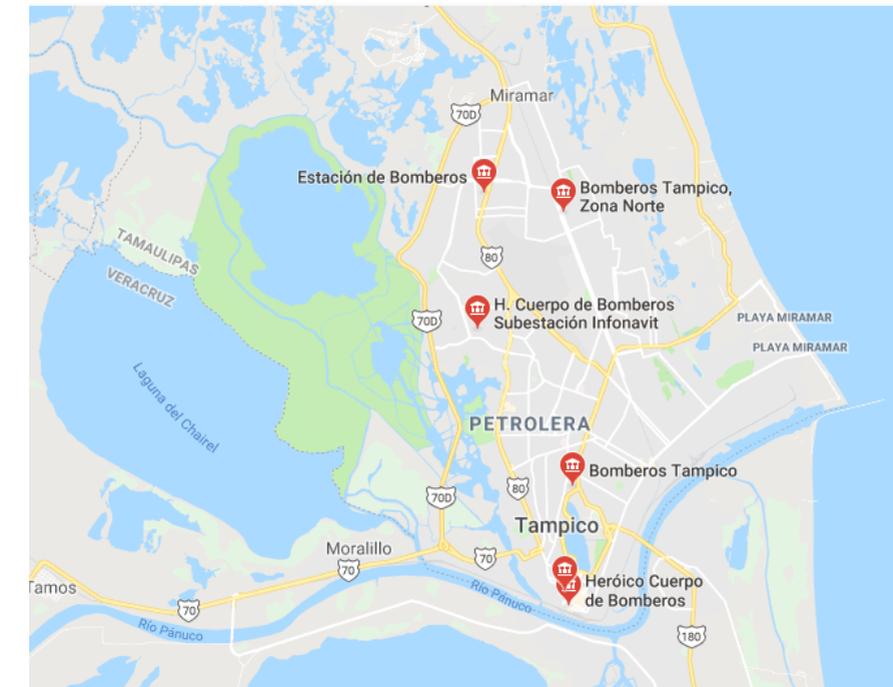


Fuente: Acierto Consultores, S.C.

1.7.5.4. Estación de bomberos, seguridad pública, albergues, ruta de evacuación, etc.)

En el municipio de Tampico existen seis estaciones de bomberos: tres de ellas ubicadas en la porción sur del municipio; y las tres restantes hacia la porción norte de la mancha urbana (Figura 13).

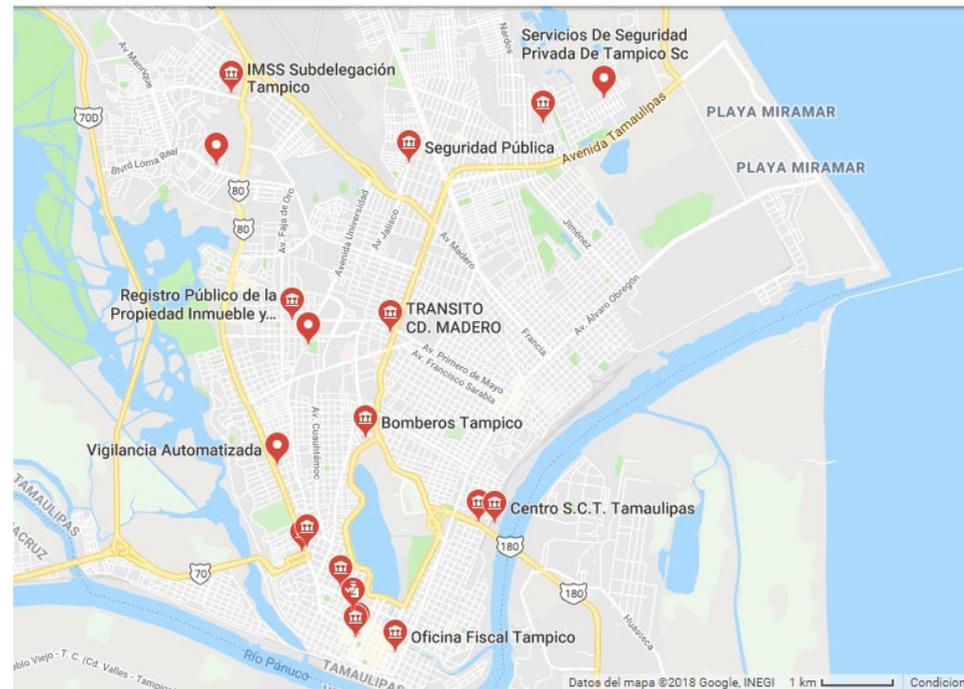
Figura 13. Estaciones de bomberos en el municipio de Tampico



Fuente: INEGI Serie VI

En cuanto a las instalaciones de seguridad pública, se tiene el registro de al menos 18 instalaciones de seguridad pública en el territorio municipal de Tampico. A diferencia de las estaciones de bomberos, las de seguridad pública, presentan una distribución más homogénea a nivel del territorio municipal, tal y como se ve en la Figura 14.

Figura 14 . Instalaciones de seguridad publica en el municipio de Tampico.



Fuente: INEGI Serie VI

1.7.5.5. Presas, líneas de conducción de gas y combustible, plantas de tratamiento, estaciones eléctricas, etc.

En la Ciudad de Tampico se encontraron un total de 24 gasolineras, 13 de ellas se localizan sobre la Avenida Hidalgo, una de las arterias principales que comunica a la ciudad de Sur a Norte, la zona Centro y la conocida como Enrique Cordero González, cuentan con dos gasolineras, en el caso de las colonias Flamboyanes, Isleta Pérez, Guadalupe Victoria, Allende, Rodríguez, Universidad Sur y Universidad Poniente, cuentan con una gasolinera.

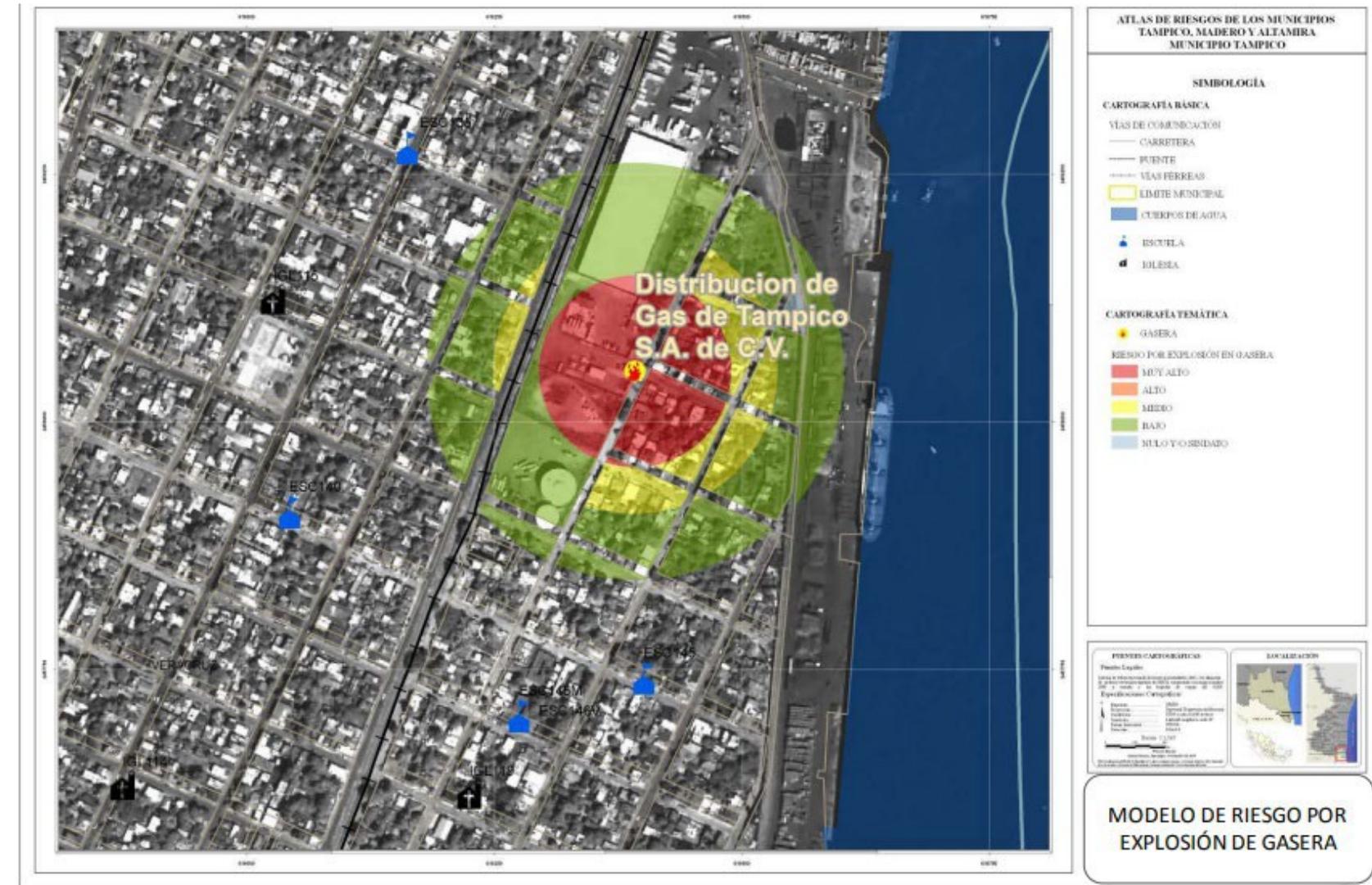
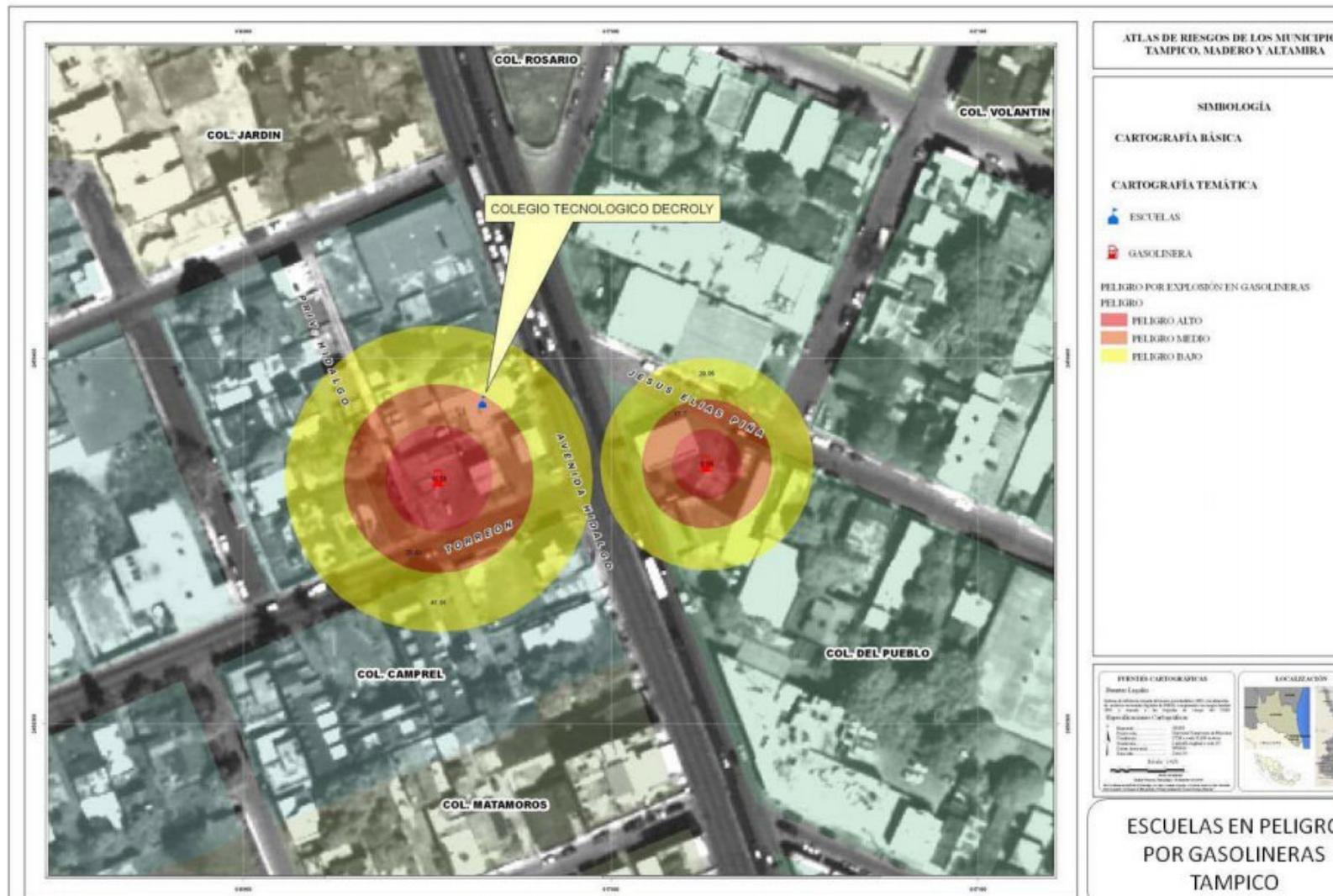
De las 24 gasolineras verificadas en Tampico se identificó que en el caso de la gasolinera Central de Combustibles y Lubricantes, con número de estación de servicio 3,897, ubicada en la colonia Lomas de Rosales, se encuentra a menos de 60 metros de la escuela particular “Colegio Félix de Jesús Rougier”, el cual ofrece cuatro niveles de educación: preescolar, primaria, secundaria y preparatoria; y se concentra una población estimada de 1,128 entre alumnos, docentes y personal administrativo, en un horario matutino de 07:00 a 16:00 horas. De igual forma la gasolinera Carlos Olvera Obele, con número de estación de servicio 6138, ubicada en la colonia Cambell, se encuentra a 25 metros la

escuela Colegio Técnico Decroly (Figura 15), de nivel bachillerato, la cual brinda servicios de educación a una población de 108 personas, entre alumnos y docentes distribuidos en dos turnos, matutino y vespertino.

Derivado del análisis de Riesgo por explosión de gaseras en Tampico, se describe la estación de servicio Distribución de Gas de Tampico S.A. de C.V., que resulta en tres niveles de Riesgo: Muy Alto (color rojo), Medio (color amarillo) y Bajo (color verde), donde la mayor porción de área de influencia, a excepción del riesgo Muy alto, resulta en Riesgo Bajo puesto que la infraestructura podría resistir la radiación térmica originada por una explosión en esta gasera. Una porción de esta área tiene un nivel de Riesgo Medio, con una menor resistencia de las viviendas a la radiación térmica, tal y como se aprecia en la Figura 16.

Figura 15. Ubicación de gasolinera respecto a centro escolar en Tampico.

Figura 16. Riesgo por explosión de gasera en el municipio de Tampico



Fuente: Atlas de riesgos, municipios de Altamira, Ciudad Madero y Tampico. 2009.

Fuente: Atlas de Riesgos, Municipios de Altamira, Ciudad Madero y Tampico. 2009.

Por lo que se refiere a la red de ductos, estos cubren una extensión de 262 kilómetros de tuberías subterráneas a través de los municipios Tampico, Madero y Altamira, los trazos identificados por líneas en color rojo están compuestas por tuberías de uno, dos y tres conductos de manera simultánea que son conectadas de los pozos de producción de gas y petróleo al norte de la ciudad de Altamira (Figura 17). Esta red se distribuye a través de otros trazos para transportar el producto de gas y/o crudo hacia la refinería Francisco I. Madero, para su procesamiento, una vez procesado se envía al Puerto de Altamira para su embarque con fines de exportación y distribución al interior del Estado, donde se conectan con centros procesadores de gas, complejos petroquímicos, termoeléctricas, estaciones de almacenamiento y reparto. Es importante mencionar que, si bien se contó con la distribución de la red de ductos dentro de los tres municipios, se desconoce con certeza cuál de estas líneas transportan gas, crudo o derivados de hidrocarburos.

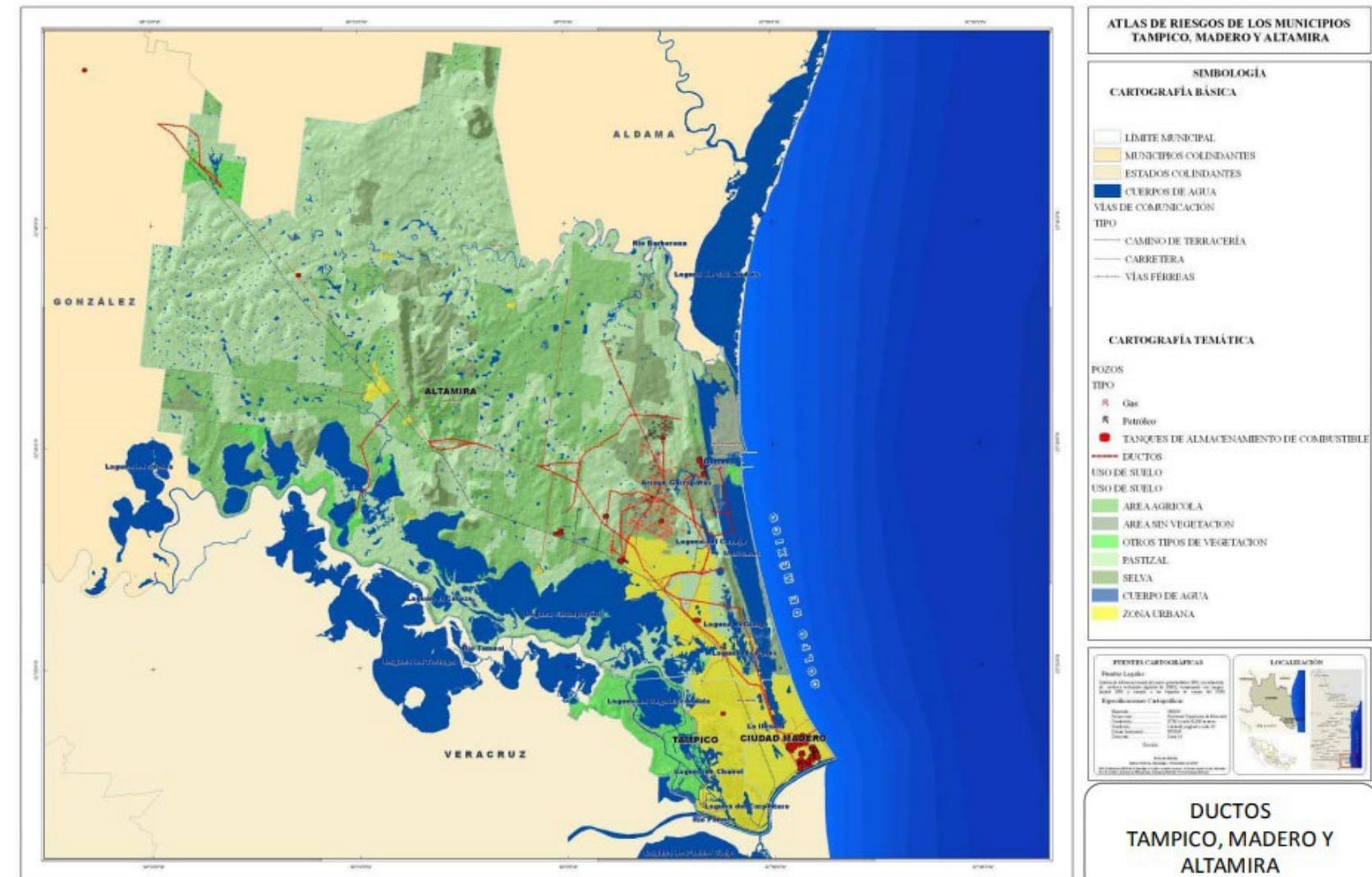
La zonificación por peligro por explosión en ductos expone que en la ciudad de Tampico, si bien la traza de los ductos no pasa dentro de los límites de la ciudad, se localizan 818 personas en la zona de peligro por explosión, en el caso de Ciudad Madero, se localizan 26 km distribuidos al interior de la ciudad, resultando 14,319 personas en zona de peligro, en el caso de Altamira es la ciudad que cuenta con una mayor extensión de ductos, con 236 km, donde 21,721 personas están expuestas en zona de peligro por explosión.

En la ciudad de Tampico no se presenta derechos de vía de ductos de PEMEX. Sin embargo, la zonificación por explosión de ductos mostró que un sector de la ciudad se encuentra en zona de peligro. Al norte de la ciudad, límites con el Municipio de Madero, la zonificación por peligro de ducto muestra que un sector de la colonia Solidaridad, Voluntad y Trabajo perteneciente a la ciudad de Tampico, se encuentra dentro de la zonificación por peligro de ducto y del rango establecido como área de seguridad, el cálculo estadístico arrojó un total de 198 viviendas de tipo III que alberga alrededor 818 personas. También se observó uno de los servicios públicos cerca de la zonificación por peligro de ductos, este corresponde al parque ecológico ubicado en la calle Pakistán en la colonia Solidad, Voluntad y Trabajo.

A pesar de que la ciudad de Tampico no cuenta con líneas de ductos sobre su traza, la zonificación muestra que parte de la ciudad puede verse afectada en ese pequeño sector de la ciudad. Las autoridades correspondientes deben de vigilar las inmediaciones de la colonia, sobre el sector Norte de la ciudad, con el fin de realizar los planes de mitigación pertinentes para evitar accidentes (Figura 18).

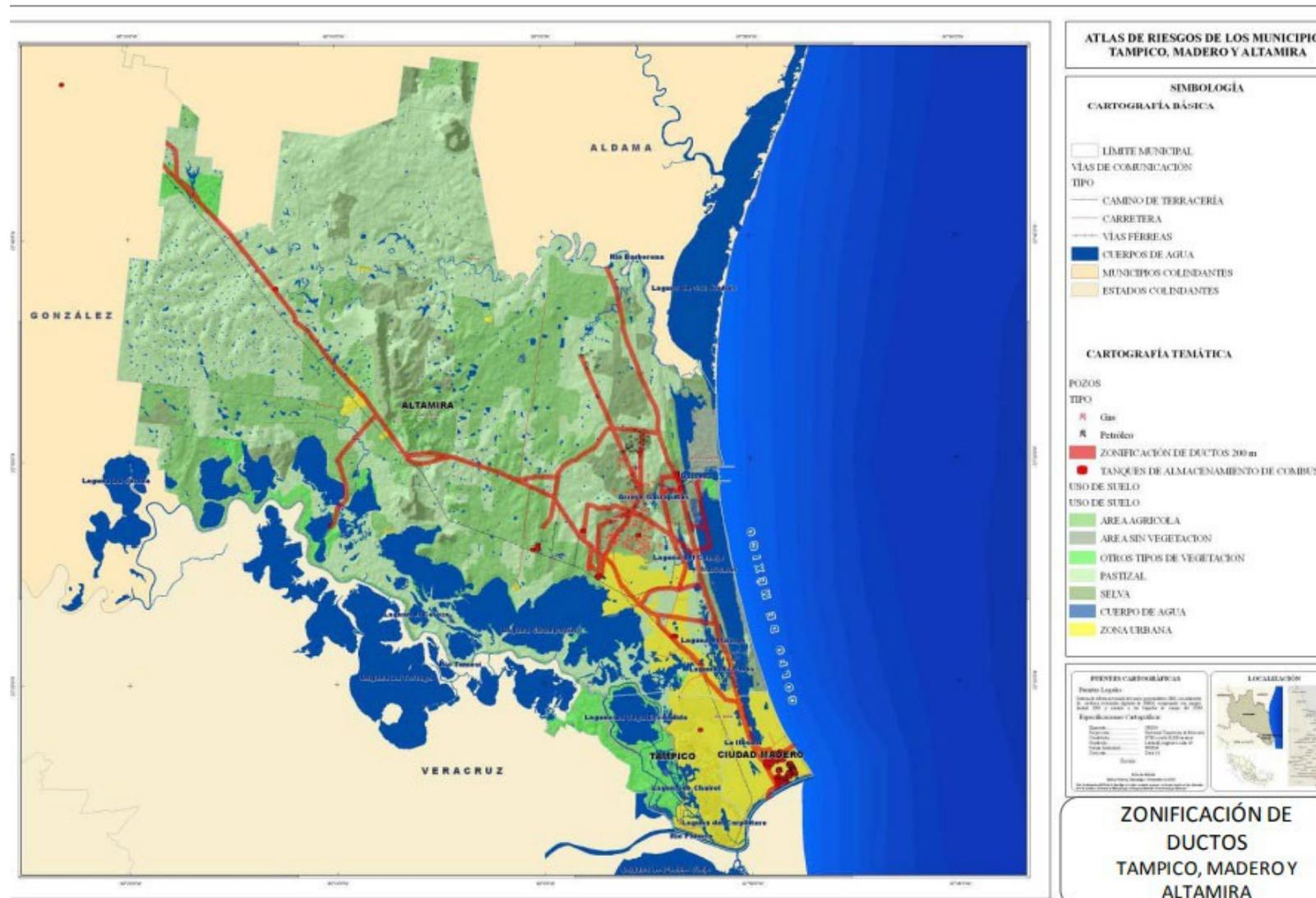
Por lo que se refiere a la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, se tiene el registro de la operación de una de ellas en el territorio municipal de Tampico, ubicada en la porción sur, particularmente en la colonia Morelos. Esta planta tiene una capacidad para el tratamiento de 300 lps de aguas residuales.

Figura 17. Red de ductos y tanques de almacenamiento en la zona metropolitana de Tampico



Fuente: Atlas de Riesgos, Municipios de Altamira, Ciudad Madero y Tampico. 2009.

Figura 18. Zonificación de ductos en la zona metropolitana de Tampico, Ciudad Madero y Altamira.



Fuente: Atlas de riesgos, municipios de Altamira, Ciudad Madero y Tampico. 2009.

1.7.6. Identificación de reserva territorial y si es parte de una Zona Metropolitana mencionar las conurbaciones principales

La zona conurbada de la desembocadura del río Pánuco está compuesta por 6 municipios siendo Altamira, Cd. Madero y Tampico, Tamaulipas, y Pánuco, Pueblo Viejo y Tampico Alto, Veracruz. Tiene una superficie de 6,084.09 Km², compuesta por el 75% de los municipios de Veracruz y 25% por los de Tamaulipas. Su acelerado crecimiento poblacional y alto índice migratorio del campo a la ciudad, ha generado una concentración en la Zona Metropolitana de Tampico, considerado el núcleo de la zona conurbada (Mapa 27).

La Zona Metropolitana de Tampico concentra el 70% de la población total de la zona conurbada en tan solo el 2% de su territorio. El resto se encuentran dispersos en 1,107 localidades: 1,037 menores de 500 habitantes; 56 entre 500-2,500; 9 de 2,500-5,000; y 5 de 5,000-30,000. La población económicamente activa de la población de la zona conurbada se distribuye con el 19% del sector primario, 35% en el secundario y 46% en el terciario.

En la zona conurbada existen 118 ejidos con 87,074 hectáreas (14% de la zona). De estos, los núcleos agrarios Francisco I. Madero, Altamira, La Pedrera y otros, les fueron expropiadas 2,000 ha para la creación de un Distrito de Crecimiento Urbano, como apoyo al Puerto Industrial de Altamira.

La Zona Metropolitana ha concentrado la infraestructura, servicios y equipamiento urbano, provocando un déficit con las otras localidades de la Zona Conurbada, siendo críticas, tanto la dotación como la concurrencia de servicios a los centros de población rurales.

Con el incremento de la excesiva concentración urbana se ahondarán indiscriminadamente problemas como: uso anárquico del suelo sin ninguna reglamentación; un mercado irregular del mismo con índices de precios establecidos arbitrariamente por los especuladores, situación que hará cada vez más lejana la posibilidad de acceso de las clases trabajadoras de este recurso; inoperancia de la red vial urbana; ineficacia e insuficiencia en los sistemas de transporte colectivo; saturación de las zonas céntricas con altas densidades de habitantes y construcción, sin la dotación necesaria, en áreas verdes y recreativas; concentración del equipamiento y servicios; superruidos, humos, polvos y desechos generados básicamente por las industrias; fuertes conflictos de patología social originados a partir de los grandes abismos existentes en lo que a recursos se refiere, con altos índices de delincuencia, drogadicción, alcoholismo y con ello una seguridad social que se ha hecho característica de las grandes ciudades del país que reciben un gran impulso económico (DOF, 15 de septiembre de 1982).

Actualmente, el área de reserva territorial ocupa el 4.02% del territorio municipal, abarcando 180.71 hectáreas, misma que cuenta con servicios disponibles y accesibilidad o comunicación formal con la ciudad. En donde se pueden

encontrar terrenos con diferentes superficies que van desde 100 m² hasta predios de 15 hectáreas, distribuidos en todo el territorio de Tampico. Si tomamos en cuenta la densidad promedio de la población de la ciudad, podemos estimar la cantidad de población que puede acomodarse en esta superficie, y que resulta ser de aproximadamente 12,700 habitantes (IMEPLAN 2015).

1.7.7. Expansión de la mancha urbana de 1980 a 2015, para Ciudades mayores a 50,000 habitantes

El desenfrenado crecimiento demográfico y el poblamiento que consolida la Zona Metropolitana de Tampico, se caracteriza por tres procesos, a saber: a) el proceso acelerado del crecimiento demográfico, que provoca; b) un proceso anárquico de la expansión territorial paralelo al; c) desplazamiento masivo de la población rural hacia los municipios de Tampico y Ciudad Madero, que se han constituido en polos de desarrollo comercial e industrial, respectivamente, y en dónde se concentran los servicios y equipamiento de toda la zona (Sánchez y Batres, 2006).

Dicho crecimiento, explosivo e incontrolado, se manifiesta en el período de 1930-1970, debido a procesos de inmigración, a una notable disminución en la tasa de mortalidad y a la coincidencia de la alta tasa de natalidad con el promedio nacional de 4 a 5 hijos por familia. Aunado a esto, se presentó un auge inusual de tipo portuario, comercial, e industrial, convirtiendo al Puerto de Tampico en uno de los de mayor importancia comercial del Golfo de México, y a Ciudad Madero en la capital petrolera del país.

En este sentido, multiplicando la población de Tampico a un ritmo del 263%, pasando de 70,183 a 185,059 habitantes, con una Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) del 2.45 %¹⁴, y que Ciudad Madero triplicaba su población de 25,704 a 91,239 habitantes, con una TCMA de 3.22%; finalmente, el municipio de Altamira presentó la misma tendencia cuadruplicando su población y pasar de 6,993 a 29,386 habitantes, con una TCMA de 3.65%¹⁵.

Este crecimiento demográfico disminuye en el período de 1980-2005, por el control natal, como política demográfica en el país, reduciendo las tasas de natalidad, fecundidad, mortalidad y regulando el comportamiento migratorio.

De esta forma en los municipios de Tampico y Ciudad Madero, las tasas de crecimiento demográfico pasaron de 30.51% a 2.79% en el primero y de 31.11% a 5.55% en el segundo. Caso contrario al municipio de Altamira que presentó un comportamiento opuesto incrementando su población absoluta a 162,628 habitantes, con un aumento relativo 19.49% a 21.50%.

La escasa oportunidad de infraestructura, aunada con regulaciones restrictivas del uso del suelo, no permite que las urbes puedan absorber los flujos migratorios expandiendo su tamaño de forma ordenada, facilitando el acceso a las oportunidades económicas que ofrece la ciudad. Ante ello, el crecimiento poblacional de las urbes incrementa la incidencia de asentamientos humanos irregulares, con condiciones habitacionales precarias, sin acceso a trabajos de calidad y a servicios básicos.

Así, en varias ciudades prevalecen altos niveles de informalidad en el mercado de la vivienda y en el transporte público limitan a su vez el acceso a oportunidades de trabajo formal. Esta “triple informalidad” (en vivienda, transporte y empleo) es en, buena medida, responsable de los bajos niveles de productividad y bienestar observados en varias ciudades.

El análisis de los patrones de uso del suelo y de los factores que determinan la estructura urbana es fundamental para entender cuáles son las variables que dificultan la accesibilidad y, por lo tanto, cuáles son los correctivos más apropiados. Estos incluyen un conjunto amplio de políticas, que combinan elementos regulatorios, como la flexibilización de la oferta de vivienda y el uso de impuestos y subsidios para reducir la congestión, con inversiones en infraestructura de transporte y servicios públicos.¹⁶

Sin embargo, el debate de política pública gira en torno de si las ciudades deben expandirse o mantenerse compactas en vez de discutir la existencia de problemas específicos que dificultan la accesibilidad y la manera de solucionarlos. Dicho debate entre expansión y compactación es responsable de la idea, bastante común entre los formuladores de políticas públicas, de que el crecimiento en extensión no es deseable porque aumenta los tiempos de desplazamiento a expensas de la productividad de las ciudades y de la calidad del medio ambiente; y que vulnera a la población ante riesgos y peligros provocados por agentes perturbadores.

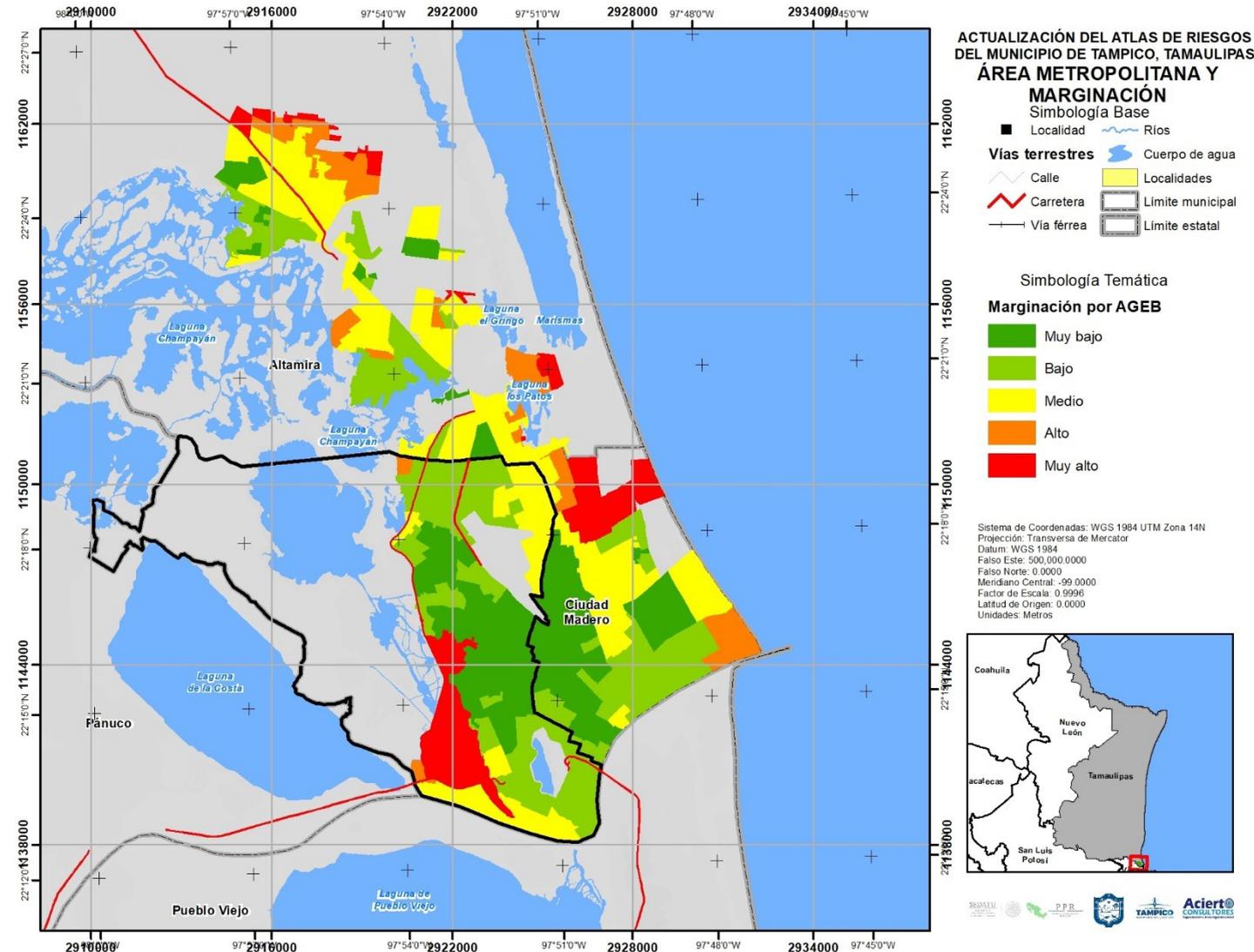
En síntesis, se requiere fortalecimiento institucional y capacidades municipales y estatales a nivel metropolitano para coordinar más y mejor las políticas capaces de llevar a las ciudades a lograr el objetivo de una mayor accesibilidad.

¹⁴ Tasa de Crecimiento Media Anual Intercensal estimada de los datos Estadísticos de la Evolución de la población absoluta de los municipios de Tampico, Madero y Altamira del Cuadro I. INEGI. En: Ídem.

¹⁵ INEGI: Estimación de la Tasa de Crecimiento Media Anual Intercensal del período (Porcentaje) tomando como referencia la fórmula de INEGI de la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCA); TCA = [(Pobl. al final del período/Pobl. al inicio del período)-1]/Núm. de años considerados-1] x 100. En: Ídem.

¹⁶ <http://www.cepb.org.bo/wp-content/uploads/2017/12/Crecimiento-urbano-acceso-oportunidades.pdf>

Mapa 27. Zona Metropolitana de Tampico y grado de marginación



Fase II. Identificación de susceptibilidad y los peligros ante fenómenos perturbadores de origen natural

2.1. Alcance de Estudio

El Atlas de Riesgos del municipio de Tampico se integra para ser la base sobre la que se construyan los programas de protección civil necesarios, así como los subprogramas de prevención, auxilio y recuperación; con el fin de salvaguardar a la sociedad, su entorno y sus bienes ante alguna contingencia o fenómeno perturbador. La elaboración de este documento se ha elaborado y apoyado en conocimientos técnicos y científicos, así como en los lineamientos generales establecidos en la *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos* del Centro Nacional para la prevención de desastres (CENAPRED).

El propósito general de este Atlas, es la creación y apropiación de una cultura de protección civil, basada en principios de autoprotección, corresponsabilidad y solidaridad, siempre en coordinación y con la participación del sector público, privado y social; con el fin de que la sociedad se encuentre preparada y con las herramientas necesarias ante la probabilidad o inminencia de fenómenos perturbadores o destructivos de origen natural o antropogénico que puedan impactar a su comunidad, infraestructura o entorno.

Los resultados y alcances de esta herramienta se verán reflejados en las acciones concretas que se establezcan en los programas específicos de protección civil del municipio. Algunas de estas, deberán llevarse a cabo de manera permanente como prevención; y otras más deberán realizarse en determinadas fechas y zonas plenamente identificadas.

En particular, el municipio de Tampico ha sido constante en la creación de documentos técnicos para elaborar sus programas de protección civil, por ejemplo: *Atlas de riesgo de los municipios de Tampico, Madero y Altamira* (2009); *Riesgos naturales y antrópicos en la metrópoli de Tampico* (Universidad de Tamaulipas, 2014); *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico* (2011); entre otros. Esto le ha permitido desarrollar programas específicos que han reducido significativamente la cantidad de afectaciones severas ante fenómenos y situaciones de riesgo.

Con la finalidad de continuar con estos trabajos, el presente documento señala los fenómenos y situaciones de riesgo de acuerdo con los antecedentes específicos de eventos ocurridos en el área de estudio; además de señalar las zonas o sitios, que, de acuerdo con las condiciones y factores, se puede desencadenar un fenómeno perturbador o un factor de riesgo. Es importante mencionar que en algunos sitios específicos no existe aún un antecedente de riesgo, sin embargo, señalan de manera general como zonas vulnerables.

Por la naturaleza del territorio en el que se encuentra asentado Tampico, inmerso dentro de un ecosistema integrado por el territorio marino y costero, el desarrollo urbano parte de los asentamientos humanos e industriales derivados de megaproyectos de infraestructura para acondicionar el territorio en función de las necesidades del mercado. Esto dio paso a un proceso acelerado de urbanización que generó desequilibrios e incrementó la vulnerabilidad física y social ante los riesgos y amenazas naturales y antrópicas.

El desarrollo de la estructura urbana se distingue por la ausencia de planeación, pues el uso y la configuración del territorio ha sido anárquico. Este modelo de urbanización disperso y excluyente provocó la concentración de la población en espacios alejados e inseguros de la ciudad, creando dificultades de acceso a los servicios básicos, problemas de movilidad, aumento de la pobreza, desempleo e informalidad laboral, entre otros. Esta situación, extiende su influencia sobre amplios y frágiles entornos ambientales, propicios para la recurrencia de desastres por causas naturales que afectan a la población más vulnerable que reside en asentamientos precarios ubicados en zonas inundables e insalubres (Aguilar y Escamilla, 2009).

Aunado a lo anterior, se ha observado que los principales riesgos y peligros naturales que se presentan en este territorio municipal son los fenómenos hidrometeorológicos, entre los que destacan las lluvias de temporada, lluvias torrenciales, tormentas tropicales, embates de huracanes y vientos fuertes del norte. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres, han sido generadas por las lluvias extremas, principalmente por el paso de ciclones tropicales que se forman en el Océano Atlántico, y que, durante su entrada al Golfo de México, se dirigen hacia la porción norte de este, afectando a las ciudades asentadas en el norte de Veracruz y sur de Tamaulipas. Las sequías, son un fenómeno atípico que sólo se ha presentado en el año 2001.

Con respecto a fenómenos geológicos, en algunas zonas se han identificado procesos de remoción en masa de origen gravitacional y aluvial, es decir, que se presentan caída de bloques y flujo de detritos, los cuales han afectado a varias localidades, vías de comunicación y áreas urbanas.

Finalmente se habrá de considerar que algunos de los fenómenos o procesos documentados, pueden tener una evolución en el tiempo, de manera que se recomienda la actualización periódica de este Atlas.

2.2. Metodología

Para la elaboración del presente Atlas de Riesgos del municipio de Tampico, se tomó como referencia la “Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligro y riesgos”, edición 2006, desarrollada por el CENAPRED. Además, se utilizaron métodos básicos de interpretación de los sensores remotos disponibles como son las imágenes de satélite, ortofotos y el modelo digital de elevación para extraer información relativa a la dinámica regional de los peligros causados por fenómenos naturales y para la definición de las zonas de peligro en toda el área de estudio.

Este estudio incluye toda la información generada sobre los diferentes fenómenos naturales o antropogénicos más comunes en el área del municipio y las situaciones o sitios de peligro o riesgos, resultado de una exhaustiva recopilación de datos en diversas fuentes formales de información y de las experiencias de diferentes grupos de trabajo. El trabajo de campo, se integra a partir de la documentación visual de los sitios afectados y observación de los procesos o fenómenos perturbadores, con la medición de algunos datos estructurales o parámetros diversos y el testimonio de la población afectada. La recopilación de información, a través de estos dos métodos, es la base principal para el estudio sistemático de los peligros y para el establecimiento del riesgo según sea el caso.

Aunado a lo anterior, la documentación histórica de los diversos fenómenos o eventos, por parte de instituciones gubernamentales locales, ha sido fundamental, ya que ha permitido establecer la evolución de estos en espacio y tiempo, así como su recurrencia. De igual forma y de gran utilidad han sido los registros estadísticos disponibles en diversas dependencias, como Protección Civil municipal, INEGI, CONAGUA y otras entidades académicas, especialmente para la caracterización de fenómenos hidrometeorológicos.

Finalmente, la generación de un sistema de información geográfica SIG y la captura de toda la información recopilada en los diferentes formatos digitales, ha permitido un registro y manejo más eficientes de la información y su mejor visualización e interpretación.

2.2.1. Fenómenos naturales de origen geológico

Los peligros naturales son fenómenos de origen físico, químico y/o mecánico, que se producen en la superficie terrestre, donde el ser humano realiza sus actividades. Cualquiera de estos fenómenos, que ocurra en los sistemas atmosférico, biótico, litosférico o hidrológico y exista la probabilidad de afectación al ser humano y sus actividades, debe ser considerado un peligro.

Los fenómenos naturales que se producen por la dinámica e interacción de los componentes superficiales de la corteza terrestre y por ende modifican la corteza del planeta, se consideran fenómenos naturales geológicos y/o geomorfológicos, los primeros se deben a la acción interna del planeta y los procesos de litificación; los segundos modifican la forma del relieve en un paisaje determinado, ya sea producto de la interacción interna del planeta –procesos endógenos- o por la externa –procesos exógenos.

Cuando un fenómeno, de índole geológico-geomorfológico, afecta de alguna forma las actividades o vida de la población, se convierte en peligro. Si la población no tiene la capacidad en cuanto al conocimiento del fenómeno; carece de la organización social y económica para afrontarlo, así como incapacidad política para mitigar y reducir el grado de afectación de la población con respecto al peligro, el escenario resultante será un desastre.

Los peligros geológicos se pueden definir como los procesos que pueden generar un daño físico, económico y social a una comunidad o población. Por la ubicación geográfica del estado de Tamaulipas, su fisiografía, distribución morfológica, geología y estratigrafía que aflora en la región, presenta características muy peculiares que lo hacen vulnerable a peligros por fenómenos geológicos. Están presentes de manera natural, pero, en parte, son acelerados por factores hidrometeorológicos pudiendo intervenir en estos procesos de índole antropogénico.

México se encuentra en una situación geológico-geomorfológica susceptible a la ocurrencia de fenómenos como la Sismicidad, Tsunamis, Erupciones Volcánicas, Subsidiencias y Colapsos, Procesos de Remoción en Masa (deslizamientos, caídas, vuelcos, flujos de lodo, lahares, entre otros). El territorio mexicano, de manera general, puede considerarse abrupto y heterogéneo litológicamente, lo que hace factible la ocurrencia de cualquiera de estos fenómenos.

Nuestro país está situado en la zona intertropical, por lo que se encuentra expuesto al desarrollo de ciclones, heladas, sequías y temperaturas elevadas a lo largo y ancho del territorio. Además, México también forma parte del reconocido Cinturón de Fuego del Pacífico, donde ocurre una intensa actividad volcánica y sísmica, en el territorio ocurren todos

los tipos de márgenes tectónicos: subducción en la costa sur del Pacífico; extensión en el Mar de Cortés y transcurrencia en el sur de Chiapas y norte de México, con las fallas Motagua-Polochic y San Andrés respectivamente.

Por esta razón el territorio mexicano es vulnerable a la ocurrencia de múltiples fenómenos geológico-geomorfológicos. Los peligros pueden clasificarse de acuerdo con la velocidad de ocurrencia en súbitos (inundación, sismos, remoción en masa, erupciones, tsunamis) y lentos o de larga duración (sequía o desertificación). En el caso de la clasificación por los daños producidos, se catalogan como directos cuando afectan a alguna infraestructura o actividad económica y social (personas, bienes, agricultura, etc.), o indirectos, cuando detienen o relegan algún proceso económico y actividad (disminución de turismo, sistemas de producción, entre otros).

En el contexto geológico la zona de subducción al sur y de transcurrencia al norte, funcionan cuando las placas tectónicas ejercen esfuerzos constantes, lo que produce un movimiento, esto da como resultado actividad sísmica o volcánica. Por otro lado, el relieve terrestre siempre se encuentra en búsqueda del equilibrio, para lograrlo, requiere que los factores inestabilizadores sean los menores, dando como resultado la reducción de las laderas a través de la ocurrencia de los Procesos de Remoción en Masa (PRM). Cualquier acción que se ejerza en el paisaje tendrá una reacción, en este sentido el ser humano funciona como un agente que puede alterar las condiciones naturales que intervienen en un paisaje o territorio. Esto hace que los fenómenos naturales aceleren su actividad y al buscar el equilibrio se produzcan otros fenómenos como hundimientos, fracturamiento o deslizamientos, por mencionar algunos.

Por último, cabe señalar que los fenómenos naturales no pueden detenerse. Nunca será posible detener un sismo, erupción volcánica o deslizamiento. Pero si es posible mitigar los efectos que provocan. Es importante anticiparse a su aparición para estar preparado y así reducir sus efectos.

Para esto es necesario, estudiar los fenómenos, su ocurrencia y generación. De esta manera se puede distinguir la mecánica y naturaleza del mismo. Estudiar los materiales y señales que arroja un fenómeno potencialmente peligroso antes de ocurrir es la manera de prevenir a la población.

2.2.1.1. Vulcanismo

El vulcanismo es una manifestación de la energía interna de la tierra. En México gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción formada por las placas de Rivera y Cocos con la gran placa norteamericana, y tiene su expresión volcánica en la Faja Volcánica Mexicana (FVM). Esta faja es una elevación volcánica con orientación este-oeste, que se extiende más de 1,200 km y su ancho varía de 20 a 150 km. Se ubica sobre el paralelo 19°, alberga a los principales volcanes activos del país. Su vulcanismo es extremadamente variado, desde actividad efusiva cuyos productos más importantes son los derrames de lava, hasta erupciones altamente explosivas con predominio de depósitos piroclásticos tanto de flujo como de caída.

También se caracteriza por la diversidad de volcanes, desde grandes estratovolcanes hasta extensos campos de pequeños conos de cenizas y volcanes escudo. Sin embargo, existen otros centros eruptivos en el país que no pertenecen a esta franja, como son los volcanes del estado de Chiapas y el volcán Tres Vírgenes de Baja California Norte (Figura 19).

Las erupciones volcánicas resultan del ascenso del magma que se encuentra en la parte interna o debajo de un volcán activo. Cuando el magma se acerca o alcanza la superficie, pierde todos o parte de los gases que lleva en solución, formando gran cantidad de burbujas en su interior. Las erupciones son entonces emisiones de mezclas de magma (roca fundida rica en materiales volátiles), gases volcánicos que se separan de este (vapor de agua, bióxido de carbono, bióxido de azufre y otros) y fragmentos de rocas de la corteza. Estos materiales pueden ser arrojados con distintos grados de violencia, dependiendo de la presión de los gases provenientes del magma o de agua subterránea sobrecalentada por el mismo.

Cuando la presión dentro del magma se libera a una tasa similar a la que se acumula, este puede liberar los gases en solución con facilidad y salir a la superficie sin explotar, a este fenómeno se le conoce como *erupción efusiva*. Si el magma acumula más presión de la que puede liberar, las burbujas en su interior crecen hasta tocarse y el magma se fragmenta violentamente, produciendo una *erupción explosiva*.

El municipio de Tampico se localiza en el paralelo 22, de tal forma que se ubica fuera de la Faja Volcánica Mexicana. En México hay más de 2,000 volcanes y alrededor de 15 de ellos se consideran activos o peligrosos.

Metodología

El cálculo para obtener las zonas susceptibles de peligro a vulcanismo depende, en mayor medida, de la competencia de los materiales que constituyen al municipio (efecto de sitio). En este sentido se buscarán registros históricos, en fuentes oficiales, para poder determinar el posible riesgo de este fenómeno.

Figura 19. Zonas volcánicas de México señaladas con líneas punteadas y algunos volcanes considerados peligrosos



Fuente: Tomado de USGS/CVO, 2003.

2.2.1.2. Sismos

La sismicidad, es uno de los fenómenos derivados de la dinámica interna de la tierra que ha estado presente en la historia geológica de nuestro planeta, y que seguramente continuará manifestándose de manera similar a lo observado en el pasado. Es un movimiento vibratorio que se origina en el interior de la tierra y se propaga por ella en todas direcciones en forma de ondas.

La causa de un temblor es la liberación súbita de energía dentro del interior de la tierra por un reajomodo de esta. Este reajomodo se lleva a cabo mediante el movimiento relativo entre placas tectónicas. Las zonas en donde se lleva a cabo este tipo de movimiento se conocen como fallas geológicas y a los temblores producidos se les conoce como sismos tectónicos.

Los terremotos tectónicos se suelen producir en zonas donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas da lugar a movimientos de reajuste en el interior y en la superficie de la tierra. Por esto, es que los sismos de origen tectónico están íntimamente asociados con la formación de fallas geológicas. Suelen producirse al final de un *ciclo sísmico*, que es el período durante el cual se acumula deformación en el interior de la tierra que más tarde se liberará repentinamente. Dicha liberación se corresponde con el terremoto, tras el cual la deformación comienza a acumularse nuevamente.

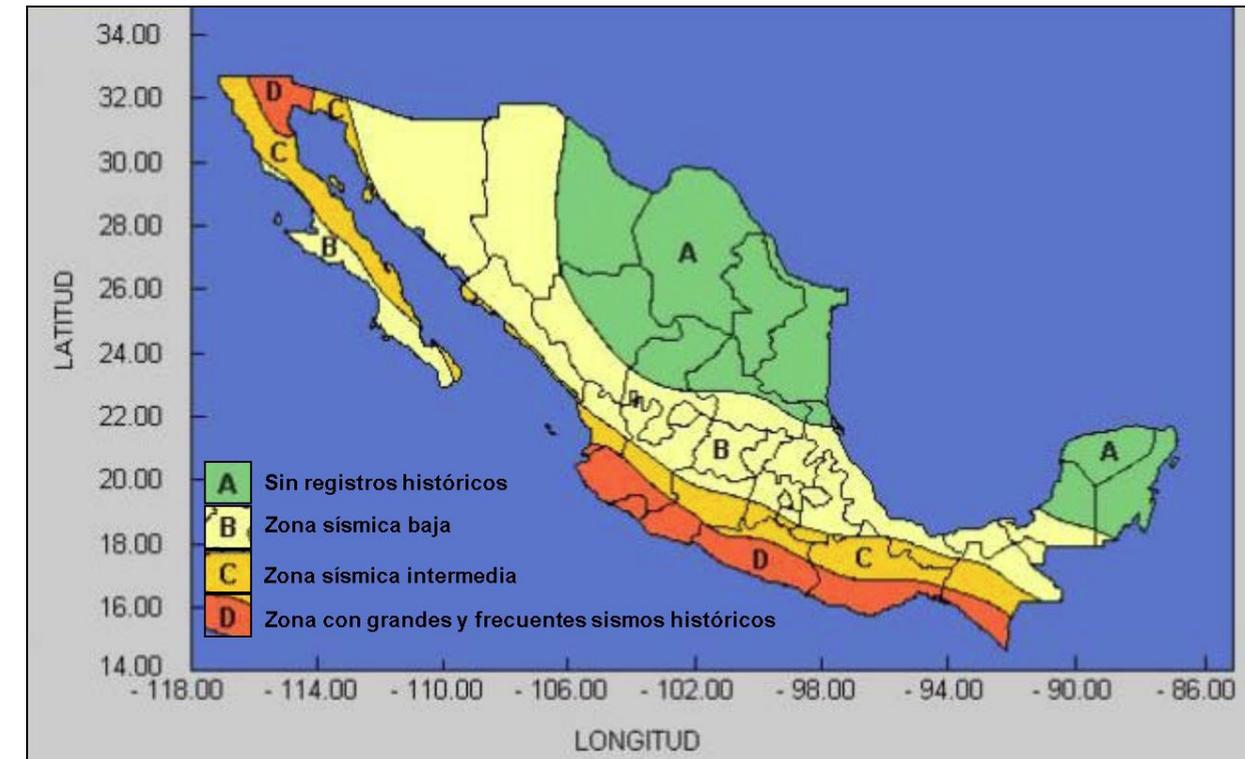
El punto interior de la Tierra donde se produce el sismo se denomina “foco sísmico” o “hipocentro”, y el punto de la superficie que se halla directamente en la vertical del hipocentro y que, por tanto, es el primer afectado por la sacudida recibe el nombre de “epicentro”.

No obstante, existen otras causas que también producen temblores. Ejemplo de ello son los producidos por el ascenso de magma hacia la superficie de la tierra. Este tipo de sismos, denominados volcánicos, nos pueden servir de aviso de una posible erupción volcánica.

Los epicentros de la mayor parte de los sismos de gran magnitud, que llegan a ocasionar grandes daños, se ubican en las costas de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. También han ocurrido, aunque con menor frecuencia, grandes sismos en el centro y sur de Veracruz y Puebla, norte y centro de Oaxaca y Chiapas, en la zona fronteriza entre Baja California y los Estados Unidos e incluso en el Estado de México y Sonora.

De acuerdo con la regionalización sísmica del país (Figura 20) y de la región en donde se encuentra Tampico, la sismicidad en la zona es del tipo “A”, lo que significa que hay muy poca o nula actividad sísmica en su territorio.

Figura 20. Regionalización sísmica de México



Fuente: CENAPRED, 2011.

Metodología

El cálculo para obtener las zonas susceptibles de peligro sísmico depende, en mayor medida, de la competencia de los materiales que constituyen al municipio (efecto de sitio), la distancia a la zona sismo-generadora y la magnitud histórica de los sismos reportados. En este sentido se buscarán registros históricos de este fenómeno, en fuentes oficiales, para poder determinar el posible riesgo.

2.2.1.3. Tsunamis

El término tsunami es japonés; internacionalmente se usa para designar el fenómeno que en español se denomina maremoto. Es una serie de olas procedentes del océano que envía grandes oleadas de agua que, en ocasiones, alcanzan alturas de 30.5 metros, hacia el interior. Estos muros de agua pueden causar una destrucción generalizada cuando golpean la costa.

Estas olas son causadas normalmente por grandes terremotos submarinos en los bordes de la placa tectónica. Cuando el suelo del océano en un borde de la placa se eleva o desciende de repente, desplaza el agua que hay sobre él y la lanza en forma de olas ondulantes que se convertirán en un tsunami. La mayoría de los tsunamis, aproximadamente un 80%, se producen en el Océano Pacífico, en el Cinturón de Fuego, un área geológicamente activa donde los movimientos tectónicos hacen que los volcanes y terremotos sean habituales. Pueden estar causados por deslizamientos de tierra subterráneos o erupciones volcánicas. Incluso pueden ser lanzados, como ocurrió con frecuencia en la Tierra en la antigüedad, por el impacto de un gran meteorito que se sumergió en un océano.

En un océano profundo, las olas de los tsunamis pueden parecer de solo unos centímetros. Sin embargo, conforme se aproximan a la costa y entran en aguas menos profundas, se ralentizan y comienzan a crecer en energía y altura. Las partes altas de las olas se mueven más rápido que sus bases lo que causa que se eleven precipitadamente. Principalmente los movimientos se presentan en la zona de contacto de las placas tectónicas (Figura 21), de Norteamérica y del pacífico, en donde por la fricción de dichas placas se generan movimientos tectónicos de gran intensidad (sismos), capaces de ocasionar grandes olas que cubren parte del terreno deprimido de las localidades costeras.

Los tsunamis de origen sísmico se clasifican en locales, regionales y lejanos o transoceánicos. Los tsunamis locales provocan una inundación que queda confinada a lo largo de la costa en el área del terremoto y a distancias de 100 km aledañas al área del terremoto. Los tsunamis regionales son capaces de causar destrucción a distancias de 1,000 km de la región de generación en un lapso de 2 a 3 horas desde su origen. Los tsunamis lejanos o transoceánicos son los que se originan en la margen occidental del Océano Pacífico y tardan entre 8 y 12 horas para llegar a nuestras costas. Los tsunamis de origen lejano para México pueden causar daños considerables cuando el terremoto que los origina es de gran magnitud (9 a 9.5).

Figura 21. Placas tectónicas en la República Mexicana



Fuente: CENAPRED, 2016

2.2.1.4. Proceso de remoción en masa (inestabilidad de laderas, flujos y derrumbes)

Metodología general

La metodología utilizada para el estudio de los peligros geológicos está dividida en tres fases: la primera fase comprende trabajos de gabinete preliminares (recopilación, revisión y clasificación de la información existente, elección de escala de trabajo, delimitación de la zona de estudio, interpretación de fotos aéreas y preparación de mapas base); la segunda fase consiste en el inventario de lugares afectados por peligros geológicos, mediante el uso de fichas de campo generadas por Acier Consultores, S.C., donde se acopian una serie de observaciones y datos geológicos, estructurales y geotécnicos; finalmente, en la tercera fase y con los datos obtenidos, tanto en campo como en gabinete, se procede a la organización e integración de la información, digitalización de mapas, creación de tablas y base de datos que son utilizados para la preparación, desarrollo y análisis del sistema de información geográfica (SIG), a partir del cual se determinan las zonas de peligros geológicos.

Como apoyo para determinar la zonificación, se tomaron en cuenta los parámetros de pendientes, altura de las estructuras, litología, vegetación y aspectos estructurales a los cuales según la metodología del CENAPRED se les asignó un valor. Esta información como ya se mencionó antes, es vaciada al SIG para obtener modelos de áreas susceptibles a algún peligro que junto con la información de las AGEB permiten obtener los diferentes niveles de riesgos y valor de infraestructura expuesta.

Remoción en masa (peligro)

Los procesos de remoción en masa son todos aquellos movimientos de materiales térreos, que pueden ser roca o suelos, pendiente abajo a través de la acción directa de la gravedad (CENAPRED, 2006).

De acuerdo con el CENAPRED (2006) existen varios tipos de inestabilidades que pueden afectar una ladera, entre los más comunes se encuentran: caídos o derrumbes, deslizamientos, flujos, expansiones laterales y movimientos complejos.

La metodología empleada para delimitar zonas que pudieran representar peligro por remoción de masas incluye una etapa donde se programan recorridos de campo a sitios previamente establecidos, de acuerdo al análisis de información disponible, tales como cartas topográficas de INEGI 1:50,000 e información Geológica-Estructural (Servicio Geológico

Mexicano, escala 1:250,000 y 1:500,000), en cada uno de ellos se verifican los rasgos característicos de las estructuras geológicas, litología, condiciones del relieve y tipo de inestabilidad.

Los datos estructurales compilados mediante el levantamiento de puntos de verificación en campo incluyeron el azimut de la dirección de inclinación máxima del plano, así como su ángulo de inclinación. Dado que el comportamiento del macizo rocoso es también influenciado por las condiciones de las discontinuidades (fallas, fracturas, etc.), en el formato de la ficha de campo se incluyeron parámetros tales como la longitud, espaciamiento, apertura, rugosidad de las superficies, alteraciones y/o material de relleno si está presente, los cuáles contribuyen a aumentar o bien a decrecer la resistencia al corte de las discontinuidades.

El análisis e interpretación de la información recabada en campo, así como en gabinete, permitieron, con la ayuda de los SIG, la generación de mapas temáticos de los factores que influyen en la inestabilidad de laderas, esto con el objetivo de contar con mapas de susceptibilidad a los procesos de remoción de masas, que a su vez sirvan como base para las primeras etapas de planeación y desarrollo de una metodología.

Para la evaluación de los peligros por Procesos de Remoción de Masas (PRM) se tomaron y adaptaron algunos de los criterios postulados por CENAPRED (2006), en la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”.

La metodología es de naturaleza cualitativa y empírica, asimismo a cada parámetro involucrado se le asigna un valor que estará en función de su influencia en la generación de inestabilidad de laderas.

Inestabilidad de laderas

Existe una gran variedad de factores que afectan la estabilidad de una ladera, en términos generales se dividen en internos y externos, los primeros están directamente relacionados con el origen y las propiedades del material que forma la ladera; mientras que los segundos son aquellos que perturban su estabilidad, ya sean fenómenos naturales: lluvias intensas, sismos, actividad volcánica, o actividades antropogénicas.

Un factor importante para la generación de movimientos en masa es la pendiente, generalmente las zonas con pendientes más pronunciadas tienen mayor probabilidad de que ocurran procesos de remoción; mientras que en zonas con pendientes suaves tienen una menor probabilidad de ocurrencia; sin embargo, esta variable no es una condicionante, pues deben incluirse otros factores como son: altura de las estructuras, tipo de roca, características estructurales de la ladera y vegetación.

Con el fin de facilitar la interpretación de la influencia de las distintas unidades geológicas en los procesos de remoción, fue conveniente agruparlas por zonas homogéneas, esto es la conjunción de unidades litológicas con comportamiento geomecánico similar. Las rocas sedimentarias, debido a su característica principal que es la estratificación, son las que presentan más sistemas de discontinuidad y por lo tanto son las más susceptibles a mecanismos de inestabilidad. Así mismo el arreglo geométrico entre las discontinuidades presentes en el talud o ladera determina el tipo de inestabilidad que se puede presentar en un lugar determinado, por lo que es de suma importancia la relación del sistema discontinuidad-talud o ladera.

El ángulo diferencial es la relación angular existente entre la pendiente natural del terreno o en su caso la inclinación del talud, con respecto a la inclinación de la discontinuidad principal, dependiendo de este valor, así como del ángulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección del talud, se conocerá el arreglo geométrico de la ladera.

El último factor involucrado en este proceso de estimación del peligro por inestabilidad de laderas es la vegetación, una zona con vegetación densa contribuye a una mejor estabilidad de la ladera, debido a que sus raíces actúan como anclas al macizo rocoso, además evita la erosión de los materiales que forman la misma ladera, por lo que una zona deforestada aunada a la combinación de los demás factores involucrados es más propensa a sufrir inestabilidad.

Para generar el mapa de susceptibilidad es necesario realizar la sobreposición de mapas temáticos de los factores involucrados en los movimientos de laderas, que para este caso son:

- Pendiente
- Altura
- Tipo de roca
- Características estructurales del sistema ladera-discontinuidad
- Vegetación

Cada uno de los factores comprende un rubro dentro del formato para la estimación de peligro de deslizamientos de laderas marcado por CENAPRED (2006), en la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”. Cabe señalar que han modificado y adaptado los parámetros a las condiciones presentes en la región a evaluar y a la disposición de información con la que se cuenta, esta modificación arrojó la necesidad de asignar nuevos valores a cada rubro sin alterar sus resultados, por lo que fue necesario hacer una reclasificación y multiplicar cada valor por un número entero, en este caso el diez, debido a que el paquete computacional empleado para la

sobreposición de mapas parámetro no aceptaba números decimales. Por otro lado, se agregaron factores que se considera tienen relevancia en la generación de inestabilidad. A cada uno de los parámetros involucrados le fue asignado un valor numérico con base al grado de influencia que ejerce cada uno en la generación de procesos de remoción de masas.

Los sistemas de información geográfica son muy útiles para resolver estos modelos ya que por medio de ellos se puede zonificar una determinada área como susceptible, debido a que permite el almacenamiento y manipulación de la información, referente a los diferentes factores que intervienen en el análisis como capas de datos. El procesamiento de la información se llevó a cabo en el Software Arc Map versión 9.3, reclasificando los valores asignados a cada factor para su procesamiento.

La sobreposición de los mapas temáticos arroja valores según la sumatoria de los rubros, los resultados fueron reclasificados por medio de quiebres naturales tomando en cuenta 5 grados de peligros según CENAPRED (2006); muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. En el caso de un escenario de peligro muy alto significa que la mayoría de los parámetros arrojaron resultados elevados, lo que se traduciría a en una zona que presentara elevaciones considerables con pendientes arriba de los 45°, desprovista de vegetación, cuya litología y arreglo estructural favoreciera a la ocurrencia de un tipo de inestabilidad ya sea por falla plana, en cuña o volteo.

Cabe señalar que en esta clasificación no se han tomado en cuenta los factores externos lo que conlleva a que si la ladera cae dentro de un rango de peligro alto con la influencia de estos agentes desestabilizadores en el caso de algún evento extraordinario puede alcanzar un peligro muy alto.

Susceptibilidad a los procesos de remoción de masa

El fenómeno de inestabilidad de laderas es frecuente en zonas donde se tiene un relieve accidentado. Si bien es cierto que la ocurrencia de este fenómeno está en función de los factores internos de la ladera, como el tipo de roca y las condiciones estructurales del macizo rocoso; la presencia de factores externos o desencadenantes, tales como la incidencia de eventos naturales como lluvias extremas, así como diversos tipos de actividades antrópicas, como la generación de asentamientos humanos irregulares en zonas de montaña, contribuyen a acelerar los procesos de remoción en masas.

El fenómeno de remoción en masa o movimientos de ladera engloban diferentes tipos de procesos, tales como deslizamientos, flujos, caída de rocas, reptaciones, avalanchas y movimientos complejos, estos últimos resultan de la combinación de uno o más procesos (CENAPRED, 2006).

De acuerdo con la metodología empleada por CENAPRED (2006), en su Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales, se tomó una serie de factores que contribuyen a la generación de los procesos de remoción en masa, mismos que se mencionan a detalle en el apartado de Metodología. La combinación de estos factores tanto topográficos, geotécnicos y morfológicos da como resultado cinco niveles de peligro, los cuales están en función de la suma del factor asignado a cada variable.

En caso de una zona de peligro alto representará las condiciones más críticas para que se presente un fenómeno asociado a remoción de masas, por el contrario, un peligro muy bajo se considera cuando se tiene situaciones que favorecen a la estabilidad, por lo que las probabilidades que se genere un PRM son casi nulas.

Peligro por remoción de masas

Dentro de los procesos de remoción de masa identificados, se encuentran los flujos y caída de bloques, Tampico es el que ha registrado más antecedentes de estos tipos de fenómenos, por lo que es una preocupación constante de las autoridades en épocas de lluvias o temporada de huracanes, ya que un número considerable de población se encuentra asentado sobre las laderas de los cerros.

Los caídos o derrumbes son desprendimientos violentos de suelos y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes fuertes y acantilados, por lo cual el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando. La caída de bloques puede ser de dos formas, por medio de desprendimientos o volteos; la primera es un movimiento de caída de suelo producto de la erosión o de bloques rocosos debido a discontinuidades estructuras (grietas, planos de estratificación o fracturamiento) proclives a la inestabilidad; la segunda por caída de bloques rocosos con dirección a favor de la pendiente, propiciado por la presencia de discontinuidades estructurales (grietas de tensión, formaciones columnares, fracturas, fallas, diaclasas) (CENAPRED, 2006).

Flujos de detritos

Los Flujos son movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, donde sus partículas, granos o fragmentos, tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie determinada (CENAPRED, 2006).

Las condiciones necesarias para que se generen este tipo de movimientos están estrechamente ligadas al tipo de material fuente, es decir, al macizo rocoso. Generalmente ocurre en suelos o en formaciones rocosas suficientemente

intemperizadas que se comportan como suelo residual. De igual forma el contenido de agua juega un papel importante para la ocurrencia de este tipo de flujos, esto es al saturarse las partículas que se mantienen unidas por la cohesión tienden a perder estabilidad y movilizarse.

Para la zonificación por flujos se tomaron en cuenta los factores mencionados en los fenómenos anteriores, debido a su similitud. Sin embargo, no se tomó en cuenta el factor de la relación existente entre la ladera y la discontinuidad, esto debido a que en la mayoría de los casos no se contó con un dato estructural que definiera esa relación, además que en un movimiento de masa en forma de flujo no se presenta un plano de discontinuidad definido, sino que la masa, generalmente viscosa por el contenido de agua, se mueve a favor de la pendiente natural del terreno. En este caso, se le dio un valor más alto a la clasificación del tipo de roca con base a su grado de alteración.

2.2.1.5. Hundimientos

El hundimiento es el movimiento vertical, por acción y efecto de la gravedad, que afecta y desplaza el suelo, el terreno o algún otro elemento de la superficie terrestre. Estos movimientos verticales de terreno pueden tener su origen por el colapso de cavernas en rocas calcáreas, llamado hundimiento cárstico, por compactación de materiales granulares o hundimiento diferencial, por la presencia de fallas geológicas (Olcina y Ayala, 2002). De igual forma el fenómeno puede generarse por actividades antrópicas como la sobreexplotación de acuíferos, entre otras.

El resultado en superficie de los hundimientos cársticos se le conoce como dolinas, las cuales son depresiones de forma más o menos circular, cuyos diámetros y profundidades son variables. Existen dos tipos de dolinas, las originadas por disolución y las de hundimiento. Las primeras son consecuencia de una pérdida lenta y paulatina de material disuelto por las aguas pluviales que se encharcan y luego se infiltran, lo que da como resultado morfológico dolinas con paredes más tendidas y suaves; mientras que las segundas se forman al desplomarse el techo de alguna cavidad cárstica, generalmente se trata de un movimiento repentino, donde la morfología característica de este tipo de dolinas son sus paredes escarpadas (Atlas de Riegos del Estado de Tamaulipas).

Metodología

En el caso de hundimientos generados por dolinas, no existe una metodología desarrollada o validada por CENAPRED. Sin embargo, el gobierno estatal generó una propia para desarrollar el Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas.

Este método consiste en la zonificación por hundimientos en dos fases: la primera consistió en trabajo de interpretación en gabinete, delimitando estructuras de depresión obtenidas de las cartas Geológico-Mineras esc. 1:500 000, editadas

por el SGM, así como de las cartas topográficas esc. 1:50 000 de INEGI (2005). Posteriormente, se recaba información suficiente para la delimitación a detalle de zonas de peligro por dolinas, y a partir de la escala en la que se desarrolla el trabajo, se determina un radio de afectación de 300 m, los cuales se dividen en 3 diferentes grados de peligro a partir del borde de la dolina.

Al primer radio de influencia catalogado como peligro alto se le asignó un valor de 50 m, para los siguientes dos rangos de peligro (medio y bajo), se agregaron 50 m a cada uno, dando por resultado un radio de influencia de 100 y 150 m (Tabla 16).

Tabla 16. Delimitación de radios de afectación por peligros de hundimientos

Peligro	Zonificación
Muy alto	Superficie de la Dolina
Alto	50 m
Medio	100 m
Bajo	150 m

Fuente: Atlas de Riesgos del Estado de Tamaulipas 2011

2.2.1.6. Subsistencia

Estos procesos se caracterizan por ser movimientos de componente vertical de subsidencias o movimientos lentos. Se pueden distinguir los siguientes tipos: subsidencias o descensos lentos y paulatinos de la superficie del terreno.

Los hundimientos lentos o subsidencias pueden afectar a todo tipo de terrenos, generalmente a suelos, y son debidos a cambios tensionales inducidos en el terreno por descenso del nivel freático, minería subterránea y túneles, extracción o expulsión de petróleo o gas, procesos lentos de disolución y lavado de materiales, procesos de consolidación de suelos blandos y orgánicos, etc.

El descenso del nivel freático, por periodos de sequía o por extracción de agua de los acuíferos, afecta a materiales no consolidados, que, como consecuencia de la pérdida del agua, sufren cambios en el estado tensional, reduciendo su volumen, con descenso de la cota de superficie; son procesos que pueden afectar a grandes extensiones. Hay materiales especialmente susceptibles a los procesos de subsidencia, como los suelos orgánicos o turberas y los rellenos y escombros no compactados.

La subsidencia supone un riesgo cuando ocurre en zonas urbanas, al dañar y agrietar las edificaciones y afectar a sus cimientos. Otras consecuencias son las inundaciones en zonas costeras, los cambios en el modelo de drenaje, etc.

Metodología

Debido a que los hundimientos y subsidencias solo se distinguen por la velocidad del movimiento, el mapa para este peligro es similar al anterior. Por ende, la metodología es la misma.

2.2.1.5. Agrietamientos

Los agrietamientos de la superficie del terreno son una manifestación del desplazamiento vertical y horizontal del subsuelo en un área amplia, que resulta del hundimiento regional por la extracción excesiva mediante bombeo profundo de agua subterránea. Las irregularidades del subsuelo pueden favorecer rupturas del paquete arcilloso formando grietas. Desde el punto de vista de la geomorfología, los hundimientos son un proceso escasamente descrito en la literatura y es importante su análisis por el riesgo que representa para las construcciones y las tierras de cultivo, ya que las grietas pueden convertirse en agentes de la erosión del subsuelo. Sin embargo, se considera que los factores principales para el desarrollo de los hundimientos son:

- Litología. El cambio en las propiedades mecánicas del suelo en la constitución arcillosa que cambian sustancialmente en los estados húmedo y seco, expresada en hundimientos. Las irregularidades del subsuelo pueden favorecer rupturas del paquete arcilloso.
- Estructura geológica. La grieta puede ser favorecida por un contacto litológico subterráneo que ante un hundimiento diferencial del material arcilloso provoque una ruptura.
- Fallas geológicas o fracturas de origen profundo. Se caracteriza por la formación de escarpes.

Las fases de formación de grietas están representadas en dos etapas: la primera etapa del proceso de formación de las grietas consiste en fisuras delgadas de incluso 1-2 mm en las arcillas, como ha sido expuesto por Juárez (1959), estas fisuras pueden crecer gradualmente y captar los escurrimientos superficiales; la segunda etapa se produce con lluvias extraordinarias que provocan la formación repentina de las grietas anchas y la saturación del subsuelo, repitiendo las condiciones originales que prevalecían a principios de siglo. La presión da lugar a la ruptura de la capa arcillosa en un plano vertical. La masa de tierra se colapsa y buena parte de esta es removida por el flujo de agua (DGCOH, 1992).

El agua circula verticalmente a través de la grieta con velocidad considerable hacia la capa subyacente altamente porosa. En este flujo, el agua continúa transportando material fino. Se trata de un fenómeno típico de sufosión: remoción en el subsuelo de partículas finas por flujo superficial.

La sufosión se presenta durante ambas etapas de formación de la grieta. No se trata del proceso generador de las grietas, sino, muy probablemente, del proceso que contribuye a su desarrollo, semejante a una corriente superficial que es controlada por una falla geológica o un contacto litológico. Queda la duda acerca de si han tenido influencia o no los movimientos sísmicos sobre la formación de fisuras nuevas o sobre el agrandamiento de las existentes. Pero aun cuando hubiera influencia sísmica, no significa que se trate de fallas geológicas (Alberro, 1990).

Metodología

Cabe destacar que éste fenómeno se interrelaciona con los procesos de hundimiento y subsidencia, por lo tanto, el monitoreo de dichos fenómenos implica obviamente el estudio y monitoreo de los agrietamientos. En este sentido, la metodología es la misma para los tres fenómenos.

2.2.2. Fenómenos naturales de origen hidrometeorológico

Los fenómenos hidrometeorológicos son aquellos que se generan por la acción violenta de los fenómenos atmosféricos, se forman de acuerdo con las condiciones climatológicas y fisiográficas de la región.

El conocimiento de los principales aspectos de estos fenómenos, la difusión de la cultura de protección civil en la población y la aplicación de las medidas de prevención de desastres pueden contribuir de manera importante en la reducción de los daños ante esta clase de fenómenos.

Generalmente las temperaturas que se presentan son de una magnitud de dos a tres veces desviaciones estándar, respecto a los valores normales, tanto de temperaturas mínimas, como de temperaturas máximas. Estos valores térmicos tienen una profunda influencia en la salud de los habitantes, sobre todo en los niños y ancianos, más aún si los períodos en los que se presentan son prolongados. A nivel nacional, las mayores temperaturas se registran, por lo general, en abril en el centro del país, en el sur de la altiplanicie mexicana, en mayo en la parte sur del trópico y en junio al norte del trópico (Maderey-Rascon, 2001).

Los fenómenos hidrometeorológicos, por su frecuencia, magnitud e intensidad física, así como su impacto en la población y la infraestructura, están relacionados con el mayor número de desastres naturales en México. Dentro de los fenómenos hidrometeorológicos que más afectan el país se encuentran:

1. Ondas cálidas y gélidas
2. Sequías

3. Heladas
4. Tormentas de granizo
5. Tormentas de nieve
6. Ciclones tropicales
7. Tornados
8. Tormentas polvo
9. Tormentas eléctricas
10. Inundaciones

2.2.2.1. Ondas cálidas y gélidas

Las ondas de calor son períodos inusualmente cálidos que afectan considerablemente a la salud de la población. Las ondas gélidas se caracterizan por un gran descenso de la temperatura en un lapso de 24 horas, son ondas de frío intenso que provocan daños en la población y en sectores productivos como la agricultura.

Ondas cálidas

La onda de calor es el calentamiento importante del aire o invasión de aire muy cálido sobre una zona extensa, suele durar unos días o unas semanas, y pueden provocar insolación y golpes de calor en la población.

Frente cálido

Se llama frente cálido a la parte frontal de una masa de aire tibio que avanza para remplazar a una masa de aire frío, que retrocede. Generalmente, con el paso del frente cálido la temperatura y la humedad aumentan, la presión sube y aunque el viento cambia no es tan pronunciado como cuando pasa un frente frío. La precipitación en forma de lluvia, nieve o llovizna se encuentra generalmente al inicio de un frente superficial, así como las lluvias convectivas y las tormentas. La neblina es común en el aire frío que antecede a este tipo de frente. A pesar de que casi siempre aclara una vez pasado el frente, algunas veces puede originarse neblina en el aire cálido.

De acuerdo con literatura especializada la vulnerabilidad física y social respecto a las temperaturas elevadas, es más frecuente en las estaciones de primavera y verano, por este motivo se analizó el comportamiento de las temperaturas máximas extremas en el periodo señalado en el Municipio de Tampico, para determinar cuál es la afectación que implica en la población.

De acuerdo con los planteamientos brevemente mencionados, en la Tabla 17, se tienen las principales afectaciones en la población debido a temperaturas máximas extremas. En la Tabla 18 se mencionan los umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas de calor, así como su grado de severidad.

Tabla 17. Vulnerabilidad por altas temperaturas

Temperaturas	Designación	Vulnerabilidad
28 a 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1-33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolveneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1-35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
> 35°C	Límite superior de tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconsciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social, 2009.

Tabla 18. Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas de calor

Intervalos de temperatura °C	Tipo o grado de severidad
< 26	Muy Bajo
26.0 – 29.9	Bajo
30.0 – 33.9	Medio
34.0 – 39.9	Alto
>40	Muy alto

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social, 2009.

Impactos por ondas cálidas

Los impactos de las ondas cálidas se presentan en todos los sectores productivos de la actividad humana (ganadería, agricultura, recursos forestales, salud) e, incluso, en el sector de servicios (agua potable, suministro de energía eléctrica, transporte, etc.).

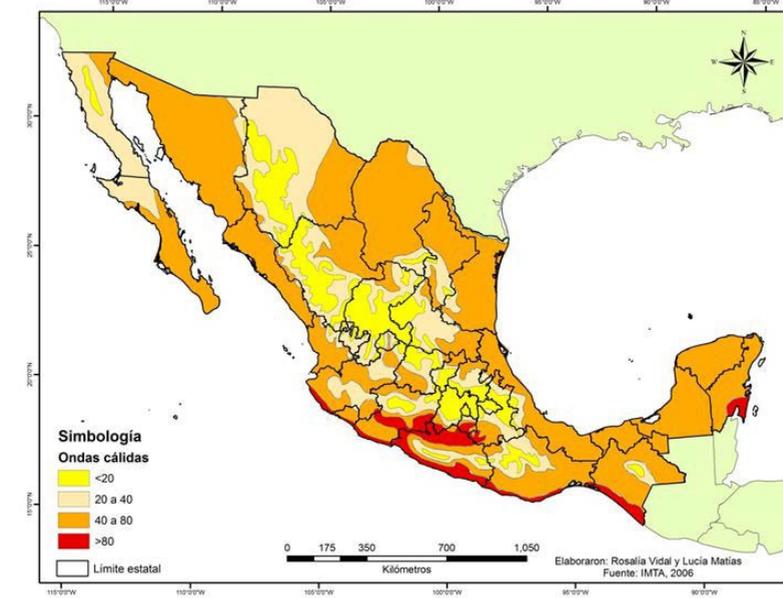
Los eventos de ondas de calor pueden ser extremadamente mortales, principalmente para los grupos vulnerables de alto riesgo, como son las personas de la tercera edad y los niños; algunos estudios recientes indican que la mortandad durante eventos de calor extremos varía dependiendo de la edad, sexo y etnia o población

Metodología

Para evaluar el peligro por ondas cálidas en el municipio de Tampico, se realizó una simulación de las isotermas de temperaturas máximas extremas, por medio de un modelo matemático de interpolación de tipo IDW (Inverse Distance Weighting), tomando como base el cálculo del promedio histórico de las temperaturas máximas medias de los meses marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre (temporada de primavera y verano), de la base de datos del Sistema de Información Climatológica (CLICOM) de la CONAGUA, en un periodo de 50 años, de 8 estaciones que rodean al municipio, con el fin de obtener un mapa en donde se puede apreciar las zonas en las que se registran las mayores temperaturas anuales.

Asimismo, se consultó el mapa de ondas cálidas en México (Jiménez Espinosa, Baeza Ramírez, Matías Ramírez, & Eslava Morales, 2012). Donde se pudo observar que la zona donde se ubica el municipio de Tampico registra en promedio menos de 40 a 80 ondas cálidas al año (Figura 22).

Figura 22. Promedio de ondas cálidas en México



Fuente. CENAPRED, 2012

Ondas gélidas

Este fenómeno también es conocido como frente frío y se define como una franja de mal tiempo que ocurre cuando una masa de aire frío se acerca a una masa de aire caliente. El aire frío, siendo más denso, genera una "cuña" y se mete por debajo del aire cálido y menos denso. Los frentes fríos se mueven rápidamente. Son fuertes y pueden causar perturbaciones atmosféricas tales como tormentas de truenos, chubascos, tornados, vientos fuertes y cortas tempestades de nieve antes del paso del frente frío, acompañadas de condiciones secas a medida que el frente avanza.

Dependiendo de la época del año y de su localización geográfica, los frentes fríos pueden venir en una sucesión de 5 a 7 días. En mapas de tiempo, los frentes fríos están marcados con el símbolo de una línea azul de triángulos que señalan la dirección de su movimiento. La velocidad de desplazamiento del frente es tal que el efecto de descenso brusco de temperatura se observa en pocas horas. Estos fenómenos abarcan otoño, invierno y primavera, y corresponden al movimiento de una masa de aire frío desde el polo hacia el ecuador.

La vulnerabilidad física y social respecto a las temperaturas mínimas es más frecuente en las estaciones de otoño e invierno, por este motivo se analizará el comportamiento de las temperaturas mínimas extremas en el periodo señalado para el área de estudio, para determinar cuál es la afectación que implica en la población. Para esto, se utilizarán los umbrales de temperatura para el conteo de ondas gélidas que se describen en la Tabla 19.

Tabla 19. Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas gélidas

Intervalos de temperatura °C	Tipo o grado de severidad
> 6	Muy Bajo
0 a 6	Bajo
0 a - 6	Medio
-6 a -12	Alto
<-12	Muy Alto

Fuente. CENAPRED, 2012

Metodología

Para la estimación del peligro de temperaturas mínimas extremas, se integró una base de datos de las dos estaciones que inciden o que se encuentran cercanas la zona de estudio, en un periodo de 50 años, de la red climatológica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

2.2.2.2. Sequías

La sequía es un fenómeno meteorológico que resulta de la ausencia total de lluvias durante un período de tiempo variable o, en su defecto, escasez de esta, pero que no llega a satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos agrícolas, principalmente en alguna etapa fenológica determinante de la producción como lo es la floración.

Los factores que propician la sequía son la baja precipitación, altas temperaturas, deforestación, calentamiento climático global, índice de radiación, pérdida de la capa de ozono y fenómeno de la Niña. Sus principales consecuencias son daños a la agricultura, la ganadería y a la salud de la población en sus bienes, servicios y en su entorno.

Metodología

Para el desarrollo del tema de sequías, se tomó como base la información que publica en el Servicio Meteorológico Nacional correspondiente al Monitor de Sequía en México (MSM), que a su vez forma parte del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM), el cual se basa en la obtención e interpretación de diversos índices o indicadores de sequía tales como; el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI, por sus siglas en inglés) que cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación (30, 90, 180, 365 días), Anomalía de Lluvia en Porcentaje de lo Normal (30, 90, 180, 365 días), Índice Satelital de Salud de la Vegetación (VHI) que mide el grado de estrés de la vegetación a través de la radiancia observada, el Modelo de Humedad del Suelo Leaky Bucket CPC-NOAA que estima la humedad del suelo mediante un modelo hidrológico de una capa, el Índice Normalizado de Diferencia de la Vegetación (NDVI), la Anomalía de la Temperatura Media, el Porcentaje de Disponibilidad de Agua en las presas del país y la aportación de expertos locales.

Estos índices se despliegan en capas o layers a través de un SIG y mediante un consenso se determinan las regiones afectadas por sequía¹⁷, de acuerdo con la *Clasificación de la Intensidad de la Sequía* en base al Monitor de Sequía de América del Norte (NADM):

Intensidad de la sequía (Tabla 20)

1. **Anormalmente seco (D0).** 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.
2. **Sequía moderada (D1).** 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.
3. **Sequía severa (D2).** 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.
4. **Sequía extrema (D3).** 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.

¹⁷ Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN)

- Sequía excepcional (D4).** 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.

La cartografía generada por el Monitor de Sequía en México (MSM), fue utilizada para determinar a escala municipal, los meses y años en los cuales el municipio de Tampico ha presentado algún grado de sequía.

Tabla 20. Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas gélidas

Clasificación de la sequía de acuerdo al monitor de sequía	
Anormalmente Seco	D0
Sequía Moderada	D1
Sequía Severa	D2
Sequía Extrema	D3
Sequía Excepcional	D4

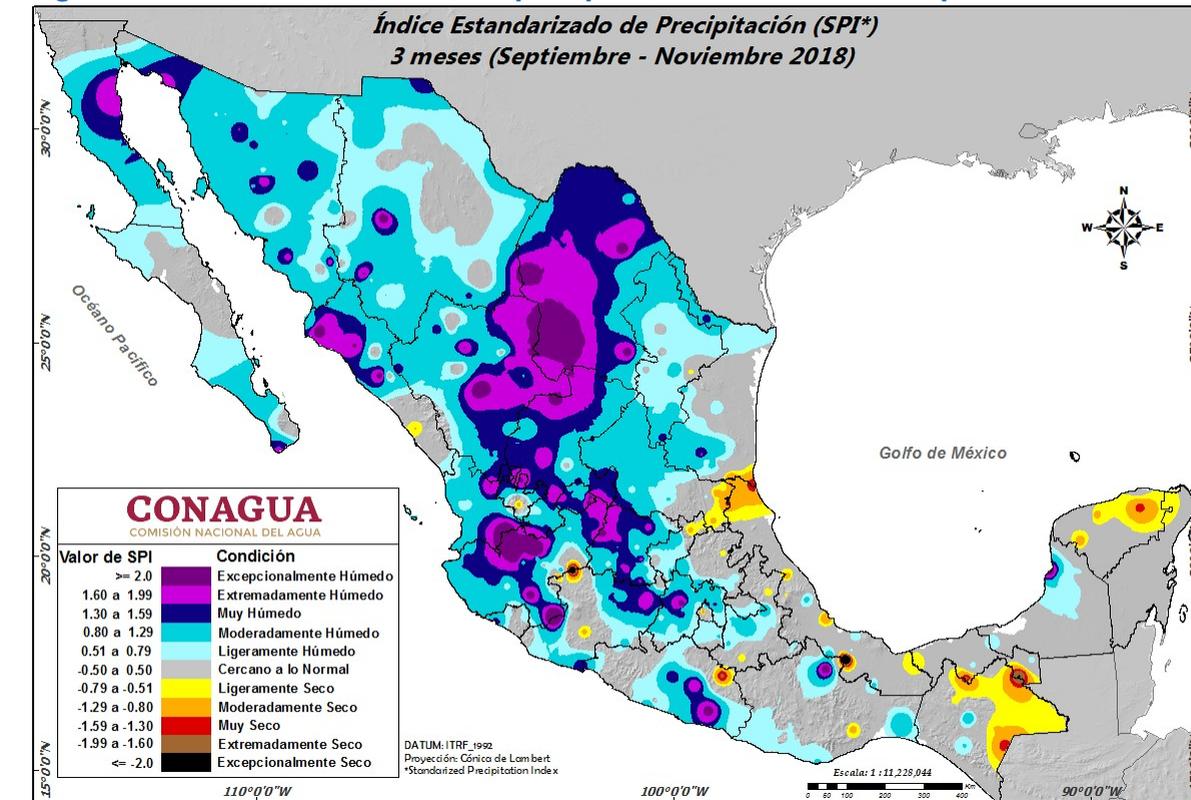
Fuente: Elaboración propia con datos del Monitor de Sequía de México. CONAGUA. 2018

Asimismo, de los índices que actualmente se utilizan para vigilar la sequía, el SPI (también conocido como el Índice Normalizado de Precipitación¹⁸), es uno de los más utilizados en más de 70 países. Este índice creado por McKee en 1993 destaca por la sencillez, facilidad de cálculo y su significado desde el punto de vista estadístico, además de la relación de los déficits de precipitación con los diferentes impactos en las aguas subterráneas, el almacenamiento de agua en reservorios, en la humedad del suelo, los bancos de nieve y los caudales fluviales que lo hacen altamente aceptado en los estudios de la sequía.

La sencillez del SPI radica en que utiliza únicamente la precipitación para su cálculo y es efectivo para analizar los períodos y ciclos húmedos y secos, a diferencia de otros como el Índice de Palmer. Los registros de precipitación se ajustan a una distribución de probabilidades y a continuación se transforman en una distribución normal. Los valores positivos/negativos del SPI indican que la precipitación es mayor/menor que la mediana. Idealmente se requiere de un mínimo de entre 20 y 30 años de valores mensuales de precipitación para su cálculo, pero lo óptimo y preferible es utilizar 50 y 60 años o más de acuerdo con la Guía del usuario sobre este índice de la Organización Meteorológica Mundial (OMM)¹. El SPI puede calcularse para distintas escalas temporales (1, 3, 6, 9, 12, 24 y 48 meses) lo cual permite evaluar la severidad de la sequía en el corto y largo período, los inconvenientes es que únicamente puede

cuantificar el déficit de precipitación. A continuación, a manera de ejemplo, se presentan imágenes del SPI de la República Mexicana a 3,6 y 12 meses (Figuras 23, 24 y 25).

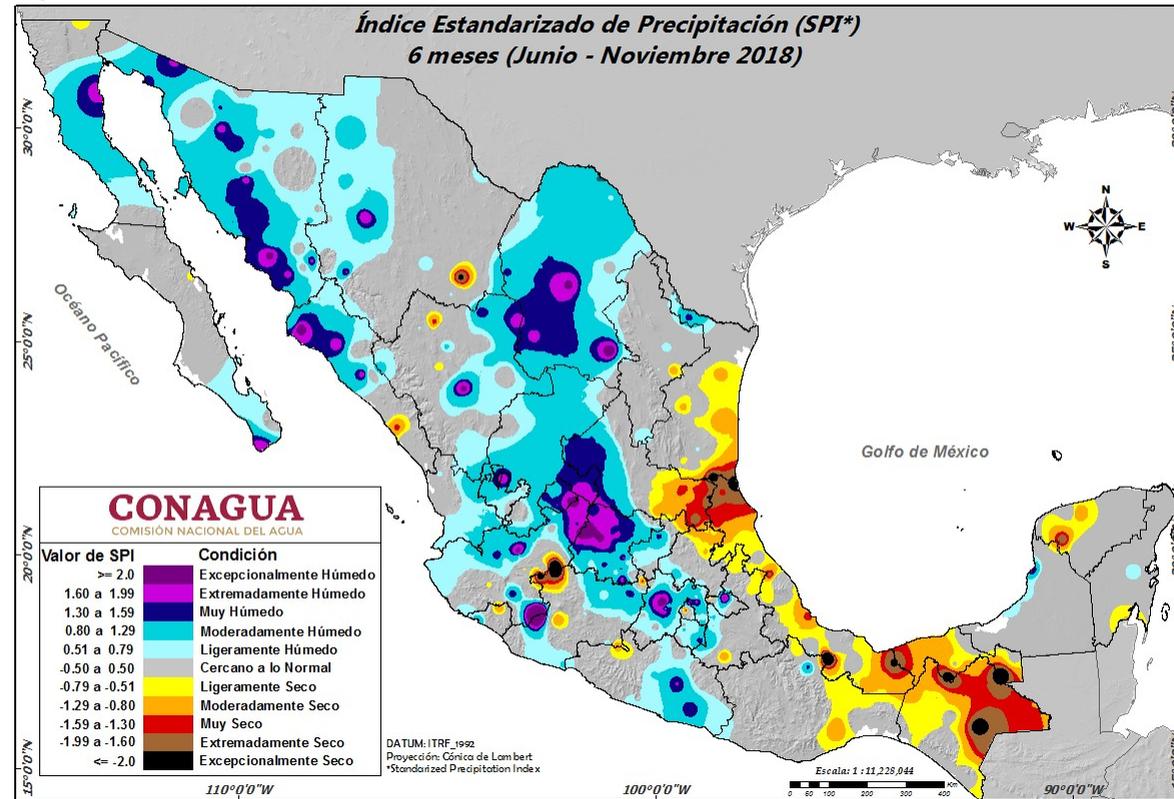
Figura 23. Índice estandarizado de precipitación a una escala temporal de tres meses



Fuente: CONAGUA, 2018.

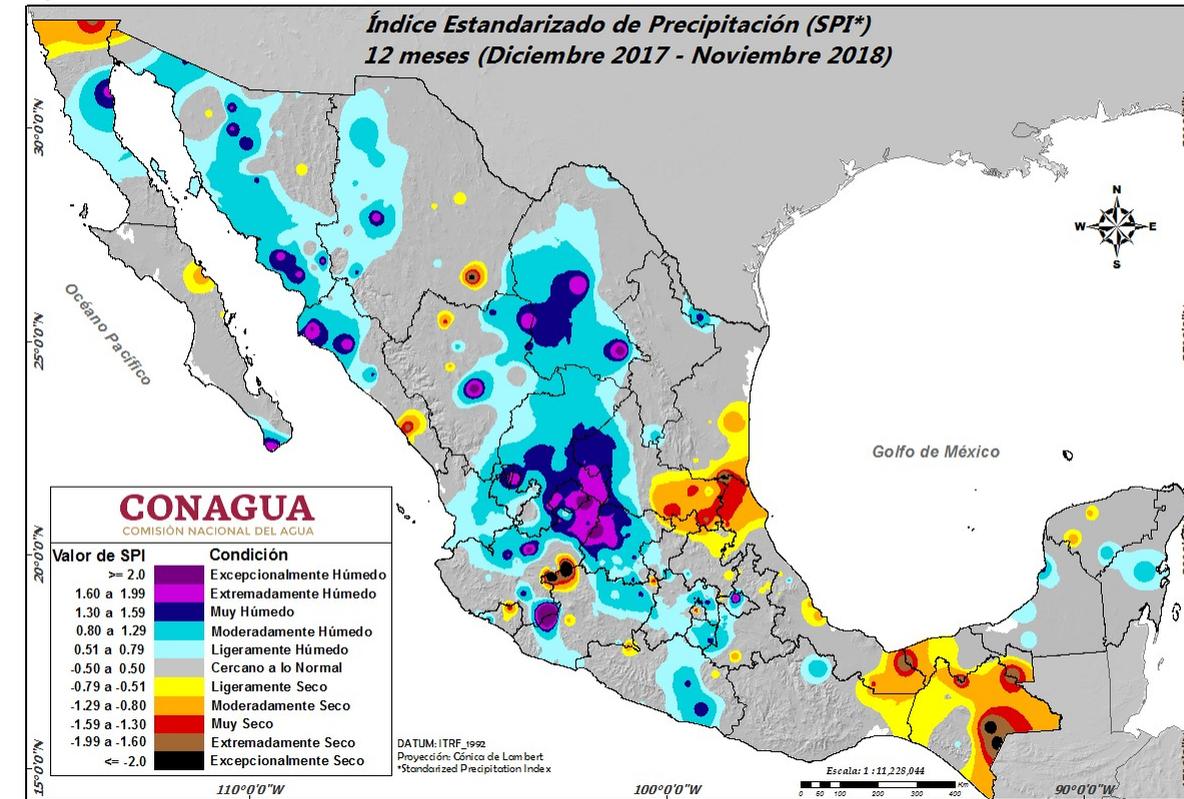
¹⁸ <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/spi>

Figura 24. Índice estandarizado de precipitación a una escala temporal de seis meses



Fuente: CONAGUA, 2018.

Figura 25. Índice estandarizado de precipitación a una escala temporal de doce meses



Fuente: CONAGUA, 2018.

2.2.2.3. Heladas

La República Mexicana se ve afectada año con año por diferentes fenómenos de origen meteorológico, los cuales llegan a impactar a la población; pero como el caso de las heladas, hacen presencia lenta y destructivamente, las cuales pueden causar graves daños.

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

Este fenómeno se presenta particularmente en las noches de invierno debido a una fuerte pérdida radiactiva. La temperatura puede descender hasta los 2° Celsius o más. Las principales afectaciones se presentan principalmente en el sector agrícola que se ve severamente golpeado por este suceso; también, aunque de menor grado se presentan afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío.

Es importante señalar que la población más marginada, las que no tienen una vivienda digna son los más afectados por este fenómeno, ya que no cuentan con los principales recursos económicos para hacerle frente a este suceso. La diferencia entre helada y nevada es que en la helada no ocurre precipitación debido a que el vapor de agua contenido en el aire en lugar de que este descienda se congela y se deposita en el piso. Mientras que en la nevada si se presenta precipitación.

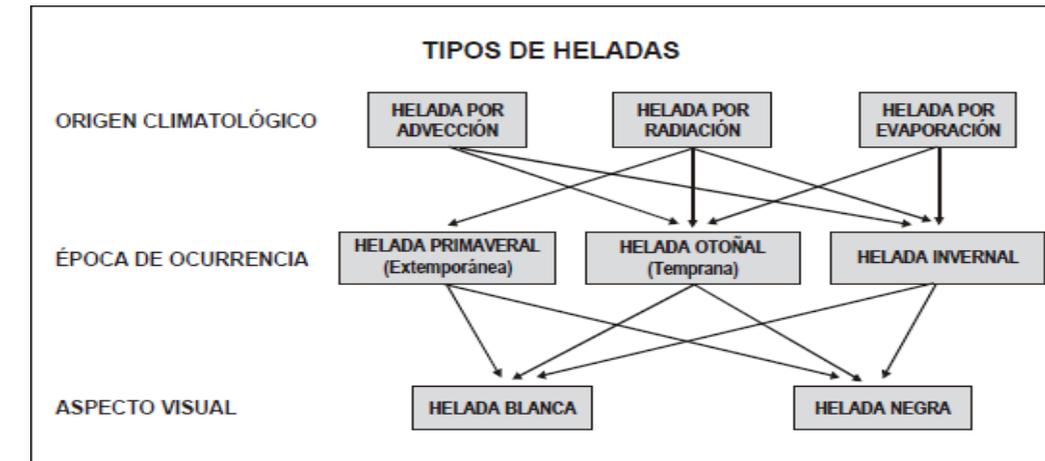
Esta llega ocurrir cuando el vapor de agua contenido en el aire asciende hasta alcanzar zonas que tienen temperaturas similares a los de la congelación en donde se llegan a formar conglomerados de cristales y hielo.

Clasificación de las heladas

Las heladas se pueden agrupar en varias categorías de acuerdo con distintos criterios, en lo que respecta al efecto visual en los cultivos, se tienen dos tipos de heladas, la blanca y la negra. La blanca forma una capa de hielo color blanco sobre la superficie de la planta u objetos expuestos, mientras que la negra se observa en las plantas que adquieren un aspecto negruzco debido a que se congela el agua contenida en las mismas (Figura 26).

La forma del relieve donde se presentan con mayor frecuencia las heladas son los valles y depresiones, las heladas suelen afectar principalmente a las plantas que poseen frutos. En México, la ocurrencia de heladas es por lo general en el centro y norte del país durante los meses fríos del año (noviembre-febrero).

Figura 26. Tipos de heladas



Fuente: Serie Fascículos – Heladas. CENAPRED. 1ª Edición, diciembre 2001

Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella.

Las heladas por sus cualidades gélidas pueden presentar los siguientes efectos ambientales (Tabla 21).

Tabla 21. Efectos ambientales por heladas

Temperatura	Designación	Vulnerabilidad
0 a -0.9	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad el ambiente se torna blanco por la escarcha.
-1.0 a -6.0°	Moderada	Los pastos, las hierbas, y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café o negruzco en su follaje. Aparecen los problemas de enfermedad en los humanos, de sus vías respiratorias. Se comienza a utilizar la calefacción.
-6.1 a -12.0 °	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.
< -12°	Muy severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños son elevados en las zonas tropicales.

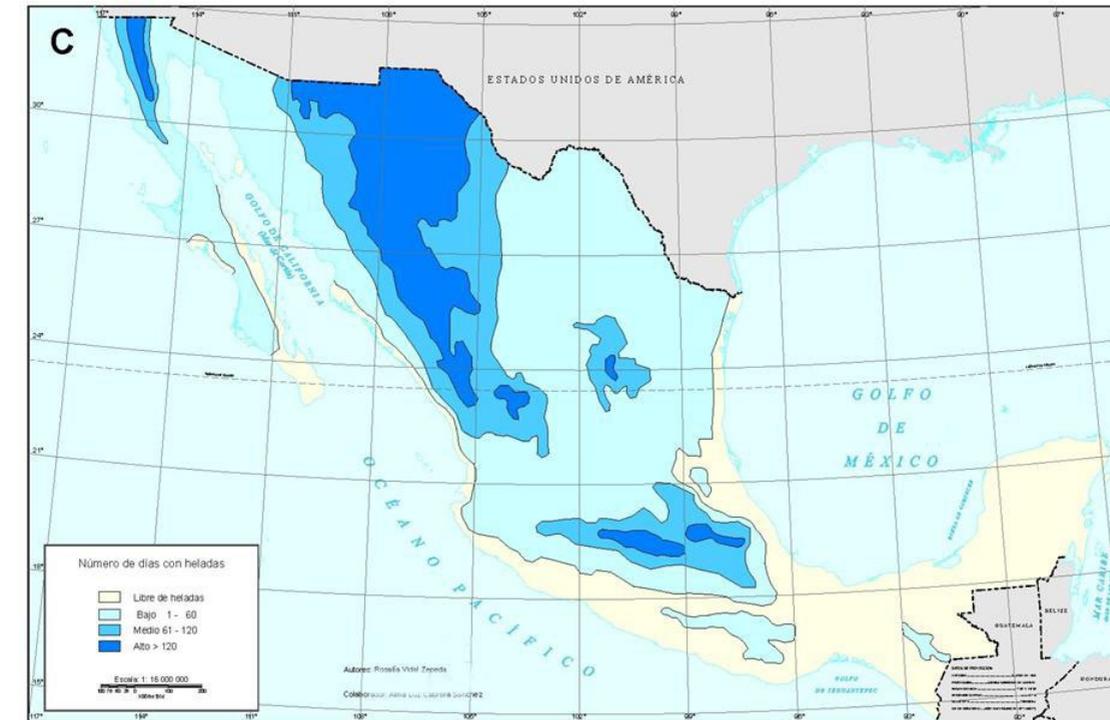
Fuente: SEDATU, 2016

Metodología

Para determinar el grado de peligro por heladas en el municipio de Tampico, se tomará como base los datos promedio de temperaturas mínimas diarias del periodo de 1951-2010, de los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo (temporada de invierno), de 8 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional que rodean al municipio.

De acuerdo con la Figura 27, el número de días con heladas en México (Vidal, 2007 págs. Carta NA-XIV-6), la zona de donde se ubica el municipio de Tampico es un área libre de heladas.

Figura 27. Número de días con heladas en México



Fuente. Vidal, 2007. Carta NA-XIV-6

2.2.2.4. Tormentas de granizo

El granizo es un fenómeno atmosférico poco usual, el cual se forma en los Cumulonimbus que están muy desarrollados. Los Cumulonimbus son aquellas que se caracterizan por ser grandes nubes de tormenta cuya cima presenta una forma plana. Pueden alargarse hasta alcanzar los quince mil metros de altura, además del granizo, se encargan de producir tormentas y tornados.

El granizo es una de las formas de precipitación y se llega a originar cuando corrientes aire ascienden al cielo de forma muy violenta. Las gotas de agua se convierten en hielo al ascender a las zonas más elevadas de la nube, o al menos a una zona de la nube cuya temperatura sea como mínimo de 0° Celsius, temperatura a la que congela el agua. Conforme transcurre el tiempo, esa gota de agua gana dimensiones, hasta que representa lo suficiente como para ser incontenible y permanecer por más tiempo en suspensión. Es entonces cuando, arrastrándose en su caída entre medias de la nube, se lleva consigo las gotas que va encontrando en su camino (Figura 28).

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño, así como de los días en que se presente el fenómeno (Tabla 22). En las zonas rurales de México, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.



Figura 28. Formación de las tormentas de granizo

Fuente: National Geographic Society, 1998

Tabla 22. Categorías de número de días con granizo

Número de días con granizo	Peligro
> 5	Muy alto
2 - 5	Alto
1 - 2	Medio
0 - 1	Bajo
Sin granizo	Muy bajo o nula

Fuente: Número de días con granizo, al año en la República Mexicana (Vidal, y otros, 2007)

Metodología

Para definir el peligro por granizo se realizó una recopilación de datos climatológicos (días con granizo) de 8 estaciones meteorológicas que tienen influencia en el municipio conforme a la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo de registro de 1951-2010.

En la siguiente Tabla 23 se muestran dichas estaciones climatológicas.

Tabla 23. Relación de estaciones meteorológicas con datos de granizo

Estación	Estado	Latitud	Longitud	Nombre de la estación	Número de días con granizo
28110	Tamaulipas	22.216666667N	-97.864166667W	TAMPICO (OBS)-TAMS	0
28111	Tamaulipas	22.238611111N	-97.881111111W	TAMPICO-TAMS	0

Fuente: Elaboración propia con registros del CLICOM

De acuerdo con la Figura 29, de número de días con granizo en México (Vidal, 2007 págs. Carta NA-XIV-6), la zona de donde se ubica el municipio de Tampico se clasifica sin granizo.

Figura 29. Número de días con granizo, al año en la República Mexicana



Fuente: Vidal, y otros, 2007

2.2.2.5. Tormentas de nieve

La nevada es una forma de precipitación que consiste en la caída de agua en estado sólido, en forma de pequeños cristales de hielo, que caen individualmente o agrupándose en copos de nieve. Para que se forme el meteoro es necesario que en el ambiente exista una alta concentración de humedad en la atmósfera y una temperatura inferior a los 0°C (OMM, 1993).

En México, las nevadas se presentan principalmente en las partes altas de las montañas y en ocasiones llegan a los valles altos, donde la caída de nieve puede ocasionar severos daños, dependiendo de la intensidad y de los sitios donde ocurra, por ejemplo, en las ciudades genera problemas al tránsito vehicular y retraso en las operaciones aéreas,

mientras que en el campo dificulta las actividades al aire libre y, en ocasiones, el colapso de los techos de las viviendas endebles.

Para el caso de Tampico, se consultaron los mapas del Nuevo Atlas Nacional de México de la (Vidal, y otros, 2007 págs. carta NA-XIV-6), los cuales contienen los sitios donde han ocurrido nevadas en el país a nivel localidad durante las épocas prehispánica, Colonial y del siglo XIX (Figuras 30 y 31). También se consultaron datos periodísticos, documentos y notas informativas de las Unidades Estatales de Protección Civil (UEPC), reportes de CONAGUA y de SAGARPA sin encontrarse registros de tormentas de nieve en el territorio municipal, por lo cual se concluye que el territorio municipal presenta un peligro muy bajo ante la presencia de tormentas de nieve.

Figura 30. Nevadas históricas en México (A) siglos XV al XIX



Fuente: Vidal y otros, 2007

Figura 31. Nevadas históricas en México (A) siglos XX al XXI



Fuente: Vidal y otros, 2007

2.2.2.6. Tornados

El tornado es un fenómeno meteorológico que se forma cuando los cambios en la velocidad y dirección de una tormenta crean un efecto giratorio en horizontal. Este efecto crea entonces un cono vertical por la subida de aire en movimiento dentro de la tormenta. Ocurren con mayor frecuencia en la tarde, cuando las tormentas son comunes, y en primavera o verano. Sin embargo, los tornados pueden formarse a cualquier hora del día y del año.

Los tornados son de los fenómenos naturales más violentos debido a sus vientos veloces, que pueden alcanzar más de 400 kilómetros por hora y ocasionar muertes y daños devastadores a la infraestructura. Por lo general, los vientos circulan de suroeste a noroeste, aunque pueden circular hacia cualquier dirección y se desplazan varios kilómetros hasta su disipación.

Existen varias escalas para medir la intensidad de un tornado, pero la aceptada universalmente es la Escala de Fujita (Tabla 24), también llamada Fujita-Pearson Tornado Intensity Scale, elaborada por Tetsuya Fujita y Allan Pearson de la Universidad de Chicago en 1971.

La probabilidad de ocurrencia de un tornado en México se extiende a todo el territorio, sin embargo, los más fuertes se han presentado en el norte del país, en el estado de Coahuila.

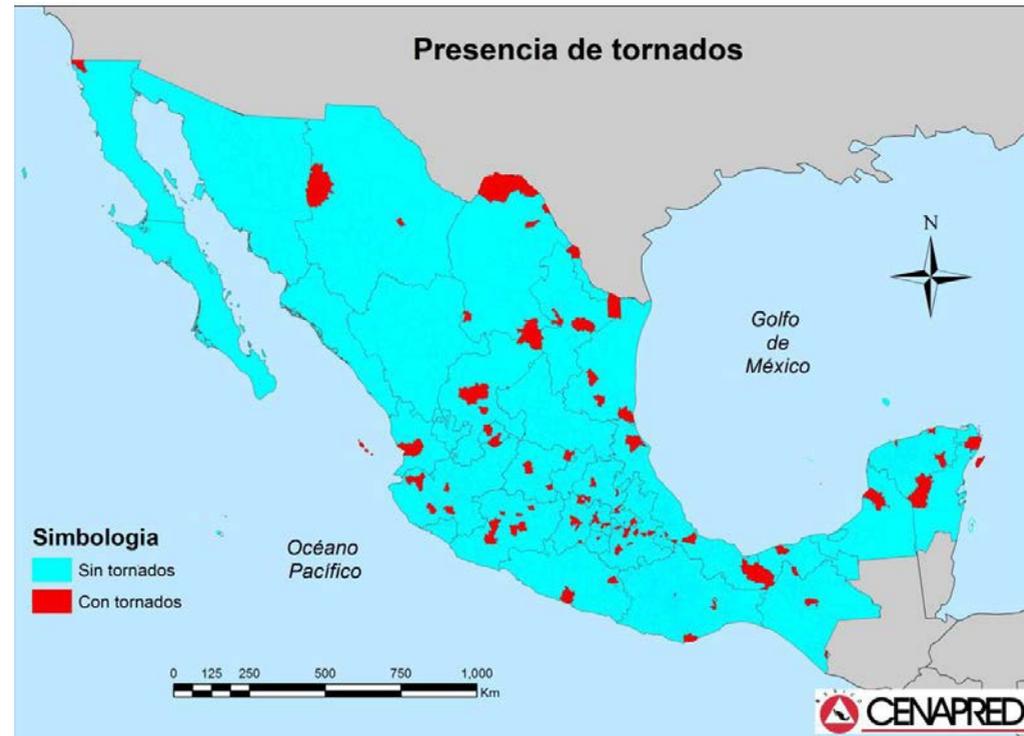
Con base en la información del mapa de presencia de tornados en municipios de México, elaborado por el CENAPRED (Figura 32), el municipio de Tampico no presenta registros de la presencia de este fenómeno. Sin embargo, es importante tomar las precauciones necesarias ya que este fenómeno no es ajeno a la región donde se ubica el municipio.

Tabla 24. Escala de Fujita para tornados, basada en los daños causados (1971).

Número en la escala	Denominación de intensidad	Velocidad del viento km/h	Tipo de daños	Imagen
F0	Vendaval	60-100	Daños en chimeneas, rotura de ramas, árboles pequeños rotos, daños en señales y rótulos.	

Número en la escala	Denominación de intensidad	Velocidad del viento km/h	Tipo de daños	Imagen
F1	Tornado moderado	100-180	Desprendimiento de algunos tejados, mueve coches y camper, arranca algunos árboles pequeños.	
F2	Tornado importante	180-250	Daños considerables. Arranca tejados y grandes árboles de raíz, casas débiles destruidas, así como objetos ligeros que son lanzados a gran velocidad.	
F3	Tornado severo	250-320	Daños en construcciones sólidas, trenes afectados, la mayoría de los árboles son arrancados.	
F4	Tornado devastador	320-340	Estructuras sólidas seriamente dañadas, estructuras con cimientos débiles arrancadas y arrastradas, coches y objetos pesados arrastrados.	
F5	Tornado increíble	420-550	Edificios grandes seriamente afectados o colapsados, coches lanzados a distancias superiores a los 100 metros, estructuras de acero sufren daños.	

Figura 32. Presencia de tornados a nivel nacional



Fuente. Centro nacional de prevención de desastres

2.2.2.7. Tormentas de polvo

Una tormenta de arena o también llamada tormenta de polvo, se refiere al fenómeno que se produce cuando los vientos de suficiente intensidad (40 o los 50 km. por hora), soplan arena suelta en una superficie seca, por lo que las partículas de arena son transportadas en dirección del viento, mediante suspensión, flotando o saltación. También es producida por el desplazamiento de grandes cantidades de arena por parte de corrientes de aire por la baja precipitación de aguas lo que hace que la arena se mueva con facilidad.

Las tormentas de polvo se dan principalmente en regiones semiáridas donde el suelo es seco y las altas temperaturas de la superficie producen fuertes corrientes ascendentes. Normalmente empiezan cuando los vientos que soplan en una zona determinada hacen girar una masa de aire en niveles bajos y medios de la tropósfera. Esta rotación se combina con fuertes corrientes ascendentes producidas por el calentamiento de la superficie y crea potentes mangas de aire. Las grandes cantidades de polvo que se levantan hacen visible la forma de la manga de aire.

Efectos de las tormentas de polvo

Uno de los efectos más inmediatos es la pérdida de visibilidad. La arena y el polvo, aun en partículas minúsculas, pero en volumen masivo, bloquean la luz, lo cual es peligroso para las personas que se encuentran en medios de transporte. Según la intensidad, las partículas llegan a golpear fuertemente, dañando estructuras endebles y afectando incluso el cuerpo humano.

Las tormentas pueden ocasionar algunos problemas de salud, desde asfixia hasta queratoconjuntivitis seca, la arena o el polvo se introduce por la boca, la nariz, los ojos o los oídos. También acarrean microorganismos o esporas de virus capaces de provocar infecciones.

Aunque una tormenta de arena puede ser algo impresionante de ver, por lo general no se le toma mucha importancia en varias partes del mundo, porque que sus efectos no son inmediatamente catastróficos.

Grupos vulnerables

- Bebes, niños, y adolescentes
- Personas ancianas
- Personas con asma, bronquitis, enfisema, u otros problemas respiratorios
- Personas con problemas cardíacos
- Mujeres embarazadas
- Adultos sanos que trabajan o ejercitan vigorosamente afuera (por ejemplo, trabajadores de agricultura y construcción, o corredores)

Factores precondicionantes

- Sequías
- Distribución de lluvias

- Índices de aridez

Factores detonadores

- Vientos fuertes
- Índices de velocidad del viento

2.2.2.8. Tormentas eléctricas

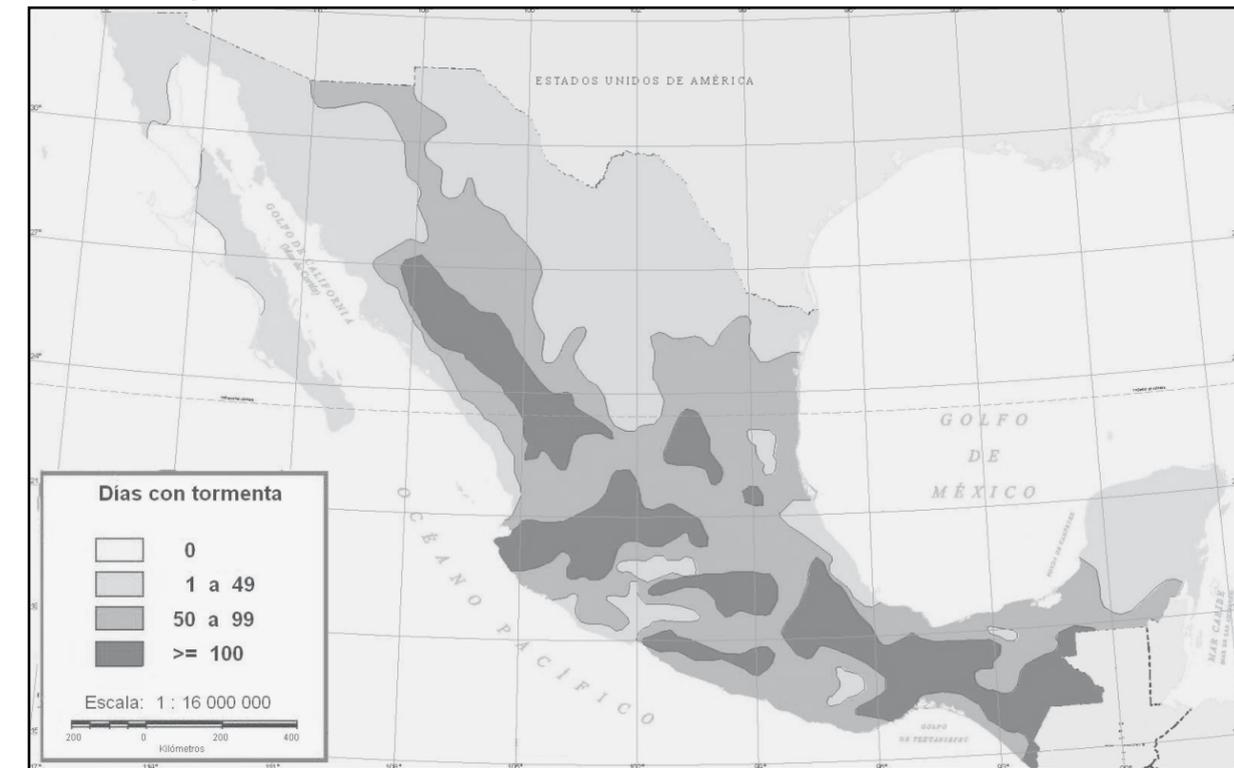
Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Las tormentas se asocian a nubes convectivas (cumulonimbus) y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo (OMM, 1993). Son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados. El rayo es una descarga electrostática que resulta de la acumulación de cargas positivas y negativas dentro de una nube de tormenta. Cuando las cargas adquieren la fuerza suficiente, aparecen los rayos, cuya manifestación visible es el relámpago, es decir, un destello de luz que se produce dentro de las nubes o entre éstas y el suelo. La mayor cantidad de relámpagos ocurren dentro de la nube, mientras que el 20% se presenta entre la nube y el suelo.

Las tormentas eléctricas se forman por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar a éste, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente en grupos o en líneas. En el año 2007, la Universidad Nacional Autónoma de México hizo un estudio para obtener la información del máximo anual con días de tormentas eléctricas en México (Figura 33), obteniendo como resultado la cartografía de este fenómeno a nivel nacional.

Los efectos de las tormentas eléctricas van desde herir o causar el deceso de una persona de forma directa o indirecta hasta dañar la infraestructura de la población, que provocaría la suspensión de la energía eléctrica, además de afectar algunos aparatos (radio, televisión, computadoras, refrigeradores, etc.). Las descargas eléctricas pueden provocar la muerte del ganado y son la causa más común del retraso de las aeronaves y de los accidentes aéreos, siendo el mayor peligro para la aviación (Hebbs, 2005).

Aunado a esto, el desarrollo económico y poblacional de las ciudades hace posible que ocurran con mayor frecuencia efectos negativos generados por tormentas eléctricas (García, et al., 2007), por lo que es necesario implementar las medidas necesarias que minimicen sus efectos.

Figura 33. Máximo anual con días de tormentas eléctricas en México



Fuente: UNAM, 2007

2.2.2.9. Ciclones tropicales

Los ciclones son fenómenos meteorológicos que se originan en los océanos o en las áreas costeras tropicales. Se desarrollan sobre extensas superficies de agua cálida y pierden su fuerza cuando penetran en tierra. Sin embargo, debido a la extraordinaria fuerza de estos fenómenos, así como al tamaño que llegan a tener, pueden afectar zonas continentales, aunque en menor grado que a las zonas costeras.

La Organización Meteorológica Mundial define a los ciclones tropicales como sistemas de baja presión de circulación organizada con un centro de aire tibio que se desarrolla en aguas tropicales y algunas veces en aguas subtropicales. Siendo entonces una gran masa de aire cálido y húmedo con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión.

Los ciclones tropicales son uno de los fenómenos naturales que provocan mayores pérdidas económicas cada año, debido al incremento de los asentamientos humanos en zonas de riesgo y a la degradación ambiental producida por el hombre. Sin embargo, las lluvias que generan los ciclones poseen grandes beneficios, ya que se recargan los mantos acuíferos y las presas retienen una cantidad de agua, que es utilizada en las zonas áridas y semiáridas de México, así como para el consumo humano, la agricultura y la generación de energía.

Aun cuando los huracanes pueden formarse desde principios de mayo en el Mar Caribe o en el Golfo de México, la temporada oficial de huracanes comienza el 1 de junio y termina el 30 de noviembre. Para la zona este del Pacífico Oriental, la temporada comienza oficialmente el 15 de mayo y termina el 30 de noviembre.

Tabla 25. Clasificación de los ciclones tropicales de Saffir-Simpson.

Categoría	Presión central (mb)	Vientos (km/h)	Marea (m)	Características
Perturbación tropical	1008.1 a 1010			Ligera circulación de vientos
Depresión tropical	1004.1 a 1008	<62		Localmente destructivo
Tormenta tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118	1.1	Tiene efectos destructivos
Huracán categoría 1	980.1 a 985.1	118.1 a 154	1.5	Altamente destructivo
Huracán categoría 2	965.1 a 980	154.1 a 178	2.0 a 2.5	Altamente destructivo
Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210	2.5 a 4.0	Extremadamente destructivo
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250	4.0 a 5.5	Extremadamente destructivo
Huracán categoría 5	< 920	> 250	> 5.5	El más destructivo

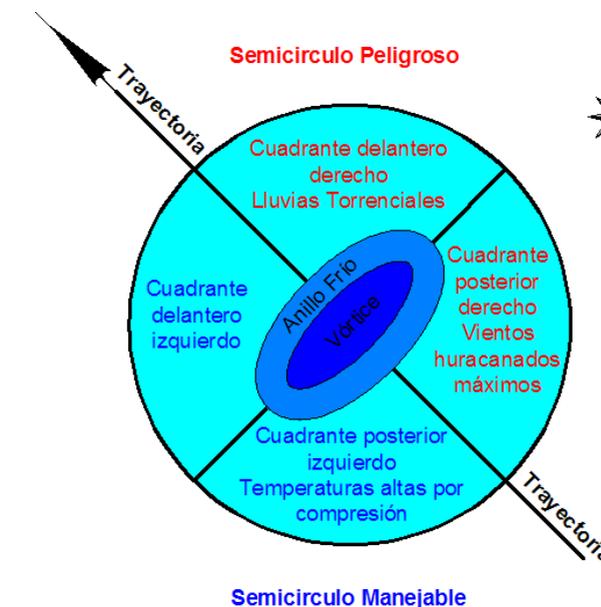
Fuente. Escala Saffir-Simpson. En línea <http://goo.gl/oxaay>

Metodología

Para determinar el grado de peligro que presenta Tampico, se realizó una revisión de ciclones en el programa “Busca ciclones tropicales del CENAPRED”, donde se pueden hacer consultas a una base de datos con registros de tormentas tropicales y huracanes. Dicha base abarca desde el año de 1849 al 2015 para el océano Atlántico y de 1950 al 2015 para el Océano Pacífico.

En general, un huracán se divide en semicírculos y cada semicírculo, presenta un efecto diferente dentro del fenómeno. Identificar el lado derecho es importante en el análisis de riesgo, ya que es el más peligroso; en él se sienten los vientos más fuertes del huracán debido a que el movimiento de trayectoria de éste contribuye a aumentar la velocidad de los vientos que se arremolinan; y en este mismo lado, pero en el semicírculo delantero se espera gran precipitación pluvial (Figura 34).

Figura 34. Semicírculos de un huracán



Fuente: CENAPRED, 2006

El “lado derecho del huracán”, se define de acuerdo con la dirección de la trayectoria del meteoro; si el huracán se mueve hacia el noroeste, el lado derecho estaría del sureste hasta el noroeste (siguiendo en sentido antihorario).

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 con respecto a la Escala de Saffir-Simpson (Tabla 25), la cual mide diversos factores determinados por la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos. Se les denomina depresión tropical (presión de 1008 a 1005 mb o velocidad de los vientos menor que 63 km/h), tormenta tropical (presión de 1004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h) y huracán (presión menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/h).

De acuerdo con Rosengaus (2002) las zonas terrestres mexicanas con incidencia de más de 10 ciclones tropicales en 52 años (1949 a 2000) son las costas de los Estados de Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Baja California Sur y Quintana Roo; y la totalidad de las costas mexicanas han presentado al menos 5 o más ciclones tropicales en 52 años.

Para determinar el riesgo por ciclones en la zona de Tampico, es importante señalar que la ocurrencia de estos fenómenos coloca en situación de riesgo a la población e infraestructura de la ciudad de Tampico ya que a su paso han provocado inundaciones importantes y periódicas debido al desbordamiento de los cauces de los ríos Pánuco y Tamesí.

Como puede observarse los efectos destructivos de los ciclones pueden presentarse en diferentes intensidades, sobre todo en la población, sectores productivos, vías de comunicación, por esto la importancia de contar con información histórica de su ocurrencia y daños causados, a fin de poder determinar en lo sucesivo las intensidades de peligros y riesgo según la categoría del ciclón que se presente.

2.2.2.10. Inundaciones

Haciendo una breve descripción en lo que consiste una inundación, este fenómeno se considera como el flujo o la invasión de agua por exceso de escurrimientos superficiales o por acumulación en terrenos planos, ocasionado por falta o insuficiencia de drenaje tanto natural como artificial. Las inundaciones pueden clasificarse por su origen en pluviales, fluviales y lacustres. Las pluviales se deben a la acumulación de la precipitación (lluvia, granizo o nieve), que se concentra principalmente en terrenos de topografía plana o en zonas urbanas con insuficiencia o carencia de drenaje, las fluviales son aquellas que se originan cuando los escurrimientos superficiales son mayores a la capacidad de conducción de los cauces, las lacustres se originan en los lagos o lagunas por el incremento de sus niveles y son peligrosas por el riesgo que presentan para los asentamientos humanos cercanos a las áreas de embalse.

Peligro y riesgo de inundaciones por encharcamientos y desbordes

El fenómeno de inundación por encharcamiento acontece en las zonas urbanas por dos razones, la primera se debe a la ineficiencia y/o inexistencia de sistema de alcantarillado o de drenaje pluvial, provocando que se incremente el nivel del agua producto de la precipitación; y la segunda causa es de origen natural y se presenta cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse por un período de tiempo.

Para la definición del peligro por encharcamientos, se consultaron los resultados del SGM, (2008), que tomó de referencia 52 puntos de verificación donde se registraron el tipo de inundación, la altura de la inundación, el cuerpo de agua y la distancia a éste, si es que existe. Asimismo, se utilizaron los modelos de elevación, curvas de nivel e imágenes, fortalecido con información temática e información bibliográfica y del “Atlas de Riesgos Naturales del municipio de Tampico 2011”, para detectar las zonas susceptibles a encharcamientos, el tipo de viviendas en la zona, nivel socioeconómico de la población, se logró determinar el peligro, vulnerabilidad y riesgo. Es importante resaltar que la zonificación elaborada para este tipo de inundación sólo corresponde a peligro alto, dado que no se cuenta con los niveles de agua presentes en los sitios, datos necesarios para generar una zonificación a mayor detalle que involucre una tasa variable de peligro, es decir, medio y bajo.

Metodología

Para determinar las zonas sujetas a peligro por inundaciones, en el presente Atlas se retoman los resultados obtenidos por SGM (2008), que para su determinación tomó en cuenta las pendientes de los márgenes, distancias de las laderas, profundidad del cauce, dirección del flujo, dirección de la sección y la distancia de las viviendas al cauce; así como fotografías aguas abajo, arriba y de cada uno de los márgenes, para finalmente determinar el área geométrica de cada sección transversal con ayuda del software CANVAS 11. También se utilizaron curvas de nivel, modelos de elevación e imágenes Spot, Quick Bird, Ortofotos y Landsat. Otro criterio utilizado fue, mediante un análisis geomorfológico de una de las cuencas hidrográficas que tiene mayor influencia en las inundaciones del curso bajo de dicho río, la cuenca del Río Tempoal en el estado de Veracruz. En este estudio se toma en cuenta: geomorfología fluvial; análisis hidrológico, meteorológico y sedimentológico. Teniendo como objetivo general, el delimitar áreas propensas a inundaciones en la llanura fluvial del río.

En el caso de canales, debido a que no existe una metodología que ayude a la determinación de zonas inundables, solo se utilizaron curvas de nivel, modelos de elevación e imágenes de satélite, en lo referente a las fichas de campo, se tomaron en cuenta los mismos parámetros que se utilizaron para escurrimientos.

2.3. Memoria de cálculo

Para la elaboración del presente Atlas de Riesgos del municipio de Tampico, se tomó como referencia la “Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligro y riesgos”, edición 2006, desarrollada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Además, se utilizaron métodos básicos de interpretación de los sensores remotos disponibles como son las imágenes de satélite, ortofotos y el modelo digital de elevación para extraer información relativa a la dinámica regional de los peligros causados por fenómenos naturales y para la definición de las zonas de peligro en toda el área de estudio.

Este estudio incluye toda la información generada sobre los diferentes fenómenos naturales o antropogénicos más comunes en el área del municipio y las situaciones o sitios de peligro o riesgos, resultado de una exhaustiva recopilación de datos en diversas fuentes formales de información y de las experiencias de diferentes grupos de trabajo. El trabajo de campo, se integra a partir de la documentación visual de los sitios afectados y observación de los procesos o fenómenos perturbadores, con la medición de algunos datos estructurales o parámetros diversos y el testimonio de la población afectada. La recopilación de información, a través de estos dos métodos, es la base principal para el estudio sistemático de los peligros y para el establecimiento del riesgo según sea el caso.

Aunado a lo anterior, la documentación histórica de los diversos fenómenos o eventos, por parte de instituciones gubernamentales locales, ha sido fundamental, ya que ha permitido establecer la evolución de estos en espacio y tiempo, así como su recurrencia. De igual forma y de gran utilidad han sido los registros estadísticos disponibles en diversas dependencias, como Protección Civil municipal, INEGI, CONAGUA y otras entidades académicas, especialmente para la caracterización de fenómenos hidrometeorológicos.

Finalmente, la generación de un SIG y la captura de toda la información recopilada en los diferentes formatos digitales ha permitido un registro y manejo más eficientes de la información y su mejor visualización e interpretación.

La memoria de cálculo detallada y los resultados en su desarrollo, para cada uno de los fenómenos perturbadores identificados, se presenta como anexo. Esto de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos, 2018, de la SEDATU.

2.3.1. Antecedentes de la existencia del fenómeno

2.3.1.1. Fenómenos de origen geológico

Vulcanismo

El municipio de Tampico se localiza en el paralelo 22, de tal forma que se ubica fuera de la Faja Volcánica Mexicana. Por tal motivo, no se cuenta con registros históricos de sismos con magnitud mayor a 4.2°. Sin embargo, el 23 de mayo de 2007, se registró un sismo de magnitud 5.2, con epicentro a 167 km al noroeste de Tuxpan, Veracruz, que, si bien no generó daños materiales ni pérdidas de vidas, la Unidad Municipal de Protección Civil de Tampico reportó movimientos de terreno en los municipios de Tampico y Madero.

Por otro lado, Tampico se encuentra clasificado en la Región Sísmica A. Esta región se caracteriza por no tener registros históricos de sismos importantes, además que en los últimos 80 años no se han presentado fenómenos geológicos de este tipo; por lo que no se espera, en por lo menos un siglo que puedan ocurrir sucesos en donde el porcentaje de aceleración del suelo vaya más allá del 10% de la aceleración de la gravedad. Por esta razón, este municipio está considerado de bajo riesgo volcánico, por encontrarse alejado formaciones volcánicas, siendo los más cercanos el Volcán Los Humeros ubicado en los entre los estados de Puebla y Veracruz; y más al sur el Volcán Pico de Orizaba en el Estado de Veracruz, con 300 y 400 km lineales de distancia de la Ciudad de Tampico respectivamente.

Sismo

Al igual que el “vulcanismo”, en cuanto a sismos, Tampico se localiza en la clasificación de la zona A. Esta zona es aquella donde no se tienen registros históricos, porque no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad. Sin embargo, el Sistema Integral de Información sobre Riesgo de Desastres en México, mediante el Atlas Nacional de Riesgo, ubica una pequeña parte al suroeste del territorio de Tampico en categoría III; es decir, que los terremotos se pueden sentir claramente en interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, pero mucha gente no lo reconoce como terremoto.

Como antecedentes, se encontraron registros del CENAPRED, donde el día 23 de mayo del 2007, a las 14:00h, se originó un sismo con una intensidad de 5.2 en la escala de Richter, con epicentro a 16 km de profundidad, a una distancia de 160 km al este de Tampico. No se reportaron daños materiales, estructurales, personas heridas o con crisis nerviosas.

Tsunamis

En los datos que da a conocer el CENAPRED (2011), la costa del Océano Pacífico está expuesta al arribo de maremotos y la zona del Golfo de México no se considera que pueda ser afectada por maremotos o tsunamis, ya que no existen placas tectónicas que pueda generar terremotos con movimientos verticales.

Proceso de remoción de masas

La región sureste del Estado, particularmente los municipios de Tampico, Madero y Altamira no presentan relieves accidentados debido a su lejanía de la Sierra Madre Oriental, solo se localizan elevaciones aisladas que no sobrepasan los 150 m. Entre las más representativas destacan la Sierra de la Palma, los cerros del Metate, La Campana, El Lagarto, La Cruz y Laguna Champayán; en el Municipio de Altamira los cerros Andonegui; y el Sauce en Tampico, mientras que en Madero no se presentan elevaciones significativas. Fuera de estos rasgos orográficos, la zona se ubica en una planicie donde predominan las pendientes suaves, menores a 5°, esto debido a la influencia de la planicie costera.

Las unidades geológicas que afloran en esta área son rocas clásticas, por lo que en la mayoría de los casos se encuentran en un avanzado estado de intemperismo, llegando incluso a comportarse como suelo residual. Este hecho hace que, al no haber planos de debilidad o discontinuidad, el macizo rocoso se comporte de manera diferente y se presente inestabilidad por flujos y caída de bloques.

La problemática que enfrentan estos municipios está directamente relacionada a los embates por fenómenos hidrometeorológicos que impactan en la región, este hecho conlleva a que gran cantidad de agua se infiltre en los macizos rocosos, actuando como agente desestabilizador y aumentando las posibilidades de falla del talud; aunado a esto, causas antropogénicas como son los asentamientos humanos ubicados al pie o sobre la ladera, contribuyen a desestabilizar el macizo rocoso, al aumentar la carga que soportan estas elevaciones; además de las consecuencias que estos conllevan tales como cortes al macizo o fugas en el sistema de drenaje que aumentan el grado de saturación de la ladera.

Dentro de estos municipios se han registrado varios episodios de inestabilidad ocasionados por la conjunción, tanto de los factores internos de la ladera, como factores externos o desestabilizantes. Las intensas lluvias registradas en esta área han provocado diversos escenarios de riesgo principalmente en el municipio de Tampico.

Durante los recorridos de campo en Tampico, se identificaron fenómenos de remoción de masas, entre los más comunes se observaron las caídas de bloques y flujo de detritos.

Caída de bloques

De acuerdo al Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico 2011, se tienen identificadas áreas de caída de bloques dentro de la Cabecera Municipal, esta corresponde a la ladera del cerro Andonegui, el cual está constituido por areniscas, limonitas y lutitas semiconsolidadas de la Formación Mesón, las cuales se ven afectadas por fenómenos hidrometeorológicos, como intensas lluvias que saturan y reducen la cohesión entre las partículas, provocando el desprendimiento de bloques de dimensiones de hasta 4m³, los cuales caen directamente sobre el Boulevard Adolfo López Mateos.

Los taludes a lo largo de la ladera del Cerro de Andonegui tienen una altura promedio de 15m, sus pendientes oscilan arriba de los 60° y en algunos casos se encuentran prácticamente verticales, lo que provoca que la pérdida de soporte en la base del talud ocasione el desprendimiento del material suprayacente (Figura 35), hecho que pone en riesgo alto a la colonia Obrera. Estos movimientos gravitacionales se reflejan en algunas calles de la ya mencionada colonia, tal es el caso de la calle Guerrero, donde se observa el pavimento agrietado y asentamientos.

Figura 35. Ladera del cerro de Andonegui



Fuente: Atlas de riesgos naturales del municipio de Tampico, 2011

Flujo de detritos

En el municipio de Tampico se cartografiaron zona de flujos de detritos que afectan directamente a la Calle Torreón, así como a las diversas colonias que se sitúan sobre las laderas del cerro El Sauce, a un costado de los márgenes de la laguna del Chairel (Atlas e Riesgos Naturales del Municipio de Tampico 2011).

Se registró un caso particular en la colonia Loma Alta, donde la parte trasera de una casa habitación se deslizó, aun cuando este talud presentaba revestimiento de concreto lanzado y sistema de drenes; la saturación de las arcillas y su expansión provocaron que este no soportara la presión y fallara.

Asimismo, se tienen antecedentes en las colonias Camprel, Pescadores, Sembradores de la Amistad y Sauce (Figura 36), donde se han registrado numerosos casos de inestabilidad que han cobrado cuantiosos daños e incluso vidas, como el ocurrido en la colonia el Sauce, el 2 de septiembre del 2007, donde murieron tres miembros de una familia al caerles un alud de tierra.

Cabe señalar que la zona es propensa a la ocurrencia de este tipo de fenómenos ya que, en una visita hecha durante el mes de julio del 2008, se cartografió una zona de peligro alto y en una visita posterior, en octubre de 2008, ya se había presentado la inestabilidad que afectó un tramo de la calle Torreón, en la colonia Altavista.

Lo anterior se debe a la poca compactación del material de la Formación Mesón, constituida por areniscas y limolitas, las cuales al saturarse reducen la cohesión entre las partículas, lo que genera que la masa se deslice y llegue a afectar obras de infraestructura, ya sean vías de comunicación o casas habitación.

Figura 36. Ladera del Sauce



Fuente: Fuente: Atlas de riesgos naturales del municipio de Tampico, 2011

Hundimientos

Con base en la bibliografía consultada y debido a que en el municipio no afloran las rocas que son características de este tipo de fenómeno (caliza-lutita, dolomías y caliza-margas), las cuales se observan principalmente al extremo suroeste del estado, particularmente en la Sierra Madre Oriental, así como en las sierras Tamaulipas y San Carlos, no se registran hundimientos por procesos cársticos en el área de estudio.

Si bien en Tampico no existe presencia de peligro por hundimientos cársticos, en la zona urbana de este, se observaron otros tipos de movimientos de suelos, manifestándose por agrietamiento en construcciones, características de asentamientos diferenciales.

Los asentamientos diferenciales pueden tener distintos orígenes, como puede ser la ausencia de compactación total del suelo, textura, pérdida e incremento o disminución de la humedad en las capas de suelos, profundidad de construcción de cimientos, variaciones del nivel freático, entre otras.

Se cuenta con un registro de este fenómeno que se manifiesta en la Escuela Secundaria General No. 1, Profesor Francisco Medina Cedillo, ubicada en la avenida Pintores, colonia Unidad Modelo, la cual presenta agrietamiento en las aulas, principalmente en los muros de las esquinas y en las paredes, así como fracturas en los patios cívicos. El fenómeno parece estar asociado a un asentamiento uniforme por presencia de abundantes grietas de tipo escalonado (Atlas de Riesgos Naturales del municipio de Tampico 2011).

Subsidencia

No se encontraron antecedentes de la ocurrencia de este fenómeno en el área de estudio.

Agrietamientos

En el municipio de Tampico no se encontraron evidencias del desarrollo de agrietamientos ligados a procesos naturales por lo que la amenaza no es perceptible y no hay antecedentes históricos de su ocurrencia

2.3.1.2. Fenómenos de origen hidrometeorológico

Ondas cálidas

De acuerdo con los datos históricos del CLICOM, y a la clasificación de los umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas de calor, las temperaturas máximas extremas registradas, con grado de severidad Alto y Muy Alto, en la estación meteorológica ID 28111 “Aeropuerto internacional Gral. Francisco Javier Mina” del municipio de Tampico, desde al año 1961 al 2015, se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26. Temperaturas máximas registradas entre los años 1961 al 2015 en Tampico

Intervalos de temperatura °C	Tipo o grado de severidad	Años del fenómeno
34.0 – 39.9	Alto	1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1967, 1976, 1980, 2003 y 2004
>40	Muy alto	1962, 1966, 1967, 1978, 1980, 1983, 1984, 1997, 1999, 2006, 2008, 2008, 2009, 2011 y 2013

Fuente: elaboración propia con datos del CLICOM

Ondas gélidas

De acuerdo con los datos históricos del CLICOM, y a la clasificación de los umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas gélidas, las temperaturas mínimas extremas registradas, con grado de severidad Medio, Alto y Muy Alto, en la estación meteorológica ID 28111 “Aeropuerto internacional Gral. Francisco Javier Mina” del municipio de Tampico, desde al año 1961 al 2015, se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. Temperaturas mínimas registradas entre los años 1961 al 2015 en Tampico

Intervalos de temperatura °C	Tipo o grado de severidad	Años del fenómeno
0 a - 6	Medio	1989
-6 a -12	Alto	No hay registros
<-12	Muy alto	No hay registros

Fuente: elaboración propia con datos del CLICOM

Sequías

De acuerdo con el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico 2011, se cuentan con registros para la región de Tampico, Madero y Altamira que corresponden a un grado severo de sequía meteorológica, localizada en la región Centro, Sur, Oeste y Sureste, con una superficie de 1,451.46 km² registrando valores de 0.53 a 0.59. En la región Norte,

a excepción de la parte Noroeste, se obtuvo un rango del índice de severidad de 0.6 a 0.66, siendo considerada esta región de grado muy severo, la extensión territorial bajo este grado de sequía meteorológica corresponde a 371.8 km². En este sentido, el municipio de Tampico se ubica en la zona de sequía categorizada como **anormalmente seco**.

El *Monitor de Sequía de América del Norte* (noviembre de 2018), ubica a la Zona Metropolitana de Tampico con una intensidad *D1 Sequía - Moderada* (Figura 37).

Figura 37. Monitor de Sequía de América del Norte.

Monitor de Sequía de América del Norte

30 de Noviembre, 2018
Liberado: 10 de Diciembre de 2018

<https://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/>

Analistas:
Canada - Trevor Hadwen*
Maginda Magendhathajan*
Mexico - Reynaldo Pascual
Minerva Lopez
U.S.A. - Deborah Bathke
Chris Riganti

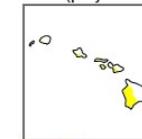
* Responsable de la integración del mapa

Intensidad de la Sequía:

- D0 Anormalmente Seco
- D1 Sequía - Moderada
- D2 Sequía - Severa
- D3 Sequía - Extrema
- D4 Sequía - Excepcional

Tipos de Impacto de la Sequía:

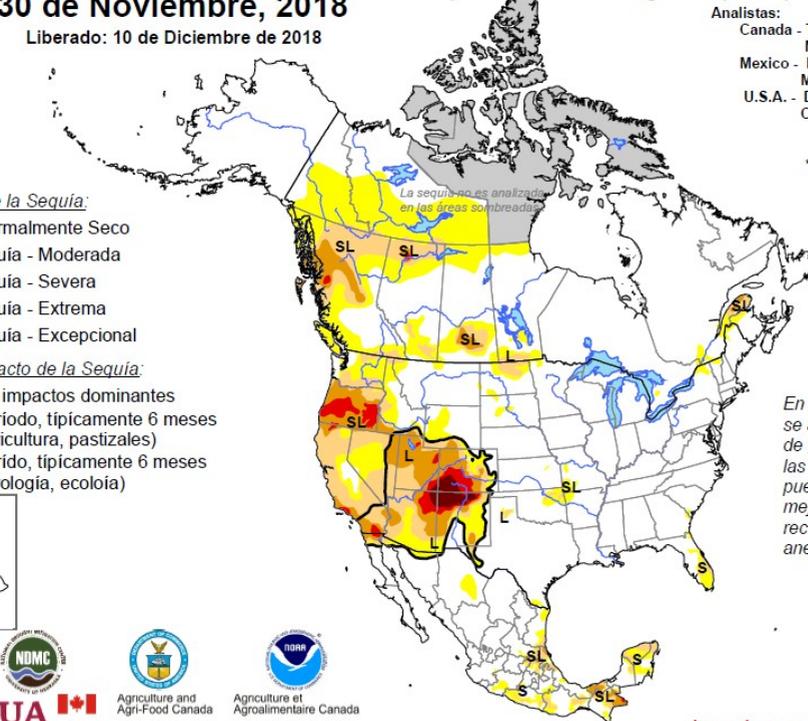
- Delimita impactos dominantes
- S = Corto período, típicamente 6 meses (p. ej. agricultura, pastizales)
- L = Largo período, típicamente 6 meses (p. ej. hidrología, ecología)



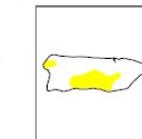
CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Agriculture and Agri-Food Canada
Environment and Climate Change Canada

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Environnement et Changement climatique Canada



En el Monitor de Sequía se analizan condiciones de gran escala, por lo que las condiciones locales pueden variar. Para una mejor interpretación se recomienda ver el texto anexo.

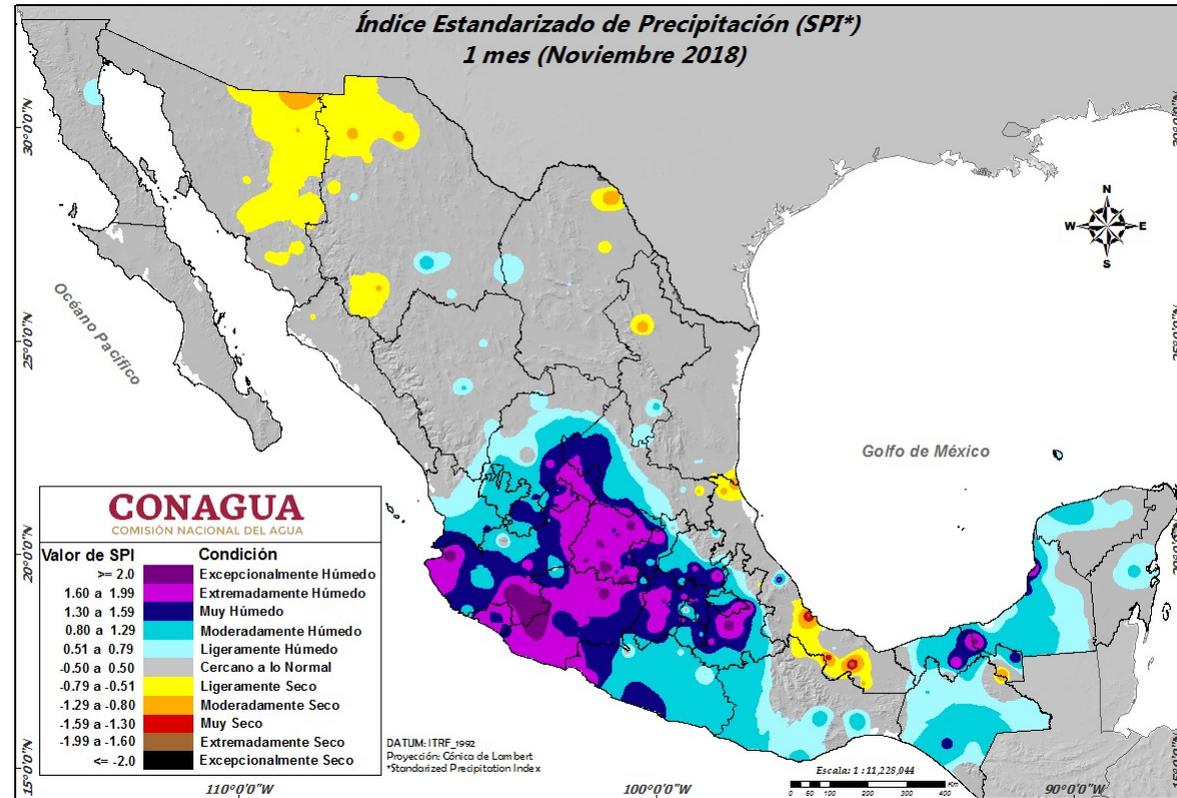


Las regiones en el norte de Canadá podrían no ser tan precisas como el resto, debido a limitaciones en la información.

Fuente: CONAGUA 2018

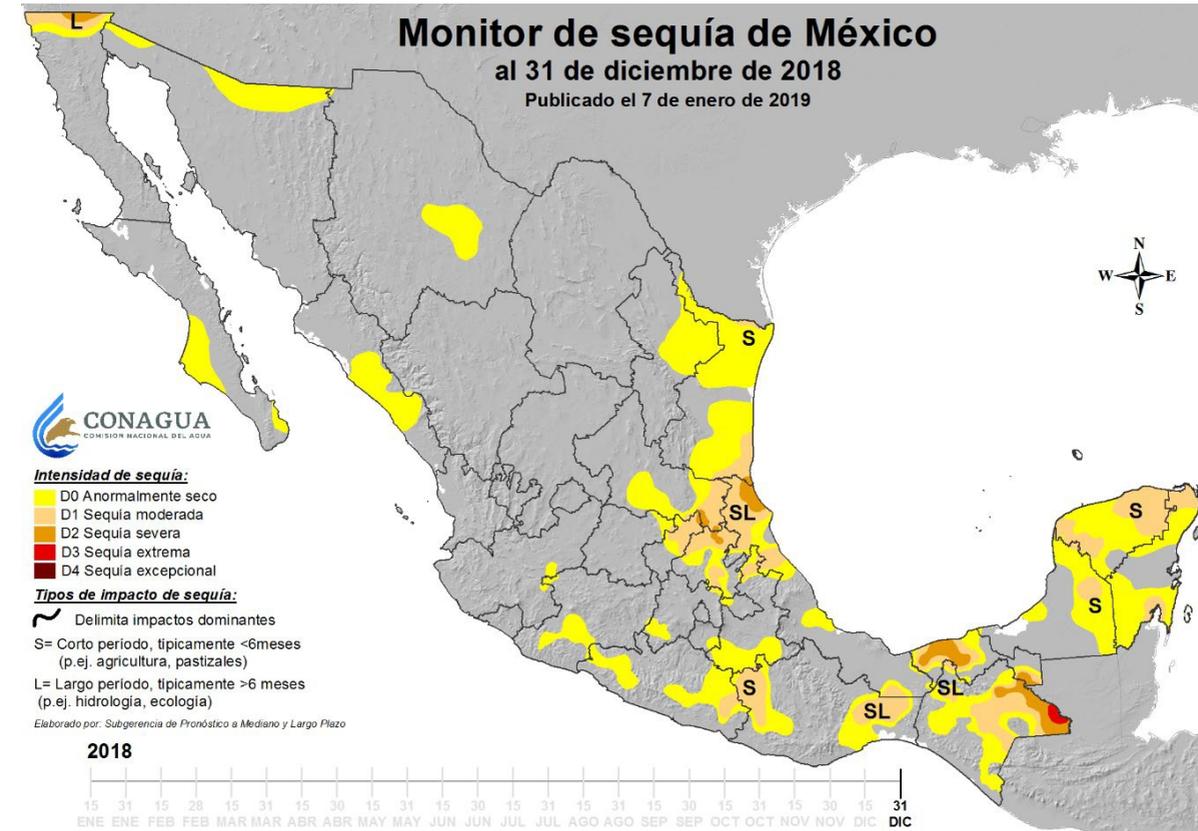
Por otra parte, el *Monitor de Sequía en México*, en su informe del Índice estandarizado de precipitación del mes de noviembre de 2018, ubica al municipio de Tampico con valores de SPI entre -1.29 a 0.80 *Moderadamente Seco* y -0.79 y -0.51 *Ligeramente seco* (Figura 38), y con una intensidad de sequía D2 Sequía Severa (Figura 39), con 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.

Figura 38. Índice estandarizado de precipitación.



Fuente: CONAGUA 2018

Figura 39. Monitor de sequía en México.



Fuente: CONAGUA 2018

Heladas

Se consultaron los mapas del Nuevo Atlas Nacional de México de la (Vidal, y otros, 2007 págs. carta NA-XIV-6), los cuales contienen los sitios donde han ocurrido heladas en el país a nivel localidad durante las épocas prehispánica, Colonial y del siglo XIX. También se consultaron datos periodísticos, documentos, bibliografía y reportes de CONAGUA sin encontrarse registros históricos del fenómeno en el municipio de Tampico, por lo que no hay antecedentes históricos de este fenómeno.

Tormentas de granizo

Se consultaron los mapas del Nuevo Atlas Nacional de México de la (Vidal, y otros, 2007 págs. carta NA-XIV-6), los cuales contienen los sitios donde han ocurrido heladas en el país a nivel localidad durante las épocas prehispánica, Colonial y del siglo XIX. También se consultaron datos periodísticos, documentos, bibliografía y reportes de CONAGUA, encontrando un registro una tormenta de granizo el día 9 de marzo de 2016, a consecuencia de los efectos de los frentes fríos 45 y 46 en el Estado de Tamaulipas¹⁹, como resultado de una lluvia intensa, así como tormentas eléctricas sin que se reportaran daños de consideración.

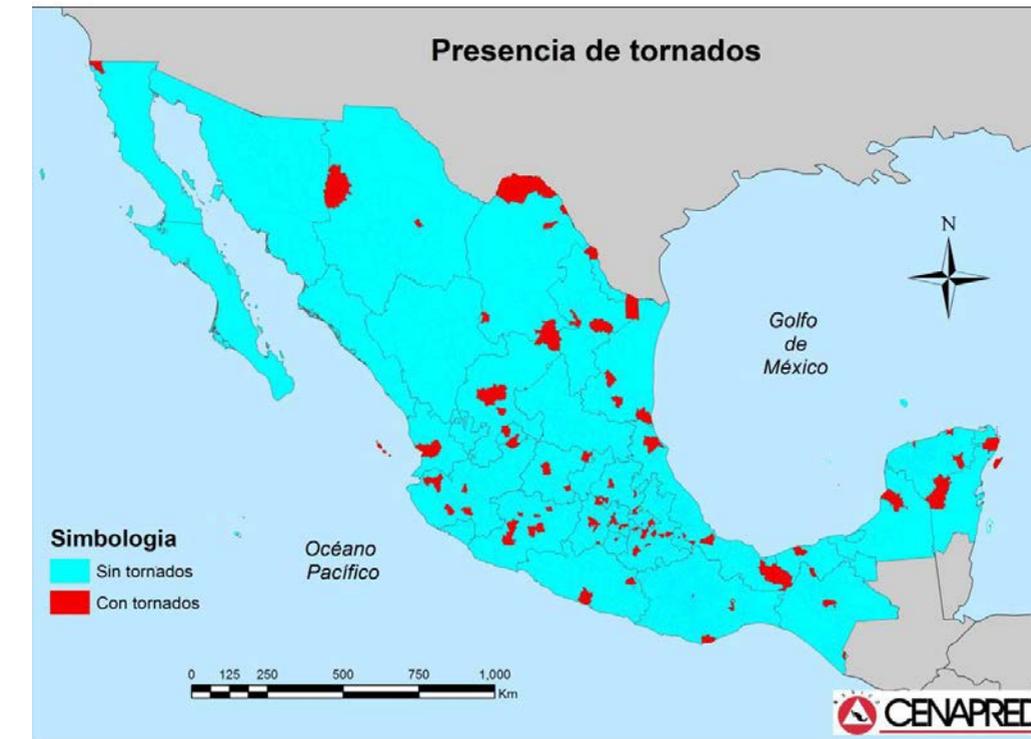
Tormentas de nieve

Para el caso de Tampico, se consultaron los mapas del Nuevo Atlas Nacional de México de la (Vidal, y otros, 2007 págs. carta NA-XIV-6), los cuales contienen los sitios donde han ocurrido nevadas en el país a nivel localidad durante las épocas prehispánica, Colonial y del siglo XIX. También se consultaron datos periodísticos, documentos y notas informativas de las Unidades Estatales de Protección Civil (UEPC), reportes de CONAGUA y de SAGARPA sin encontrarse registros de tormentas de nieve en el territorio municipal, por lo cual se concluye que el territorio municipal está libre de tormentas de nieve.

Tornados

Con base en la información del mapa de presencia de tornados en municipios de México, elaborado por el CENAPRED (Figura 40), el municipio de Tampico no presenta registros de la presencia de este fenómeno. Sin embargo, es importante tomar las precauciones necesarias ya que este fenómeno no es ajeno a la región donde se ubica el municipio.

Figura 40. Presencia de tornados a nivel nacional



Fuente. Centro nacional de prevención de desastres

Tormentas eléctricas

La sierra de Tamaulipas y la sierra de Maratés se derivan de la Sierra Madre Oriental, las cuales tienen influencia del Golfo de México sobre la planicie costera, donde se originan las tormentas eléctricas. Dada la posición geográfica en la que se encuentra Tampico y la combinación de humedad entre el aire caliente, que sube con rapidez, y los frentes fríos que se registran en la zona o la brisa marina, se originan tormentas eléctricas en la zona en los meses de mayo a octubre.

¹⁹ <http://www.milenio.com/estados/fuertes-lluvias-y-caido-de-granizo-en-tamaulipas>

Ciclones tropicales

Se encontraron registros sobre ciclones que han afectado el área de estudio, con un total de 8 fenómenos de este tipo que han pasado por esa zona, en un radio no mayor a 100 km del territorio municipal. El frente costero tamaulipeco es vulnerable y altamente influenciado por los eventos ciclónicos (huracanes), vientos del norte y marejadas lejanas que se dan en el Golfo de México. Estos eventos, en condiciones normales y extremas, generan una dinámica litoral que con el transcurrir del tiempo han configurado el litoral tamaulipeco.

De acuerdo con el CENAPRED, la costa sur de Tamaulipas tiene el 15% de probabilidad anual que se sientan los efectos de los huracanes que se dan en el año. Los huracanes son acompañados vientos fuertes, lluvias extremas, marejadas dan como resultado inundaciones en el territorio municipal.

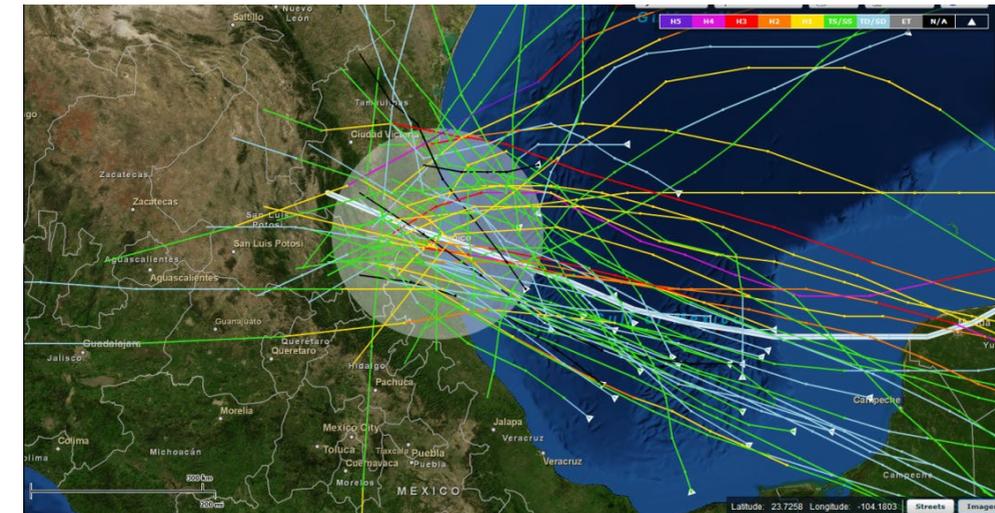
Del año 1851 a la fecha si tienen registrados 31 eventos ciclónicos que han tocado las costas cercanas Tampico en un radio de 100 km (Figuras 41 y 42). Analizando los eventos ciclónicos que han tocado la costa de los estados de Tamaulipas y Veracruz, se deduce una probabilidad anual de que impacte un evento ciclónico a Tampico de un 13.3%, pasando a no más de 25 km de la región en estudio.

En Tamaulipas, más de 56 huracanes han afectado sus costas desde 1875, de los cuales 27 se han ubicado a menos de 100 kilómetros de Tampico y norte de Veracruz. También, la costa sur de Tamaulipas está expuesta y es vulnerable a los efectos de inundaciones por avenidas de los ríos Pánuco y Tamesí.

El huracán Gilberto llegó a tierra el 14 de septiembre de 1988, en la península de Yucatán registrado como un huracán categoría 5, provocó inundaciones en la parte noreste del país y su consecuencia fueron 202 muertes. El ojo del huracán alcanzó 15 Km de diámetro y la zona de su influencia fue de 250 Km, atacando a Cuba al mismo tiempo. Siguió su camino en dirección del Golfo afectando a Campeche, tocando tierra en la costa sur de Tamaulipas y desapareciendo en Monterrey, provocando el desbordamiento del río Santa Catarina, en Nuevo León.

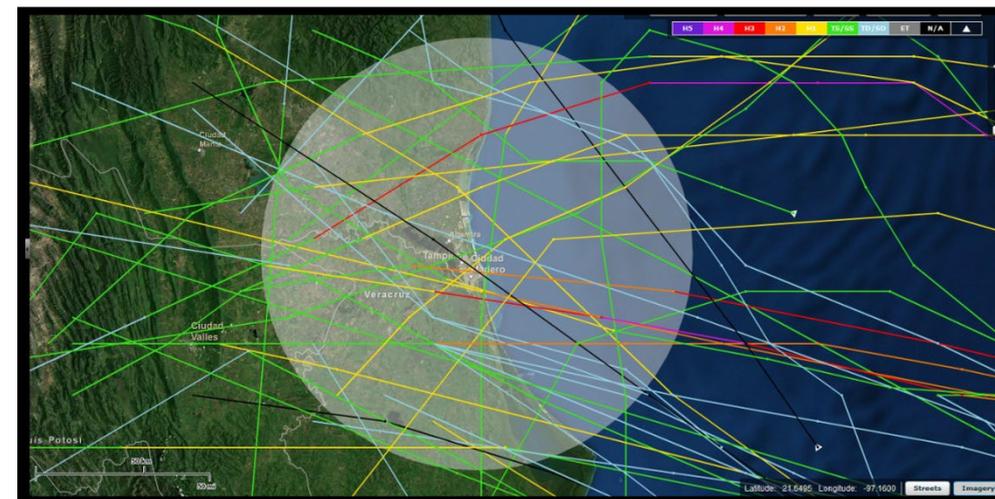
Por otra parte, el huracán Erika impactó de forma desastrosa el noreste de México en el 2003. En consecuencia, fueron evacuadas las 51 plataformas petroleras, lo que significó una pérdida de 8,708 barriles de petróleo por día y 173,140 millones de pies cúbicos de gas natural diariamente. Nuevo León y Tamaulipas fueron los principales centros donde Erika dejó devastación.

Figura 41. Principales huracanes que han afectado la costa sur de Tamaulipas de 1863 al 2011



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration 2011

Figura 42. Acercamiento al área de estudio de los principales huracanes que causaron desastres



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration 2011

En la Tabla 28 se hace un recuento de los ciclones que han acontecido en la zona conurbada de Tampico desde 1878 hasta 2005, donde se indica sus categorías y fecha de ocurrencia. Estos han ocurrido en la temporada de ciclones, generalmente entre los meses de verano a otoño y en ocasiones se puede prolongar hasta diciembre.

Entre los registros de ciclones que han impactado directamente en la ciudad de Tampico durante el período 1879-2008 se tienen dos huracanes de categoría 1, con velocidades de más de 104 km/hr acontecidos en los años de 1933 y 1936, otro de categoría 2, en 1955, con velocidades de más de 136 km/hr; y un cuarto con categoría de tormenta tropical que alcanzó velocidades de más de 64 km/hr en el año de 1934.

Tabla 28. Ciclones tropicales en la zona conurbada de Tampico 1878-2005.

Nombre	Tipo de ciclón tropical	Viento máximo sostenido (vms km/h)	Fecha
Sin nombre	H1	112.63	18-ago-1878
	TS	56.32	10-ago-1909
	H1	112.63	07-sep-1921
		112.63	25-sep-1933
	TT	64.36	01-sep-1934
		56.32	12-ago-1936
H1	104.59	19-ago-1936	
Charlie	H3	176.99	22-ago-1951
Gladys	TS	80.45	06-sep-1955
Hilda	H2	136.77	19-sep-1955
Inés	H3	168.95	10-oct-1966
Fern	H1	104.59	04-oct-1967
Greta	TD	40.23	04-oct-1970
Keith	H1	120.68	05-oct-2000
Gert	TS	64.36	25-jul-2005

Fuente. Servicio Geológico Mexicano, 2008.

TD: Depresión tropical; TT: Tormenta tropical; H1: Huracán categoría 1; H2: Huracán categoría 2
H3: Huracán categoría 3; TS: Ciclones que pasaron fuera de la región.

Además, se encontraron registros de daños causados por los huracanes Charlie, Gladys, Hilda, Inés y Keith, entre otros; que son eventos que incidieron de forma importante esta Zona Metropolitana de Tampico, en las Tablas 29 y 30

se describen algunos detalles del impacto causado por estos fenómenos hacia la población ubicada al sur del estado de Tamaulipas.

Tabla 29. Características físicas y daños según categoría de ciclón en Tampico, Tamaulipas.

Categoría	Presión central (mb)z	Vientos (km/h)	Marea de tormenta (m)	Características de los posibles daños materiales e inundaciones
Perturbación tropical	1008.1-1010			Ligera circulación de vientos.
Depresión tropical	1004 - 1008	< 62		Localmente destructivo.
Tormenta tropical	985.1 - 1004	62.1 - 118	1.1	Tiene efectos destructivos.
Huracán categoría I	980.1 - 985	118.1 - 154	1.5	1.-Potencial mínimo.
				2.-Ningún daño efectivo a los edificios
				3.-Daños principalmente a casas mal cimentadas, arbustos, follajes y árboles.
				4.-Ciertos daños a señales mal instaladas.
				5.-Algunas inundaciones de carreteras costeras en sus zonas más bajas y daños leves en los muelles.
Huracán categoría II	965.1 - 980	154.1 - 178	2 - 2.5	1.-Potencial moderado.
				2.-Daños considerables a arbustos y a follaje de árboles, inclusive, algunos de ellos son derribados.
				3.-Daño extenso a señales mal instaladas.
				4.-Ciertos daños en los techos de casas, puertas y ventanas.
				5.-Daño grave a casas mal cimentadas.
				6.-Carreteras costeras inundadas de 2 - 4 h antes de la entrada del centro del huracán.
				7.-Daño considerable a muelles, inundación de marinas.
				8.-Las pequeñas embarcaciones en fondeaderos sin protección rompen amarras.

Fuente. Servicio Geológico Mexicano, 2008.

Tabla 30. Ciclones tropicales en la zona conurbada de Tampico, Tamaulipas, afectación por vientos e inundaciones

Nombre	Año	Afectación
Huracán	1933	El 1er. ciclón registrado en este año que azotó la región de Tampico, Madero y las Huastecas, el día 14 de septiembre, prolongándose hasta las 6:00 am del día 15. Alcanzó turbonadas mayores a 150 km/hr, derribando postes, anuncios, árboles y pequeñas construcciones.
		El 2do. Entró el 24 de septiembre, con vientos mayores a 250 km/hr. Derrumbó más de 5,000 casas, postes de luz y telégrafos. Las lagunas y el río Pánuco se desbordaron, inundando las zonas bajas de Tampico y cubriendo gran parte de los mercados, dejando como saldo, varias docenas de muertos, muchas cosechas perdidas y millares de cabezas de ganado desaparecidas.
Huracanes Charlie y George	1951	En este año se dejaron sentir en la zona los embates de dos ciclones tropicales: Charlie y George. El 21 de septiembre entraron los vientos huracanados de George, con velocidades mayores a 100 km/h, originando daños como derrumbes de casas, bardas de ladrillo, anuncios y postes de luz.
Huracanes Gladys, Hilda y Janet	1955	Del 4 al 30 de septiembre, la Ciudad de Tampico, con una población de 100,000 habitantes, sufrió los embates de los huracanes Gladys, Hilda y Janet, durante los días 4, 19 y 30 de septiembre, respectivamente. Los vendavales y las inundaciones acompañantes se estima que causaron unas 3,000 muertes, 4,800 casas destruidas y ocasionaron daños graves en otras 6,500. En el Centro de la ciudad había 52,000 personas "indigentes" que estuvieron aisladas durante un período de 8 a 10 días.
		En los edificios de la ciudad, unas 20,000 personas más quedaron en igual situación, durante poco más de 15 días; y en las áreas rurales, estos fenómenos dejaron entre 25,000 y 30,000 damnificados que también permanecieron en condiciones similares en un período de 3 a 4 semanas.
Huracán Inés	1966	El 9 de octubre, entró con vientos que abarcaban 300 km de diámetro, rachas de 200 km/hr, y marejadas de 3 a 5 m impactando el área localizada entre Tampico y Nautla, aproximadamente.
		Dejó como saldo 50 personas fallecidas y 40 mil damnificados, además de pérdidas materiales por más de 500 millones de pesos.
Huracán Gert	1993	Debido a la magnitud de los daños ocasionados en Tampico y Madero, el presidente de la República prestó auxilio a través de las Secretarías del Patrimonio Nacional y de la Presidencia, además que en este año se implementó el Plan DNIII-E a cargo de la SEDENA.
		17 de septiembre de 1993, con vientos de 133 km/h. Tocó tierra al Sur de Tamaulipas, ocasionando una inundación a su paso. Afectó a más de 4,000 personas, quienes permanecieron como damnificados en los refugios temporales durante un período mayor a 45 días. Las fuertes lluvias afectaron la cuenca del Guayalejo
Huracán Keith	2000	El 5 de octubre, impactó en las costas del estado con vientos máximos sostenidos de 120 km/h cerca de su centro, y rachas de 150 km/h. En el puerto de Tampico, principal puerto del golfo, se evacuaron 1,600 familias que viven en zonas bajas, se suspendieron las clases, y las autoridades pidieron a la población no abandonar sus hogares, ante la alta posibilidad de deslaves de terreno a lo largo de la trayectoria del huracán. Los vientos de "Keith" derribaron postes de electricidad ocasionando la suspensión del servicio a unos 200 mil habitantes y dejando sin agua a 100 mil en Tampico, Ciudad Madero y Altamira.
Tormenta tropical Bret	2005	El 29 de junio, este evento como Tormenta tropical con vientos máximos de 56.35 km/hr tocó tierra y pasó parte del territorio al Norte del Estado de Veracruz. Al día siguiente, este meteoro termina como Depresión tropical (VMS = 40.25 km/hr) al Noreste de San Luis Potosí, a 57 km del territorio comprendido entre Altamira, Tampico y Madero.

Fuente. Servicio Geológico Mexicano, 2008

Inundaciones

Resaltando que en la zona urbana de Tampico se pueden presentar inundaciones originadas por precipitación (precipitación media entre los 1,000 y 1,200 mm), por escurrimientos e incremento en los niveles de las lagunas cercanas a la ciudad, es decir que, las causas de los tipos de inundación que se presentan en la ciudad se deben a las precipitaciones que acontecen en las estaciones de verano (junio-noviembre) por la presencia de ciclones o tormentas tropicales. En cambio, durante el invierno, es afectado por tormentas de origen extratropical; frentes polares que viajan hacia el sur, originados en latitudes altas causando también fuertes lluvias. Esto ha sucedido cuando algunos huracanes han provocado el crecimiento y desborde de los cauces de los ríos Pánuco y Tamesí; que de acuerdo con información publicada en el Sistema de Alerta Temprana Contra Eventos Meteorológicos Extremos (SATEME, 2012), institución que cuenta con registros de inundaciones para el período de 1950 a 1988, ha contabilizado un total de 26 eventos que colocaron en riesgo alrededor de 311 mil habitantes. A estos fenómenos se suman los efectos orográficos y los originados por fenómenos convectivos, los cuales producen tormentas muy intensas, aunque de poca duración y extensión, considerados fenómenos que producen condiciones extremas de precipitación, con una secuela de avenidas que pueden generar desbordamientos de ríos y lagunas, y por ende inundaciones.

En este ámbito, el último fenómeno natural perturbador en el área de estudio se presentó el pasado 3 de noviembre de 2016. Este se publica en el Diario Oficial de Federación (14 de noviembre de 2016), y se describe como *fenómeno natural perturbador, descrito como Lluvia severa El frente frío No. 5, en interacción con un canal de baja presión en el Golfo de México, generó una amplia zona de inestabilidad con lluvias muy fuertes de 194 mm y rachas de viento superiores a 60 km/h en Tamaulipas el pasado 3 de noviembre de 2016, que afectó a los municipios de Altamira, Ciudad Madero y Tampico.*

Inundaciones por encharcamientos

En el caso de Tampico la inundación por encharcamiento cuenta con registros donde se ha afectado a un total de 39 colonias, con un área equivalente de 6.6 km², dentro de la que se encuentran 15,875 viviendas con un total de 57,614 habitantes SGM, (2008).

Las zonas que presentaron peligro por encharcamiento en Tampico y dado que se ubican a las orillas de cauces y lagunas, principalmente son la centro y sur. En cuanto a registros de mal funcionamiento de la red de drenaje pluvial y fluvial, se encuentran colonias como Vicente Guerrero, Guadalupe Victoria Tamaulipas, del Pueblo, del Chairel, Morelos y Centro.

Dentro de los registros que se tienen con respecto a los encharcamientos en algunas colonias de Tampico se mencionan los casos como en la Guadalupe Victoria que, por su cercanía de la margen del Río Pánuco y drenaje deficiente, con datos de encharcamientos que van más allá de los 80 cm; la Vicente Guerrero que debido al desbordamiento de la laguna del Chairel e igualmente a problemas de drenaje ha llegado a tener encharcamientos que van desde los 20 cm hasta de 1 m de altura. Otros casos son los en la colonia Pescadores que se ve afectada por desbordamiento de laguna y encharcamientos de hasta 80 cm; y la Colonia Tamaulipas con una deficiente red de drenaje se originan encharcamientos de entre 20 y 40 cm, trayendo como consecuencia el deterioro de sus calles (Figuras 43 y 44).

Asimismo, colonias que se encuentran en una intensidad de riesgo alto y medio son: Centro, Isleta Pérez y Mano con Mano, de las cuales se encuentran 146 viviendas y 400 habitantes en situación de riesgo alto, siendo Isleta Pérez la que sería la más afectada en su totalidad por encontrarse en zona de peligro y riesgo alto (Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico, 2011).

Figura 43. Encharcamiento en calles de la ciudad de Tampico a consecuencia de lluvias torrenciales



Fuente: Atlas de riesgos naturales del municipio de Tampico, 2011

Figura 44. Encharcamiento en calles de la ciudad de Tampico a consecuencia de lluvias torrenciales



Fuente: Atlas de riesgos naturales del municipio de Tampico, 2011

Por otro lado, las situaciones de peligro, riesgo y el costo estimado de pérdidas registrado al 2011, de acuerdo con el tipo de vivienda en caso de inundación por encharcamiento se detallan en la Tabla 31.

Tabla 31. Intensidad de peligro y riesgo derivado de inundaciones por encharcamiento en Tampico, Tamaulipas.

Colonia	Viviendas	Población	Tipo de viviendas				Costo total (\$)	Peligro	Riesgo
			I	II	III	IV			
Morelos	3,061	11,514			3,038	23	921,750,000	A	M
Zona Centro	2,011	6,298		12	1,984	15	603,756,000	A	A y M
Guadalupe Victoria	1,684	5,933			1,497	187	533,250,000	A	M
Vicente Guerrero	780	3,234			780		234,000,000	A	M
Fracc. Lomas del Chairel	490	1,813			207	283	189,450,000	A	M
Campbell	353	1,231			313	40	111,900,000	A	M
Guadalupe Mainero	349	1,223			285	64	114,300,000	A	M
Fracc. Laguna del Carpintero	334	1,163			293	41	106,350,000	A	M
Nacional	311	1,141			311		93,300,000	A	M
Obrera	302	1,041			248	54	98,700,000	A	M
Fracc. Lomas de Rosales	301	1,053			350	703	421,350,000	A	M
Fracc. J. Elías Piña (IV, V Y VI Etapa)	285	1,062			219	66	95,400,000	A	M
Fracc. J. Elías Piña	263	890			214	49	86,250,000	A	M
Tamaulipas	248	847			198	50	81,900,000	A	M
Melchor Ocampo	236	819			236		70,800,000	A	M
Barandilla	222	799			222		66,600,000	A	M
Volantín	216	788			216		64,800,000	A	M
Del Pueblo	201	708			174	27	64,350,000	A	M
Los Pescadores	186	744			186		55,800,000	A	M
Del Charro	135	534			80	55	48,750,000	A	M
Isleta Pérez	22	101	2		19		5,700,000	A	A y M
TOTAL	11,990	42,936					4,068,456,000		

Fuente: Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico 2011.

Inundación por desbordamientos

La zona urbana de Tampico continuamente está sometida a lluvias atípicas las cuales han causado severos a daños a la población y la infraestructura de la ciudad, de igual forma sucede cuando hay presencia de huracanes, ambos

fenómenos así como en los casos de inundaciones anteriores, causan inundaciones por desbordamiento debido a que el territorio del Municipio de Tampico se encuentra dentro del sistema lagunar del Río Tamesí, que al desbordarse han provocado fuertes inundaciones, como la ocurrida en 2007, que dejó casi 750 viviendas afectadas en Tampico y unas 3,000 familias evacuadas en Altamira y Tampico, mientras que en julio de 2008, el huracán Dolly ocasionó fuertes lluvias, lo cual provocó el desbordamiento de los ríos Tamesí y Pánuco. En las figuras 45 y 46 se ilustran algunas imágenes de las afectaciones del fenómeno en la ciudad de Tampico y en la Tabla 32 la intensidad de peligro y riesgo derivado de inundaciones por desbordamiento.

Figura 45. Inundación de calles por desbordamiento de canales pluviales, Ciudad de Tampico



Fuente: Atlas de riesgos naturales del municipio de Tampico, 2011

Figura 46. Inundación de calles por desbordamiento de canales pluviales, Ciudad de Tampico



Fuente: Atlas de riesgos naturales del municipio de Tampico, 2011

Colonia	Viviendas	Población	Tipo de viviendas				Costo total (\$)	Peligro	Riesgo
			I	II	III	IV			
Santo Niño	366	1,249			325	41	115,950,000		M
Anáhuac	327	1,104			327		98,100,000		M
La Barandilla	324	1,112			324		97,200,000		M
Nacional	311	1,141			311		93,300,000		M
Obrera	290	972			290		80,400,000		M
Tancol	283	1,028			238	45	91,650,000		M
Frente Democrático	234	788			208	26	62,400,000		M
Hidalgo	232	847			232		69,600,000		M
Primavera	226	817			209	17	62,700,000		M
Tolteca	208	738			196	12	64,200,000		M
Los Pescadores	149	600			149		44,700,000		M
Fracc. Primavera	109	367			57	52	40,500,000		M
TOTAL	19,887	69,760					5,320,869,000		

Fuente: Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico 2011.

Tabla 32. Intensidad de peligro y riesgo derivado de inundaciones por desbordamiento en Tampico, Tamaulipas.

Colonia	Viviendas	Población	Tipo de viviendas				Costo total (\$)	Peligro	Riesgo
			I	II	III	IV			
Morelos	3,713	13,746			3,690	23	796,230,000	Medio	M
Tamaulipas	3,773	12,834		6	3,681	86	1,145,103,000	Alto	A
Zona Centro	2,691	8,475		12	2,664	15	807,756,000		A
Guadalupe Victoria	1,900	6,742		9	1,704	187	511,200,000		A
Vicente Guerrero	1,115	4,585			1,103	12	300,030,000		M
Cascajal	871	2,896			871		19,500,000		M
Guadalupe Mainero	666	2,269		15	591	60	177,300,000		A
Del Pueblo	630	2,187			610	20	196,050,000		M
Volantín	546	1,904			533	13	165,750,000		M
Enrique Cárdenas González	535	2,019			535		160,500,000		M
Fracc. Laguna del Carpintero	388	1,340			359	29	120,750,000		M

2.3.2. Evidencias identificadas en trabajo de campo

Durante la visita de campo realizada los días 8 y 9 de diciembre de 2018, se realizaron recorridos de prospección a diversos sitios de riesgos naturales en el territorio municipal de Tampico. El primer día se recorrió el área poniente del municipio, visitando las zonas identificadas, por personal de la Dirección de Protección Civil municipal, que han sido impactadas por fenómenos geológicos e hidrometeorológicos y que deberán ser evaluadas en la actualización del Atlas de Riesgos (Figura 47).

El segundo día, se visitó la zona oriente del municipio y se identificaron los sitios que se encuentran en riesgo, principalmente por fenómenos hidrometeorológicos como los canales y bordos que se encuentran azolvados o requieren de labores de mantenimiento preventivo para asegurar su funcionamiento o canales de desagües que eviten la acumulación de las escorrentías superficiales en las partes bajas del territorio (Figura 48).

Figura 47. Áreas impactadas por fenómenos hidrometeorológicos y geológicos en la parte poniente del municipio de Tampico.



Fuente: Acierto Consultores, S.C.

Figura 48. Áreas impactadas por fenómenos hidrometeorológicos y geológicos en la parte oriente del municipio de Tampico.



Fuente: Acierto Consultores, S.C.

2.3.3. Estadístico

2.3.3.1. Selección de datos

Es parte de un método inductivo apoyado en una amplia revisión bibliográfica y de la consulta de bases de datos públicas y privadas. Para ello, se requiere primeramente de la elaboración de los planos de inundación de la zona urbana de Tampico, Los planos de inundación fueron determinados tomando como base un modelo de elevación topobatimétrico de la zona conurbada y representan 5 escenarios de inundación a 1, 2, 3, 4 y 5 metros, sobre el nivel medio del mar correspondiendo a distintos casos que se puedan dar en la zona en función de un periodo de recurrencia de a, 5, 10, 20, 50 y 100 años, respectivamente.

Posteriormente se realiza un análisis probabilístico de 5 indicadores que caracterizan a un evento de huracán y sistemas de información en tiempo real sobre el seguimiento de huracanes. Particularmente, de uso anual de los paquetes: Eyes of Store 3000 y Tracking Eye. Net. Ambos sistemas utilizan información disponible de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de los Estados Unidos de Norteamérica.

2.3.3.2. Análisis y estandarización de variables

La determinación del índice Local de Peligrosidad (Ip) se hizo utilizando la siguiente expresión:

$$I_p = \prod_i^n I_{i,n} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde,
 I_p = Índice_local_peligrosidad,
 I_i = Variable_peligrosidad,
 n = factor_de_ponderación = $\sum_1^5 n_i = 1$.

Aquí, $i=5$, donde, en función de lo expresado, las variables indicadoras quedan definidas como:

$$\begin{aligned} I_1 &= H; \\ I_2 &= C; \\ I_3 &= D; \\ I_4 &= P; \\ I_5 &= Sc. \end{aligned}$$

De esta forma, los valores de ponderación para cada uno de estos elementos de peligrosidad son propuestos como se indica y sustituidos en la Ec. 2, tenemos que:

$$I_p = \left(\frac{H}{H_{\max}} \right)^{0.4} \left(\frac{C}{C_{\max}} \right)^{0.1} \left(\frac{D}{D_{\max}} \right)^{0.15} \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0.15} \left(\frac{Sc}{Sc_{\max}} \right)^{0.2} \quad \text{Ec. 2}$$

Aquí, los valores que pueden tomar los indicadores H, C, D, P y Sc (incluyendo sus valores máximos) son descritos. Para los valores propuestos de ponderación "n" de cada uno de los indicadores, se obtiene un rango de valores de [0.242 5 1, 5 11], los cuales se interpretan como se indica a continuación:

$I_p \leq 0.53$	Llanuras de inundación mínimas menores a 50 cm, y marejada de tormenta con sobre elevación del nivel medio del mar de 30 metros en promedio; posible daños por erosión en playas.
$0.53 < I_p \leq 0.72$	Escenario de inundación con una llanura a 1 metro sobre el nivel medio del mar.
$0.72 < I_p \leq 0.88$	Escenario de inundación con una llanura a 2 metros sobre el nivel medio del mar.
$0.88 < I_p \leq 0.92$	Escenario de inundación con una llanura a 3 metros sobre el nivel medio del mar.
$I_p > 0.92$	Escenario de inundación con una llanura superior a 4 metros sobre el nivel medio del mar.

Tabla no. 1. Criterio de interpretación para los valores potenciales del Índice Local de Peligrosidad ante huracanes para la costa de Tamaulipas I_p .

El SATEME, programa la captura de datos para valorar los indicadores de peligrosidad de un huracán (H, C, D, P y Sc), los modula con los valores máximos esperados de cada uno de ellos (definiéndolos, así como adimensionales) y evalúa la Ec. 2, para finalmente con los criterios expuestos en la imagen anterior, definir el escenario de inundación esperado para evento ciclónico evaluado, como se aprecia en la siguiente imagen.

VARIABLES		Valoración		Factor de Ponderación "n"
1	Categoría Huracán H Se determina por la velocidad de sus vientos de acuerdo a la escala Saffir Simpson	Categoría	Vientos Sostenidos (km/hr)	0.40 40%
		1	119-153	
		2	154-177	
		3	178-209	
		4	210-250	
5	Más de 251			
2	Velocidad de Traslación C Tendrá un rango hasta de 40 km/hr [km/hr]	4	0 km/hr < 10 km/hr	0.10 10%
		3	≥ 10 km/hr < 20 km/hr	
		2	≥ 20 km/hr < 30 km/hr	
		1	≥ 30 km/hr	
3	Distancia al punto Potencial de impacto/afectación D [km]	4	< 100 km	0.15 15%
		3	≥ 100 km < 250 km	
		2	≥ 250 km < 500 km	
		1	≥ 500 km	
4	Presión Barométrica al centro del huracán P [mb] Rango de 850 mb en adelante	4	< 870 mb	0.15 15%
		3	≥ 870 mb < 910 mb	
		2	≥ 910 mb < 950 mb	
		1	≥ 950 mb	
5	Saturación de cuenca baja del Río Pánuco y sistema lagunario del Río Tamesí Sc (m) Nivel de agua El sistema toma como referencia el Nivel de Aguas Mximas Ordinarias considerado por la CNA en la zona: N.A.M.O. +12 m sobre el NMM	3	> 20% del NAMO	0.20 20%
		2	Entre los límites	
		1	< 20% del NAMO	

Tabla no. 2. Definición de elementos considerados para determinar el Índice Local de Peligrosidad ante huracanes para las costas de Tamaulipas.

2.3.3.3. Creación de índices

El esquema probabilístico que se implementó para determinar el índice Local de Peligrosidad (Ip) ante un huracán tiene 5 componentes; Categoría del huracán (según la escala de Saffir Simpson); Velocidad de traslación del huracán, Presión atmosférica en el centro del huracán, distancia al punto de interés sobre la costa Tamaulipeca y nivel de saturación del sistema lagunario del Río Pánuco-Tamesí referido a su nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO).

El esquema es montado en un sistema de consulta web programado utilizando diversos paquetes de cómputo como: Frontpage, Flash mx 2004, actionscript, Google Earth, entre otros. La página web fue desarrollada con componentes de uso intuitivo y amigable para dos tipos de usuario: público en general y administradores de emergencias que son en primer término los responsables de Protección Civil del estado y de los tres municipios costeros del sur de Tamaulipas.

2.3.4. Análisis de mapas

2.3.4.1. Homogeneización de unidades

La sistematización de las unidades de riesgo, con el objetivo de homogeneizar los resultados de las unidades, es producto del adecuado manejo de datos, ponderados bajo criterios específicos, y otorgando los pesos adecuados a cada una de las variables.

Por ello, para la categorización de los diferentes niveles de riesgo, se utilizaron las capas de pobreza, marginación, densidad de población, hacinamiento y peligro de tres diferentes fenómenos. El peligro fue estandarizado bajo la categoría “Alto”, previamente identificados de acuerdo con su ubicación.

Bajo esta lógica la homogeneización de la categoría “Alto” y la ponderación de las capas de pobreza, marginación, densidad de población, hacinamiento y peligro, permitió asignar los umbrales para la clasificación de riesgo en el que se encuentran las manzanas bajo los tres fenómenos identificados.

La homogeneización de los resultados de riesgo permite estandarizar la información, de manera que es compatible a algún estudio complementario subsecuente.

2.3.4.2. Interpolaciones

El Análisis espacial es el proceso de manipular información espacial para extraer información nueva y significativa a partir de los datos originales. Usualmente el análisis espacial se realiza con un Sistema de Información Geográfica (SIG). Un SIG normalmente proporciona herramientas de análisis espacial para calcular estadísticas de las entidades y realizar actividades de geoprocésamiento como la interpolación de datos. En hidrología es posible que los usuarios enfatizan la importancia del análisis del terreno y del modelado hidrológico (modelar el movimiento del agua por sobre y dentro de la tierra). En la gestión de la vida salvaje, los usuarios están interesados en funciones analíticas que tratan con las ubicaciones de puntos de la vida salvaje y sus relaciones con el medio ambiente.

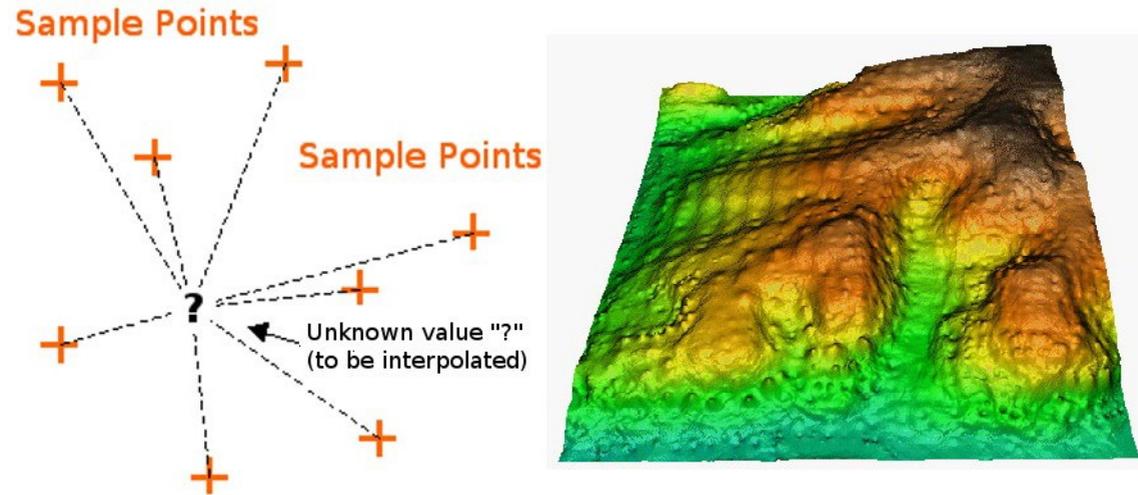
La interpolación espacial es el proceso de utilizar puntos con valores conocidos para estimar valores desconocidos en otros puntos. Por ejemplo, para realizar un mapa de precipitación (lluvia) para el país no se encontrarán suficientes estaciones meteorológicas distribuidas uniformemente para cubrir toda la región. La interpolación espacial puede estimar las temperaturas en lugares que no tienen ese dato utilizando lecturas de temperatura conocida en estaciones meteorológicas cercanas. A este tipo de superficie interpolada con frecuencia se le llama una superficie estadística. Datos de elevación, precipitación, acumulación de nieve, tabla de agua y densidad de población son otros tipos de datos que pueden ser calculados utilizando la interpolación.

Existen muchos métodos de interpolación. En esta introducción se presentarán dos métodos de interpolación ampliamente usados llamados Distancia Inversa Ponderada (IDW, por sus siglas en inglés) y Redes Irregulares Trianguladas (TIN, por sus siglas en inglés).

Distancia Inversa Ponderada (IDW)

En el método de interpolación IDW, los puntos de muestreo se ponderan durante la interpolación de tal manera que la influencia de un punto en relación con otros disminuye con la distancia desde el punto desconocido que se desea crear (Figura 49)

Figura 49. Ejemplo de interpolación usando el método de Distancia Inversa Ponderada (IDW).

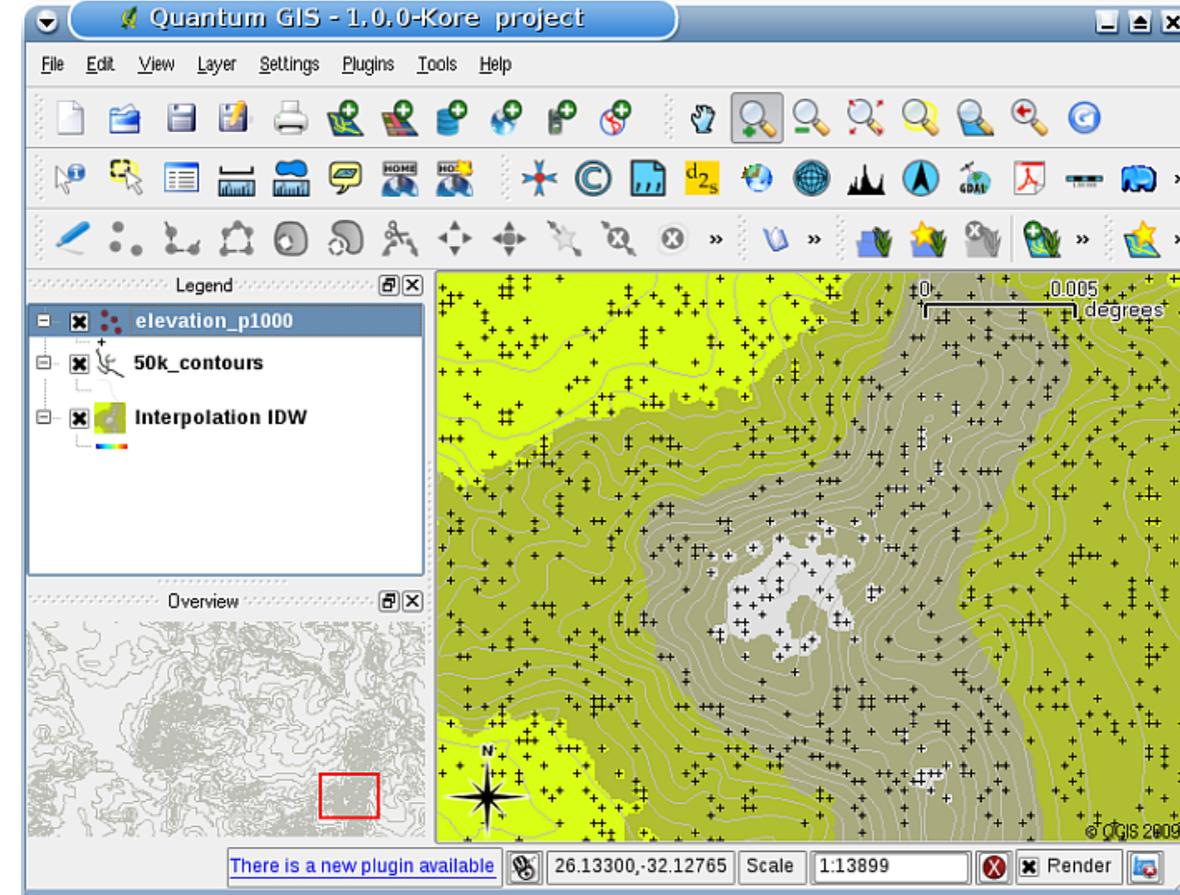


Fuente: Mitas, L., Mitasova, H. (1999) in: Qgis, 2.14, disponible en: https://docs.qgis.org/2.14/es/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html

La ponderación es asignada a los puntos de muestreo mediante la utilización de un coeficiente de ponderación que controla cómo la influencia de la ponderación decae mientras la distancia hacia el punto nuevo se incrementa. Mientras más grande sea el coeficiente de ponderación menor será el efecto que los puntos tendrán si están lejos del punto desconocido durante el proceso de interpolación. Conforme el coeficiente se incrementa, el valor de los puntos desconocidos se aproxima al valor del punto de observación más cercano.

En SIG, los resultados de la interpolación usualmente se muestran como una capa ráster de 2 dimensiones. En la Figura 50, se puede ver un resultado típico de interpolación IDW, basado en puntos de muestra de elevación recolectados en campo con un dispositivo GPS.

Figura 50. Ejemplo de una interpolación y el resultado en una capa Raster.

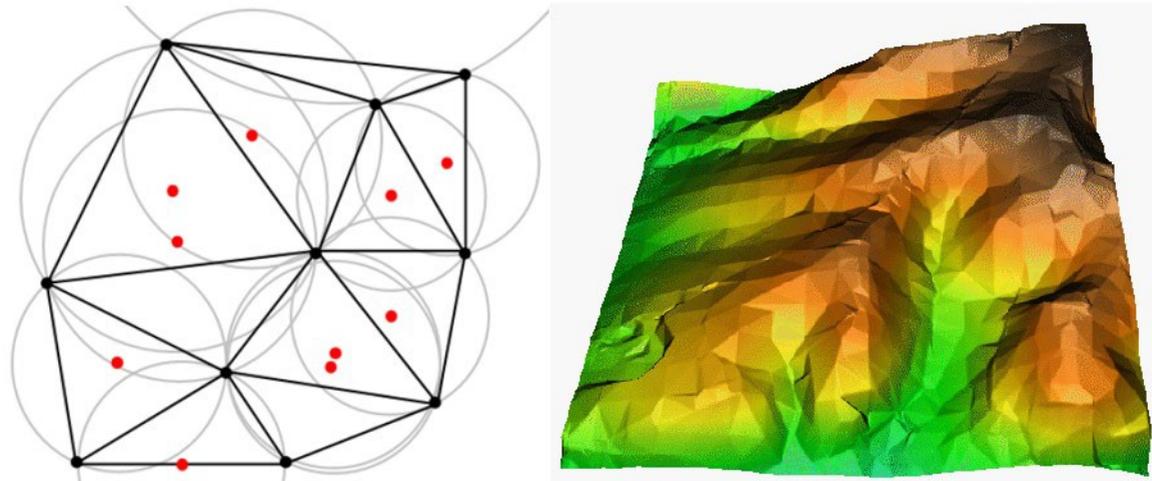


Fuente Qgis Project. Disponible en: https://docs.qgis.org/2.14/es/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html

Red Irregular Triangulada (TIN)

La interpolación TIN es otra herramienta popular en los SIG. Un algoritmo TIN común es llamado Triangulación de Delaunay. Este intenta crear una superficie formada por triángulos de puntos vecinos más cercanos. Para hacer esto se crean circunferencias alrededor de los puntos de muestra seleccionados y sus intersecciones se conectan a una red de triángulos no traslapados y tan compactos como sea posible (Figura 51)

Figura 51. Ejemplo de una interpolación utilizado el método de Red Irregular Triangulada (TIN).



Fuente: Qgis Project. Disponible en: https://docs.qgis.org/2.14/es/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html

La desventaja principal de la interpolación TIN es que las superficies no son lisas y pueden dar una apariencia irregular. Esto es causado por pendientes discontinuas entre los límites de los triángulos y los puntos de datos de muestra. Además, la triangulación generalmente no es adecuada para la extrapolación más allá de la zona que contiene los puntos de datos de muestra recolectados

2.3.4.3. Álgebra de mapas

En el campo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), entendemos al *álgebra de mapas* como el conjunto de análisis o geo procesos que se desarrollan sobre varias capas para obtener información derivada; es decir, obtenemos un resultado por la explotación de las capas iniciales para conseguir nueva cartografía secundaria generada a partir de la combinación de las primeras, como se muestra en la siguiente imagen²⁰.



²⁰ <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-el-algebra-de-mapas/>

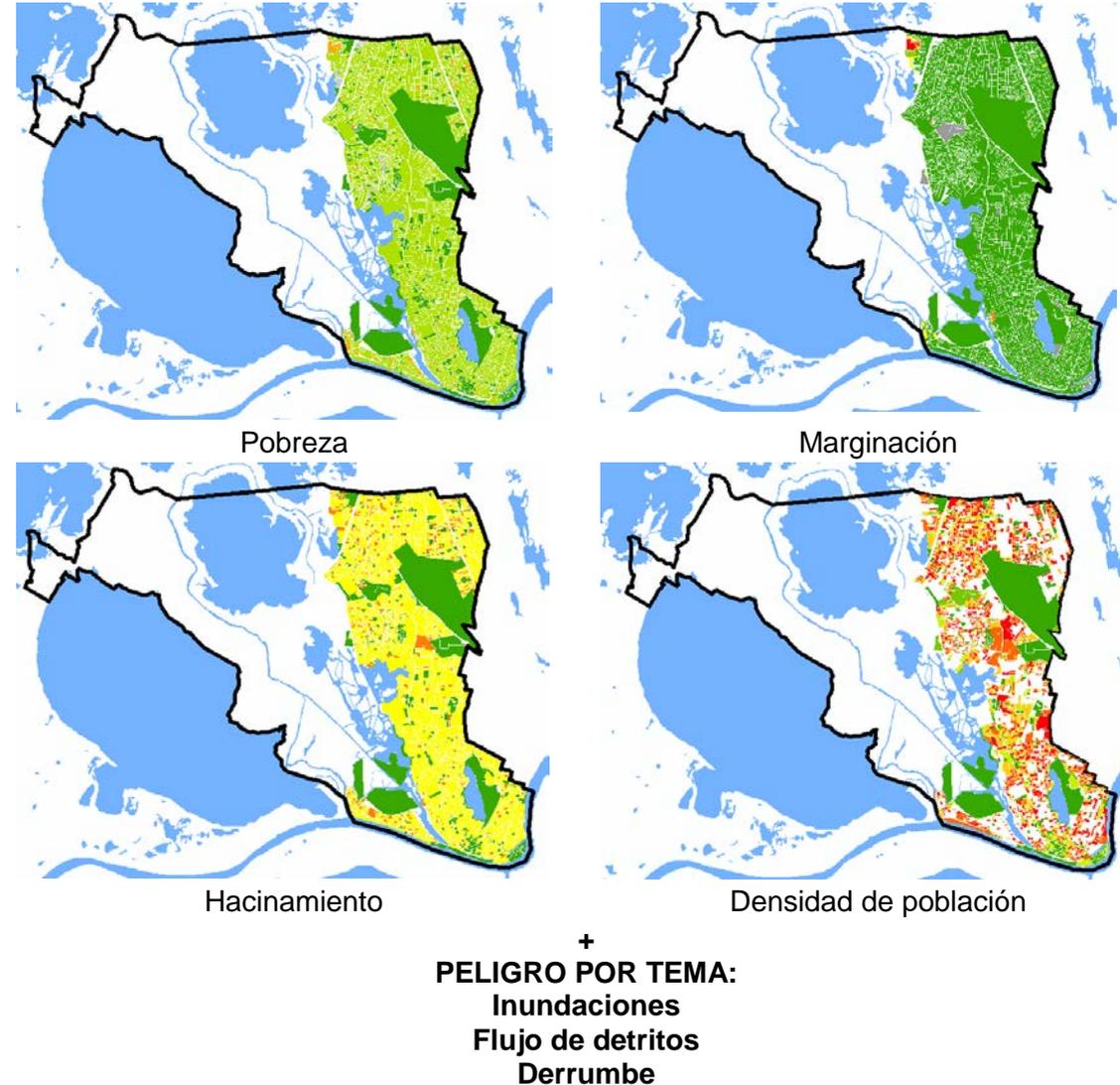
El concepto de álgebra de mapas se asocia principalmente a una base ráster, sin embargo, abarca procedimientos vectoriales y ráster. Esto debido a que la naturaleza de los archivos ráster hace que la aplicación del álgebra de mapas sea más coherente al poder disponer de un formato de archivo regular basado en celdas homogéneas y comparables/combinables entre sí. La herramienta principal que desempeña esta función es la calculadora ráster.

Para este estudio en particular, esta herramienta se utiliza para diferentes capas o variables territoriales para obtener mapas alternativos de información vinculada a una aptitud o aspecto concreto del territorio. De esta forma podemos aplicar el álgebra de mapas a la combinación de cartografía de pendientes, vegetación, áreas protegidas, densidad poblacional, entre otras, para obtener una nueva capa que nos muestre cartográficamente las áreas de peligro y vulnerabilidad con el fin de obtener los resultados aritméticos de riesgo.

Para la obtención del nivel de riesgo del municipio de Tampico, se consideró la información obtenida por manzana de pobreza, marginación, hacinamiento y densidad de población. Utilizando estos elementos como base para identificar los sectores de la población que son vulnerables a nivel de manzana se usó como base este insumo como parte del proceso para la calificación del nivel de riesgo.

El resultado de este proceso fue sumado al peligro por fenómeno obtenido (considerándose peligro de inundaciones, flujo de detritos y derrumbe), mediante la lógica de álgebra de mapas (Figura 52).

Figura 52. Lógica de álgebra de mapas.



Fuente: Elaboración propia

2.4. Resultado del análisis

Se obtuvieron 7 mapas de usando la metodología de álgebra de mapas, de los cuales 4 de ellos consideran aspectos socioeconómicos como pobreza, hacinamiento, marginación y densidad de población, a los cuales se les sumo el peligro por tema, de los cuales son 3 los principales peligros principales que causan daño a la población y a la infraestructura asentada en el territorio municipal de Tampico.

Los peligros que se identificaron a nivel municipal son las inundaciones, flujos de detritos y derrumbes. De estos las inundaciones son las que mayor afectación provocan a nivel territorial, siendo toda la parte centro y sur las afectadas. En este sentido, es necesario que el área responsable obras públicas, la comisión municipal de agua potable y alcantarillado y el área de desarrollo urbano, diseñen una obra de ampliación de la red de drenaje pluvial para evitar este tipo de contingencias. Así mismo, el área de medio ambiente y ecología municipal, se encarguen de realizar un diagnóstico de los bordos que están conteniendo los canales de agua al interior del municipio y de ser necesario realizar una serie de obras de mantenimiento preventivo y correctivo de los mismos. Sobre todo, trabajo de desazolve y de los canales para garantizar la funcionalidad de estos. De ser necesario, deberá de establecerse una barrera de árboles o arbustos en el área de los taludes con la finalidad de fomentar una mayor compactación de los suelos a través de las raíces de los árboles y evitar el debilitamiento de los taludes ante el paso de avenidas extraordinarias de agua superficial.

Por lo que respecta al flujo de detritos, este peligro se encuentra muy focalizado en la parte centro – sur del territorio municipal, sobre todo en la parte del canal que recorre de manera paralela la ciudad de Tampico de centro a sur en la Avenida Hidalgo. Para ello, se sugiere que se gestionen obras para la estabilización de taludes, así como la conformación de bermas con barreras vivas de bambú plumoso para evitar la erosión laminar que pueden causar las escorrentías superficiales provenientes de la precipitación pluvial excesiva que se presenta en la zona.

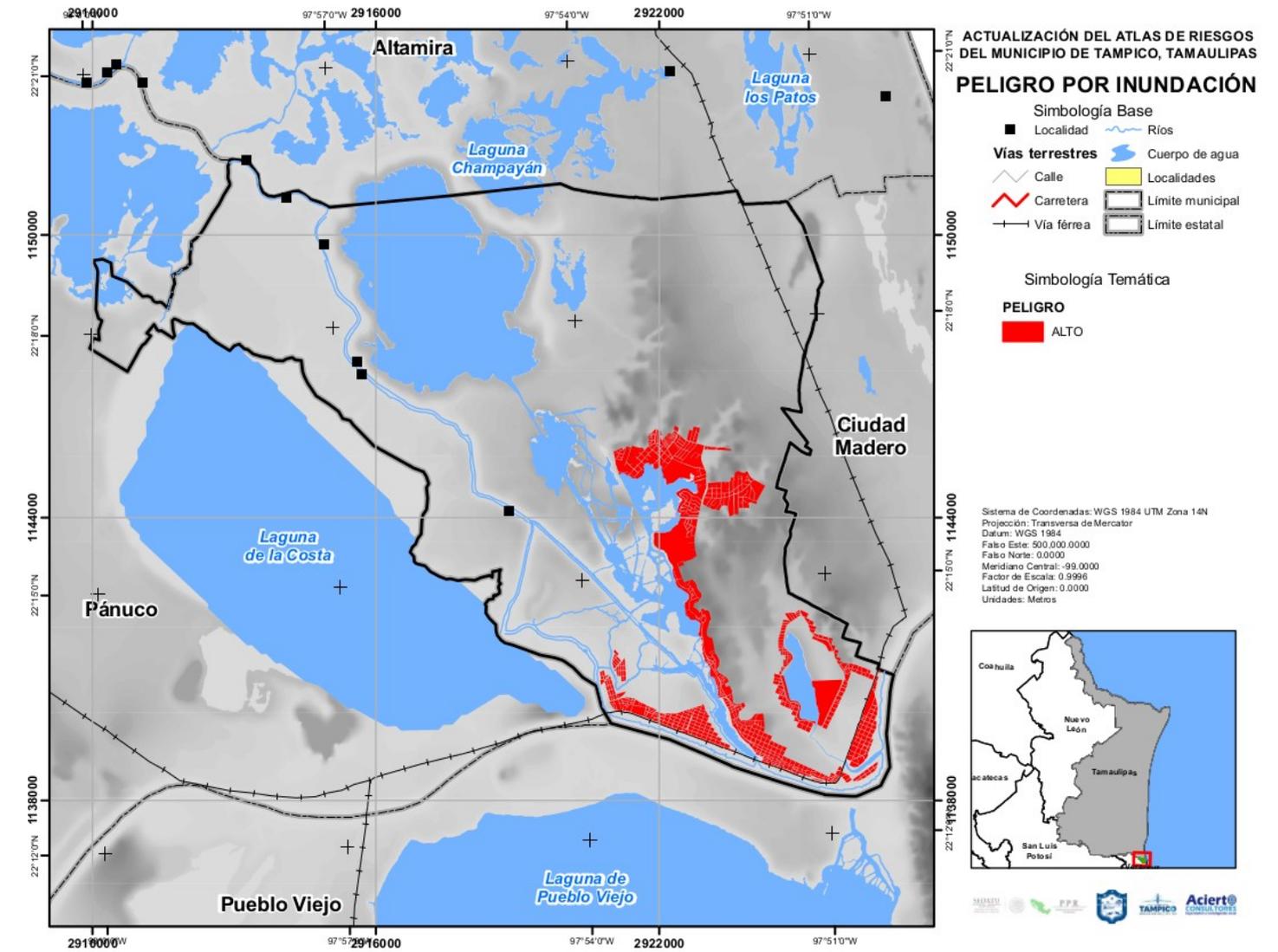
Finalmente, los derrumbes se presentan en la porción sureste del territorio municipal de Tampico. Este peligro, se presenta por la falta de aplicación de un reglamento municipal de construcción, con el cual pueda regularse la edificación de nuevos espacios habitacionales en todo el municipio. Para ello, se requiere de la elaboración o actualización de elabore o actualice el reglamento de construcción, densificación, desarrollo urbano o uso de suelo o análogos que establezcan la tipología y técnica constructiva de acuerdo con el peligro o riesgo de la zona, todo esto con la finalidad de regular el crecimiento desordenado de la mancha urbana en sitios que pueden convertirse en peligro inminente para los habitantes de estas nuevas edificaciones. Esta atribución pertenece a la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio de Tampico.

Se recomienda que las áreas de medio ambiente y protección civil municipal se coordinen para diseñar un programa de construcción de trincheras estabilizantes, zanjas de infiltración, con la finalidad de mitigar el proceso de deslizamientos geomorfológicos en esta parte del territorio municipal. Estas obras pueden reforzarse con la forestación para incrementar la superficie de suelo que pueda desempeñar una función de absorción del agua proveniente de las precipitaciones pluviales.

2.5. Mapas resultantes de susceptibilidad y peligros ponderados

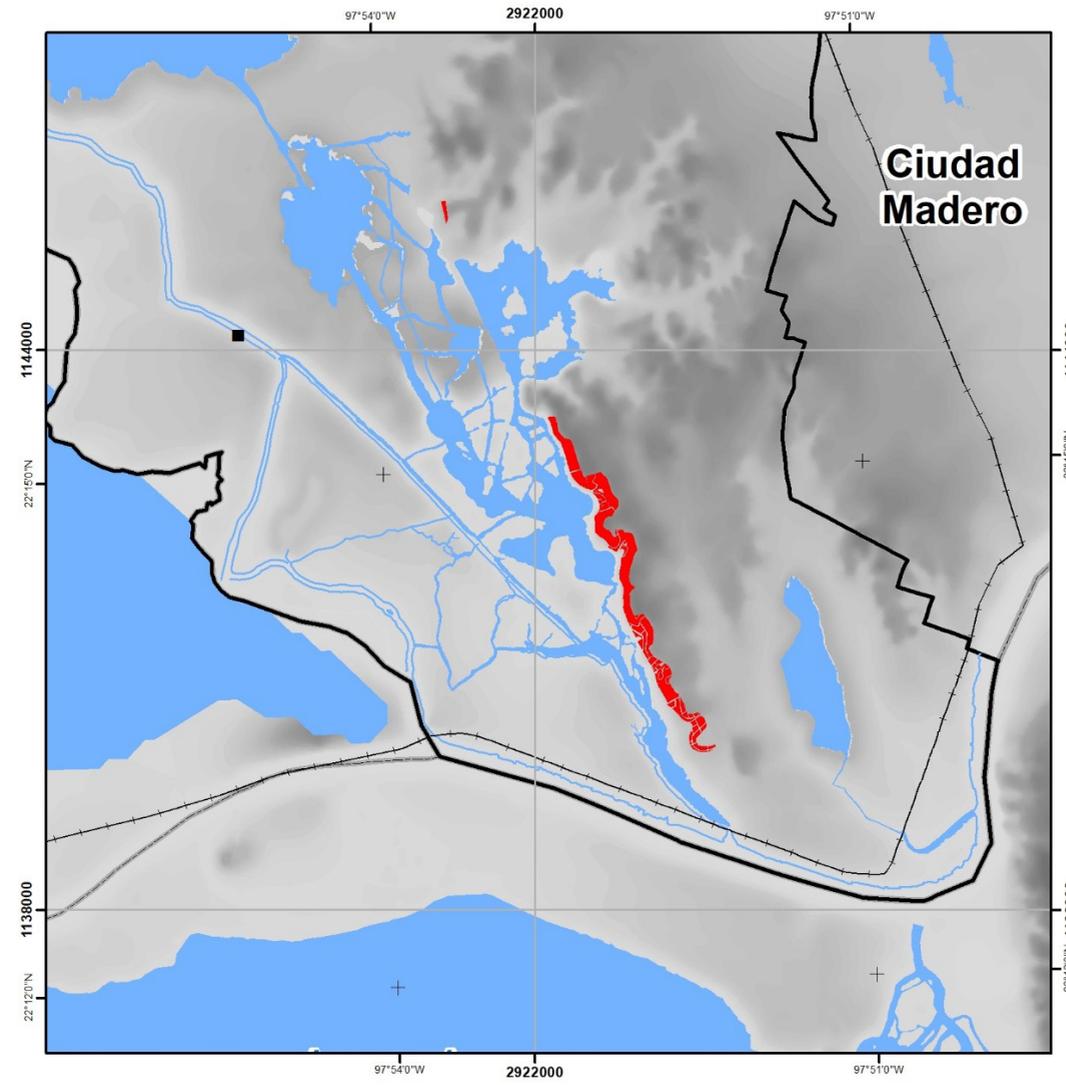
Como resultado final, se obtuvo el mapa de riesgos de Tampico, por fenómeno, a nivel de manzana, considerándose las zonas en donde es probable se presenten riesgos por inundación (Mapa 28), flujo de detritos (Mapa 29) y derrumbes (Mapa 30).

Mapa 28. Peligro por inundación.



Mapa 29. Peligro por flujo de detritos

Mapa 30. Peligro por derrumbes



ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TAMPICO, TAMAULIPAS

PELIGRO POR FLUJO DE DETRITOS

Simbología Base

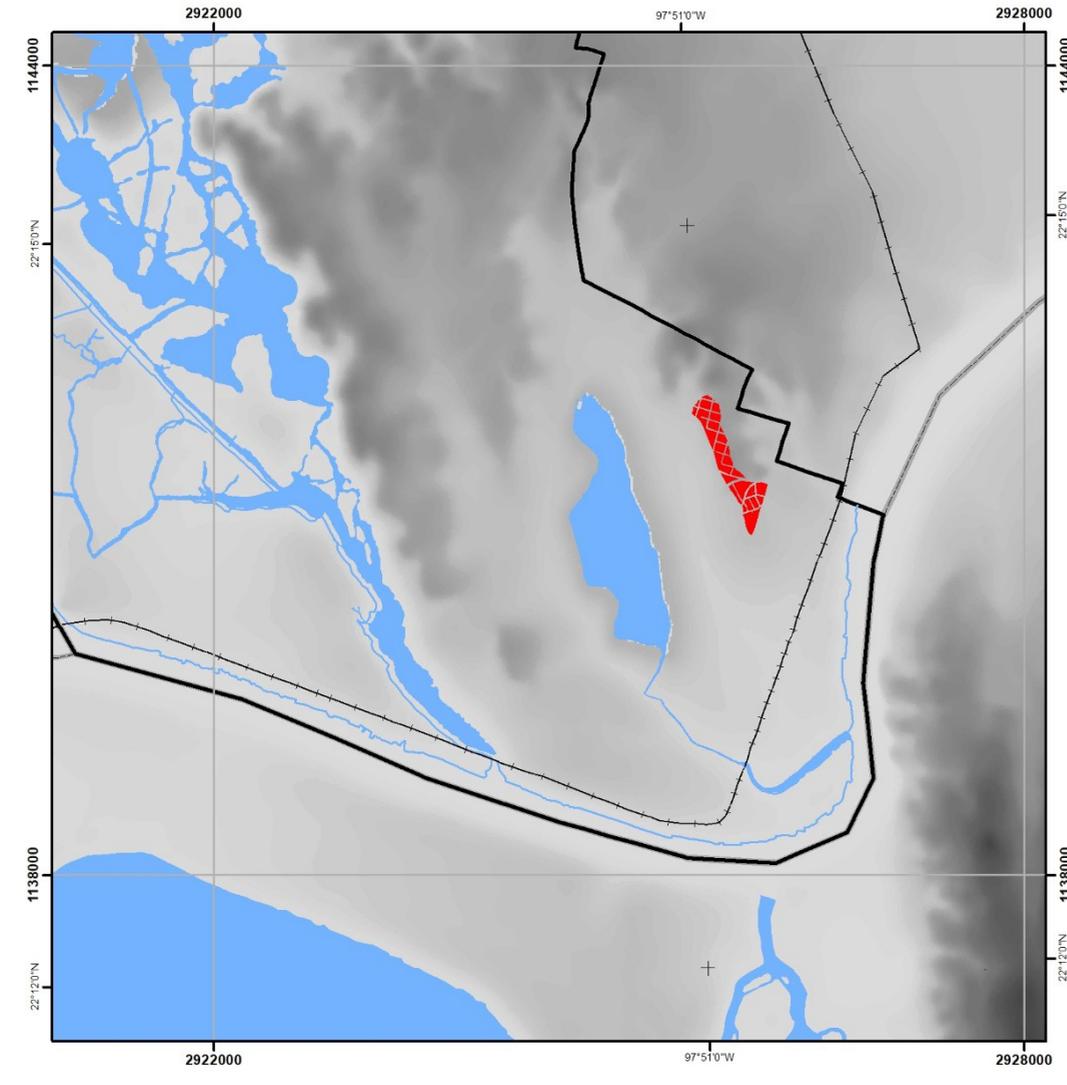
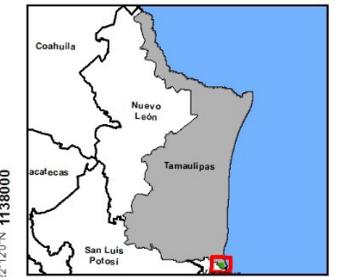
- Localidad
- Ríos
- Vías terrestres
- Cuerpo de agua
- Calle
- Localidades
- Carretera
- Limite municipal
- Via férrea
- Limite estatal

Simbología Temática

Peligro

- ALTO

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 14N
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984
 Falso Este: 500,000.0000
 Falso Norte: 0.0000
 Meridiano Central: -99.0000
 Factor de Escala: 0.9996
 Latitud de Origen: 0.0000
 Unidades: Metros



ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TAMPICO, TAMAULIPAS

PELIGRO POR DERRUMBE

Simbología Base

- Localidad
- Ríos
- Vías terrestres
- Cuerpo de agua
- Calle
- Localidades
- Carretera
- Limite municipal
- Via férrea
- Limite estatal

Simbología Temática

Peligro

- ALTO

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 14N
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984
 Falso Este: 500,000.0000
 Falso Norte: 0.0000
 Meridiano Central: -99.0000
 Factor de Escala: 0.9996
 Latitud de Origen: 0.0000
 Unidades: Metros



Fase III. Vulnerabilidad.

La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir, el grado de pérdidas esperadas. En términos generales pueden distinguirse dos tipos: la vulnerabilidad social y la vulnerabilidad física (CENAPRED, 2006).

La primera es más factible de cuantificarse en términos físicos, por ejemplo, la resistencia que ofrece una construcción ante las fuerzas de los vientos producidos por un huracán, a diferencia de la segunda, que puede valorarse cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas. Asimismo, una ciudad cuyas edificaciones fueron diseñadas y construidas respetando un reglamento de construcción que tiene requisitos severos para proporcionar seguridad ante efectos sísmicos, es mucho menos vulnerable ante la ocurrencia de un terremoto, que otra en la que sus construcciones no están preparadas para resistir dicho fenómeno. En otro aspecto, una población que cuenta con una organización y preparación para responder de manera adecuada ante la inminencia de una erupción volcánica o de la llegada de un huracán, mediante sistemas de alerta y planes operativos de evacuación, presenta menor vulnerabilidad que otra que no está preparada de esa forma (CENAPRED, 2006).

3.1. Vulnerabilidad social

Para estimar la vulnerabilidad, es necesario medir la capacidad de prevención y respuesta que tenga el municipio. Esto se define por los planes de contingencia, organización y recursos para atender emergencias presentadas en su territorio.

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

La vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, el incremento demográfico y de la urbanización acelerada sin planeación. Asimismo, ante los desastres naturales, se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre²¹.

Para poder estimar la vulnerabilidad social asociada a desastres, la presente metodología se divide en tres partes:

La primera parte permitirá una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones sociales y económicas, que estará determinado por el índice de rezago social del CONEVAL, donde incorpora indicadores de educación, acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar.

Se propone utilizar el indicador de rezago social debido a que se basa en técnica estadística avanzadas, la cual permitió combinar información de indicadores de carencias en un índice que sintetiza numéricamente diferentes dimensiones de la pobreza, utilizando el indicador de rezago para generar mapas de pobreza que permita diagnosticar la naturaleza multidimensional de la pobreza y a la vez se conviertan en una herramienta importante para la planeación y evaluación de la política en materia de desarrollo social.

La segunda parte está en función de la capacidad de respuesta que tiene la autoridad municipal para atender eventos, emergencias y desastres naturales, se recaba información cualitativa y está dirigida a los responsables de la unidad municipal de protección civil y bomberos.

Finalmente, la tercera parte es una muestra no probabilística debido a que se requiere tener una cobertura general del municipio que garantice la generación de modelos espaciales derivados de los resultados de un cuestionario aplicado a población en general, donde se determina la percepción local de riesgo, parte fundamental en materia de protección civil. Partiendo de la premisa que, si una población identifica los peligros naturales del entorno, se mantiene informada, acata las recomendaciones de protección civil y sabe cómo reaccionar en caso de una emergencia, tiene mayor posibilidad de asumir una postura preventiva y de reacción de manera adecuada antes, durante y después de esta.

²¹ Kuroiwa, J. 2002. "Reducción de desastres. Viviendo en armonía con la naturaleza", Lima.

3.1.1. Características sociales y económicas

Metodología

La determinación de la vulnerabilidad social aplicada a la zona de estudio se basa en una variante de la metodología desarrollada por el CENAPRED²², actualizada a nivel de AGEb y con los indicadores socioeconómicos y demográficos del Censo de Población y Vivienda 2010, así como los datos obtenidos en campo y con las autoridades respectivas.

En la Guía Básica se define la vulnerabilidad como “una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre”, y que, operativamente se traduce como “el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la misma población”.

La metodología de CENAPRED divide en tres grandes etapas a la vulnerabilidad: educación, vivienda y calidad de vida.

Indicadores socioeconómicos

Son aquellos que miden las condiciones de bienestar y desarrollo de los individuos en la zona de estudio, a partir del acceso a los bienes y servicios básicos, de la oportunidad de acceder a la educación, salud, vivienda entre otros, e indican el nivel de desarrollo, identificando las condiciones que inciden o acentúan los efectos ante un desastre. Este indicador se elabora a partir de información censal²³ y corroborada en campo y se divide en los aspectos descritos en la Tabla 33.

Tabla 33. Indicadores socioeconómicos de vulnerabilidad

Tema	No	Indicador	Rangos	Tema	No
	1	Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años	0.0 a 0.1	Muy baja	0.00
			0.1-2.0	Baja	0.25
			2.0 a 3.5	Media	0.50
			3.6 a 6.0	Alta	0.75
			6.0 a 63.6	Muy Alta	1.00
	2	Porcentaje de población sin derechohabiente a algún servicio de salud pública	0 a 2.9	Muy baja	0.00
			2.9 a 23.7	Baja	0.25
			23.7 a 35.7	Media	0.50
			35.7 a 51.6	Alta	0.75
			51.6 a 100.0	Muy Alta	1.00
Educación	3		0.0 a 0.15	Muy baja	0.00
			0.15 a 3.02	Baja	0.25

²² Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. 2006.

Tema	No	Indicador	Rangos	Tema	No	
		Porcentaje de Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	3.02 a 5.54	Media	0.50	
			5.54 a 10.5	Alta	0.75	
			10.5 y más	Muy alta	1.00	
	4	Porcentaje de población de 15 años y más sin secundaria completa	0.0 a 0.70	Muy baja	0.00	
			0.70 a 24.2	Baja	0.25	
			24.2 a 39.9	Media	0.50	
			39.9 a 56.1	Alta	0.75	
			56.1 a 100.0	Muy Alta	1.00	
			0.0 a 8.1	Muy baja	0.00	
	Vivienda	5	Porcentaje de viviendas particulares sin agua al interior de la vivienda	8.1 a 25.3	Baja	0.25
				25.3 a 48.5	Media	0.50
				48.5 a 76.3	Alta	0.75
76.3 a 100.0				Muy Alta	1.00	
0.0 a 3.3				Muy baja	0.00	
6		Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica	3.3 a 11.5	Baja	0.25	
			11.5 a 26.5	Media	0.50	
			26.5 a 53.5	Alta	0.75	
			53.5 a 100	Muy Alta	1.00	
			0 a 10.4	Muy baja	0.00	
7		Porcentaje de viviendas particulares sin excusado con conexión de agua	10.4 a 28.4	Baja	0.25	
			28.4 a 49.9	Media	0.50	
	49.9 a 74.6		Alta	0.75		
	74.6 a 100.0		Muy Alta	1.00		
	0 a 2.5		Muy baja	0.00		
8	Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra	2.5 a 6.9	Baja	0.25		
		6.9 a 14.9	Media	0.50		
		14.9 a 31.1	Alta	0.75		
		31.1 a 100.0	Muy Alta	1.00		
		0.5 a 17.0	Muy baja	0.00		
Calidad de vida	9	Porcentajes de viviendas particulares con hacinamiento	17.0 a 29.8	Baja	0.25	
			29.8 a 41.3	Media	0.50	
			41.3 a 53.9	Alta	0.75	
			53.9 a 95.9	Muy Alta	1.00	
			0.7 a 46.7	Muy baja	0.00	
	10	Razón de dependencia por cada cien personas activas	46.7 a 59.3	Baja	0.25	
			59.3 a 85.6	Media	0.50	
			85.6 a 156.3	Alta	0.75	
			156.3 y más	Muy Alta	1.00	
			0 a 25.7	Muy baja	0.00	
	11	Densidad (hab/ha)	25.7 a 62.3	Baja	0.25	
			62.3 a 117.5	Media	0.50	
117.5 a 213.5			Alta	0.75		
213.5 y más			Muy Alta	1.00		
0.0 a 6.4			Muy baja	0.00		
12	Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador	6.4 a 14.7	Baja	0.25		
		14.7 a 27.5	Media	0.50		
		27.5 a 49.3	Alta	0.75		

²³ Respecto a los indicadores que señala la Guía básica se ajustaron para este estudio en relación con los datos disponibles a nivel de AGEb urbana del Censo de Población y Vivienda 2010.

Tema	No	Indicador	Rangos	Tema	No
			49.3 y más	Muy Alta	1.00

Fuente: INEGI, 2010

3.1.2. Capacidad de respuesta

Describe la capacidad de prevención y respuesta se refiere a la preparación antes y después de un evento por parte de las autoridades y de la población. Principalmente se compone de considerar el grado en el que el municipio se encuentra capacitado para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia, a partir de contar con instrumentos o capacidades de atención a los habitantes en caso de situación de peligro ante un fenómeno natural.

Para el caso del presente estudio, estos indicadores se obtuvieron en el “Taller de peligros y vulnerabilidad para la construcción del Atlas de Riesgo del municipio de Tampico, Tamaulipas”, realizado en las instalaciones del Cuartel General del H. Cuerpo de bomberos de Tampico el día 10 de diciembre de 2018. Los resultados se presentan en la Tabla 34.

Tabla 34. Indicadores de capacidad municipal de prevención de riesgos y respuesta

Tema	No	Indicador	Rangos (%)	Valor
Capacidad de prevención	1	El municipio cuenta con unidad de Protección Civil, comité u organización comunitaria	Si	0.0
			No	1.0
	2	El municipio tiene plan o programa de emergencia	Si	0.0
			No	1.0
3	El municipio cuenta con Consejo municipal que integra autoridades y sociedad civil	Si	0.0	
		No	1.0	
4	Se realizan simulacros en instituciones públicas y se promueve información al respecto	Si	0.0	
		No	1.0	
Capacidad de respuesta	5	El municipio cuenta con canales de comunicación para alertas en situación de peligro	Si	0.0
			No	1.0
	6	El municipio cuenta con rutas de evacuación y acceso	Si	0.0
			No	1.0
	7	El municipio cuenta con refugios temporales	Si	0.0
			No	1.0
8	El municipio cuenta con convenios para la operación de albergues y distribución de alimentos o materiales ante situaciones de riesgo	Si	0.0	
		No	1.0	
9	El municipio cuenta con personal capacitado para comunicar en caso de emergencias	Si	0.0	
		No	1.0	
10	El municipio cuenta con equipo de comunicación móvil	Si	0.0	
		No	1.0	

Fuente: Elaboración propia con datos recopilados del taller de peligros y vulnerabilidad para la construcción del Atlas de Riesgo del municipio de Tampico

3.1.3. Percepción local

Este apartado se desarrolló a partir de los resultados de un cuestionario aplicado a la población del municipio, con el fin de conocer la percepción local de riesgo. Es decir, el imaginario colectivo que tiene la población acerca de las amenazas que existen en su comunidad y de su grado de exposición frente a las mismas.

Por lo anterior, es importante subrayar que el riesgo es directamente proporcional a su percepción, grado de conocimiento y aceptación. Como explica Martín y Murgida (2004), más allá de las características físicas, naturales y sociales propias del área de estudio, el riesgo se construye socialmente con base a la percepción de la situación y a su interpretación desde la óptica del grupo social (lo que implica controlarlo, reconstruirlo, resignificarlo y ejecutar acciones para enfrentarlo). La percepción del riesgo es entonces un producto social y en sí misma una construcción cultural, en donde, dependiendo del contexto, se aceptan o no determinados riesgos.

La percepción debe ser vista como un proceso multidimensional. Es decir, *“Las informaciones son recibidas desde el mundo real y son percibidas en función de un proceso sociocultural en el que intervienen tanto los valores del individuo, su personalidad, sus experiencias pasadas, su grado de exposición al riesgo, así como su nivel social, económico y cultural.”* (Chardon, 1997., citando a Lecompte, 1995; Weinberg, 1995; p.5).

Es por esta razón que cuando se habla de la percepción del riesgo, se hace referencia a esta como un producto sociocultural complejo, que antes de ser un hecho aislado, es en su totalidad una variedad de la personalidad y de la conformación histórica de esta última en relación con un determinado contexto (Karam y Bustamante, s.f). En este sentido, el riesgo va a ser percibido de manera distinta según la persona y de acuerdo con el marco de referencia personal, familiar y comunitaria en que dicho individuo esté inmerso.

En el caso del municipio de Tampico, se aplicó un cuestionario que permitió estimar la percepción local de riesgos. El cuestionario contempla 24 preguntas que buscan, de manera muy general, dar un panorama de la percepción de la población acerca del riesgo. En este caso, la importancia de las preguntas se enfoca tanto a la percepción de los peligros en su entorno, así como la manera en que consideran las acciones preventivas en su comunidad y la información o preparación que poseen acerca de cómo enfrentar una emergencia.

El cuestionario se aplicó de manera estratégica, con la finalidad de tener continuidad territorial y que permitiera modelar espacialmente la percepción local del riesgo. Esta muestra se obtuvo mediante la realización del “Taller de peligros y vulnerabilidad para la construcción del Atlas de Riesgo del municipio de Tampico, Tamaulipas”, realizado en las instalaciones del Cuartel General del H. Cuerpo de bomberos de Tampico el día 10 de diciembre de 2018 (Figura 53),

realizado con el personal operativo de la Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos y personal clave de distintas instancias gubernamentales y académicas (Figura 54), teniendo como resultado puntos focales donde históricamente la población convive con peligros geológicos e hidrometeorológicos.

Las preguntas que integran el cuestionario son de acuerdo con la metodología del CENAPRED (2006), y responden a los indicadores de percepción local. Los resultados se presentan en la Tabla 35.

Figura 53. Fachada del Cuartel General del H. Cuerpo de Bomberos de Tampico



Fuente: Acierto Consultores, S.C.

Tabla 35. Indicadores de percepción local

Tema	No	Indicador	Rangos (%)	Valor
Reconocimiento de peligros locales	1	¿Cuántas fuentes de peligro se identifican en su localidad?	1 a 5	0.0
			6 a 13	0.5
			14 o más	1.0
	2	¿Ha sufrido la pérdida de algún bien por causa de algún fenómeno natural?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
3	¿En su comunidad se han construido obras para disminuir efectos de fenómenos naturales?	Si	0.0	
		No	1.0	
		No sabe	0.5	
Mecanismos de prevención local	4	¿En su comunidad se han llevado a cabo campañas de información sobre peligros existentes en ella?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
	5	¿Sabe ante quién acudir en caso de emergencia?	Si	0.0
			No	1.0
			No sabe	0.5
	6	¿En su comunidad existe un sistema de alertas ante alguna emergencia?	Si	0.0
			No	1.0
7	¿Se difunde la información necesaria para saber actuar en un caso de emergencia?	Si	0.0	
		No	1.0	
		No sabe	0.5	
8	¿Sabe dónde se encuentra la unidad de Protección Civil de la localidad?	Si	0.0	
		No	1.0	
		No sabe	0.5	

Fuente: Elaboración propia con datos recopilados del taller de peligros y vulnerabilidad para la construcción del Atlas de Riesgo del municipio de Tampico

Figura 54. Personal clave de distintas instancias gubernamentales y académicas de Tampico



Fuente: Acierto Consultores, S.C. Taller de peligros y vulnerabilidad para la construcción del Atlas de Riesgo del municipio de Tampico

Estimación

Una vez determinados los criterios de calificación para cada variable, se le califica con el valor correspondiente según su ubicación en el rango respectivo. 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.

Para el caso de los indicadores socioeconómicos se obtiene 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.) se dividirá entre cuatro para obtener el promedio total.

Para el caso de los indicadores de capacidad municipal de prevención y respuesta, el valor más bajo será para “Si” ya que este representará una mayor capacidad de prevención y respuesta y por consiguiente menor vulnerabilidad. Inversamente, el “No” representará más vulnerabilidad y tendrá un valor más alto. Una vez obtenidos los resultados se suman en cada rubro y se dividen entre dos.

Para el caso de los indicadores de percepción, se realiza una evaluación similar, al anterior, siendo la respuesta “No” la que indicará una mayor vulnerabilidad con valores más altos, y se sumaran los resultados en cada rubro divididos entre dos para obtener el promedio.

Una vez que se tienen los tres promedios de cada rubro, se pondera de forma que los indicadores socioeconómicos tengan un peso del 60%, los de capacidad de prevención y respuesta de 20% y los de percepción del riesgo de 20%.

El grado de vulnerabilidad social se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$GVS = (R1 * 0.6) + (R2 * 0.2) + (R3 * 0.2)$$

Donde:

- GVS = Es el grado de Vulnerabilidad Social
- R1 = Promedio de indicadores socioeconómicos
- R2 = Promedio de indicadores de prevención de riesgos y respuesta
- R3 = Promedio de percepción local de riesgo

De acuerdo con el resultado obtenido se obtiene un valor que va de 0 a 1 en el cual el 0 representa la menor vulnerabilidad y el 1 la mayor vulnerabilidad social, la cual se estratifica de la siguiente manera (Tabla 36):

Tabla 36. Grado de vulnerabilidad según rangos

Valor	Grado de vulnerabilidad
0.0 a 0.20	Muy Bajo
0.21 a 0.40	Bajo
0.41 a 0.60	Medio
0.61 a 0.80	Alto
Más de 0.80	Muy Alto

Fuente: CENAPRED 2006

Una vez realizadas las operaciones para determinar el grado de vulnerabilidad social (GVS), se obtiene que el cálculo del índice para el municipio de Tampico es: **0.28** que de acuerdo con los valores determinados por CENAPRED (2006), el grado de vulnerabilidad social es Bajo, tal y como se muestra en la Figura 55.

Figura 55. Resultado del grado de vulnerabilidad social

Valor final	Grado de vulnerabilidad	Resultado final
0.0 a 0.20	Muy Bajo	0.28
0.21 a 0.40	Bajo	
0.41 a 0.60	Medio	

Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido aritméticamente del GVS para el municipio de Tampico es de intensidad “bajo”. Sin embargo, al utilizar modelos espaciales basados en métodos algebraicos de mapas, se obtiene un modelo de valor “Medio” para el caso municipal y “bajo” para la cabecera municipal, este cálculo se basa al procesar la información vectorial a formato raster (arreglo matricial). Los valores son ponderados para cada variable analizada, donde son susceptibles de ser analizadas para la obtención de otras coberturas de información referente al mismo espacio geográfico, estas coberturas tienen la cualidad de normalizarse en valores continuos en el intervalo de cero a uno y convertidas en formato raster para realizar las operaciones de estipuladas en la ecuación de GVS.

3.2. Vulnerabilidad física

La vulnerabilidad física se expresa como una probabilidad de daño de un sistema expuesto y es normal expresarla a través de una función matemática o matriz de vulnerabilidad con valores entre cero y uno: cero implica que el daño sufrido ante un evento de cierta intensidad es nulo, y uno implica que este daño es igual al valor del bien expuesto. De dos bienes expuestos uno es más vulnerable si, ante la ocurrencia de fenómenos perturbadores con la misma intensidad, sufre mayores daños (CENAPRED, 2006).

Asimismo, se entiende como la susceptibilidad que presentan las diferentes construcciones de presentar algún tipo de daño, provocado por la acción de algún fenómeno natural o de tipo antropocéntrico. Para la evaluación de la vulnerabilidad, se utilizan expresiones matemáticas que relacionan las consecuencias probables de un fenómeno sobre una construcción, una obra de ingeniería, o un conjunto de bienes o sistemas expuestos con la intensidad del fenómeno que podría generarlas.

La manera formal de cuantificar la vulnerabilidad es a través de funciones del mismo nombre, expresiones matemáticas que tratan de establecer una relación entre el nivel del parámetro o variable considerada para representar la intensidad del fenómeno que representa el peligro (por ejemplo, la velocidad de viento en el caso de huracanes o la aceleración espectral en el de sismos), y la probabilidad de que se presente daño, en este estudio se consideró el porcentaje de daño esperado sobre los diferentes tipos de construcción. Resulta claro que la forma en que se describan las consecuencias del fenómeno sobre el sistema expuesto dependerá del tipo del mismo sistema expuesto y de su uso. Por ejemplo, si se trata de una edificación destinada a prestar servicios esenciales a una comunidad, tal como un hospital, las consecuencias deberán expresarse en términos de su posible impacto sobre la capacidad para realizar sus funciones. Por otro lado, desde el punto de vista presupuestal, con el propósito de asegurar o crear fondos para reparación y reconstrucción, resulta necesario expresar las consecuencias en términos de indicadores económicos.

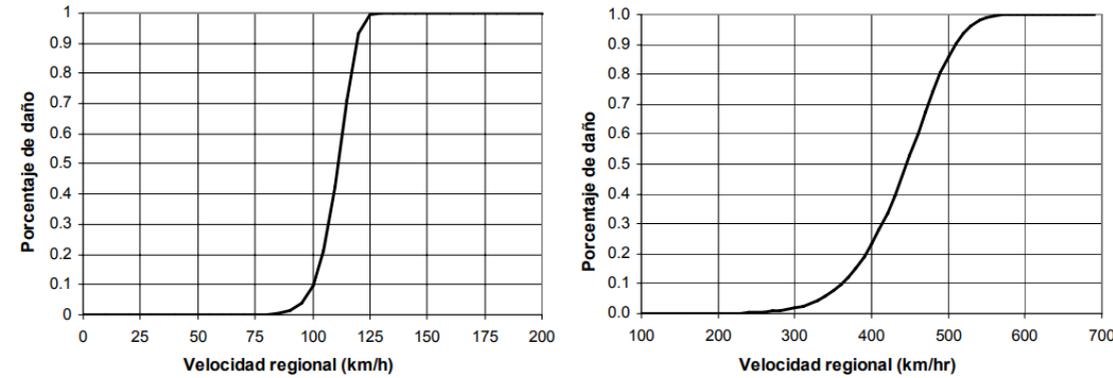
La construcción de funciones de vulnerabilidad, independientemente del fenómeno que se considere, implica una clasificación de los sistemas expuestos. En el caso de viento, tanto los tipos de daños que pueden causar las presiones generadas por el movimiento del aire en una construcción, como la selección de las variables del mismo movimiento y de las propiedades del sistema o de la obra en cuestión que conduzcan a las estimaciones más confiables de las funciones de vulnerabilidad, dependen del tipo de sistema considerado. De acuerdo con esto, y tomando en cuenta la clasificación que se introduce más adelante, el tipo de construcción considerada es casas habitación unifamiliares de hasta tres niveles construidos con muros de mampostería simple o reforzada, adobe o madera; así como edificios para vivienda, oficinas y escuelas, construidos con concreto reforzado, mampostería reforzada o sistemas prefabricados de

concreto reforzado. Asimismo, de acuerdo con su tipo, las estructuras en general pueden experimentar distintas formas de falla o de daños físicos, los que a su vez pueden conducir a consecuencias de diversas clases, entre las que se encuentran los costos directos, como los de reparación, o los indirectos, como los asociados a la interrupción de las funciones del sistema y las pérdidas de vidas humanas. Para la metodología que se presenta, tomando en cuenta que se trabajará únicamente con estructuras de edificación y que se tomarán en cuenta principalmente los costos directos, las formas de falla que pueden ser consideradas son las siguientes:

- Falla total de la estructura o de la cimentación;
- daños en elementos estructurales (muros y techos);
- daños en elementos no estructurales (bardas, vidrios, acabados); y
- daños en instalaciones, equipo y contenidos.

Cabe la aclaración de que las bardas de colindancia, aunque no formen parte de la estructura principal de la vivienda, se consideró que forman parte de los elementos estructurales que conforman el patrimonio del dueño de la vivienda. Los modos de falla condicionan fuertemente la forma de una función de vulnerabilidad. Por ejemplo, si una construcción es altamente vulnerable alcanzará su colapso para intensidades relativamente bajas, en tanto que una construcción con baja vulnerabilidad lo alcanzará para intensidades altas. Además, si el tipo de falla es frágil o abrupto, la función de vulnerabilidad presentará una configuración parecida a un pulso; de manera contraria, si el tipo de falla resulta dúctil o paulatino con grandes deformaciones y desplazamientos, la función de vulnerabilidad tendría una configuración más atenuada parecida a una letra “s” (Figura 56).

Figura 56. Gráficas de función de vulnerabilidad para falla con elemento frágil (izquierda) y con falla dúctil (derecha)



Fuente: SEGOB - CENAPRED. 2006

Para los fines de vulnerabilidad ante sismo y viento, son de interés únicamente los datos de techos y muros. Desafortunadamente, los varios tipos de muros y techos considerados, aunque desglosan los datos por separado para diversos materiales ligeros (de desecho, lámina, madera, palma, adobe y teja), no hacen diferencia entre los muros y techos “sólidos” ya que reportan un solo dato para muros de materiales sólidos: tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento y concreto, así como un solo dato para techos rígidos: losa de concreto, tabique, ladrillo y terrado con viguería.

Para evaluar el impacto de los sismos en especial interés para el comportamiento sísmico de las estructuras son los efectos de las fuerzas laterales (horizontales) que deben ser soportadas por los elementos resistentes (columnas, muros) y finalmente transmitidas a la cimentación.

En general, los elementos estructurales que componen una vivienda son:

- Cimentación. Transmiten al terreno los esfuerzos producto de las cargas verticales (inducidas por el peso de la propia construcción, su contenido y sus ocupantes) y horizontales (inducidas por la acción del sismo o viento).
- Muros de carga. Son los elementos fundamentales encargados de resistir las fuerzas sísmicas y transmitir las cargas verticales y laterales a la cimentación.
- Techos y entrepisos. En el caso de sistemas rígidos (losas de concreto, de tabique u otros) los techos y entrepisos transmiten las fuerzas sísmicas horizontales hacia los muros, permitiendo que estas fuerzas se distribuyan entre los

elementos estructurales más adecuados para resistir su acción. Además, participan para mantener unidos a dichos muros con lo que permiten que su funcionamiento sea en conjunto.

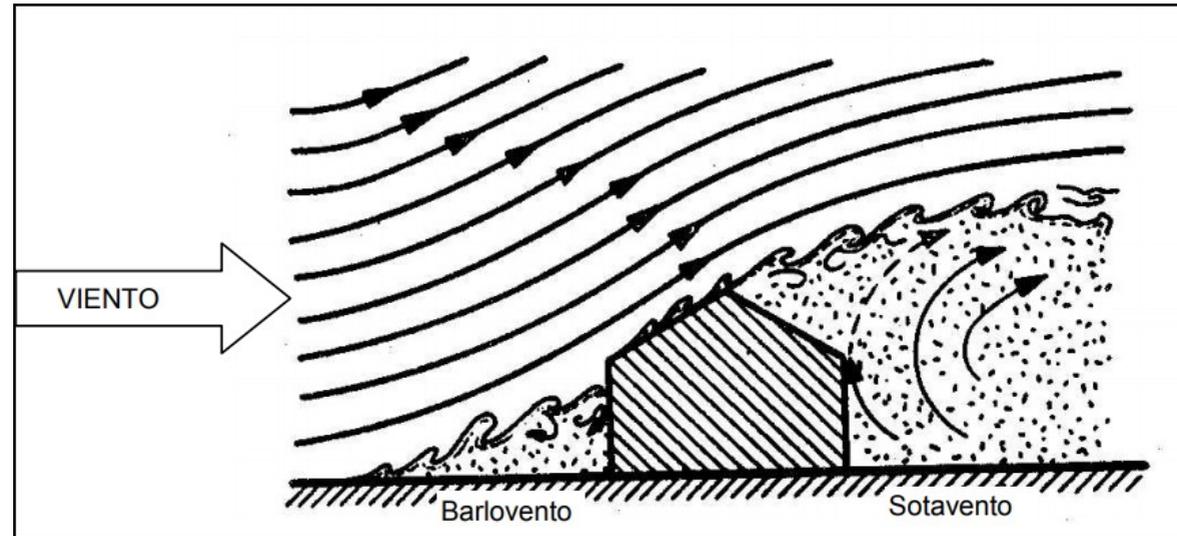
Cuando no se cuenta con sistemas rígidos (viguería con cubiertas ligeras) los sistemas de techos y entrepisos sólo transmitirán su peso y las fuerzas sísmicas que sobre ellos actúan a los muros en que se apoyan directamente, pero no permiten distribuir la carga entre todos los elementos resistentes.

Los aspectos que destacan en el desempeño sísmico de una vivienda son:

- 1) La unión entre el techo y los muros asegura la adecuada transmisión de las fuerzas inducidas por el sismo;
- 2) la rigidez del techo, un techo construido con materiales como concreto, vigueta y bovedilla y similares, garantiza una mejor transmisión de las fuerzas horizontales hacia los muros, además los mantiene ligados entre sí; y
- 3) las fuerzas laterales que se generan son directamente proporcionales al peso de techos y muros. Por tanto, la construcción de vivienda con materiales ligeros como, madera, bajareque, entre otros, tienen menor demanda sísmica.

El efecto del viento sobre la vivienda, al igual que cualquier otro flujo, el viento atmosférico se ajusta para pasar alrededor de obstáculos, y este ajuste produce zonas con vientos de menor velocidad y otras con vientos de mayor velocidad que los que se esperarían en una zona completamente plana sin obstáculos. Algo similar ocurre a nivel local con las edificaciones, como se muestra en la Figura 57. En este caso, tanto las zonas de barlovento como de sotavento de la edificación presentan velocidades de viento menores al flujo libre y pueden ser utilizadas como refugio emergente para personas que fueron sorprendidas en exteriores por vientos severos. Sin embargo, es necesario recordar que este tipo de refugio opera sólo con edificaciones que, en principio, sí resistirán las fuerzas del viento sobre ellas. Lo anterior no puede aplicarse a bardas o muros aislados, pues por su natural esbeltez no son muy resistentes al viento.

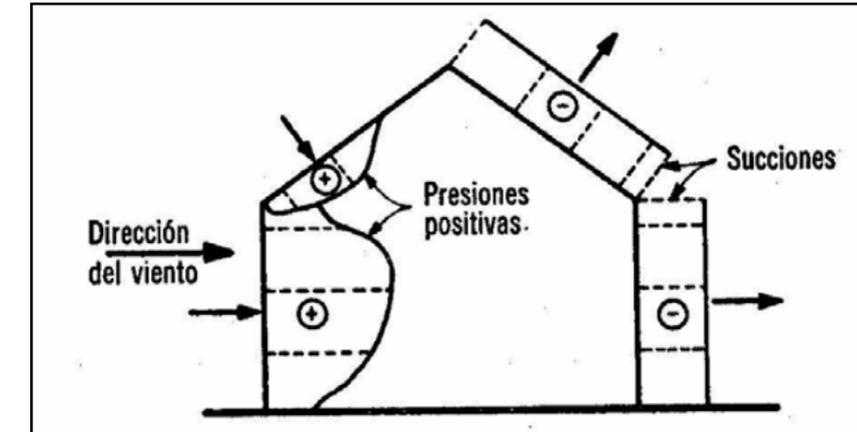
Figura 57. Representación esquemática del efecto del viento sobre una vivienda



Fuente: SEGOB - CENAPRED. 2006

En la Figura 58 se observa el tipo de presiones a las que estaría sujeta una estructura de vivienda inmersa en un viento intenso. Ante este tipo de solicitaciones generalmente no se considera que estructuras de mampostería, y sobre todo de mampostería confinada, pudieran presentar una falla porque las fuerzas resultantes por presión de viento son generalmente menores que las fuerzas estáticas equivalentes que se consideran para diseño por sismo. Sin embargo, producto del huracán Pauline, en el estado de Oaxaca, se pudieron observar daños de importancia en este tipo de estructuras, tanto en muros como en techos.

Figura 58. Ilustración de la presión del viento en una estructura en una casa habitación



Fuente: SEGOB - CENAPRED. 2006

Las fallas provocadas por el efecto del viento sobre las estructuras pueden ser clasificadas como totales, parciales o locales. Las fallas totales producen el colapso completo de la estructura debido a que las fuerzas del viento que actúan sobre ella rebasan su resistencia. Las fallas parciales se presentan cuando partes específicas de la estructura (la techumbre, por ejemplo) son separadas de la estructura debido a que la resistencia del anclaje a la misma fue rebasada por las fuerzas que actuaban sobre dicha parte. Las fallas locales son fallas de menor magnitud que ocurren en lugares específicos donde se concentran altas velocidades de viento. No siempre es obvio determinar a posteriori cuál fue el tipo de falla provocada por viento, ni el mecanismo que la originó.

Una estructura que se observa completamente fallada al final del paso de un evento natural pudo haber presentado fallas locales al principio, mismas que pudieron haberse propagado hasta crear una falla parcial y eventualmente, bajo otra dirección del viento, pudo haber ocurrido la falla total. Es factible que, de no haber existido la falla local inicial, la estructura como un todo hubiese sobrevivido. En el diseño de estructuras contra vientos, la calidad de los detalles es tan importante como la calidad de las componentes principales o la estructura en sí. Así, la falla de un simple conector puede acabar con el colapso total de la estructura (Borroughs et al, 1998; FEMA, 1997).

Otro tipo de falla común durante fenómenos meteorológicos es la de las cimentaciones de vivienda; o bien la falla por flexión en la base de los muros de estructuras de mampostería. Probablemente debido al hecho de que sean edificaciones de autoconstrucción, las cimentaciones llegan a ser muy simples y se encuentran dimensionadas tan sólo para soportar su peso propio, en ocasiones sin ningún tipo de empotramiento. Las fuerzas del viento sobre la estructura,

que llegan a ser significativamente distintas a las de peso propio, hacen que las edificaciones se volteen, que los muros fallen por flexión fuera de su plano (Figura 59) o que las edificaciones sean arrastradas.

Figura 59. Ejemplo de falla por flexión del muro por efectos del viento



Fuente: SEGOB - CENAPRED. 2006

Metodología para el Índice de Riesgo

Un índice de riesgo es un valor acotado entre cero y uno. Si bien, el índice que se describe en seguida toma valores en el intervalo mencionado sólo representa una medida cualitativa de la evaluación del riesgo. Es decir, es un indicativo que detecta las zonas de una localidad o municipio que pueden tener mayor susceptibilidad al daño por la acción de sismo o viento. Si el índice, se acerca a un valor de uno, sólo significa que la vivienda analizada es la que presenta la mayor susceptibilidad de daño. El índice tiene dos componentes, el primero relacionado con la parte física y el segundo con la parte social, en las secciones siguientes se presenta ambos.

Estimación de la parte del índice que tiene en cuenta la vulnerabilidad física Para tener en cuenta la vulnerabilidad física de la vivienda se propone un índice que integra las características físicas de la vivienda que la hacen susceptible al daño y el nivel de peligro asociado a sismo o viento. El índice tiene la forma:

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

En donde:

- Ivf representa el índice que mide la vulnerabilidad física de la vivienda;
- Vi representa la calificación según el tipo de vivienda;
- Vp vivienda con el peor desempeño en relación con su vulnerabilidad;
- Pi nivel de peligro por sismo o viento en la zona en estudio;
- PM nivel de peligro máximo por sismo o viento, en las secciones siguientes se establecen los valores.

La experiencia en la evaluación de los desastres en México ha mostrado que las zonas socialmente más desprotegidas, también resultan ser las más afectadas por la acción de los fenómenos naturales o bien antropogénicos. En el caso de sismo o viento se ha estimado que el aspecto socioeconómico (factor social) tiene influencia en al menos en un 20 por ciento. En este trabajo la influencia del factor social se considera como indicador de la calidad de los materiales de construcción. Así, en dos zonas en estudio (localidades o municipios) en que resulte un valor igual del índice que estima la vulnerabilidad física, la susceptibilidad al riesgo será mayor en aquella en que la población se encuentre socialmente más desprotegida. Para evaluar el grado de vulnerabilidad social ante desastres, se le identificará como, IM y podrá tomar los valores señalados en la Figura 60.

Figura 60. Valores del grado de vulnerabilidad social ante desastres.

Valor de I _M	Grado de vulnerabilidad social ante desastres
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Fuente: SEGOB - CENAPRED. 2006

Para evaluar el índice de riesgo para estimar la susceptibilidad al daño a la vivienda, se integra la vulnerabilidad física y la social se propone el siguiente índice:

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

Es claro que el primer factor de IRF está relacionado con la vulnerabilidad física y el segundo con la vulnerabilidad social. Esta última tiene un peso, según se menciona en la sección anterior de un 20 por ciento.

Evaluación del índice de riesgo, IRF para una vivienda

Esta sección aplica para la clasificación de INEGI. Para el cálculo de IRF se seguirán los siguientes pasos: 1. Localizar el municipio correspondiente en los mapas de peligro por sismo y viento (CENAPRED, “Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastre en México”, 2001); 2. Determinar el valor del nivel de peligro asociado al municipio en estudio y el máximo que se puede presentar en la República Mexicana, es decir los valores de Pi y PM; 3. Evaluar el índice relacionado con la vulnerabilidad física, IVF; 4. Evaluar el índice relacionado con la vulnerabilidad social, IM; 5. Finalmente evalúese el índice de riesgo, IRF; Así por ejemplo, el caso de un municipio que se encuentra localizado en la zona de muy bajo peligro por sismo y un grado de vulnerabilidad social ante desastres medio, los valores de la clasificación de IRF, para la tipología de INEGI se consigna en las figuras 61 y 62, respectivamente.

Figura 61. Ejemplo de aplicación del cálculo de índice de riesgo para una zona de muy alto peligro por sismos, según INEGI.

V _i	V _p	P _i	P _M	$I_{VF} = \frac{V_i P_i}{V_p P_M}$	I _M	$\left(0.8 + \frac{I_M}{25} \right)$	$I_{RF} = I_{VF} \left(0.8 + \frac{I_M}{25} \right)$
1	4	0.08	0.8	0.03	3	0.92	0.02
2.3	4	0.08	0.8	0.06	3	0.92	0.05
3.6	4	0.08	0.8	0.09	3	0.92	0.08
4	4	0.08	0.8	0.10	3	0.92	0.09
3.3	4	0.08	0.8	0.08	3	0.92	0.08

Fuente: SEGOB - CENAPRED. 2006

Figura 62. Ejemplo de aplicación del cálculo de índice de riesgo para una zona de muy alto peligro por sismos, según la clasificación formal.

V _i	V _p	P _i	P _M	$I_{VF} = \frac{V_i P_i}{V_p P_M}$	I _M	$\left(0.8 + \frac{I_M}{25} \right)$	$I_{RF} = I_{VF} \left(0.8 + \frac{I_M}{25} \right)$
1	4	0.08	0.8	0.03	3	0.92	0.02
1.5	4	0.08	0.8	0.04	3	0.92	0.03
2	4	0.08	0.8	0.05	3	0.92	0.05
2.2	4	0.08	0.8	0.06	3	0.92	0.05
3	4	0.08	0.8	0.08	3	0.92	0.07
3.2	4	0.08	0.8	0.80	3	0.92	0.74
3.6	4	0.08	0.8	0.90	3	0.92	0.83
4	4	0.08	0.8	1.00	3	0.92	0.92
2.5	4	0.08	0.8	0.63	3	0.92	0.58
2.7	4	0.08	0.8	0.68	3	0.92	0.62

Fuente: SEGOB - CENAPRED. 2006

Criterio para estimar el índice de riesgo de forma cualitativa Una vez que se evalúa el riesgo a través del índice IRF, para una vivienda en forma individual, o bien para un grupo de ellas, o para una localidad o municipio, es posible establecer, según el valor del índice de riesgo, el nivel de riesgo correspondiente. Para ello se proponen los cinco niveles que se presentan en la Figura 63.

Figura 63. Niveles de riesgo.

Valor de I _{RF} , I _A , I _{Mun}	Nivel de riesgo
0.0 ≤ I _{RF} , I _A , I _{Mun} < 0.2	Muy bajo
0.2 ≤ I _{RF} , I _A , I _{Mun} < 0.4	Bajo
0.4 ≤ I _{RF} , I _A , I _{Mun} < 0.5	Medio
0.6 ≤ I _{RF} , I _A , I _{Mun} < 0.8	Alto
0.8 ≤ I _{RF} , I _A , I _{Mun} ≤ 1.0	Muy alto

Fuente: SEGOB - CENAPRED. 2006

Estimación del peligro para el caso de sismo

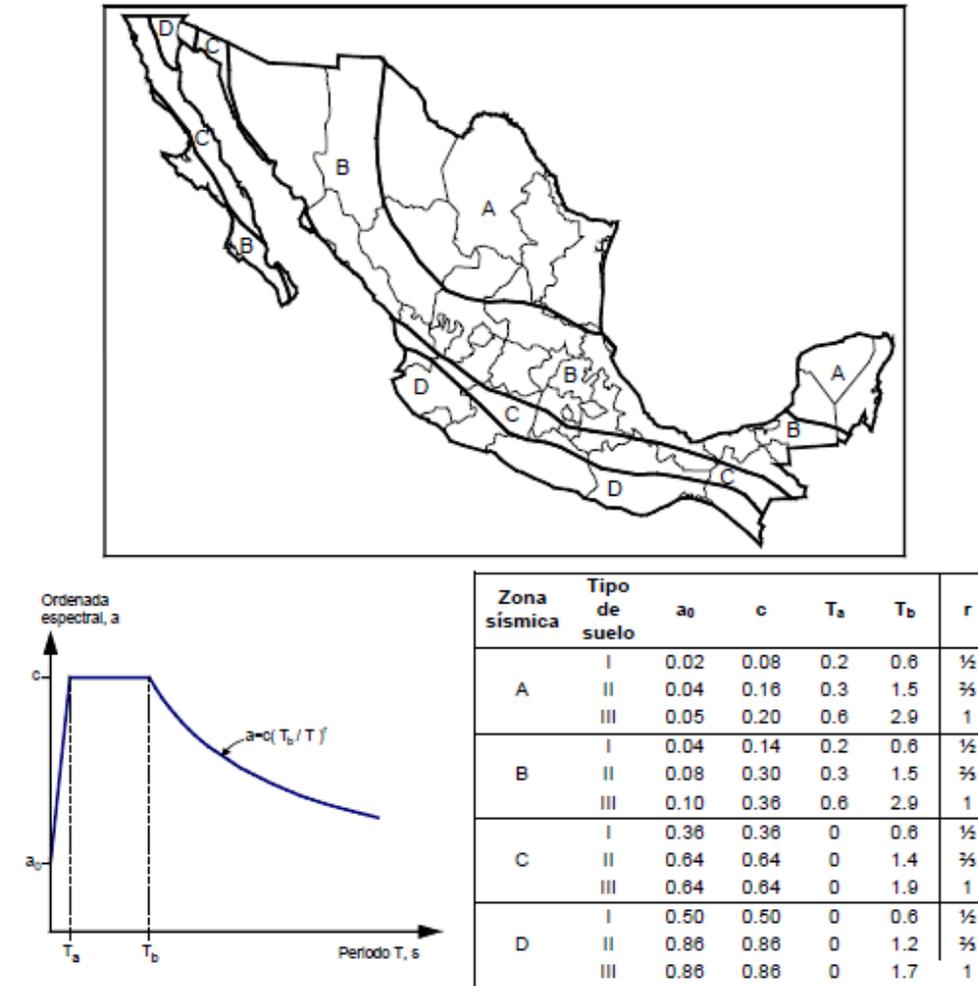
Una de las herramientas para evaluar el efecto sísmico sobre las estructuras es el cálculo de la aceleración espectral elástica, la cual se puede definir como la aceleración máxima que sufriría un sistema de un grado de libertad, dado su periodo natural de vibrar, al ser sometido a un movimiento sísmico. El periodo natural de vibración revela el grado de

flexibilidad de la estructura, por ejemplo, las construcciones con periodos inferiores a 1 segundo se pueden considerar como rígidas, con poca amplificación de movimiento, mientras que aquellas con periodo superior a la unidad son relativamente flexibles. El conjunto de los valores máximos de aceleración para una serie de sistemas de un grado de libertad, de distintos periodos de vibración y obtenidos para un registro sísmico dado, se conoce como espectro de respuesta y se representa graficando los periodos de vibrar en las abscisas y las aceleraciones en las ordenadas. Cabe señalar que estos espectros pueden ser definidos en términos de otros parámetros como son las velocidades y los desplazamientos, que de igual forma revelan información útil relacionada con el daño de la estructura. Además, estos espectros también pueden ser evaluados considerando el comportamiento no lineal del material, que es más representativo de la respuesta de la estructura, sobre todo durante la ocurrencia de sismos de intensidad extraordinaria; sin embargo, esta consideración junto con la anterior es poco viables para su aplicación en un contexto práctico.

Sería deseable contar con espectros de respuesta de cada sitio en donde se fuera analizar el efecto de la sismicidad sobre las construcciones, sin embargo, para simplificar su aplicación se emplean espectros de diseño, establecidos en reglamentos o recomendados en manuales para el diseño de las estructuras, los cuales son resultado del análisis de diferentes sismos asociados a diversas magnitudes, además de considerar sus fuentes, con sus respectivos mecanismos de falla, así como sus periodos de recurrencia (periodos de retorno), que de manera conservadora se propone una envolvente que busca cubrir todos estos sismos, tratando de contemplar un sismo de intensidad extraordinaria. No obstante, el uso de espectros de diseño resulta una aproximación útil a falta de estudios más detallados.

Para el caso del municipio de Tampico, la vulnerabilidad física que presenta respecto a los efectos de la actividad sísmica es bastante bajo debido a que se encuentran edificadas las viviendas de dicho municipio sobre suelos identificados como I, II y III, correspondiendo a suelos firmes, de transición y blandos, de acuerdo con el mapa de regionalización sísmica del país, tal y como se aprecia en la Figura 64.

Figura 64. Regionalización sísmica de la república mexicana y parámetros para el espectro del diseño



Fuente: CFE, 1993

Bajo este contexto, se considera al municipio de Tampico, como una entidad de muy bajo daño físico derivado de la ocurrencia de fenómenos de tipo sísmico. Este bajo grado de vulnerabilidad, es debido a que las construcciones de la mayor parte de las viviendas son de tipo I y III, en donde los Muros son de Mampostería reforzada con castillos y dalas, la Mampostería reforzada con castillos y dalas con malla y mortero. Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior.

Los techos y entrepisos rígidos y la Cimentación son de zapata corrida de concreto o mampostería, tal y como se aprecia en la Figura 65.

Figura 65. Tipo de vivienda predominante en el municipio de Tampico.



Fuente: Google Earth, 2018

Fase IV. Riesgo / Exposición

El desarrollo de esta fase consiste en que una vez analizada la amenaza-peligro de cada fenómeno perturbador que tenga presencia o influencia en el municipio de Tampico, así como su vulnerabilidad, se procede a estimar y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica.

4.1. Evaluación de la susceptibilidad-peligro

4.1.1. Riesgos geológicos

Los conceptos más importantes para comprender los desastres son: Amenaza o Peligro, como la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural que afecte a la población e infraestructura en un sitio particular; Vulnerabilidad, como el grado de pérdida de un elemento o grupo del mismo resultado de un evento peligroso y; Riesgo, al grado de pérdidas esperadas en caso de presentarse un peligro en una comunidad vulnerable. Es decir, la evaluación del riesgo depende de la exposición de una comunidad vulnerable a un peligro específico. En este sentido para poder caracterizar el riesgo, es necesario reconocer los diferentes escenarios de fenómenos potencialmente peligrosos en un territorio y el nivel de vulnerabilidad de una comunidad. Si uno de estos dos elementos falta, el riesgo no puede ser determinado.

Por este motivo el riesgo solo puede referirse a un espacio en donde se lleven a cabo las actividades cotidianas de una población o persona. Esto quiere decir en si no hay uso del territorio, o no existe probabilidad de ocurrencia de un peligro natural en el mismo, el riesgo tiende a cero. En cambio, si la población presenta una alta vulnerabilidad (ya sea política, económica o social) y existe en el territorio la más mínima probabilidad de presencia de un fenómeno peligroso, el riesgo aumenta. De acuerdo con este contexto el riesgo solo puede ser considerado si se conoce la vulnerabilidad (física global) de una población o sociedad y el territorio en donde se asienta presenta alguna probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural peligroso.

Bajo estos conceptos se realizó un cálculo de riesgo a partir de los datos de peligro por fenómeno individual y la vulnerabilidad física a partir de la Tabla 37. El resultado muestra que la ocurrencia o exposición a un peligro define en principio el riesgo, y cuando el peligro disminuye, puede acrecentar el riesgo las variables de vulnerabilidad Muy alta y Alta.

Tabla 37. Cálculo de riesgo

Peligro	+	Vulnerabilidad	=	Riesgo
Muy alto		MA, A, M, B, MB		Muy alto
Alto		MA, A, M, B, MB		Alto
Medio		MA, A, M		Medio
Medio		B, MB		Bajo
Bajo		MA, A		Medio
Bajo		M, B, MB		Bajo
Sin peligro aparente		MA, A, M, B, MB		Sin riesgo aparente

Fuente: Elaboración propia con datos de CENAPRED

4.1.1.1. Riesgo volcánico (Caída de ceniza)

El municipio está considerado de **bajo riesgo volcánico** por encontrarse alejado formaciones volcánicas, siendo los más cercanos “Los Humeros” ubicado en los entre los estados de Puebla y Veracruz y a una distancia de 300km de Tampico; y el Pico de Orizaba, Veracruz, con 400 km lineales de distancia del área de estudio.

Por identificarse este riesgo como **bajo**, es que existe una baja probabilidad de que ocurra un evento que afecte a la población del municipio, por lo tanto, en el presente documento, no se desarrolla el tema.

4.1.1.2. Riesgo volcánico (Flujos)

Al igual que en el tema anterior, el municipio de Tampico está considerado de **bajo riesgo volcánico** por flujos, esto debido a que la estructura geológica más cercana se encuentra a más de 300 km de distancia, por tanto, muy alejado de formaciones volcánicas. Por tal motivo no se desarrolla este tema.

4.1.1.3. Riesgo por sismicidad

De conformidad con el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico (2011), el municipio, se clasifica en la “Región Sísmica A” como de **bajo riesgo sísmico**, además, no cuenta con registros históricos de sismos con magnitud mayor a 4.2° en la escala de Richter; como se refirió en los antecedentes. Se consultó, además, el “Catálogo de sismos” del Servicio Sismológico Nacional²⁴, sin encontrar algún otro registro de este fenómeno. De acuerdo con la fuente, no se ha desarrollado una zonificación de peligro sísmico.

²⁴ <http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/>

Como resultado de lo anterior y de acuerdo con la escala de Richter, los posibles sismos en el territorio municipal son considerados de baja magnitud, casi imperceptibles y solo causan daños menores. Motivo por el cual no se desarrolla ente apartado.

4.1.1.4. Riesgo por tsunamis

Los tsunamis se presentan principalmente en la costa del pacífico. Esto debido a que en esta zona existen placas tectónicas, de hundimiento, que presentan movimiento vertical y de desgarre con movimiento horizontal, situación que favorece la presencia de este fenómeno perturbador en la costa del Océano Pacífico, condiciones que no existen en la costa del Golfo de México, por lo que el riesgo de este fenómeno es prácticamente inexistente en el área de estudio. Por tal motivo, no se desarrolla este tema.

4.1.1.5. Riesgo por deslizamiento

El proceso de deslizamiento está determinado por pendientes suaves, cierto contenido de agua y suelo fino que al desprenderse lo hace a través de un movimiento gradual. En la ciudad de Tampico las zonas que podrían presentar este fenómeno son las elevaciones formadas por los cerros del Sauce y Andonegui, ya que contienen pendientes que van desde los 60 grados hasta pendientes totalmente perpendiculares, de ahí que solo exista peligro por caída de rocas y flujo de detritos, y presencia de peligro muy bajo por deslizamiento de suelo debido a que no existen las condiciones naturales para que esto suceda.

El resultado se obtiene de la multiplicación del grado de peligro por deslizamiento y el índice de vulnerabilidad a partir de la matriz de riesgo (Tabla 38). El peligro se obtiene de la probabilidad de ocurrencia a un fenómeno determinado con base en elementos que condicionen su desencadenamiento, en este caso de deslizamientos del terreno. El índice de vulnerabilidad está constituido por la capacidad de respuesta de la población ante cualquier evento que pueda alterar sus actividades cotidianas y en casos mayores pueda desencadenar un desastre.

Tabla 38. Matriz de riesgo cualitativa de riesgo por deslizamiento

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Muy alto
	Medio	Alto
	Bajo	Alto
	Muy bajo	Medio
Alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Alto
	Medio	Alto
	Bajo	Medio
	Muy bajo	Medio
Bajo	Muy alto	Alto
	Alto	Medio
	Medio	Medio
	Bajo	Bajo
	Muy bajo	Bajo
Muy bajo	Muy alto	Medio
	Alto	Medio
	Medio	Bajo
	Bajo	Bajo
	Muy bajo	Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia

Para su procesamiento aritmético, las variables nominales, es decir, cada categoría de peligro y vulnerabilidad, se ponderan según su grado. La multiplicación se elabora con el uso de un SIG a partir de álgebra de mapas, donde los elementos poligonales de peligro y vulnerabilidad son intersectados para generar nuevos componentes espaciales que contengan el resultado numérico de la operación, para posteriormente asignarles la categoría de riesgo (Tabla 39). Las zonas sin peligro aparente y carente de población se denominaron con riesgo nulo.

Tabla 39. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente de riesgo por deslizamiento

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia

En el presente Atlas, el peligro por deslizamiento es “Alto”, “Medio”, “Sin dato”; y la vulnerabilidad fue medida a una escala por manzana. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40. Resultados obtenidos de la operación de riesgo por deslizamiento.

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)	Manzana en la categoría
Alto	4	Alto	1000	Alto	4000	0
		Medio	100	Alto	400	0
		Bajo	10	Medio	40	0
Medio	3	Alto	1000	Alto	3000	4
		Medio	100	Medio	300	3
		Bajo	10	Medio	30	1
Sin dato	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.6. Riesgo por flujos

Tampico se ubica en una planicie costera donde predominan las pendientes suaves que son menores a 5°. Las únicas elevaciones que se encuentran en la zona urbana son los cerros Andonegui y el Sauce, debido a estas formaciones geológicas se han registrado varios episodios de derrumbe de rocas y flujos de detritos ocasionados por la conjunción, tanto de los factores internos de la ladera, como factores externos o desestabilizantes.

Dentro de los primeros factores, los cerros antes mencionados presentan formaciones geológicas donde afloran rocas clásticas con un alto grado de intemperismo que en algunos casos ya son parte del suelo residual, situación que hace que existan planos de debilidad o discontinuidad ocasionando que el macizo rocoso altere su estabilidad, provocando remoción de masas por derrumbe de rocas y flujos de detritos. Asimismo, las intensas lluvias registradas en esta área han provocado diversos escenarios de riesgo.

Por lo anterior, los embates por fenómenos hidrometeorológicos que impactan la zona ocasionan que gran cantidad de agua se infiltre en los macizos rocosos, provocando la desestabilización del talud. Por otro lado, además de la caída de rocas y flujos de detritos derivados de factores externos a la ladera, están los impactos de origen antropogénicos, particularmente en Tampico, debido a los asentamientos humanos que en su proceso de instalación realizan cortes al macizo rocoso y provocan fugas en el sistema de drenaje, situaciones que contribuyen a la desestabilización y aumentan la carga sobre las elevaciones y el grado de saturación en la ladera.

Por lo tanto, para lograr la determinación del peligro debido a derrumbes y flujo de detritos se utilizó como base la información del SGM (2008), del atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico (2011), datos del INEGI 2015 y trabajo en campo. En el caso de caída de rocas y establecer una zonificación de este peligro, se tomó en cuenta la pendiente del terreno considerando curvas de nivel a cada metro para la zona urbana, la unidad litológica, vegetación

y la diferencia de alturas; y en el caso de la determinación de peligro por causa de flujo de detritos se utilizó la combinación de los factores topográficos, geotécnicos y morfológicos; información que permitió obtener parámetros para definir la intensidad de peligro debido a estos fenómenos geológicos, estableciéndose los niveles de peligro.

La zonificación de riesgo producto de flujos de tierra se elabora con base en una matriz (Tabla 41), en la cual las áreas con diferente grado de peligro son empalmadas y multiplicadas aritméticamente con los espacios vulnerables. El peligro derivado de este proceso se refiere a su probabilidad de ocurrencia, ligada principalmente a la concavidad del terreno, la cohesión de los materiales y las condiciones hídricas de la zona; mientras que el índice de vulnerabilidad se obtiene a partir de las condiciones de respuesta ante eventos que puedan resultar contraproducentes a sus actividades.

Tabla 41. Matriz de riesgo cualitativa por flujos

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Muy alto
	Medio	Alto
	Bajo	Alto
	Muy bajo	Medio
Alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Alto
	Medio	Alto
	Bajo	Medio
	Muy bajo	Medio
Bajo	Muy alto	Alto
	Alto	Medio
	Medio	Medio
	Bajo	Bajo
	Muy bajo	Bajo
Muy bajo	Muy alto	Medio
	Alto	Medio
	Medio	Bajo
	Bajo	Bajo
	Muy bajo	Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento de la información se realiza con SIG, mediante la ponderación numérica de cada uno de los rangos de peligro y vulnerabilidad que al multiplicarse a partir del álgebra de mapas dan como resultado una expresión aritmética del riesgo (Tabla 42)

Tabla 42. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente para flujos

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia

Esta dinámica en el municipio presenta grados de peligro “Bajo”, “Medio” y “Alto”, a las áreas sin peligro aparente y sin población se les asignó un valor de riesgo nulo. El riesgo se cuantificó por manzana. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43. Resultados obtenidos de la operación de riesgo por flujos.

Clave	AGEB	Manzana	Pobreza	Peligro	Riesgo	Superficie Km ²
0374048	0374	048	Muy baja	Alto	Alto	2,106.56
0374042	0374	042	Baja	Alto	Alto	4,246.68
0374008	0374	008	Baja	Alto	Alto	11,527.70
0266080	0266	080	Baja	Alto	Alto	2,353.78
029A013	029A	013	Baja	Alto	Alto	8,366.65
0266078	0266	078	Baja	Alto	Alto	1,942.87
0266066	0266	066	Baja	Alto	Alto	2,135.39
0266064	0266	064	Baja	Alto	Alto	485.15
0374010	0374	010	Baja	Alto	Bajo	10,711.80
0374009	0374	009	Baja	Alto	Bajo	9,935.20
0266010	0266	010	Baja	Alto	Bajo	5,095.53
011A031	011A	031	Baja	Alto	Bajo	32,461.00
0266076	0266	076	Baja	Alto	Medio	2,240.84
011A039	011A	039	Baja	Alto	Medio	54,482.60
029A002	029A	002	Baja	Alto	Medio	3,195.18
029A024	029A	024	Baja	Alto	Medio	14,038.90
0266060	0266	060	Baja	Alto	Medio	1,543.03
0266059	0266	059	Baja	Alto	Medio	1,815.19
0266057	0266	057	Muy baja	Alto	Medio	473.97
0266056	0266	056	Baja	Alto	Medio	826.25
0266055	0266	055	Baja	Alto	Medio	1,690.24
0266054	0266	054	Baja	Alto	Medio	5,057.37
0158001	0158	001	Baja	Alto	Medio	146,413.00
0374026	0374	026	Baja	Alto	Medio	8,868.96
0374025	0374	025	Baja	Alto	Medio	9,362.97
029A033	029A	033	Baja	Alto	Medio	3,643.29
029A017	029A	017	Baja	Alto	Medio	5,390.02
029A016	029A	016	Baja	Alto	Medio	2,472.80
029A012	029A	012	Baja	Alto	Medio	3,585.39
0266073	0266	073	Baja	Alto	Medio	3,790.69
0266065	0266	065	Baja	Alto	Medio	6,386.05
0266044	0266	044	Baja	Alto	Medio	2,115.37
0266030	0266	030	Baja	Alto	Medio	24,438.10
0266029	0266	029	Baja	Alto	Medio	7,479.30
0266011	0266	011	Baja	Alto	Medio	42,872.50
0158033	0158	033	Muy baja	Alto	Medio	7,848.24
0158029	0158	029	Muy baja	Alto	Medio	717.85
0069013	0069	013	Baja	Alto	Medio	615,650.00
0158015	0158	015	Baja	Alto	Medio	9,950.03
0158014	0158	014	Media	Alto	Medio	4,488.10
011A038	011A	038	Media	Alto	Medio	7,016.69
011A037	011A	037	Muy baja	Alto	Medio	37,601.00
011A033	011A	033	Baja	Alto	Medio	7,114.60
011A032	011A	032	Baja	Alto	Medio	48,117.00

Clave	AGEB	Manzana	Pobreza	Peligro	Riesgo	Superficie Km ²
029A005	029A	005	Baja	Alto	Medio	3,456.10
029A004	029A	004	Baja	Alto	Medio	6,497.89
029A003	029A	003	Baja	Alto	Medio	7,547.34
029A001	029A	001	Baja	Alto	Medio	3,005.44
0266063	0266	063	Baja	Alto	Medio	2,658.99
0266053	0266	053	Baja	Alto	Medio	1,439.99
1211022	1211	022	Baja	Alto	Medio	130,069.00
0266005	0266	005	Baja	Alto	Medio	999.66
0266081	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	2,434.29

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.7. Riesgo por caídas o derrumbes

Los riesgos por caídas o derrumbes se presentan, por lo general, en superficies con una pendiente mayor a 33°; el material desprendido necesita ser sometido a procesos como el intemperismo. Para la ocurrencia de este mecanismo, los factores importantes son la gravedad y peso, desarticulación de la ladera y agrietamientos o fallas. Con la excepción que la masa desplazada sufra socavamiento o incisión; estos eventos ocurren en las montañas con pendientes muy escarpadas, rocosas o acantilados, esto permite que el material pueda rebotar, rodar, deslizarse o tener una caída libre (Hugget, 2007).

Dentro de esta sección se toman en cuenta los vuelcos, este fenómeno consiste en la rotación hacia la parte exterior de la ladera de una masa de roca o suelo, en torno a un eje determinado por su gravedad; el movimiento es perpendicular a las grietas o discontinuidades que generan su separación del bloque principal. Este proceso se presenta en rocas o materiales con ruptura por la presencia de diaclasas, grietas y superficies columnares.

La valoración del riesgo por derrumbes o caídas de rocas se consigue a partir de la multiplicación del peligro por la vulnerabilidad. El peligro a este tipo de procesos se obtiene a partir de la relación de condiciones que vuelvan más probable su ocurrencia en un espacio determinado, mientras que la vulnerabilidad social se mide con base en elementos que influyan en la capacidad de respuesta que tiene la población ante este tipo de eventos. Para la evaluación del riesgo se utiliza la siguiente matriz de riesgo (Tabla 44).

Tabla 44. Matriz de riesgo cualitativa para caídas o derrumbes

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Muy alto
	Medio	Alto
	Bajo	Alto
	Muy bajo	Medio
Alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Alto
	Medio	Alto
	Bajo	Medio
	Muy bajo	Medio
Bajo	Muy alto	Alto
	Alto	Medio
	Medio	Medio
	Bajo	Bajo
	Muy bajo	Bajo
Muy bajo	Muy alto	Medio
	Alto	Medio
	Medio	Bajo
	Bajo	Bajo
	Muy bajo	Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia

Para el procesamiento con Sistemas de Información Geográfica (SIG), se asignó un número a cada categoría con base en su estimación previa. Se utiliza el álgebra de mapas para intersectar cartográficamente las áreas de peligro con el fin de obtener los resultados aritméticos de riesgo (Tabla 45).

Tabla 45. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente para caídas o derrumbes

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia

Esta dinámica en el municipio presenta grados de peligro “Alto”, “Medio”, “Bajo” y “Muy bajo”, a las áreas sin peligro aparente y sin población se les asignó un valor de riesgo nulo. El riesgo se cuantificó por manzana. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 46.

Tabla 46. Resultados obtenidos de la operación de riesgo por caídas o derrumbes

Clave	AGEB	Manzana	Pobreza	Peligro	Riesgo	Superficie Km ²
0251034	0251	034	Baja	ALTO	ALTO	4,259.40
0247024	0247	024	Baja	ALTO	ALTO	6,292.94
0251006	0251	006	Baja	ALTO	BAJO	4,949.47
0251035	0251	035	Baja	ALTO	BAJO	4,075.94
0251031	0251	031	Baja	ALTO	BAJO	3,616.22
0247028	0247	028	Baja	ALTO	MEDIO	4,617.04
0247016	0247	016	Baja	ALTO	MEDIO	6,657.78
0247015	0247	015	Baja	ALTO	MEDIO	5,071.88
0247026	0247	026	Baja	ALTO	MEDIO	4,669.16
0247025	0247	025	Baja	ALTO	MEDIO	4,740.18
0247014	0247	014	Baja	ALTO	MEDIO	5,449.28
0251015	0251	015	Baja	ALTO	MEDIO	5,283.85
0251005	0251	005	Baja	ALTO	MEDIO	4,987.57
0251037	0251	037	Baja	ALTO	MEDIO	13,997.20
0251036	0251	036	Muy baja	ALTO	MEDIO	3,477.28
0251033	0251	033	Baja	ALTO	MEDIO	6,801.92
0251032	0251	032	Baja	ALTO	MEDIO	2,484.12
0251014	0251	014	Baja	ALTO	MEDIO	5,337.24
0247023	0247	023	Baja	ALTO	MEDIO	15,551.20
0247022	0247	022	Baja	ALTO	MEDIO	4,601.65
0247004	0247	004	Baja	ALTO	MEDIO	5,141.65
0247003	0247	003	Baja	ALTO	MEDIO	5,726.18
0251038	0251	038	Muy baja	ALTO	MEDIO	3,563.48
0251022	0251	022	Baja	ALTO	MEDIO	9,378.39
0251021	0251	021	Baja	ALTO	MEDIO	6,263.96
0251020	0251	020	Muy baja	ALTO	MEDIO	10,035.90
0247030	0247	030	Baja	ALTO	MEDIO	5,030.12
0251039	0251	039	Muy baja	ALTO	MUY BAJO	1,381.93

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.8. Riesgo por hundimientos

Con base al análisis de los Sistemas de Información Geográfica, la cartografía básica de INEGI y la información reportada en el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico (2011); se determinó que en el municipio de Tampico no se registran hundimientos por procesos cársticos, ya que no afloran las rocas que son características de este tipo de fenómeno (caliza-lutita, dolomías y caliza-margas), las cuales se observan principalmente al extremo

suroeste de Tamaulipas, particularmente en la Sierra Madre Oriental, así como en las sierras Tamaulipas y San Carlos. Por tal motivo, no se desarrolla este tema.

4.1.1.9. Riesgo por subsidencia

La subsidencia es el movimiento lento y progresivo del sustrato en la vertical, rara vez produce víctimas mortales; sin embargo, es considerado un peligro porque puede afectar las áreas urbanas donde constituye un riesgo alto para cualquier tipo de estructura asentada sobre el terreno.

Debido a que los hundimientos y subsidencias solo se distinguen por la velocidad del movimiento, y con base al análisis de los Sistemas de Información Geográfica, la cartografía básica de INEGI y la información reportada en el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico (2011); se determinó que en el municipio de Tampico no se registra riesgo por subsidencia. Por tal motivo no se desarrolla este tema.

4.1.1.10. Riesgo por agrietamientos

Los riesgos por agrietamientos son resultado de una dislocación en la superficie, producto de esfuerzos internos ocasionados por movimientos de la corteza o del sustrato; la evidencia de este fenómeno se observa a través de plegamiento, disyunción y discontinuidad de una misma unidad geológica o separación gradual o súbita de una capa continua en la superficie. Algunas rocas al exponerse a esfuerzos tienen a comportarse de manera dúctil, casi siempre cuando el movimiento es gradual o lento; o frágil cuando el movimiento es súbito y repentino. Una dislocación no presenta un movimiento aparente, por lo que al ausentarse el movimiento esta se considera como fractura o grieta, cuando tiene registro de movimiento horizontal y/o vertical se consideran fallas.

Con base en los recorridos de campo, el análisis de los Sistemas de Información Geográfica, la cartografía básica de INEGI y la información reportada en el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico (2011); se determinó que en el municipio de Tampico no se registra agrietamientos en las construcciones. Por tal motivo no se desarrolla este tema.

4.1.2. Riesgos hidrometeorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos son aquellos que se generan por la acción violenta de los fenómenos atmosféricos, siguiendo los procesos de la climatología y del ciclo hidrológico. Engloba a los agentes perturbadores que son producto de la condensación o sublimación de vapor de agua atmosférica, como son los ciclones tropicales, lluvias torrenciales,

inundaciones, heladas, nevadas, granizadas, mareas de tempestad, ondas cálidas, ondas gélidas etc. En general el territorio nacional por el hecho de estar rodeado de dos masas de agua, Océano Pacífico y Atlántico (Golfo de México), y por su situación geográfica, desde siempre ha sido afectado por fenómenos hidrometeorológicos; en ocasiones de una manera intensa y severa.

Estos fenómenos paradójicamente son adversos y benéficos a la vez para la humanidad, en zonas costeras llegan a ser extremadamente destructivos y en otras zonas son benéficos ya que la lluvia favorece la recarga de presas, mantos freáticos, acelerando la actividad agrícola y ganadera, mitigando los incendios de pastizales y forestales entre otras cosas.

4.1.2.1. Ondas cálidas

Tal como se indica en el Mapa 17 y en los antecedentes, la zona de Tampico registra temperaturas máximas extremas que oscilan entre los 41.5 y 43.0 °C, reportándose los valores extremos en los meses de abril a junio. El peligro por causa de temperaturas máximas se considera muy bajo, porque a la fecha no se han presentado casos de relevancia debido a este fenómeno.

Por lo anterior, y dado que el riesgo por este fenómeno es bajo, no se desarrolló este tema.

4.1.2.2. Ondas gélidas

Las temperaturas mínimas extremas que se presentan en el territorio municipal oscilan entre -1.0 a -1.5 °C, de acuerdo con los antecedentes y al Mapa 16, estos valores extremos se reportan en los meses de diciembre a enero, por lo que el peligro por causa de temperaturas mínimas se considera muy bajo. Dado que el riesgo de este fenómeno perturbador es bajo, no se desarrolló este tema.

4.1.2.3. Sequías

Con base en los antecedentes consultados, el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tampico (2011) y los datos de los “Monitores de Sequía” de América del Norte y México, con relación a sequías registradas en el municipio de Tampico, se determinó que el riesgo de este fenómeno es bajo. Esto, debido a su localización geográfica con respecto a la cercanía con la línea de costa, lo cual se traduce en que, de forma anualizada, el municipio presenta precipitaciones frecuentes y que pueden ser abundantes ante la presencia de tormentas tropicales.

4.1.2.4. Heladas

De acuerdo con los registros del CLICOM, en 54 años (de 1960 a 2015), en el municipio de Tampico se han registrado dos heladas: el 23 de diciembre de 1989 con una temperatura de -1.5°C; y el día 24, del mismo mes y año, registrando -0,5°C.

Por lo anterior, se puede afirmar que el municipio de Tampico es una zona de poca incidencia de heladas, por lo que el fenómeno es considerado de intensidad muy baja y por tanto la vulnerabilidad de la población ante los efectos de este tipo de peligro es nula. Motivo por el cual no se desarrolló este tema.

4.1.2.5. Tormentas de granizo

De acuerdo con el análisis del SGM (2008), el municipio de Tampico en el tema de tormentas eléctricas, en el período de 1979 a 2008 se promediaron 14 eventos y para las masas de aire por granizada el promedio anual varía de 0.1m a 0.7 m, entre los meses de febrero y diciembre; siendo la zona central del municipio la que presenta el mayor promedio.

De este comportamiento se desprende que existe una intensidad de peligro muy bajo por ocurrencias de granizadas en el Municipio de Tampico (Atlas de Riesgos del Municipio de Tampico, 2011, pp 34). En este sentido, debido a que la vulnerabilidad de la población, por la ocurrencia de este fenómeno es muy baja, el tema no se desarrolla.

4.1.2.6. Tormentas de nieve

De acuerdo con el Sistema de Información Integral de Tamaulipas (SIITAM), en 38 años (de 1960 a 1998), y en otro registro de 14 años (1983-1997), el municipio de Tampico es una zona de poca incidencia de heladas, sólo se han registrado cuatro heladas; dos de ellas en diciembre de 1989 (SGM, 2008), de las otras dos tormentas no se cuenta con la fecha específica de ocurrencia. Por lo tanto, la vulnerabilidad de la población, por la ocurrencia de este fenómeno es muy baja, por lo cual el tema no se desarrolla.

4.1.2.7. Tornados

Con base en la información descrita en el apartado 2.2.2.6., y del mapa de presencia de tornados en municipios de México (CENAPRED), el municipio de Tampico no presenta registros de la presencia de este fenómeno. Por lo tanto, este fenómeno no representa ningún nivel de vulnerabilidad sobre la población, por lo que, ante la falta de datos, el tema no se desarrolla. Sin embargo, es importante tomar las precauciones necesarias ya que este fenómeno no es ajeno a la región donde se ubica el municipio.

4.1.2.8. Tormentas de polvo

Con respecto a este fenómeno, en la bibliografía consultada y en los instrumentos a que hace referencia el presente Atlas de Riesgos, no se encontraron datos que nos permitieran desarrollar el tema e identificarlo como peligro.

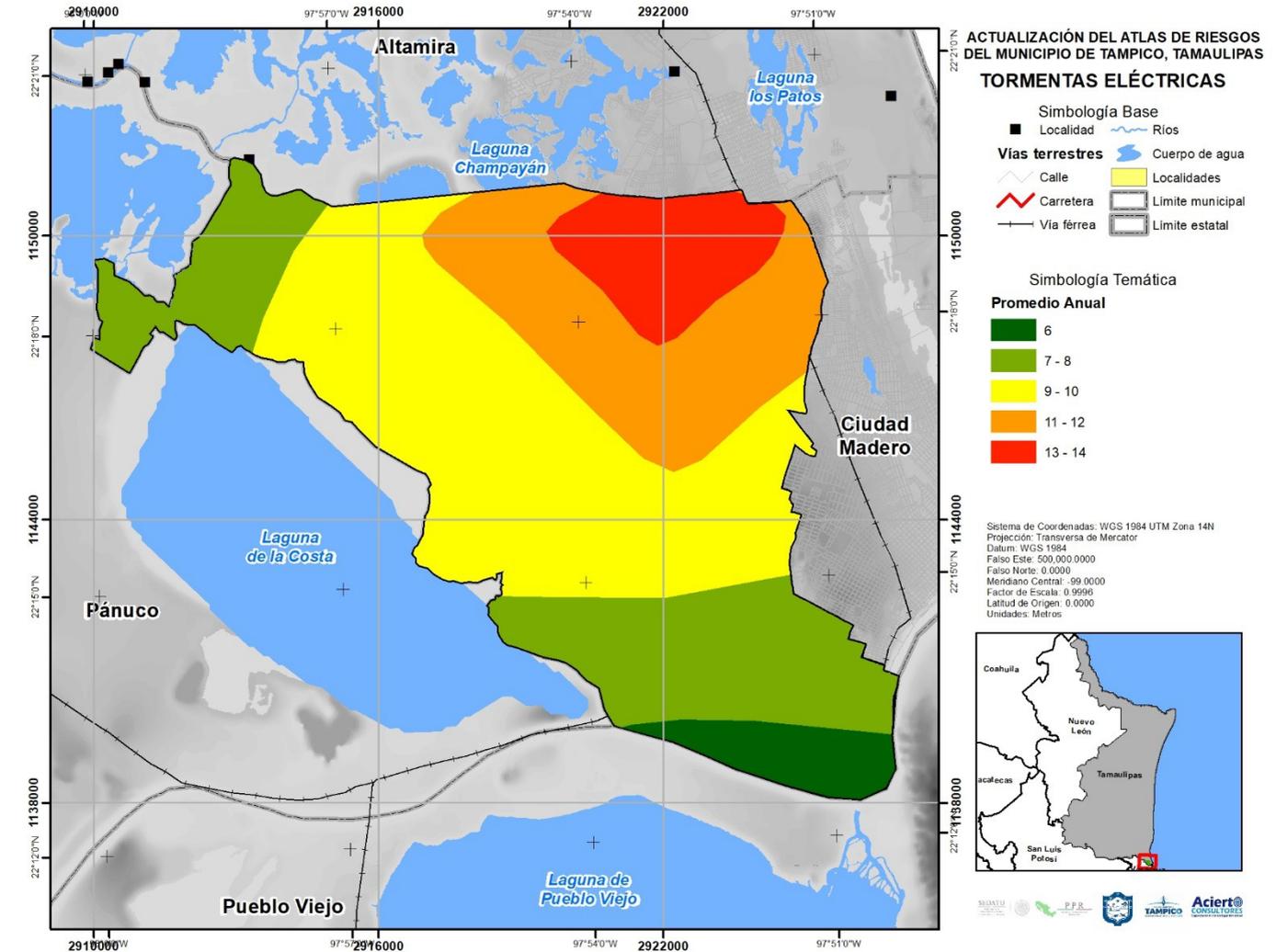
4.1.2.9. Tormentas eléctricas

Dada la posición geográfica en la que se encuentra el municipio de Tampico, la combinación de la humedad, el aire caliente y los frentes fríos que se registran en la zona, generan las condiciones apropiadas para que se originen tormentas eléctricas durante los meses de mayo a octubre.

De acuerdo con la información del Atlas de Riesgos de los Municipios Tampico, Madero y Altamira, para el período 1979-2008 (29 años), el promedio anual de tormenta varía de dos a 14 eventos. Para los municipios de Tampico y Cd. Madero el promedio anual es de entre 14 y 6 días con el fenómeno (Mapa 31). Cabe mencionar que las zonas con el mayor número de eventos al año coinciden de manera general con las que registran también el volumen más alto de precipitación.

En este sentido, y ante la falta de datos e información que nos indique el grado de afectación que han resultado de los efectos de dicho fenómeno, no es posible contar con datos que nos permitan realizar un análisis del fenómeno para desarrollar el tema.

Mapa 31. Promedio de tormentas eléctricas en el municipio de Tampico.

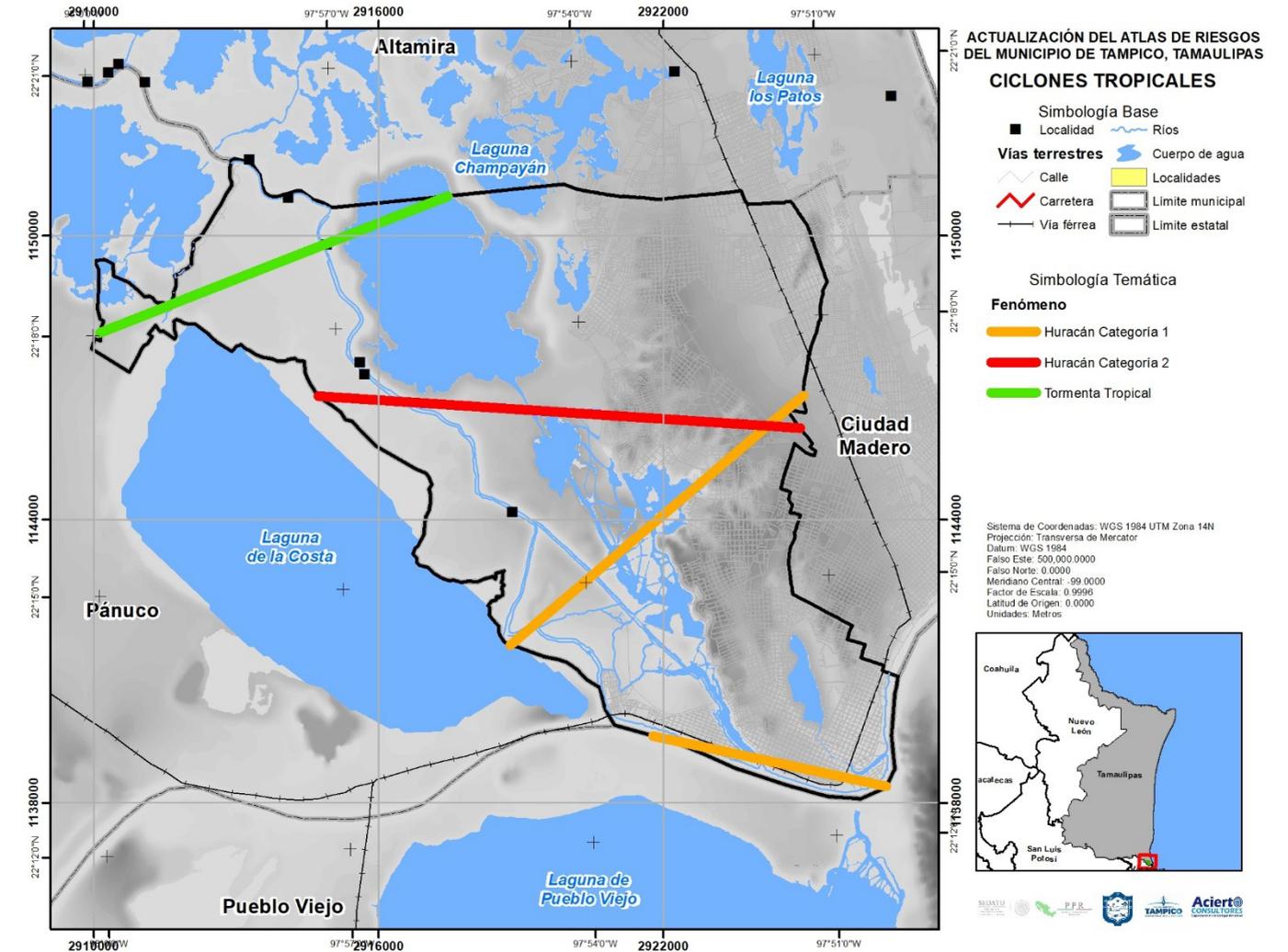


4.1.2.10. Ciclones tropicales

Con base en los datos de la NOAA (Atlas de Riesgos de los Municipios Tampico, Madero y Altamira, 2014), para la Zona Metropolitana se tiene un registro de 25 ciclones tropicales, que han incidido en la zona o que han pasado a menos de 100 km de sus inmediaciones. De estos, sólo 15 han impactado de manera directa o en las cercanías de esta zona metropolitana.

Con respecto a los que han impactado directamente al municipio de Tampico, se tiene una tormenta tropical; tres huracanes categoría 1; y el único huracán categoría 2 denominado “Hilda” cuyos vendavales e inundaciones provocaron daños y afectaciones en infraestructura y propiedad privada, así como pérdidas de vidas humanas considerables, así como un gran número de damnificados, particularmente, en la zona rural (Mapa 32).

Mapa 32. Ciclones tropicales que han impactado al municipio de Tampico.



4.1.2.11. Inundaciones

Si bien, en todo el municipio hay incidencia de inundaciones, es muy importante señalar que estos eventos tienen distinto potencial destructivo dependiendo del lugar en el que se sucedan. Los que tienen mayor impacto son los que se hallan en cercanías de cauces de ríos o en los antiguos cauces (terrazas fluviales), las terrazas fluviales ya que en caso de fenómenos meteorológicos que ingresen humedad extraordinaria al municipio y, en especial a sus cuencas altas, saturarán el suelo y generarán grandes flujos de escurrimientos.

Para determinar las zonas sujetas a peligro por inundaciones, se utilizaron los resultados obtenidos por SGM (2008), y se realizó el ejercicio de acuerdo con la metodología descrita en el apartado 2.2.2.10., y con ayuda del software CANVAS 11.

El resultado obtenido según la matriz de riesgo (Tabla 47) se obtiene de la multiplicación del grado de peligro de agrietamientos en las construcciones y el índice de vulnerabilidad. El peligro se obtiene de la probabilidad de ocurrencia a este fenómeno determinado por la inclinación del terreno, cercanía a pozos de extracción, influencia fluvial, proximidad litoral, geología e información recabada en campo. El índice de vulnerabilidad está constituido por la capacidad de respuesta de la población ante cualquier evento que pueda alterar su cotidianidad y en ciertos casos pueda desencadenar un desastre.

Tabla 47. Matriz de riesgo cualitativa por inundaciones

Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Muy alto
	Medio	Alto
	Bajo	Alto
	Muy bajo	Medio
Alto	Muy alto	Muy alto
	Alto	Alto
	Medio	Alto
	Bajo	Medio
	Muy bajo	Medio
Bajo	Muy alto	Alto
	Alto	Medio
	Medio	Medio
	Bajo	Bajo
	Muy bajo	Bajo

Muy bajo	Muy alto	Medio
	Alto	Medio
	Medio	Bajo
	Bajo	Bajo
	Muy bajo	Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia

Se utilizaron operaciones de álgebra de mapas en un Sistema de Información Geográfica (SIG) con valores aritméticos asignados a cada categoría de peligro y vulnerabilidad para facilitar su manejo (Tabla 48).

Tabla 48. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente para riesgo por inundaciones

Peligro	Valor asignado (P)	Vulnerabilidad	Valor asignado (V)	Riesgo	Resultado (P x V)
Muy alto	5	Muy alto	10000	Muy alto	50000
		Alto	1000	Muy alto	5000
		Medio	100	Alto	500
		Bajo	10	Alto	50
		Muy bajo	1	Medio	5
Alto	4	Muy alto	10000	Muy alto	40000
		Alto	1000	Alto	4000
		Medio	100	Alto	400
		Bajo	10	Medio	40
		Muy bajo	1	Medio	4
Medio	3	Muy alto	10000	Alto	30000
		Alto	1000	Alto	3000
		Medio	100	Medio	300
		Bajo	10	Medio	30
		Muy bajo	1	Bajo	3
Bajo	2	Muy alto	10000	Alto	20000
		Alto	1000	Medio	2000
		Medio	100	Medio	200
		Bajo	10	Bajo	20
		Muy bajo	1	Bajo	2
Muy Bajo	1	Muy alto	10000	Medio	10000
		Alto	1000	Medio	1000
		Medio	100	Bajo	100
		Bajo	10	Bajo	10
		Muy bajo	1	Muy Bajo	1

Fuente: Elaboración propia

Esta dinámica en el municipio presenta grados de peligro “Bajo”, “Medio”, “Alto” así como zonas sin peligro aparente. La vulnerabilidad es cuantificada por manzana. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 49.

Tabla 49. Resultados obtenidos de la operación de riesgo por inundaciones

Clave	AGEB	Manzana	Pobreza	Peligro	Riesgo	Superficie Km ²
1122037	1122	037	Media	Alto	Alto	34,542.00
0444025	444	025	Media	Alto	Alto	2,073.31
0410013	0410	013	Muy baja	Alto	Alto	5,258.56
0497020	0497	020	Baja	Alto	Alto	2,333.29
0478023	0478	023	Baja	Alto	Alto	5,240.75
0444018	0444	018	Media	Alto	Alto	6,333.61
1404030	1404	030	Baja	Alto	Alto	9,887.79
1404001	1404	001	Muy baja	Alto	Alto	355,691.00
1122044	1122	044	Media	Alto	Alto	5,174.77
1122042	1122	042	Media	Alto	Alto	3,760.44
1122038	1122	038	Media	Alto	Alto	14,482.60
1122002	1122	002	Media	Alto	Alto	3,461.84
0497039	0497	039	Muy baja	Alto	Alto	462.06
0444011	0444	011	Media	Alto	Alto	6,418.14
0444010	0444	010	Media	Alto	Alto	3,673.62
0321023	0321	023	Media	Alto	Alto	5,503.99
1122032	1122	032	Media	Alto	Alto	4,655.35
1122029	1122	029	Media	Alto	Alto	5,420.91
0410036	0410	036	Baja	Alto	Medio	10,185.60
0410035	0410	035	Baja	Alto	Medio	9,501.53
1137024	1137	024	Media	Alto	Medio	4,476.96
0228057	0228	057	Baja	Alto	Medio	5,687.27
1122051	1122	051	Baja	Alto	Medio	2,915.83
1122049	1122	049	Baja	Alto	Medio	1,799.28

1122014	1122	014	Baja	Alto	Medio	2,853.83
1122013	1122	013	Baja	Alto	Medio	3,930.10
1090063	1090	063	Muy baja	Alto	Medio	8,342.55
0463001	0463	001	Baja	Alto	Medio	7,116.45
1368038	1368	038	Muy baja	Alto	Medio	1,775.01
0321015	0321	015	Baja	Alto	Medio	6,708.64
0321014	0321	014	Baja	Alto	Medio	7,330.68
0317018	0317	018	Baja	Alto	Medio	8,591.73
0317017	0317	017	Baja	Alto	Medio	5,238.41
0302041	0302	041	Muy baja	Alto	Medio	1,692.51
0302040	0302	040	Baja	Alto	Medio	1,411.72
0302038	0302	038	Muy baja	Alto	Medio	3,895.36
1122012	1122	012	Baja	Alto	Medio	4,890.50
1122011	1122	011	Baja	Alto	Medio	4,765.92
1122010	1122	010	Baja	Alto	Medio	3,378.25
1122008	1122	008	Baja	Alto	Medio	4,151.75
1349044	1349	044	Baja	Alto	Medio	7,588.00
1122033	1122	033	Muy baja	Alto	Medio	1,235.27
1122059	1122	059	Muy baja	Alto	Medio	5,071.21
1122040	1122	040	Baja	Alto	Medio	3,514.13
1353013	1353	013	Muy baja	Alto	Medio	338.40
1137029	1137	029	Media	Alto	Medio	3,499.99
1122031	1122	031	Baja	Alto	Medio	4,654.13
0459008	0459	008	Baja	Alto	Medio	6,879.45
0459004	0459	004	Baja	Alto	Medio	5,978.66
0497001	0497	001	Baja	Alto	Medio	1,848.24
0459020	0459	020	Baja	Alto	Medio	7,661.82
0410034	0410	034	Baja	Alto	Medio	4,058.57
0069008	0069	008	Baja	Alto	Medio	17,202.70
1122009	1122	009	Baja	Alto	Medio	3,856.92
0444034	0444	034	Baja	Alto	Medio	68,439.50
0232035	0232	035	Baja	Alto	Medio	5,497.87

0232025	0232	025	Baja	Alto	Medio	10,153.60
0228056	0228	056	Baja	Alto	Medio	5,116.07
0228055	0228	055	Baja	Alto	Medio	5,305.39
0228053	0228	053	Baja	Alto	Medio	4,815.08
0228052	0228	052	Baja	Alto	Medio	4,497.60
1368036	1368	036	Baja	Alto	Medio	9,810.23
011A039	011A	039	Baja	Alto	Medio	54,482.60
0336020	0336	020	Baja	Alto	Medio	6,972.14
0321012	0321	012	Baja	Alto	Medio	4,818.63
0035054	0035	054	Baja	Alto	Medio	12,434.50
0035053	0035	053	Baja	Alto	Medio	13,756.30
0020001	0020	001	Baja	Alto	Medio	11,446.30
1368031	1368	031	Muy baja	Alto	Medio	449.24
1353033	1353	033	Baja	Alto	Medio	447.24
1137028	1137	028	Baja	Alto	Medio	3,860.29
1137023	1137	023	Baja	Alto	Medio	11,385.70
1137005	1137	005	Muy baja	Alto	Medio	2,258.78
1122048	1122	048	Baja	Alto	Medio	2,172.15
1122034	1122	034	Media	Alto	Medio	3,483.31
1122006	1122	006	Baja	Alto	Medio	3,328.70
1086034	1086	034	Baja	Alto	Medio	7,651.80
0497026	0497	026	Baja	Alto	Medio	2,407.82
0497025	0497	025	Baja	Alto	Medio	2,815.60
0232033	0232	033	Baja	Alto	Medio	5,939.76
0035052	0035	052	Baja	Alto	Medio	11,353.70
1137031	1137	031	Baja	Alto	Medio	7,623.64
1137003	1137	003	Baja	Alto	Medio	10,798.30
1137002	1137	002	Baja	Alto	Medio	3,042.39
1137001	1137	001	Baja	Alto	Medio	2,119.51
1118013	1118	013	Baja	Alto	Medio	3,874.37
1118012	1118	012	Baja	Alto	Medio	3,301.89
1103015	1103	015	Baja	Alto	Medio	2,823.46

1103014	1103	014	Baja	Alto	Medio	2,534.28
1103001	1103	001	Baja	Alto	Medio	3,698.04
1090033	1090	033	Baja	Alto	Medio	115,879.00
1090018	1090	018	Baja	Alto	Medio	180,951.00
1086048	1086	048	Baja	Alto	Medio	8,657.57
1368028	1368	028	Baja	Alto	Medio	7,101.41
0459028	0459	028	Baja	Alto	Medio	4,676.58
0459027	0459	027	Baja	Alto	Medio	7,585.89
0459026	0459	026	Baja	Alto	Medio	7,938.12
0459025	0459	025	Baja	Alto	Medio	7,550.13
0459024	0459	024	Baja	Alto	Medio	2,342.06
0459023	0459	023	Baja	Alto	Medio	6,612.01
0459022	0459	022	Baja	Alto	Medio	3,541.98
0444040	0444	040	Baja	Alto	Medio	1,343.37
0444032	0444	032	Baja	Alto	Medio	4,885.53
0444026	0444	026	Baja	Alto	Medio	9,127.62
0444024	0444	024	Baja	Alto	Medio	2,254.51
0444023	0444	023	Baja	Alto	Medio	8,225.61
0444019	0444	019	Baja	Alto	Medio	6,495.73
043A043	043A	043	Baja	Alto	Medio	7,254.84
043A030	043A	030	Baja	Alto	Medio	6,674.25
043A029	043A	029	Baja	Alto	Medio	6,726.86
043A028	043A	028	Baja	Alto	Medio	6,674.44
043A027	043A	027	Baja	Alto	Medio	2,100.11
043A026	043A	026	Baja	Alto	Medio	5,345.21
043A004	043A	004	Baja	Alto	Medio	6,521.63
0035036	0035	036	Baja	Alto	Medio	15,371.00
0020016	0020	016	Baja	Alto	Medio	11,313.80
0020002	0020	002	Baja	Alto	Medio	11,941.70
0035041	0035	041	Baja	Alto	Medio	13,665.40
1368029	1368	029	Baja	Alto	Medio	5,453.00
1368050	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	12,656.00

1368048	1368	048	Baja	Alto	Medio	8,967.91
1368013	1368	013	Baja	Alto	Medio	2,265.76
1368009	1368	009	Baja	Alto	Medio	3,217.95
1353019	1353	019	Baja	Alto	Medio	321.76
1353018	1353	018	Muy baja	Alto	Medio	295.02
1353017	1353	017	Baja	Alto	Medio	4,391.81
1353015	1353	015	Muy baja	Alto	Medio	830.75
1353014	1353	014	Baja	Alto	Medio	289.20
043A003	043A	003	Baja	Alto	Medio	6,622.12
043A002	043A	002	Baja	Alto	Medio	6,645.05
043A001	043A	001	Baja	Alto	Medio	6,895.81
0425041	0425	041	Baja	Alto	Medio	1,449.64
0425040	0425	040	Baja	Alto	Medio	1,410.19
0425018	0425	018	Baja	Alto	Medio	5,221.64
0425016	0425	016	Baja	Alto	Medio	5,762.49
0425015	0425	015	Baja	Alto	Medio	6,261.75
0425014	0425	014	Baja	Alto	Medio	6,377.21
0425013	0425	013	Baja	Alto	Medio	6,266.55
0410017	0410	017	Baja	Alto	Medio	1,882.18
0410016	0410	016	Baja	Alto	Medio	14,697.20
0406025	0406	025	Baja	Alto	Medio	4,041.58
0406024	0406	024	Baja	Alto	Medio	1,286.85
0406023	0406	023	Baja	Alto	Medio	1,514.81
0393030	0393	030	Baja	Alto	Medio	7,597.56
0393029	0393	029	Baja	Alto	Medio	4,938.96
0393021	0393	021	Baja	Alto	Medio	6,148.06
0393020	0393	020	Baja	Alto	Medio	6,130.31
0393019	0393	019	Baja	Alto	Medio	8,943.86
0393018	0393	018	Baja	Alto	Medio	8,933.18
0425002	0425	002	Media	Alto	Medio	6,563.76
0389030	0389	030	Baja	Alto	Medio	7,512.72
0374048	0374	048	Muy baja	Alto	Medio	2,106.56

0374045	0374	045	Baja	Alto	Medio	1,114.37
0374042	0374	042	Baja	Alto	Medio	4,246.68
0374008	0374	008	Baja	Alto	Medio	11,527.70
0374007	0374	007	Baja	Alto	Medio	19,827.00
036A002	036A	002	Baja	Alto	Medio	7,383.63
036A001	036A	001	Baja	Alto	Medio	7,735.71
0340032	0340	032	Baja	Alto	Medio	4,704.88
0321041	0321	041	Baja	Alto	Medio	877.66
0321037	0321	037	Muy baja	Alto	Medio	1,260.67
0321032	0321	032	Muy baja	Alto	Medio	1,779.31
0321016	0321	016	Muy baja	Alto	Medio	3,003.27
0317003	0317	003	Baja	Alto	Medio	5,456.41
0317002	0317	002	Muy baja	Alto	Medio	3,880.68
0317001	0317	001	Baja	Alto	Medio	9,946.05
0302009	0302	009	Baja	Alto	Medio	7,502.18
029A024	029A	024	Baja	Alto	Medio	14,038.90
029A023	029A	023	Baja	Alto	Medio	594.18
029A022	029A	022	Baja	Alto	Medio	2,136.76
029A021	029A	021	Baja	Alto	Medio	2,683.01
029A020	029A	020	Baja	Alto	Medio	7,789.32
0285025	0285	025	Baja	Alto	Medio	7,793.26
0266060	0266	060	Baja	Alto	Medio	1,543.03
0266059	0266	059	Baja	Alto	Medio	1,815.19
0266057	0266	057	Muy baja	Alto	Medio	473.97
0266056	0266	056	Baja	Alto	Medio	826.25
0266055	0266	055	Baja	Alto	Medio	1,690.24
0266054	0266	054	Baja	Alto	Medio	5,057.37
0228050	0228	050	Media	Alto	Medio	4,596.01
0228048	0228	048	Baja	Alto	Medio	4,301.22
0158005	0158	005	Muy baja	Alto	Medio	61,096.30
0158001	0158	001	Baja	Alto	Medio	146,413.00
0497024	0497	024	Baja	Alto	Medio	2,207.41

0497023	0497	023	Baja	Alto	Medio	1,944.20
0497022	0497	022	Baja	Alto	Medio	11,024.70
0482028	0482	028	Baja	Alto	Medio	10,683.80
0482027	0482	027	Baja	Alto	Medio	2,474.40
0482026	0482	026	Baja	Alto	Medio	2,249.39
0482025	0482	025	Baja	Alto	Medio	1,865.63
0482024	0482	024	Baja	Alto	Medio	71,917.10
0482022	0482	022	Baja	Alto	Medio	22,045.70
0482003	0482	003	Baja	Alto	Medio	4,338.02
0478030	0478	030	Media	Alto	Medio	4,222.51
0478028	0478	028	Baja	Alto	Medio	2,919.12
0478026	0478	026	Baja	Alto	Medio	5,043.70
0478024	0478	024	Baja	Alto	Medio	7,153.28
0463033	0463	033	Baja	Alto	Medio	7,325.45
0463021	0463	021	Baja	Alto	Medio	4,322.90
011A019	011A	019	Baja	Alto	Medio	8,659.19
0073011	0073	011	Baja	Alto	Medio	15,570.70
0073010	0073	010	Muy baja	Alto	Medio	6,641.57
0073002	0073	002	Baja	Alto	Medio	5,075.99
0073001	0073	001	Baja	Alto	Medio	8,337.10
0069012	0069	012	Baja	Alto	Medio	22,209.20
0069011	0069	011	Baja	Alto	Medio	9,375.25
0069010	0069	010	Baja	Alto	Medio	6,041.10
0069009	0069	009	Muy baja	Alto	Medio	9,208.23
0020051	0020	051	Muy baja	Alto	Medio	19,332.30
0020043	0020	043	Baja	Alto	Medio	11,733.90
0020042	0020	042	Baja	Alto	Medio	10,773.80
0020021	0020	021	Baja	Alto	Medio	10,049.00
1368032	1368	032	Muy baja	Alto	Medio	663.91
0463023	0463	023	Baja	Alto	Medio	7,313.45
0463022	0463	022	Baja	Alto	Medio	7,327.99
0463020	0463	020	Baja	Alto	Medio	3,206.40

0459030	0459	030	Baja	Alto	Medio	2,349.50
0459029	0459	029	Baja	Alto	Medio	5,055.65
0459021	0459	021	Baja	Alto	Medio	7,463.25
0459009	0459	009	Baja	Alto	Medio	6,568.19
0459003	0459	003	Baja	Alto	Medio	7,325.89
0444033	0444	033	Baja	Alto	Medio	67,361.00
0444017	0444	017	Baja	Alto	Medio	2,466.98
0444008	0444	008	Baja	Alto	Medio	6,254.38
0444007	0444	007	Baja	Alto	Medio	5,430.83
0444006	0444	006	Baja	Alto	Medio	5,091.15
0444005	0444	005	Baja	Alto	Medio	5,071.98
0444003	0444	003	Media	Alto	Medio	6,248.63
0444001	0444	001	Media	Alto	Medio	6,387.16
043A025	043A	025	Baja	Alto	Medio	4,731.16
043A024	043A	024	Baja	Alto	Medio	7,019.57
043A023	043A	023	Baja	Alto	Medio	6,664.73
043A022	043A	022	Media	Alto	Medio	6,590.97
043A021	043A	021	Baja	Alto	Medio	6,375.30
043A010	043A	010	Baja	Alto	Medio	6,057.07
043A009	043A	009	Media	Alto	Medio	6,446.83
043A008	043A	008	Baja	Alto	Medio	6,417.59
043A007	043A	007	Baja	Alto	Medio	6,050.93
043A006	043A	006	Baja	Alto	Medio	6,854.86
0459038	0459	038	Baja	Alto	Medio	1,344.02
0425038	0425	038	Media	Alto	Medio	1,643.01
0425036	0425	036	Muy baja	Alto	Medio	950.62
0425034	0425	034	Muy baja	Alto	Medio	121.21
0425033	0425	033	Baja	Alto	Medio	170,992.00
0425032	0425	032	Baja	Alto	Medio	2,378.49
0425022	0425	022	Baja	Alto	Medio	4,723.61
0425021	0425	021	Baja	Alto	Medio	4,740.83
0425019	0425	019	Baja	Alto	Medio	4,236.44

0425001	0425	001	Media	Alto	Medio	6,178.97
0410041	0410	041	Baja	Alto	Medio	12,329.00
0410040	0410	040	Baja	Alto	Medio	5,238.14
0410021	0410	021	Baja	Alto	Medio	2,111.47
0406040	0406	040	Muy baja	Alto	Medio	3,419.26
0406038	0406	038	Muy baja	Alto	Medio	8,225.07
0406035	0406	035	Muy baja	Alto	Medio	2,356.29
0406034	0406	034	Baja	Alto	Medio	8,810.01
0406005	0406	005	Baja	Alto	Medio	6,960.94
036A023	036A	023	Baja	Alto	Medio	7,348.77
036A020	036A	020	Baja	Alto	Medio	5,293.35
036A019	036A	019	Baja	Alto	Medio	4,745.77
036A018	036A	018	Baja	Alto	Medio	4,418.63
036A017	036A	017	Baja	Alto	Medio	4,091.85
036A003	036A	003	Baja	Alto	Medio	7,512.06
0355029	0355	029	Baja	Alto	Medio	8,316.00
0355028	0355	028	Baja	Alto	Medio	7,602.26
1137020	1137	020	Baja	Alto	Medio	4,556.40
1137019	1137	019	Media	Alto	Medio	4,834.17
1137018	1137	018	Baja	Alto	Medio	8,113.78
1137016	1137	016	Baja	Alto	Medio	4,142.74
1137015	1137	015	Baja	Alto	Medio	3,922.17
1137004	1137	004	Baja	Alto	Medio	806.58
1137006	1137	006	Baja	Alto	Medio	4,501.84
0463032	0463	032	Baja	Alto	Medio	7,385.12
029A031	029A	031	Baja	Alto	Medio	4,395.21
0073015	0073	015	Baja	Alto	Medio	17,268.60
0073014	0073	014	Baja	Alto	Medio	8,818.27
0069025	0069	025	Baja	Alto	Medio	18,703.30
0069024	0069	024	Baja	Alto	Medio	8,782.75
0069022	0069	022	Baja	Alto	Medio	8,254.98
0069021	0069	021	Baja	Alto	Medio	4,970.32

0069020	0069	020	Muy baja	Alto	Medio	3,014.20
0069018	0069	018	Baja	Alto	Medio	5,817.21
0069030	0069	030	Muy baja	Alto	Medio	16,492.40
0069027	0069	027	Baja	Alto	Medio	15,163.10
0069001	0069	001	Muy baja	Alto	Medio	10,959.40
0020053	0020	053	Baja	Alto	Medio	12,735.10
0444004	0444	004	Baja	Alto	Medio	6,209.31
043A011	043A	011	Media	Alto	Medio	6,422.30
0425020	0425	020	Baja	Alto	Medio	5,019.15
0410037	0410	037	Baja	Alto	Medio	13,695.80
0410020	0410	020	Baja	Alto	Medio	9,267.53
0406042	0406	042	Muy baja	Alto	Medio	1,428.93
0406016	0406	016	Baja	Alto	Medio	4,146.26
0463006	0463	006	Baja	Alto	Medio	7,424.88
0459011	0459	011	Media	Alto	Medio	7,932.96
0459010	0459	010	Baja	Alto	Medio	7,341.35
0497008	0497	008	Media	Alto	Medio	2,077.05
0497007	0497	007	Media	Alto	Medio	2,502.58
0497006	0497	006	Baja	Alto	Medio	2,039.91
0497005	0497	005	Baja	Alto	Medio	1,673.56
0497003	0497	003	Baja	Alto	Medio	2,968.54
0497002	0497	002	Baja	Alto	Medio	3,741.73
0482047	0482	047	Baja	Alto	Medio	6,453.72
0482029	0482	029	Baja	Alto	Medio	2,271.09
0482021	0482	021	Baja	Alto	Medio	6,342.29
0482019	0482	019	Baja	Alto	Medio	7,414.37
0482011	0482	011	Baja	Alto	Medio	8,026.94
0482010	0482	010	Muy baja	Alto	Medio	6,283.16
0478021	0478	021	Baja	Alto	Medio	7,137.46
0478010	0478	010	Baja	Alto	Medio	7,889.93
0463005	0463	005	Baja	Alto	Medio	7,539.85
0463004	0463	004	Baja	Alto	Medio	7,132.96

0459007	0459	007	Baja	Alto	Medio	3,886.86
0459006	0459	006	Baja	Alto	Medio	7,809.23
0459005	0459	005	Baja	Alto	Medio	2,300.24
0444002	0444	002	Baja	Alto	Medio	6,399.28
0410039	0410	039	Baja	Alto	Medio	8,921.08
0410038	0410	038	Baja	Alto	Medio	10,001.90
0410019	0410	019	Baja	Alto	Medio	1,351.16
0406041	0406	041	Muy baja	Alto	Medio	676.84
0355030	0355	030	Baja	Alto	Medio	8,240.18
0497027	0497	027	Baja	Alto	Medio	2,085.73
0497010	0497	010	Baja	Alto	Medio	2,269.62
0497004	0497	004	Baja	Alto	Medio	2,807.34
0035002	0035	002	Baja	Alto	Medio	11,651.20
0285013	0285	013	Baja	Alto	Medio	7,372.10
0425039	0425	039	Media	Alto	Medio	1,452.63
1404029	1404	029	Baja	Alto	Medio	10,488.00
1404028	1404	028	Baja	Alto	Medio	3,696.61
1404027	1404	027	Baja	Alto	Medio	4,027.37
1404026	1404	026	Baja	Alto	Medio	1,686.63
1368043	1368	043	Muy baja	Alto	Medio	1,869.45
1368042	1368	042	Muy baja	Alto	Medio	1,342.65
1368040	1368	040	Baja	Alto	Medio	3,202.59
1368039	1368	039	Muy baja	Alto	Medio	1,998.19
1368037	1368	037	Baja	Alto	Medio	10,425.10
1368022	1368	022	Baja	Alto	Medio	1,163.74
1368021	1368	021	Baja	Alto	Medio	2,524.55
1368020	1368	020	Baja	Alto	Medio	2,850.21
1368019	1368	019	Baja	Alto	Medio	2,360.48
1353037	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	3,468.92
1353026	1353	026	Baja	Alto	Medio	2,285.15
1353024	1353	024	Baja	Alto	Medio	2,490.59
1353022	1353	022	Baja	Alto	Medio	5,576.99

1353021	1353	021	Baja	Alto	Medio	2,757.74
0374024	0374	024	Media	Alto	Medio	3,598.94
036A022	036A	022	Baja	Alto	Medio	7,250.08
043A020	043A	020	Baja	Alto	Medio	1,977.32
0393032	0393	032	Baja	Alto	Medio	5,238.69
0393031	0393	031	Baja	Alto	Medio	8,378.05
0374031	0374	031	Baja	Alto	Medio	7,216.69
0374023	0374	023	Media	Alto	Medio	4,285.30
036A021	036A	021	Baja	Alto	Medio	5,808.57
036A016	036A	016	Baja	Alto	Medio	7,229.91
0406015	0406	015	Baja	Alto	Medio	5,045.88
0340020	0340	020	Baja	Alto	Medio	3,374.44
0266080	0266	080	Baja	Alto	Medio	2,353.78
0266049	0266	049	Baja	Alto	Medio	4,792.87
1211044	1211	044	Muy baja	Alto	Medio	5,465.14
1137035	1137	035	Baja	Alto	Medio	2,918.86
1137034	1137	034	Baja	Alto	Medio	2,750.65
1137033	1137	033	Baja	Alto	Medio	6,944.16
1137032	1137	032	Baja	Alto	Medio	3,609.70
1137013	1137	013	Baja	Alto	Medio	47,015.80
1137012	1137	012	Baja	Alto	Medio	15,875.60
1137011	1137	011	Baja	Alto	Medio	4,428.33
1137010	1137	010	Baja	Alto	Medio	6,412.09
1137009	1137	009	Baja	Alto	Medio	5,852.34
1137008	1137	008	Media	Alto	Medio	7,065.41
1137007	1137	007	Baja	Alto	Medio	19,647.10
1122047	1122	047	Baja	Alto	Medio	1,093.35
1122045	1122	045	Media	Alto	Medio	3,817.35
1122039	1122	039	Baja	Alto	Medio	1,762.87
1122036	1122	036	Media	Alto	Medio	1,001.58
1122035	1122	035	Media	Alto	Medio	2,651.87
1122023	1122	023	Media	Alto	Medio	5,069.32

1122021	1122	021	Media	Alto	Medio	4,160.74
1122020	1122	020	Baja	Alto	Medio	6,485.14
1122019	1122	019	Baja	Alto	Medio	2,396.31
1122018	1122	018	Baja	Alto	Medio	1,923.39
1122017	1122	017	Baja	Alto	Medio	3,793.56
1122016	1122	016	Baja	Alto	Medio	4,211.27
1122015	1122	015	Baja	Alto	Medio	5,532.91
1122004	1122	004	Baja	Alto	Medio	3,796.51
1122003	1122	003	Baja	Alto	Medio	4,401.59
1118037	1118	037	Baja	Alto	Medio	3,501.82
1118018	1118	018	Baja	Alto	Medio	4,478.04
1118017	1118	017	Baja	Alto	Medio	3,174.82
1103029	1103	029	Media	Alto	Medio	993.35
1103028	1103	028	Baja	Alto	Medio	2,813.39
1103027	1103	027	Baja	Alto	Medio	3,305.58
1103026	1103	026	Baja	Alto	Medio	3,140.00
1103025	1103	025	Baja	Alto	Medio	3,023.36
1103008	1103	008	Baja	Alto	Medio	2,927.75
1103007	1103	007	Baja	Alto	Medio	3,525.19
1090028	1090	028	Baja	Alto	Medio	35,656.10
1090025	1090	025	Baja	Alto	Medio	17,385.60
1090021	1090	021	Baja	Alto	Medio	14,430.20
1090019	1090	019	Baja	Alto	Medio	41,968.00
1086064	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	3,034.36
1086063	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	1,443.12
1086062	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	979.21
1086040	1086	040	Baja	Alto	Medio	5,149.39
1086039	1086	039	Baja	Alto	Medio	8,517.91
1086038	1086	038	Baja	Alto	Medio	11,059.00
1071041	1071	041	Baja	Alto	Medio	15,118.30
1071040	1071	040	Baja	Alto	Medio	11,069.80
1353032	1353	032	Baja	Alto	Medio	4,721.93

0497038	0497	038	Baja	Alto	Medio	5,657.41
0497028	0497	028	Baja	Alto	Medio	5,036.75
0497018	0497	018	Muy baja	Alto	Medio	3,764.74
0497017	0497	017	Media	Alto	Medio	4,983.63
0497016	0497	016	Baja	Alto	Medio	5,068.23
0497015	0497	015	Baja	Alto	Medio	5,064.44
0497014	0497	014	Baja	Alto	Medio	1,918.55
0497013	0497	013	Baja	Alto	Medio	2,191.02
0497012	0497	012	Baja	Alto	Medio	2,927.33
0497011	0497	011	Media	Alto	Medio	2,421.57
0482045	0482	045	Baja	Alto	Medio	18,007.60
0482042	0482	042	Baja	Alto	Medio	2,659.06
0482041	0482	041	Media	Alto	Medio	2,386.15
0482040	0482	040	Baja	Alto	Medio	2,048.99
0482031	0482	031	Baja	Alto	Medio	2,951.68
0482030	0482	030	Baja	Alto	Medio	2,976.77
0482020	0482	020	Baja	Alto	Medio	6,248.72
0482018	0482	018	Baja	Alto	Medio	7,329.30
0482017	0482	017	Baja	Alto	Medio	7,909.93
0482016	0482	016	Baja	Alto	Medio	6,329.18
0482015	0482	015	Baja	Alto	Medio	2,762.47
0482014	0482	014	Baja	Alto	Medio	2,385.19
0482013	0482	013	Muy baja	Alto	Medio	2,328.62
0482012	0482	012	Muy baja	Alto	Medio	1,480.75
0478036	0478	036	Baja	Alto	Medio	4,248.32
0478035	0478	035	Muy baja	Alto	Medio	1,181.49
0478032	0478	032	Muy baja	Alto	Medio	4,096.36
0478027	0478	027	Muy baja	Alto	Medio	530.61
0478019	0478	019	Baja	Alto	Medio	5,128.29
0478018	0478	018	Baja	Alto	Medio	7,462.31
0463031	0463	031	Baja	Alto	Medio	4,496.22
0463015	0463	015	Baja	Alto	Medio	7,829.60

0463014	0463	014	Baja	Alto	Medio	7,745.27
0463013	0463	013	Baja	Alto	Medio	4,297.17
0463012	0463	012	Baja	Alto	Medio	4,152.70
0463011	0463	011	Baja	Alto	Medio	5,209.65
0463010	0463	010	Muy baja	Alto	Medio	6,914.81
0459036	0459	036	Baja	Alto	Medio	1,679.23
0459034	0459	034	Media	Alto	Medio	4,539.63
0459033	0459	033	Baja	Alto	Medio	2,903.81
0459032	0459	032	Baja	Alto	Medio	601.62
0459031	0459	031	Baja	Alto	Medio	2,454.74
0459019	0459	019	Baja	Alto	Medio	7,011.03
0459018	0459	018	Baja	Alto	Medio	4,973.63
0459017	0459	017	Baja	Alto	Medio	4,037.48
0459015	0459	015	Baja	Alto	Medio	22,116.20
0459014	0459	014	Baja	Alto	Medio	5,376.25
0459013	0459	013	Baja	Alto	Medio	1,458.34
0459012	0459	012	Baja	Alto	Medio	7,854.78
0459001	0459	001	Baja	Alto	Medio	7,884.69
0444050	0444	050	Baja	Alto	Medio	3,596.47
0444046	0444	046	Baja	Alto	Medio	3,323.66
0444045	0444	045	Baja	Alto	Medio	2,243.94
0444044	0444	044	Baja	Alto	Medio	1,668.53
0444043	0444	043	Baja	Alto	Medio	1,634.75
0444042	0444	042	Baja	Alto	Medio	1,621.45
0444041	0444	041	Baja	Alto	Medio	1,551.82
0444016	0444	016	Baja	Alto	Medio	5,482.98
0444015	0444	015	Baja	Alto	Medio	5,452.63
0444014	0444	014	Baja	Alto	Medio	6,500.91
0444013	0444	013	Baja	Alto	Medio	6,555.28
0444012	0444	012	Baja	Alto	Medio	6,473.95
0444009	0444	009	Baja	Alto	Medio	2,562.15
043A042	043A	042	Baja	Alto	Medio	1,595.01

043A041	043A	041	Baja	Alto	Medio	1,483.54
043A040	043A	040	Baja	Alto	Medio	6,276.50
043A039	043A	039	Baja	Alto	Medio	1,172.45
043A038	043A	038	Baja	Alto	Medio	2,580.46
043A033	043A	033	Baja	Alto	Medio	3,705.18
043A032	043A	032	Baja	Alto	Medio	3,316.62
043A031	043A	031	Baja	Alto	Medio	4,978.11
043A019	043A	019	Media	Alto	Medio	6,895.19
043A018	043A	018	Baja	Alto	Medio	6,776.51
043A017	043A	017	Baja	Alto	Medio	6,313.91
043A016	043A	016	Baja	Alto	Medio	6,462.72
043A015	043A	015	Baja	Alto	Medio	6,262.35
043A014	043A	014	Baja	Alto	Medio	6,296.07
043A013	043A	013	Baja	Alto	Medio	6,161.19
043A012	043A	012	Baja	Alto	Medio	6,556.22
0425049	0425	049	Baja	Alto	Medio	1,905.67
0425047	0425	047	Baja	Alto	Medio	993.75
0425046	0425	046	Muy baja	Alto	Medio	3,088.02
0425045	0425	045	Baja	Alto	Medio	1,479.66
0425044	0425	044	Muy baja	Alto	Medio	673.79
0425042	0425	042	Baja	Alto	Medio	1,443.63
0425030	0425	030	Media	Alto	Medio	5,425.86
0425029	0425	029	Baja	Alto	Medio	7,043.28
0425028	0425	028	Baja	Alto	Medio	6,675.59
0425027	0425	027	Baja	Alto	Medio	6,497.84
0425026	0425	026	Baja	Alto	Medio	6,354.57
0425025	0425	025	Baja	Alto	Medio	6,955.60
0425024	0425	024	Baja	Alto	Medio	3,064.46
0425023	0425	023	Baja	Alto	Medio	4,894.58
0425011	0425	011	Baja	Alto	Medio	6,436.27
0425010	0425	010	Baja	Alto	Medio	6,527.13
0425009	0425	009	Baja	Alto	Medio	7,037.44

0425008	0425	008	Baja	Alto	Medio	6,713.61
0425006	0425	006	Baja	Alto	Medio	2,932.37
0425005	0425	005	Baja	Alto	Medio	5,980.10
0425004	0425	004	Baja	Alto	Medio	6,256.58
0425003	0425	003	Media	Alto	Medio	6,158.94
0410007	0410	007	Baja	Alto	Medio	38,130.50
0410005	0410	005	Baja	Alto	Medio	7,608.71
0406033	0406	033	Baja	Alto	Medio	4,088.00
0406032	0406	032	Baja	Alto	Medio	2,067.31
0406031	0406	031	Muy baja	Alto	Medio	4,278.31
0406014	0406	014	Muy baja	Alto	Medio	5,696.43
0406013	0406	013	Baja	Alto	Medio	5,522.73
0393017	0393	017	Baja	Alto	Medio	9,661.59
0393011	0393	011	Baja	Alto	Medio	12,379.10
0302034	0302	034	Baja	Alto	Medio	8,527.00
0302033	0302	033	Baja	Alto	Medio	8,075.78
0302032	0302	032	Baja	Alto	Medio	4,295.09
0302029	0302	029	Baja	Alto	Medio	3,346.56
0302011	0302	011	Baja	Alto	Medio	7,476.56
0302010	0302	010	Baja	Alto	Medio	7,006.10
029A039	029A	039	Baja	Alto	Medio	4,504.32
029A033	029A	033	Baja	Alto	Medio	3,643.29
029A032	029A	032	Baja	Alto	Medio	4,791.07
0798006	0798	006	Muy baja	Alto	Medio	36,384.30
1353031	1353	031	Baja	Alto	Medio	2,511.07
029A014	029A	014	Muy baja	Alto	Medio	1,089.77
029A013	029A	013	Baja	Alto	Medio	8,366.65
029A012	029A	012	Baja	Alto	Medio	3,585.39
0285038	0285	038	Baja	Alto	Medio	4,361.79
0285036	0285	036	Baja	Alto	Medio	2,652.78
0285035	0285	035	Baja	Alto	Medio	3,049.09
0285020	0285	020	Baja	Alto	Medio	6,925.32

0266079	0266	079	Media	Alto	Medio	7,200.45
0266078	0266	078	Baja	Alto	Medio	1,942.87
0266073	0266	073	Baja	Alto	Medio	3,790.69
0266066	0266	066	Baja	Alto	Medio	2,135.39
0266065	0266	065	Baja	Alto	Medio	6,386.05
0266064	0266	064	Baja	Alto	Medio	485.15
0266048	0266	048	Baja	Alto	Medio	2,539.69
0266047	0266	047	Muy baja	Alto	Medio	1,542.26
0266044	0266	044	Baja	Alto	Medio	2,115.37
0266031	0266	031	Baja	Alto	Medio	2,253.07
0266030	0266	030	Baja	Alto	Medio	24,438.10
0266029	0266	029	Baja	Alto	Medio	7,479.30
0266012	0266	012	Media	Alto	Medio	28,258.20
0266011	0266	011	Baja	Alto	Medio	42,872.50
0251037	0251	037	Baja	Alto	Medio	13,997.20
0251036	0251	036	Muy baja	Alto	Medio	3,477.28
0251035	0251	035	Baja	Alto	Medio	4,075.94
0251034	0251	034	Baja	Alto	Medio	4,259.40
0251033	0251	033	Baja	Alto	Medio	6,801.92
0251032	0251	032	Baja	Alto	Medio	2,484.12
0251031	0251	031	Baja	Alto	Medio	3,616.22
0247024	0247	024	Baja	Alto	Medio	6,292.94
0247023	0247	023	Baja	Alto	Medio	15,551.20
0232037	0232	037	Baja	Alto	Medio	787.15
0232036	0232	036	Baja	Alto	Medio	4,441.39
0232016	0232	016	Baja	Alto	Medio	13,606.50
0232015	0232	015	Baja	Alto	Medio	6,015.47
0232014	0232	014	Baja	Alto	Medio	7,546.42
0228046	0228	046	Baja	Alto	Medio	5,651.99
0228039	0228	039	Baja	Alto	Medio	7,453.95
0228038	0228	038	Baja	Alto	Medio	7,299.26
0196041	0196	041	Baja	Alto	Medio	2,763.11

0158033	0158	033	Muy baja	Alto	Medio	7,848.24
0158032	0158	032	Baja	Alto	Medio	20,764.50
0158029	0158	029	Muy baja	Alto	Medio	717.85
0073008	0073	008	Baja	Alto	Medio	8,338.66
0073007	0073	007	Baja	Alto	Medio	7,272.35
0073006	0073	006	Baja	Alto	Medio	7,071.39
0073005	0073	005	Muy baja	Alto	Medio	12,885.00
0073004	0073	004	Baja	Alto	Medio	30,618.40
0069017	0069	017	Baja	Alto	Medio	4,070.97
029A029	029A	029	Baja	Alto	Medio	2,474.08
029A028	029A	028	Baja	Alto	Medio	9,985.13
029A004	029A	004	Baja	Alto	Medio	6,497.89
029A003	029A	003	Baja	Alto	Medio	7,547.34
0285031	0285	031	Baja	Alto	Medio	7,615.66
0266063	0266	063	Baja	Alto	Medio	2,658.99
0266053	0266	053	Baja	Alto	Medio	1,439.99
0266052	0266	052	Baja	Alto	Medio	2,359.12
0251038	0251	038	Muy baja	Alto	Medio	3,563.48
0251022	0251	022	Baja	Alto	Medio	9,378.39
0251020	0251	020	Muy baja	Alto	Medio	10,035.90
0247030	0247	030	Baja	Alto	Medio	5,030.12
0406037	0406	037	Muy baja	Alto	Medio	746.39
1211049	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	5,447.17
0020059	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	9,341.67
0020058	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	14,644.20
0020056	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	11,748.00
0035061	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	1,425.35
0035059	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	1,147.95
0035058	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	969.31
0035057	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	6,250.63
0035060	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	5,114.45
0035062	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	5,394.05

0228037	0228	037	Baja	Alto	Medio	10,813.30
0317006	0317	006	Baja	Alto	Medio	7,456.71
0317011	0317	011	Baja	Alto	Medio	9,027.25
1353030	1353	030	Baja	Alto	Medio	11,580.50
1090027	1090	027	Baja	Alto	Medio	53,120.60
0035046	0035	046	Muy baja	Alto	Medio	6,652.27
0497009	0497	009	Baja	Alto	Medio	2,442.98
0020017	0020	017	Baja	Alto	Medio	45,148.60
0020052	0020	052	Muy baja	Alto	Medio	11,183.70
0069026	0069	026	Baja	Alto	Medio	288,216.00
0410018	0410	018	Baja	Alto	Medio	7,865.50
0425012	0425	012	Baja	Alto	Medio	6,741.42
0478029	0478	029	Baja	Alto	Medio	2,734.86
1211022	1211	022	Baja	Alto	Medio	130,069.00
1141005	1141	005	Baja	Alto	Medio	42,558.50
0020057	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	8,375.34
0035001	0035	001	Baja	Alto	Medio	2,015.56
0035045	0035	045	Baja	Alto	Medio	2,380.06
0035047	0035	047	Baja	Alto	Medio	3,300.21
0266005	0266	005	Baja	Alto	Medio	999.66
0266081	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Medio	2,434.29
0266076	0266	076	Baja	Alto	Nulo	2,240.84
0196043	0196	043	Muy baja	Alto	Nulo	1,704.08
0478022	0478	022	Baja	Alto	Nulo	3,074.77
0035016	0035	016	Baja	Alto	Nulo	275,306.00
1122052	1122	052	Muy baja	Alto	Nulo	558.34
1086050	1086	050	Baja	Alto	Nulo	3,235.16
1086037	1086	037	Muy baja	Alto	Nulo	8,114.42
0463009	0463	009	Baja	Alto	Nulo	8,401.76
043A044	043A	044	Muy baja	Alto	Nulo	365.81
043A005	043A	005	Muy baja	Alto	Nulo	6,488.69
1368015	1368	015	Muy baja	Alto	Nulo	3,521.47

1368012	1368	012	Muy baja	Alto	Nulo	745.94
1353016	1353	016	Muy baja	Alto	Nulo	824.42
0410015	0410	015	Muy baja	Alto	Nulo	4,972.81
0410014	0410	014	Muy baja	Alto	Nulo	5,501.89
0410012	0410	012	Muy baja	Alto	Nulo	5,528.59
0374044	0374	044	Muy baja	Alto	Nulo	473.00
0321034	0321	034	Muy baja	Alto	Nulo	1,020.90
0321033	0321	033	Muy baja	Alto	Nulo	524.76
0266058	0266	058	Muy baja	Alto	Nulo	200.42
0798002	0798	002	Muy baja	Alto	Nulo	71,523.50
0798001	0798	001	Muy baja	Alto	Nulo	94,875.20
0497021	0497	021	Baja	Alto	Nulo	2,539.70
0497019	0497	019	Media	Alto	Nulo	3,231.27
0482023	0482	023	Muy baja	Alto	Nulo	6,981.21
0478031	0478	031	Muy baja	Alto	Nulo	5,859.56
0463037	0463	037	Muy baja	Alto	Nulo	3,605.60
0463036	0463	036	Muy baja	Alto	Nulo	8,299.31
0463019	0463	019	Muy baja	Alto	Nulo	2,543.78
0463018	0463	018	Muy baja	Alto	Nulo	8,184.89
0073009	0073	009	Muy baja	Alto	Nulo	37,822.80
0020037	0020	037	Muy baja	Alto	Nulo	3,371.08
0463030	0463	030	Muy baja	Alto	Nulo	6,970.93
0425035	0425	035	Muy baja	Alto	Nulo	6,983.72
0410011	0410	011	Muy baja	Alto	Nulo	5,243.98
0410001	0410	001	Muy baja	Alto	Nulo	20,924.70
0073017	0073	017	Muy baja	Alto	Nulo	9,298.21
0073016	0073	016	Muy baja	Alto	Nulo	12,348.60
0069023	0069	023	Muy baja	Alto	Nulo	12,848.80
0069019	0069	019	Muy baja	Alto	Nulo	17,531.10
036A015	036A	015	Muy baja	Alto	Nulo	7,879.73
1368041	1368	041	Muy baja	Alto	Nulo	848.10
1368018	1368	018	Muy baja	Alto	Nulo	445.80

1368017	1368	017	Baja	Alto	Nulo	2,505.13
1211043	1211	043	Muy baja	Alto	Nulo	5,360.11
1211042	1211	042	Baja	Alto	Nulo	7,985.18
1122041	1122	041	Muy baja	Alto	Nulo	217.63
1103030	1103	030	Muy baja	Alto	Nulo	1,223.61
1071039	1071	039	Muy baja	Alto	Nulo	3,719.01
0497040	0497	040	Muy baja	Alto	Nulo	74,806.80
0497034	0497	034	Muy baja	Alto	Nulo	73,406.90
0497029	0497	029	Muy baja	Alto	Nulo	7,241.82
0482046	0482	046	Muy baja	Alto	Nulo	593.25
0478039	0478	039	Muy baja	Alto	Nulo	758.40
0478037	0478	037	Muy baja	Alto	Nulo	310.22
0478033	0478	033	Muy baja	Alto	Nulo	13,210.00
0463042	0463	042	Muy baja	Alto	Nulo	1,942.03
0463040	0463	040	Muy baja	Alto	Nulo	538.87
0463038	0463	038	Muy baja	Alto	Nulo	703.09
0463028	0463	028	Muy baja	Alto	Nulo	4,088.49
0463027	0463	027	Muy baja	Alto	Nulo	1,903.13
0463026	0463	026	Muy baja	Alto	Nulo	8,287.70
0459035	0459	035	Muy baja	Alto	Nulo	75.75
0459002	0459	002	Muy baja	Alto	Nulo	7,475.97
0425051	0425	051	Muy baja	Alto	Nulo	8,241.33
0425048	0425	048	Muy baja	Alto	Nulo	238.39
0410031	0410	031	Muy baja	Alto	Nulo	8,209.14
0410030	0410	030	Muy baja	Alto	Nulo	8,274.72
0410029	0410	029	Muy baja	Alto	Nulo	3,162.72
0410028	0410	028	Muy baja	Alto	Nulo	20,915.30
0410025	0410	025	Muy baja	Alto	Nulo	39,641.00
0410022	0410	022	Muy baja	Alto	Nulo	31,184.60
0410010	0410	010	Muy baja	Alto	Nulo	1,563.41
0410009	0410	009	Muy baja	Alto	Nulo	5,599.17
0410004	0410	004	Muy baja	Alto	Nulo	6,057.69

0410003	0410	003	Muy baja	Alto	Nulo	5,665.67
0410002	0410	002	Muy baja	Alto	Nulo	5,293.37
029A043	029A	043	Muy baja	Alto	Nulo	953.19
0798005	0798	005	Muy baja	Alto	Nulo	170,063.00
0798003	0798	003	Muy baja	Alto	Nulo	97,112.30
0285040	0285	040	Muy baja	Alto	Nulo	1,433.31
0285037	0285	037	Muy baja	Alto	Nulo	1,257.96
0251039	0251	039	Muy baja	Alto	Nulo	1,381.93
0228040	0228	040	Muy baja	Alto	Nulo	3,281.48
0073003	0073	003	Muy baja	Alto	Nulo	9,730.04
0374015	0374	015	Muy baja	Alto	Nulo	9,777.74
0020009	0020	009	Baja	Alto	Nulo	7,842.10
0302039	0302	039	Muy baja	Alto	Nulo	1,126.10
0919035	0919	035	Muy baja	Alto	Nulo	27,101.40
0266077	0266	077	Baja	Alto	Nulo	379.27
1141128	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alto	Nulo	51,834.80
0266075	0266	075	Muy baja	Alto	Nulo	523.68
Sin dato						
Sin dato						
Sin dato						

Fuente: Elaboración propia

Fase V. Propuesta de Estudios, Obras y Acciones

5.1. Planteamiento de propuestas

Acciones administrativas o estructurales

Como resultado del presente estudio, se tiene detectada la falta de la actualización de un *Reglamento Municipal de Construcción*, que ante su legal aplicación por parte de los desarrolladores inmobiliarios y la población en general, se logre disminuir la vulnerabilidad de la población ante eventos naturales (hidrometeorológicos) que puedan generar afectaciones parciales o totales a sus bienes e inmuebles, a esta ausencia se puede sumar la generación espontánea cada vez más frecuente de Asentamientos Humanos Irregulares, en zonas en donde las características litológicas no favorecen el desarrollo de localidades. La falta de la actualización del reglamento y crecimiento urbano sin planificación a consecuencia de la falta de observancia del Plan de Desarrollo Urbano Municipal, son en conjunto las posibles causas del crecimiento de la mancha urbana de Tampico en sitios que no tiene la aptitud territorial o la vocación natural para albergar este tipo de edificaciones. En este sentido, urge que el municipio de Tampico actualice el reglamento de construcción, densificación, desarrollo urbano o uso de suelo o análogos que establezcan la tipología y técnica constructiva de acuerdo con el peligro o riesgo de la zona, todo esto con la finalidad de regular el crecimiento desordenado de la mancha urbana en sitios que pueden convertirse en peligro inminente para los habitantes de estas nuevas edificaciones.

También será necesario delimitar en un mapa del territorio municipal todas las zonas o áreas que puedan ser susceptibles de albergar nuevas construcciones, basadas en un análisis previo del tipo de relieve y estudios de mecánica de suelos que garanticen que no existe vulnerabilidad y riesgo de tipo geológico y de tipo hidrometeorológico para las potenciales reservas territoriales que se destinarán para la construcción de nuevos espacios habitacionales.

Esta situación requerirá de la instalación de una plataforma SIG dentro de la Dirección de Protección Civil y de Desarrollo Urbano, para contar con una herramienta geoespacial que permita el monitoreo y análisis de los fenómenos en el tiempo y el espacio, para tener argumentos ante la eventual toma de decisiones que permitan definir junto con los instrumentos de planeación territorial antes señalados, los espacios hacia donde pueda crecer de manera planificada la zona urbana municipal, con el objetivo también de mitigar procesos erosivos que se traduzcan en la *remoción en masa* de los flujos sedimentarios que tienen como destino final los fondos de los cauces, afectando con ello, la funcionalidad eco hidrológica y en su caso los asentamientos urbanos.

Para ello, el municipio de Tampico deberá invertir en la capacitación del personal técnico que opera dentro de las Direcciones de Protección Civil y Desarrollo Urbano en aspectos relacionados a la operación y manejo del Sistema de Información Geográfica Municipal (SIG) en la que se tengan una serie de capas de información que pueda ser utilizada para la adecuada toma de decisiones a nivel municipal. De la misma manera estas áreas y en particular la Dirección de Protección Civil, deberá contar dentro de su estructura organizacional con un área de Prevención de Riesgos y Emergencias Mayores, que de manera conjunta tengan la posibilidad de desarrollar acciones para mitigar los posibles riesgos y en su defecto atender las emergencias de manera integral, privilegiando la salvaguarda de la población y sus bienes e inmuebles.

Por otra parte, esta área de Protección Civil, deberá tener comunicación permanente con otros actores relacionados con esta materia, tanto a nivel estatal como federa, esta relación deberá generar los acuerdos institucionales que vinculen a las instituciones para atender las necesidades de la población en materia de riesgos, es necesario establecer vínculos con el gobierno estatal, el CENNAPRED, PEMEX, entre los más relevantes, esto con el objetivo de generar sinergias institucionales en esta materia. Paralelamente, estos acuerdos deben generar programas de capacitación y difusión con la población civil, para definir planes de protección civil que facilite a la población la adecuada respuesta ante la posible presencia de algún evento que potencialmente puedan generar daños.

Los estudios y obras por proponer para el Atlas son las siguientes:

Remoción en masa

Para poder mitigar este riesgo a nivel municipal, se sugiere solicitar a SEDATU para el ejercicio fiscal 2019, los siguientes tipos de obras o proyectos:

- Estabilización de taludes y laderas
- Forestación con fines de prevención
- Terrazas
- Construcción de trincheras estabilizantes, zanjas de infiltración
- Construcción de bermas

Inundaciones

Dada la frecuente ocurrencia de precipitaciones pluviales en el municipio de Tampico, se sugiere la solicitud de las siguientes Obras de Prevención y Mitigación Hidráulicas:

- Construcción, ampliación de drenaje pluvial y sanitario
- Canales de desvío
- Desazolve
- Bordos (elaboración y mantenimiento de los actuales)
- Muros de contención

De manera paralela, deberá de solicitarse la elaboración de estudios específicos, análisis de peligros, vulnerabilidad y riesgos derivados de un atlas, incluye mapas de riesgo, sobre todo, para poder desarrollar obras específicas que puedan mitigar riesgos derivados de fenómenos geológicos (procesos de remoción en masa) y de tipo hidrometeorológico que con tanta frecuencia afectan a esta demarcación municipal.

En este sentido, recomendamos implementar un programa de monitoreo de sólidos disueltos en el agua para evaluar el flujo de detritos en los cuerpos de agua de la zona que mayor afectación presente en el municipio. El mapa debe de contener los sitios de monitoreo de sólidos disueltos.

De manera paralela, deberá diseñarse e implementarse un programa de monitoreo de deslizamientos geomorfológicos o derrumbes en los sitios identificados, con la finalidad de tener mayor conocimiento sobre el comportamiento de dichos deslizamientos y poder implementar obras de mitigación de estos. Este programa de monitoreo de los deslizamientos geomorfológicos deberá contemplar la instalación de varillas graduadas en curvas de nivel desde la más baja a la más alta e ir observando dicho fenómeno en un lapso determinado, el cual debe comprender los meses de mayor precipitación pluvial en la zona, comprendida entre los meses de julio a septiembre.

Para el caso de las colonias que se encuentran asentadas dentro de zonas de riesgo, deberán de solicitarse Estudios de viabilidad y de costo beneficio para la reubicación de la población en zonas de riesgo, con la finalidad de evaluar la posibilidad de hacer reubicaciones de estas poblaciones a otros puntos de la mancha urbana de Tampico.

Finalmente, se recomienda solicitar Estudios de Resiliencia Urbana, para que a nivel municipal se cuente con una mayor capacidad humana y social para poder enfrentar los efectos adversos del cambio climático en el mediano y largo plazo, así como diseñar una ruta crítica para ir conformando una cultura de protección civil que pueda ser asimilada por

la sociedad en general y en donde el gobierno municipal coadyuve a construcción de esta nueva cultura de la prevención del riesgo.

Como se detectó en recorrido de campo y en los análisis anteriores, los peligros y riesgos más recurrentes en el municipio de Tampico son los de remoción en masa y las inundaciones; los primeros acontecen en las zonas conocidas como el Sauce y el Cerro de Andonegui, y el caso de los segundos ocurren principalmente en las colonias cercanas a las márgenes de los ríos Tamesí, Pánuco y cercanas a las lagunas del Chairel y del Carpintero; así como algunas colonias del centro y sur del municipio, debido a la presencia de lluvias torrenciales.

Las causas que provocan la remoción de masa en las laderas de los montículos antes mencionados se deben, principalmente, a que son formaciones geológicas que presentan pendientes pronunciadas, poca vegetación y gran número de asentamientos humanos; que en conjunto modifican la estabilidad de las laderas. En el cerro de Andonegui puede observarse la falta de revestimiento del talud y que ya existe muro de contención. Sin embargo, se recomienda que se continúe revistiendo la pendiente del cerro en este tramo y aquellos que estén en condición de riesgo para la población.

Por lo tanto, debido a la situación anterior, se hacen una serie de propuestas que permitan mitigar o reducir los efectos de los fenómenos remoción en masa e inundación. Se indica el tipo de obra, ubicación y resultados de su implementación; las cuales están enfocadas a acciones de dragado, desazolve de ductos y canales, así como revestimiento de drenes pluviales, mantenimiento y ampliación de bordos de contención, entre otras.

Dentro de las recomendaciones en el caso de flujo de masas, lo ideal es evitar radicalmente el crecimiento urbano en las zonas afectadas por este fenómeno y construcciones en las laderas de aquellas propiedades ya consolidadas, por lo cual se tiene que contar con una normatividad de ordenamiento urbano que dé solución a esta problemática. Los tipos de obra que se recomiendan para revestimiento del talud son: utilizar concreto lanzado con la finalidad de evitar alguna alteración y erosión a la roca; otra forma sería a través de construcción de muros de contención con sistema de drenes, lo que ayudaría evitar la saturación del material, aunque con este sistema se recomienda una revisión continua para evitar el azolve de los drenes. Una tercera opción es disminuir el ángulo de buzamiento o reduciendo su altura con la generación de bermas.

Por último, se recomienda evitar desagües domésticos hacia la ladera para suprimir las filtraciones y empujes hidrostáticos y consecuente debilitamiento del talud, por lo cual se recomienda fortalecer la red de drenaje en esos sitios y conectar los drenajes domésticos existentes para evitar afectaciones a las laderas.

Tabla 50. Propuestas para mitigar los riesgos por flujo de masa e inundaciones en Tampico, Tamaulipas

Obra propuesta	Ubicación	Tipo de mitigación	Tipo de fenómeno a mitigar	Resultados
Revestimiento de talud	Laderas del Cerro de Andonegui	R ¹	Remoción de masa (caída de bloques)	Estas obras mitigarán el derrumbamiento de rocas y contendrán el flujo de pequeñas rocas, y posibles derrumbes de casas habitación ubicadas en las laderas. Asimismo, se recomienda la reubicación de aquellas viviendas que se encuentren en situación de alto riesgo.
	Laderas del Cerro del Sauce	R	Remoción de masa (flujo de detritos)	
Mantenimiento de bordos de contención del Río Tamesí	Colonias Nacional y Cascajal en su bordo oriente, y el tramo de la colonia Morelos en lado poniente.	R	Inundación fluvial y pluvial (desbordamiento, acumulación y encharcamiento)	Optimizar la infraestructura pluvial y contar con nuevas obras para mitigar los efectos por inundaciones
Ampliación del bordo de contención y construcción de cárcamos sobre los márgenes del Río Tamesí	Tramo entre las colonias Pescadores y Sauce. Colonia Vicente Guerrero, Sector Moscú	R	Inundación fluvial	
Mantenimiento de ductos de desagüe pluvial por fractura, así como su desazolve y desbloqueo	En todo el municipio, principalmente en aquellos que se conectan directamente a la Laguna del carpintero	R	Inundación fluvial y pluvial (por desbordamiento, acumulación y encharcamiento)	
Mantenimiento, desbloqueo, desazolve, rectificación de cauce y en su caso embovedado de canales con rejillas de loza.	En todo el municipio	R		
Limpieza y dragado de la Laguna del Carpintero	Laguna del Carpintero	R		Aumento en la profundidad del vaso de la laguna y canales, situación que

Limpieza y dragado de los canales de la Cortadura y Andonegui	Canales de la cortadura y Andonegui.	R		permitirá mayor captación de aguas pluviales y de contramarea.
--	--------------------------------------	---	--	--

Por otro lado, Tampico es una ciudad que año con año está sometida a problemas de inundación de tipo pluvial y fluvial. Actualmente cuenta con una gran extensión de drenes y canales (aproximadamente 33 km) que tienen el objetivo de aliviar la avenida de aguas pluviales. La red de drenes que existen son ductos y otros se encuentran en estado natural, con algunos en deterioro por la erosión (11.6 km); también se tienen canales revestidos con concreto, que en su mayoría se encuentran en mal estado (21.3 km). También, sobresalen las inundaciones asociadas al desbordamiento de las corrientes tributarias de las cuencas del río Pánuco RH26A y RH26B que ponen en riesgos a varias colonias, tal como se mencionó en el apartado de inundaciones.

Por consiguiente, y específicamente con respecto a las obras planteadas en la tabla anterior, es necesario realizar acciones que aumenten la eficiencia de la infraestructura existente, así como nuevas obras de mitigación para inundaciones de tipo pluvial y fluvial.

Dentro de las obras y acciones que se proponen en este atlas se enlistan las siguientes:

1. Revestimiento o entubamiento de drenes naturales, con el objetivo de desalojar rápidamente el flujo de agua. Esto debe realizarse en todo el municipio.
2. Reparación de canales revestidos que presenten daño, así como su desazolve; esta situación igualmente que la anterior es necesaria aplicarla para todo el municipio, sin embargo, existen canales que necesitan atención inmediata.

5.2. Priorización de acciones

Ondas de calor

Las altas temperaturas son peligrosas, en especial para los bebés, los niños pequeños, las personas mayores de 65 años o aquellos que padecen enfermedades crónicas. Por tal motivo, las recomendaciones planteadas son las siguientes:

- Tomar mucha agua durante todo el día.
- Consumir alimentos frescos, como frutas y verduras.
- Evitar las bebidas alcohólicas, muy dulces y las infusiones calientes.
- Usar ropa suelta, de materiales livianos y de colores claros.
- No realizar actividad física en ambientes calurosos.
- Tomar líquido antes, durante y después de practicar cualquier actividad al aire libre.
- Protegerse del sol poniéndose un sombrero o usando una sombrilla.
- Usar cremas de protección solar (SPF en inglés), factor 15 o más.
- Evitar actos públicos o juegos en espacios cerrados sin ventilación.

A los lactantes y niños pequeños:

- Darles el pecho a los lactantes con más frecuencia.
- Hacerlos beber agua fresca y segura.
- Trasladarlos a lugares frescos y ventilados.
- Ducharlos o mojarles todo el cuerpo con agua fresca.

Se recomienda identificar las zonas que presentan el mayor déficit de árboles, con la finalidad de implementar programas de reforestación urbana para mitigar los efectos de las altas temperaturas en el Municipio de Tampico.

Sequías

Las sequías se están presentando, cada vez con mayor frecuencia, en gran parte del mundo. Esto se debe a los cambios climáticos globales que están sucediendo en el planeta. Así pues, el agua podría convertirse, en un futuro próximo, en un recurso de poder que podría llevar a disputas internacionales y nacionales por poseerla.

Las medidas de mitigación para disminuir los efectos negativos de las sequías pueden ser: las construcciones y obras de ingeniería que ayudan a controlar, almacenar, extraer y distribuir el agua, con el fin de optimar el uso del vital recurso en época de sequía. Entre estas obras de ingeniería están: presas, tanques de almacenamiento, sistemas de abastecimiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas negras, perforación de pozos, canales revestidos y sistemas de irrigación.

Acciones para combatir la sequía:

- Administración de los recursos del agua.
- Concientización pública y participación.
- Sistemas de medición e información.
- Uso sustentable del agua subterránea.
- Uso y manejo eficiente del agua en la agricultura.
- Uso y manejo eficiente del agua doméstica, industrial y otros sectores.
- Calidad del agua y salud pública.
- Conservación de los ecosistemas.
- Prevención y protección frente a condiciones extremas.

Tormentas eléctricas

Debido a los efectos de las tormentas eléctricas, es conveniente que la población aprenda a protegerse de estos fenómenos.

¿Qué hacer antes de la tormenta eléctrica?

- Asegurar los objetos del exterior de la vivienda que puedan desprenderse o causar daños debido a los fuertes vientos que pueden acompañar a la tormenta eléctrica.
- Cerrar las ventanas y correr las cortinas.
- Reforzar las puertas exteriores.
- Quitar las ramas o árboles muertos que puedan causar daño durante una tormenta eléctrica, ya que un rayo puede romper la rama de un árbol y golpear a una persona, e incluso, generar una explosión o un incendio.
- Mantenerse atento a los avisos de tormentas severas que emite el Servicio Meteorológico Nacional cada seis horas (smn.conagua.gob.mx).

- Instalar pararrayos en torres y antenas.
- Procurar la polarización correcta de todos los tomacorrientes incluyendo una tierra física en todo el sistema eléctrico (consultar a su proveedor de la Comisión federal de Electricidad a un técnico especializado), véase Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, instalaciones eléctricas.

¿Qué hacer durante una tormenta eléctrica?

- Alejarse de los lugares altos, tales como cumbres, cimas, lomas y refugiarse en zonas bajas, pero no propensas a inundarse o a recibir avenidas súbitas.
- Apartarse de terrenos abiertos, por ejemplo, praderas, cultivos, campos de golf, terrazas, azoteas y estacionamientos abiertos, ya que las personas pueden sobresalir por su tamaño y convertirse en pararrayos.
- Por ningún motivo se debe correr durante la tormenta, ya que resulta peligroso debido a que la ropa mojada provoca una turbulencia en el aire y una zona de convección que puede atraer un rayo.
- Deshacerse de todo material metálico (bastones, mochilas con armazón, botas con casquillos, paraguas, herramientas, utensilios agrícolas, etc.), ya que los metales resultan buenos conductores eléctricos.
- Jamás se deberá guarecerse debajo de un árbol o una roca, debido a que el primero por su humedad y verticalidad, aumenta la intensidad del campo eléctrico y en el segundo porque los rayos suelen caer sobre objetos sobresalientes. Tampoco se refugie en edificios pequeños o aislados como, graneros, chozas, cobertizos, tiendas de campaña, entre otros.
- Retirarse de objetos y elementos metálicos como vallas, alambradas, tuberías, líneas telefónicas e instalaciones eléctricas, rieles de ferrocarril, bicicletas, motocicletas y maquinaria pesada, puesto que la proximidad con éstos provoca una onda de choque generada por el rayo que, a su vez, calienta el aire y puede producir lesiones en los pulmones.
- Evite cualquier contacto con los cuerpos de agua, ríos, lagos, mar, albercas, así como zonas mojadas.
- En caso de haber un edificio o vehículo muy cerca, intentar llegar a él. De preferencia, no refugiarse en edificios pequeños o aislados como, graneros, chozas, cobertizos, tiendas de campaña, entre otros.
- Buscar una zona que se encuentre un poco más baja que el terreno circundante.
- No acostarse, ya que la tierra húmeda conduce muy bien la electricidad.
- Intentar agacharse lo más posible, pero tocando el suelo sólo con las plantas de los pies.
- Rehuir el refugio de una cueva o saliente rocoso, el rayo puede echar chispas a través de estas aberturas e, incluso, entrar por los canales naturales de drenaje para sus descargas, ya que se acumula el aire ionizado que aumenta la probabilidad de descarga.

- Apagar los instrumentos de localización y transmisión- recepción portátil (celulares, radio comunicadores y sistemas de posicionamiento global) y demás aparatos electrodomésticos, ya que sus radiaciones electromagnéticas pueden atraer los rayos y/o causar graves daños provocados por la variación de voltajes.
- Desconectar los enseres electrodomésticos y otros aparatos eléctricos, como las computadoras. Las variaciones de voltaje que provocan los rayos pueden causar graves daños.

Los pararrayos son una medida de protección para evitar daños, principalmente a los aparatos electrónicos, por el alcance de rayos. Consiste en una barra metálica preferentemente de cobre, de un metro de longitud que termine en punta, la cual se extiende por encima de la construcción, siguiendo una trayectoria con cable que la une a otra barra metálica del mismo material y de la misma longitud, la cual se encuentra enterrada con el propósito de transferir la carga eléctrica a la tierra, evitando el impacto directo del rayo.

Tormentas de Granizo

En México los daños más importantes por granizadas se presentan principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, causando, en ocasiones, la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas y vías de transporte y áreas verdes cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas.

¿Qué hacer antes de una granizada?

- Asegurar los objetos del exterior de la vivienda que puedan desprenderse o causar daños, debido a los fuertes vientos que pueden acompañar a la tormenta de granizo.
- Cerrar las ventanas y correr las cortinas.
- Reforzar las puertas exteriores.
- Quitar las ramas o árboles muertos que puedan causar daño durante una tormenta.
- Estar atentos a los avisos de tormentas severas que emite el Servicio Meteorológico cada 6 horas (smn.conagua.gob.mx).

¿Qué hacer durante una granizada?

Como se mencionó anteriormente, la magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. Cuando el tamaño del granizo es muy grande o la granizada es muy copiosa y viene

acompañada de un gran flujo de agua, puede provocar lesiones o poner en riesgo la vida de las personas. En tal caso, se recomienda: Si la tormenta de granizo deposita espesores mayores a los 30 cm de granizo y/o existe escurrimiento:

1) En un edificio o casa:

- Permanecer adentro y de preferencia en la planta superior del inmueble.
- Manténgase alejado de tragaluces y ventanas, especialmente aquéllas golpeadas por el granizo.
- Si su vivienda tiene techo de lámina de cartón o asbesto, protéjase debajo de una mesa o dentro de un ropero. El granizo puede perforar el techo de lámina de cartón y golpear a las personas, también puede quebrar la lámina de asbesto, cuyos pedazos pueden provocar lesiones. El granizo grande puede perforar los techos de lámina de zinc y lámina de plástico.
- Por ningún motivo salga. El granizo grande puede causar graves lesiones, e incluso la muerte.

Tornados

Dado que los tornados son fenómenos naturales que se presentan de manera súbita es necesario estar preparados para responder adecuadamente ante su ocurrencia. Los vientos y los objetos levantados por las ráfagas representan el mayor peligro durante un tornado, éstos pueden sorprender a la población en cualquier lugar llámese oficina, vivienda, escuela, en la calle, en el campo, etc. Si bien se carece de un lugar totalmente seguro, se pueden utilizar lugares que brinden protección a la población para evitar lesiones.

¿Qué hacer antes de un tornado?

- Conocer si la zona donde habita es susceptible a la ocurrencia de tornados, informarse en la Unidad de Protección Civil.
- Tener un directorio telefónico de emergencia actualizado (bomberos, protección civil, policías, etc.).
- Identificar el lugar más seguro de la vivienda con la asesoría de un especialista o ingeniero.
- Si logra observar el evento, informar a las autoridades de Protección Civil de su localidad para que de aviso a la población y se pueda realizar su seguimiento con las autoridades e instituciones competentes.
- Cuando una tormenta se aproxima, el ambiente se oscurece repentinamente, hay un descenso en la temperatura y escuchas un zumbido similar al de un enjambre de abejas, debes tomar las siguientes precauciones:

¿Qué hacer durante un tornado?

- No salir de la vivienda.
- Alejarse de las ventanas, si la vivienda es de mampostería con losa de concreto, buscar un lugar seguro como el baño, que carece de ventanas o tiene sólo ventilas (no letrinas).
- Es conveniente permanecer en el piso (adoptar una posición de cuclillas), buscar protección bajo muebles sólidos, podría ser debajo de una mesa resistente o colocarse bajo el marco de alguna puerta que pueda brindar seguridad, o abajo de las escaleras (de concreto).
- Cubrirse con una toalla, almohada, cobija o colocarse los brazos en la cabeza.
- Si está en la recámara, cubrirse con un colchón.
- Colocarse en las esquinas de las casas, permaneciendo siempre alejado de las ventanas.
- Proteger a la familia abrazándose entre todos y no soltar a los niños, ya que al volarse los techos pueden ser succionados por el tornado.

Ciclones tropicales

La importancia y peligro de los ciclones tropicales difiere entre tierra firme y superficie marina. Sobre los océanos las actividades humanas en riesgo son primeramente instalaciones petroleras, barcos y tráfico aéreo. En tierra, se ven amenazadas las vidas y actividades humanas en ciudades, pueblos, industrias, carreteras y cultivos que se encuentran, particularmente, a lo largo de la trayectoria del ciclón tropical.

Antes del ciclón tropical

- Acuda a la Unidad de Protección Civil o autoridades locales para conocer:
 - Si la zona en la que vive está sujeta a ciclones tropicales.
 - Qué lugares servirán de albergues, ellos pueden ser escuelas o iglesias en donde se colocarán avisos antes de la temporada de ciclones tropicales.
 - Por qué medios recibirá mensajes de emergencia.
 - Cómo puede integrarse a brigadas de auxilio, si desea ayudar.
 - Cuántas personas habitan en su vivienda.
 - Si hay enfermos que no puedan ver, moverse o caminar.
- Platique con familiares y amigos para organizar un plan de protección civil, tomando en cuenta lo siguiente:
 - Si su vivienda es frágil (carrizo, palapa, adobe, paja o materiales semejantes), tenga previsto un albergue: escuela, iglesia, palacio o agencia municipal.
 - Repare techos, ventanas y paredes para evitar daños mayores.
 - Procure un lugar para proteger su equipo de trabajo y a sus animales, almacenando alimento para ellos.

- En caso de tener familiares enfermos o de edad avanzada prevea el transporte.
- Para casos de emergencia tenga a la mano los artículos siguientes:
 - Botiquín e instructivo de primeros auxilios (solicite orientación en su Centro de Salud).
 - Radio portátil y linterna.
 - Agua hervida en envases con tapa.
 - Alimentos enlatados (atún, sardinas, frijoles, leche, etc.) y otros que no requieran refrigeración.

Durante el ciclón tropical

- Conserve la calma; tranquilice a sus familiares.
- Una persona alterada puede cometer muchos errores.
- Continúe escuchando su radio de pilas para obtener información o instrucciones acerca del huracán. Desconecte todos sus aparatos y el interruptor de energía eléctrica.
- Cierre las llaves de paso de gas y agua.
- Manténgase alejado de puertas y ventanas.
- No prenda velas ni veladoras; use lámparas de pilas.
- Atienda a los niños, ancianos y enfermos que estén con usted.
- Si el viento abre una puerta o ventana, no avance hacia ella de frente.
- Mueva a las partes altas objetos de valor y deje en el suelo aquellos que puedan caer.
- Vigile constantemente el nivel del agua cercana a su casa.
- No salga hasta que las autoridades informen que terminó el peligro.

RECUERDE: El paso del ojo del huracán por alguna población crea una calma que puede durar hasta una hora y después vuelve la fuerza destructora con vientos en sentido contrario, manténgase informado.

5.3. Conciliación de propuestas y priorización con autoridades locales

El pasado 10 de diciembre de 2018, en visita de campo, se llevó a cabo el reconocimiento de las zonas de riesgo por fenómenos geológicos e hidrometeorológicos y la realización del “Taller de Peligros y Vulnerabilidad para la construcción del Atlas de Riesgo del municipio de Tampico, Tamaulipas”. En estos eventos se tomaron las recomendaciones y comentarios de las autoridades municipales que participaron en el acompañamiento y brindaron información importante acerca de los fenómenos perturbadores y de las acciones que plantean a nivel municipal para mitigar los efectos de los posibles riesgos y vulnerabilidades a la población. Esta información, de manera oficial y con datos concretos, deberá ser enviada para su análisis e incorporación en el presente Atlas de Riesgos.

▪ Dren Canal “El Cangrejo” Sección 1

El proyecto consiste en la realización de las obras de limpieza de maleza y desazolve en la “Laguna Nuevo Amanecer” de acuerdo a restituirle capacidad de regulación determinando el NAMO a la elevación de 2.00 m. y el NAME a 3.00 m., así como la ampliación del canal pluvial Cangrejo para manejar un gasto total máximo de 44.00 m³/s para evitar de fondo las inundaciones y encharcamientos que año con año se presentan críticamente durante la temporada de lluvias en las vialidades y áreas habitacionales adyacentes.

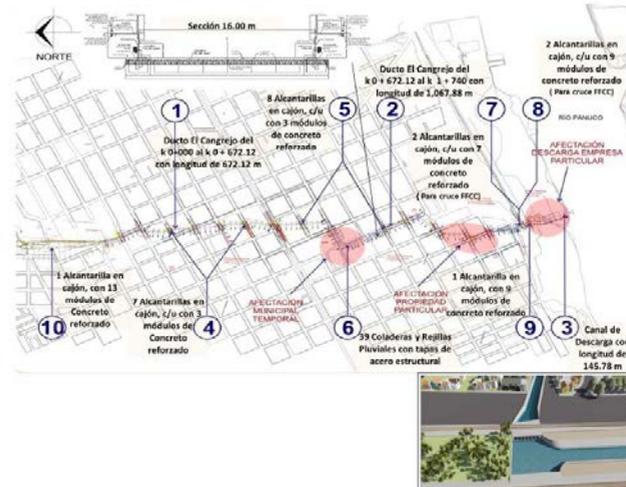
El resultado del estudio hidrológico de la cuenca arrojó un gasto de aportación de las cuencas y subcuencas urbanas de 68. 40 m³/seg hacia el vaso de la laguna Nuevo Amanecer.



▪ Dren Canal “El Cangrejo” Sección 2

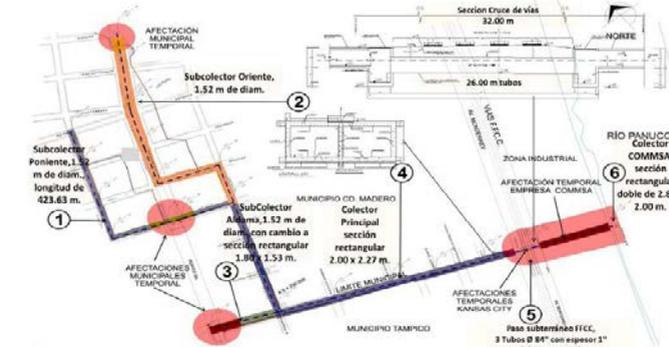
Consiste en un canal de sección rectangular revestido de concreto dividido en dos tramos: El primer tramo de 16.00 mts de ancho por 672.12 m de longitud. El segundo tramo de 14.50 mts de ancho por 1,083.88 m de longitud.

Sus muros laterales serán de aproximadamente 2.00 mts de altura de concreto armado y 0.25 mts de espesor. Se construirán 16 alcantarillas para cruces vehiculares en cada una de las calles y avenidas que presenta la infraestructura urbana en el desarrollo del canal El Cangrejo.



▪ Dren Pluvial Calle Aldama

Dren principal colector, iniciando en el cruce de las calles Belisario Domínguez y Guerrero, y corriendo hacia el sur hasta la calle Aldama, donde da vuelta hacia el oriente (gran parte sobre el canal existente), pasando bajo un cruce de vías FFCC que se resuelve con 3 tubos de acero A53 de 84” de diámetro y finalmente se conectan con un ducto cerrado de doble sección hasta desembocar en el río Pánuco.



	NOMBRE DEL PROYECTO	PROYECTO EJECUTIVO		COSTO DE PROYECTO EJECUTIVO	MUNICIPIO	OBSERVACIONES
		SI	NO			
1	DREN PLUVIAL VILLAHERMOSA	✓			TAMPICO	REALIZADO POR EL MUNICIPIO DE TAMPICO
2	DREN PLUVIAL BORREGURA - ORIENTE		✗		TAMPICO	COMPLEMENTO DEL PALAFOX - HEDALGO
3	INTERCONEXIÓN DREN PLUVIAL MAGDALENO AGUILAR - CENTRO BANCARIO Y FRANCISCO VILLA - LA PAZ	✓			TAMPICO	POR TERMINAR PROYECTO EJECUTIVO
3	COMPUERTAS/ALCANTARILLAS COMPLEMENTO TANCOL - LA PAZ		✗		TAMPICO	
4	TERMINACIÓN DEL DREN PLUVIAL 15 DE MAYO	✓			TAMPICO	YA ESTA EN CIUDAD MADERO
5	DREN PLUVIAL SIETE LEGUAS - HERRADURA		✗		TAMPICO	
6	DREN PLUVIAL CALLE MOSCÚ - COL. UNIVERSIDAD SUR	✓			TAMPICO	FALTA PROYECTO PARA CONECTARLO AL LOMAS DE ROSALES REALIZADO POR EL MUNICIPIO DE TAMPICO
7	DREN PLUVIAL IGNACIO ZARAGOZA	✓			TAMPICO	YA ESTÁ EN REVISIÓN CON AGUA MEXICO
8	DREN PLUVIAL REFORMA - GOCHICOA - HÉROE DE NACOZARI		✗		TAMPICO	
9	DREN PLUVIAL LAGUNA DE LA PUERTA		✗		TAMPICO	
10	DREN PLUVIAL LAS AMÉRICAS		✗		TAMPICO	
11	DREN PLUVIAL SAN PEDRO		✗		TAMPICO	
12	DREN PLUVIAL NATIVIDAD GARZA LEAL - REVOLUCIÓN VERDE		✗		TAMPICO	
13	DREN PLUVIAL ENRIQUE CÁRDENAS GONZÁLEZ		✗		TAMPICO	
14	DREN PLUVIAL COLONIA TAMAULIPAS.		✗		TAMPICO	
15	DREN PLUVIAL PRIMAVERA		✗		TAMPICO	
16	DREN PLUVIAL HELIOTROPOS	✓			TAMPICO	
	CONTROL DE INUNDACIÓN					
17	COMPUERTAS ZONA CENTRO - LAGUNA DEL CARPINTERO		✗		TAMPICO	
18	BORDO DE PROTECCIÓN VICENTE GUERRERO-MOSCÚ		✗		TAMPICO	

Protección Civil.				
Incluido	Descripción / Proyecto		Localización.	Estatus
POT	Dren Pluvial en la colonia Bugambilias.		Ciudad Madero	Conceptual
PDI				
POT	Dren Pluvial el FOVISSSTE		Ciudad Madero	Conceptual
PDI				
POT	Dragado y saneamiento de la Laguna del Carpintero y del Canal de la Cortadura.		Tampico	Conceptual
PDI				
POT	Sistema de drenaje pluvial en las colonias Conjunto Habitacional San Pedro y Arenal.		Tampico	Conceptual
PDI				
POT	Sistema de drenaje pluvial en la colonia Laguna de la Puerta.		Tampico	Conceptual
PDI				

Protección Civil.				
Incluido	Descripción / Proyecto		Localización.	Estatus
POT	Sistema de drenaje pluvial en la Primavera.		Tampico	Conceptual
PDI				
POT	Sistema de drenaje pluvial en las Américas.		Tampico	Conceptual
PDI				

Protección Civil.				
Incluido	Descripción / Proyecto		Localización.	Estatus
POT	Sistema de drenaje pluvial en las colonias Natividad Garza Leal y Revolución Verde.		Tampico	Conceptual
PDI				
POT	Sistema de drenaje pluvial en la zona de los Mercados en la calle Reforma, Gochicoa y Héroe de Nacozari.		Tampico	Conceptual
PDI				
POT	Sistema de drenaje pluvial en la colonia Tamaulipas.		Tampico	Conceptual
PDI				
POT	Sistema de drenaje pluvial en la colonia Enrique Cárdenas González.		Tampico	Conceptual
PDI				
POT	Sistema de drenaje pluvial en las colonias Aeropuerto y Choferes.		Tampico	Conceptual
PDI				

Bibliografía

- Alexander, D., 2000, *Confronting Catastrophe New Perspectives on Natural Disasters*: Guildford and King's Lynn, England, Oxford University Press, 288 p.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Bonham Carter, G.F. 1994. *Geographic Information Systems for Geoscientists, Modeling with GIS*. Pergamon Press, 398 p., Oxford.
- Bosque, S., Zamora, L., 2002, *Visualización geográfica y nuevas cartografías*: GeoFocus, 2, 61–77.
- Campos – Aranda, D. F. 2012. Relación y estimación de predicciones de lluvia horaria-diaria en dos zonas geográficas de México. *Tecnol. cienc. agua vol.3 no.2 Jiutepec abr./jun.* Nota Técnica. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000200010
- Campos – Vargas, M. M.; A. Toscano – Aparicio; J. F. Monroy – Gaytán; H. A. Reyes – López. 2011. Visualizador Web de información cartográfica de amenazas naturales. *Bol. Soc. Geol. Mex vol.63 no.1*: 71 – 82.
- CENAPRED. 2006. *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2005*. Serie: Impacto socioeconómico de los desastres en México.
- CENAPRED. 2018. Sistema de consulta de declaratorias 2000-2017. Disponible en: <http://www.anr.gob.mx/Declaratorias/>
- Chen, C.L. Rainfall Intensity-Duration-Frequency formulas. *Journal of the Hydraulics Engineering*. Vol. 109, No. 12, 1983, pp. 1603-1621.
- CONEVAL – SEDESOL. 2013. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social. Tampico, Tamaulipas. Información disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/46859/Tamaulipas_038.pdf
- Diario Oficial de la Federación. Versión abreviada del plan de ordenación de la zona conurbada de la desembocadura del Río Pánuco. Publicado el 15 de septiembre de 1982.
- Díaz, M.A., Díaz, C., 2001, *El análisis de la vulnerabilidad en la cartografía de riesgos tecnológicos*. Algunas cuestiones conceptuales y metodológicas: Serie Geográfica, 10, 27–41.
- Esper, M.Y. (2011). Inventario de procesos de remoción en masa en un sector del Departamento Iglesia, San Juan, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68, 225-232.
- García Amaro de M, Enriqueta. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 5a edición corregida, aumentada con un mapa de climas según el sistema y un diagrama de flujo para clasificar el clima. Instituto de Geografía. - UNAM, México, D. F. ISBN-UNAM: Serie Libros (Obra General) 968-36-7398-8, ISBN 970-32-1010-4. 90 pp.
- Gómez Escobar, María del Consuelo, 2004. *Métodos y Técnicas de la Cartografía Temática*. Instituto de Geografía, UNAM, México DF, pp. 176
- Imeplan. 2015. Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, Tamaulipas, actualización 2015. Gobierno del Estado de Tamaulipas. 203 p.
- INEGI. 2002. Síntesis de información geográfica del estado de San Luis Potosí. 6 hidrología. Información disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224240/702825224240_9.pdf
- INEGI. 2018. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México – INEGI Datos Básicos de la Geografía de México.
- INEGI. 2018. Vegetación acuática. Cuéntame. Territorio. Consultado el 03 de diciembre de 2018. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/vegetacion/va.aspx?tema=T>
- INEGI. Tasa de Crecimiento Media Anual Intercensal estimada de los datos Estadísticos de la Evolución de la población absoluta de los municipios de Tampico, Madero y Altamira del Cuadro I.
- Jiménez – Hernández, S. & D. Sánchez – Gonzalez. 2007. Ordenación urbana litoral y prevención Ante Desastres de inundación, en los Municipios de Tamaulipas, México. El sistema de alerta temprana contra eventos meteorológicos extremos (SATEME).
- Jiménez, S. 2007. Los riesgos de inundación en la conurbación de Tampico- Madero y Altamira. Instituto de Investigación en Ingeniería. Ciencia UAT. 1 (3): 48 (enero-marzo).
- Jiménez – Hernández, S.; F. Sosa – Pérez; D. Piñero – Hernández; J. Reynoso – Martínez; F. Gutiérrez; L. A. Zavala – Guerrero & M. Azuara – Hernández. 2008. Sistema de alerta Temprana Contra Eventos Meteorológicos Extremos para la Costa Tamaulipeca (SATEME). Instituto de Investigación en Ingeniería.

- Kanji, M.A., Cruz, P.T., Massad, F. and Araujo Filho, H.D. (1997). Basic and common characteristics of debris flows. 2nd Panamerican Symposium on Landslides, R. Janeiro, Vol.2: 223231.
- Kanji, M.A., Cruz, P.T., Massad, F. and Araújo Filho, H.A. (2001). Environmental effects of debris flows and their protection measures. XV International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Istanbul, Vol. 3: 1913-1916.
- Kanji, M.A., Massad, F. and Cruz, P.T. (2003). Debris flows in areas of residual soils: occurrence and characteristics. International Workshop on Occurrence and Mechanism of Flows in Natural Slopes and Earthfills, 1-13.
- Kuroiwa, J. 2002. "Reducción de desastres. Viviendo en armonía con la naturaleza", Lima.
- M. L. Cuevas – Fernández, A. Garrido – Pérez, J. L. Pérez – Damián, D. Iura – González. 2010. Estado actual de la vegetación en las Cuencas de México. In: Cotler – Ávalos H., A. Garrido – Pérez, N. Luna – Guzmán, C. Enríquez – Guadarrama & M. L. Cuevas – Fernández. 2010. Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. Pa'gs.: 50 – 58.
- Mayorga, R. (2003). Determinación de umbrales de lluvia detonante de deslizamientos en Colombia. Tesis de Magíster, Universidad Nacional de Colombia.
- Ponce – Shernicharo, G., Esquivel – Hernández, M. T., & Flores – Arenales, R. 2010. Situación de la vivienda en el estado de Tamaulipas 2005 – 2030. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. LXI legislatura, Cámara de Diputados. Datos disponibles en: file:///C:/Users/Daniel/Downloads/Docto_89_vivienda_tamaulipas.pdf
- Raisz, Erwin. (1964), Landforms of Mexico. Prepared for the Geography Branch of the Office of Naval Research by Erwin Raisz. (insets) Physiographic Provinces. States and Territories. (mapa en escala 1:3 000 000), Cambridge, Mass. (publicación anterior en 1959).
- REVENGA, C., S. Murray, J. Abramovitz y A. Hammond, 1998. Watersheds of the World. Ecological Value and Vulnerability, World Resources Institute, Washington, D.C.
- Sánchez González, Diego, Precipitaciones extremas y sus implicaciones en procesos de remoción en masa en la planificación urbana de Tampico, México. Cuadernos Geográficos [en línea] 2011. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17121091005>> ISSN 0210-5462
- Sánchez G. y Batres G. 2006. Planeación y Desarrollo del Espacio Urbano de la Laguna del Carpintero, Municipio de Tampico, Tamps. (México). Congreso Internacional de Red de Estudios Municipales. 2006. pp. 32-37. En: Batres González, José Juan, Ortells Chabrera, Vincent, Lorenzo Palomera, Julio, diseño y ordenamiento de la dinámica urbana, medio ineludible en la preservación sustentable de los recursos hídricos naturales urbanos en México, caso lagunas urbanas del sur de Tamaulipas (Tampico-madero-Altamira). Quivera. Revista de Estudios Territoriales. 2010, 12 (Enero-Junio) Disponible en: <<http://tuxchi.redalyc.org/articulo.oa?id=40113202001>> ISSN 1405-8626
- SEDESOL. 2013. Catálogo de localidades por microrregión. Consultado el 03 de diciembre de 2018. Datos disponibles en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=28&mun=038>
- SEGOB, Secretaría de Energía, Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Protección Civil de Tamaulipas. 2009. Atlas de Riesgos, Municipios de Altamira, Ciudad Madero y Tampico. Información disponible en: <https://www.tamaulipas.gob.mx/proteccioncivil/wp-content/uploads/sites/36/2011/12/ATLAS-DE-RIESGOS-MPIOS-TAMPICO-MADERO-Y-ALTAMIRA.pdf>.
- Sepúlveda, S.A., Moreiras, S.M., Lara, M., Alfaro, A. (2015). Debris flow in the Andean ranges of central Chile and Argentina triggered by 2013 summer storms: characteristics and consequences. Landslides, 12: 115-133.
- Toscana, A. Paulina. 2003. La configuración de un desastre. Tesis de maestría, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vargas, T. V.; L. J. Gutiérrez, D. C. Plácido, C. A. Jiménez. 2007. Clasificación climática del estado de Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciencia UAT, Vol. 2, Numero 2, Octubre – Diciembre. P.p. 15 – 19.
- WALKER, J., T. Dowling y S. Veitch. 2006. An Assessment of Catchment Condition in Australia, Ecological Indicators, Volume 6(1): 205-214.

Índice de mapas

<i>Mapa 1. Macro localización del municipio de Tampico, Tamaulipas</i>	6	<i>Mapa 19. Áreas Naturales Protegidas y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves</i>	29
<i>Mapa 2. Micro localización del municipio de Tampico, Tamaulipas</i>	6	<i>Mapa 20. Población por localidades</i>	34
<i>Mapa 3. Zona metropolitana de Tampico.....</i>	7	<i>Mapa 21. Densidad en el área urbana del municipio de Tampico.....</i>	34
<i>Mapa 4. Municipios del Estado de Tamaulipas</i>	7	<i>Mapa 22. Centros de asistencia médica en el municipio de Tampico.....</i>	36
<i>Mapa 5. Mapa base del municipio de Tampico.....</i>	11	<i>Mapa 23. Distribución de la pobreza a nivel del territorio municipal.....</i>	38
<i>Mapa 6. Área urbana del municipio de Tampico</i>	11	<i>Mapa 24. Distribución del hacinamiento por manzana.....</i>	39
<i>Mapa 7. Provincia fisiográfica</i>	14	<i>Mapa 25. Grado de marginación por localidad</i>	40
<i>Mapa 8. Subprovincias fisiográficas</i>	14	<i>Mapa 26. Instalaciones Educativas.....</i>	46
<i>Mapa 9. Geomorfología.....</i>	16	<i>Mapa 27. Zona Metropolitana de Tampico y grado de marginación.....</i>	53
<i>Mapa 10. Geología.....</i>	17	<i>Mapa 28. Peligro por inundación.</i>	99
<i>Mapa 11. Edafología.....</i>	18	<i>Mapa 29. Peligro por flujo de detritos.....</i>	100
<i>Mapa 12. Hidrografía</i>	20	<i>Mapa 30. Peligro por derrumbes.....</i>	100
<i>Mapa 13. Subcuencas hidrológicas</i>	21	<i>Mapa 31. Promedio de tormentas eléctricas en el municipio de Tampico.....</i>	122
<i>Mapa 14. Climas.....</i>	23	<i>Mapa 32. Ciclones tropicales que han impactado al municipio de Tampico</i>	123
<i>Mapa 15. Precipitación.....</i>	23		
<i>Mapa 16. Temperaturas mínimas.....</i>	24		
<i>Mapa 17. Temperaturas máximas.....</i>	24		
<i>Mapa 18. Uso del suelo y vegetación.....</i>	25		

Índice de figuras

<i>Figura 1. Representación de la vegetación hidrófila.....</i>	26	<i>Figura 18. Zonificación de ductos en la zona metropolitana de Tampico, Ciudad Madero y Altamira.....</i>	51
<i>Figura 2. Vegetación hidrófila y asentamientos humanos</i>	27	<i>Figura 19. Zonas volcánicas de México señaladas con líneas punteadas y algunos volcanes considerados peligrosos.....</i>	56
<i>Figura 3. Modelo de predicción demográfica del municipio de Tampico, 2015- 2030</i>	30	<i>Figura 20. Regionalización sísmica de México</i>	57
<i>Figura 4. Estructura poblacional por género.....</i>	31	<i>Figura 21. Placas tectónicas en la República Mexicana.....</i>	58
<i>Figura 5. Crecimiento poblacional de la Zona Metropolitana de Tampico.....</i>	32	<i>Figura 22. Promedio de ondas cálidas en México</i>	65
<i>Figura 6. Tasas de crecimiento media anual para la Zona Metropolitana de Tampico, municipios y estados, 1990 – 2040</i>	33	<i>Figura 23. Índice estandarizado de precipitación a una escala temporal de tres meses</i>	67
<i>Figura 7. % de población de 15 años y más según nivel educativo.....</i>	35	<i>Figura 24. Índice estandarizado de precipitación a una escala temporal de seis meses.....</i>	68
<i>Figura 8. Porcentaje de personas con limitación en sus capacidades por grupos de edad.....</i>	35	<i>Figura 25. Índice estandarizado de precipitación a una escala temporal de doce meses</i>	68
<i>Figura 9. Índice de rezago social de Tampico, 2015</i>	37	<i>Figura 26. Tipos de heladas</i>	69
<i>Figura 10. Localización del Acuífero Tampico-Misantla</i>	43	<i>Figura 27. Número de días con heladas en México</i>	70
<i>Figura 11. Requerimientos de Agua Potable y Drenaje Sanitario, 2016-2040.....</i>	44	<i>Figura 28. Formación de las tormentas de granizo</i>	71
<i>Figura 12. Kiosco Pulpo Rosa en la Plaza de Armas</i>	47	<i>Figura 29. Número de días con granizo, al año en la República Mexicana</i>	72
<i>Figura 13. Estaciones de bomberos en el municipio de Tampico.....</i>	47	<i>Figura 30. Nevadas históricas en México (A) siglos XV al XIX.....</i>	72
<i>Figura 14 . Instalaciones de seguridad pública en el municipio de Tampico.....</i>	48	<i>Figura 31. Nevadas históricas en México (A) siglos XX al XXI.....</i>	73
<i>Figura 15. Ubicación de gasolinera respecto a centro escolar en Tampico.....</i>	49	<i>Figura 32. Presencia de tornados a nivel nacional.....</i>	75
<i>Figura 16. Riesgo por explosión de gasera en el municipio de Tampico</i>	49	<i>Figura 33. Máximo anual con días de tormentas eléctricas en México</i>	76
<i>Figura 17. Red de ductos y tanques de almacenamiento en la zona metropolitana de Tampico</i>	50	<i>Figura 34. Semicírculos de un huracán.....</i>	77
		<i>Figura 35. Ladera del cerro de Andonegui.....</i>	81
		<i>Figura 36. Ladera del Sauce.....</i>	82

<i>Figura 37. Monitor de Sequía de América del Norte.....</i>	83	<i>Figura 55. Resultado del grado de vulnerabilidad social</i>	106
<i>Figura 38. Índice estandarizado de precipitación.....</i>	84	<i>Figura 56. Gráficas de función de vulnerabilidad para falla con elemento frágil (izquierda) y con falla dúctil (derecha)</i>	108
<i>Figura 39. Monitor de sequía en México.</i>	84	<i>Figura 57. Representación esquemática del efecto del viento sobre una vivienda.....</i>	109
<i>Figura 40. Presencia de tornados a nivel nacional</i>	85	<i>Figura 58. Ilustración de la presión del viento en una estructura en una casa habitación</i>	109
<i>Figura 41. Principales huracanes que han afectado la costa sur de Tamaulipas de 1863al 2011.....</i>	86	<i>Figura 59. Ejemplo de falla por flexión del muro por efectos del viento</i>	110
<i>Figura 42. Acercamiento al área de estudio de los principales huracanes que causaron desastres</i>	86	<i>Figura 60. Valores del grado de vulnerabilidad social ante desastres.</i>	110
<i>Figura 43. Encharcamiento en calles de la ciudad de Tampico a consecuencia de lluvias torrenciales</i>	89	<i>Figura 61. Ejemplo de aplicación del cálculo de índice de riesgo para una zona de muy alto peligro por sismos, según INEGI.</i>	111
<i>Figura 44. Encharcamiento en calles de la ciudad de Tampico a consecuencia de lluvias torrenciales</i>	89	<i>Figura 62. Ejemplo de aplicación del cálculo de índice de riesgo para una zona de muy alto peligro por sismos, según la clasificación formal</i>	111
<i>Figura 45. Inundación de calles por desbordamiento de canales pluviales, Ciudadde Tampico.....</i>	90	<i>Figura 63. Niveles de riesgo.....</i>	111
<i>Figura 46. Inundación de calles por desbordamiento de canales pluviales, Ciudadde Tampico.....</i>	91	<i>Figura 64. Regionalización sísmica de la república mexicana y parámetros para el espectro del diseño</i>	112
<i>Figura 47. Áreas impactadas por fenómenos hidrometeorológicos y geológicos en la parte poniente del municipio de Tampico.....</i>	92	<i>Figura 65. Tipo de vivienda predominante en el municipio de Tampico.</i>	113
<i>Figura 48. Áreas impactadas por fenómenos hidrometeorológicos y geológicos en la parte oriente del municipio de Tampico.....</i>	92		
<i>Figura 49. Ejemplo de interpolación usando el método de Distancia Inversa Ponderada (IDW)</i>	95		
<i>Figura 50. Ejemplo de una interpolación y el resultado en una capa Raster</i>	96		
<i>Figura 51. Ejemplo de una interpolación utilizado el método de Red Irregular Triangulada (TIN).....</i>	97		
<i>Figura 52. Lógica de álgebra de mapas</i>	98		
<i>Figura 53. Fachada del Cuartel General del H. Cuerpo de Bomberos de Tampico</i>	104		
<i>Figura 54. Personal clave de distintas instancias gubernamentales y académicas de Tampico.....</i>	105		

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Fenómenos hidrometeorológicos que han afectado a Tampico.....</i>	9	<i>Tabla 19. Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas gélidas.....</i>	66
<i>Tabla 2. Categorías de escalas cartográficas.....</i>	12	<i>Tabla 20. Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas gélidas.....</i>	67
<i>Tabla 3. Cuadro de análisis y escala de fenómenos.....</i>	13	<i>Tabla 21. Efectos ambientales por heladas.....</i>	70
<i>Tabla 4. Principales rasgos geomorfológicos del municipio Tampico.....</i>	15	<i>Tabla 22. Categorías de número de días con granizo.....</i>	71
<i>Tabla 5. Características Climáticas del municipio de Tampico.....</i>	22	<i>Tabla 23. Relación de estaciones meteorológicas con datos de granizo.....</i>	71
<i>Tabla 6. Áreas Naturales Protegida en el Estado de Tamaulipas.....</i>	28	<i>Tabla 24. Escala de Fujita para tornados, basada en los daños causados (1971).....</i>	74
<i>Tabla 7. Indicadores sociodemográficos del municipio de Tampico, 2015.....</i>	29	<i>Tabla 25. Clasificación de los ciclones tropicales de Saffir-Simpson.....</i>	77
<i>Tabla 8. Población general y por sexo.....</i>	31	<i>Tabla 26. Temperaturas máximas registradas entre los años 1961 al 2015 en Tampico.....</i>	83
<i>Tabla 9. Habitantes por municipio de la Zona Metropolitana de Tampico.....</i>	31	<i>Tabla 27. Temperaturas mínimas registradas entre los años 1961 al 2015 en Tampico.....</i>	83
<i>Tabla 10. Proyecciones de población para la Zona Metropolitana de Tampico.....</i>	33	<i>Tabla 28. Ciclones tropicales en la zona conurbada de Tampico 1878-2005.....</i>	87
<i>Tabla 11. Localidades rurales y urbanas del Municipio de Tampico.....</i>	33	<i>Tabla 29. Características físicas y daños según categoría de ciclón en Tampico, Tamaulipas.....</i>	87
<i>Tabla 12. Indicadores de rezago social en localidades del municipio de Tampico.....</i>	41	<i>Tabla 30. Ciclones tropicales en la zona conurbada de Tampico, Tamaulipas, afectación por vientos e inundaciones.....</i>	88
<i>Tabla 13. Población que vive en condición de hacinamiento.....</i>	42	<i>Tabla 31. Intensidad de peligro y riesgo derivado de inundaciones por encharcamiento en Tampico, Tamaulipas.....</i>	90
<i>Tabla 14. Disponibilidad media anual del acuífero Tampico-Misantla.....</i>	43	<i>Tabla 32. Intensidad de peligro y riesgo derivado de inundaciones por desbordamiento en Tampico, Tamaulipas.....</i>	91
<i>Tabla 15. Requerimientos de Vivienda en Zona Metropolitana de Tampico, 2016-2040.....</i>	44	<i>Tabla 33. Indicadores socioeconómicos de vulnerabilidad.....</i>	102
<i>Tabla 16. Delimitación de radios de afectación por peligros de hundimientos.....</i>	62	<i>Tabla 34. Indicadores de capacidad municipal de prevención de riesgos y respuesta.....</i>	103
<i>Tabla 17. Vulnerabilidad por altas temperaturas.....</i>	64	<i>Tabla 35. Indicadores de percepción local.....</i>	105
<i>Tabla 18. Umbrales de temperatura utilizados para el conteo de las ondas de calor.....</i>	64		

<i>Tabla 36. Grado de vulnerabilidad según rangos</i>	106
<i>Tabla 37. Cálculo de riesgo</i>	114
<i>Tabla 38. Matriz de riesgo cualitativa de riesgo por deslizamiento</i>	115
<i>Tabla 39. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente de riesgo por deslizamiento</i>	116
<i>Tabla 40. Resultados obtenidos de la operación de riesgo por deslizamiento.....</i>	116
<i>Tabla 41. Matriz de riesgo cualitativa por flujos.....</i>	117
<i>Tabla 42. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente para flujos</i>	117
<i>Tabla 43. Resultados obtenidos de la operación de riesgo por flujos.....</i>	118
<i>Tabla 44. Matriz de riesgo cualitativa para caídas o derrumbes</i>	119
<i>Tabla 45. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente para caídas o derrumbes</i>	119
<i>Tabla 46. Resultados obtenidos de la operación de riesgo por caídas o derrumbes.....</i>	120
<i>Tabla 47. Matriz de riesgo cualitativa por inundaciones</i>	124
<i>Tabla 48. Matriz de riesgo ponderada aritméticamente para riesgo por inundaciones.....</i>	124
<i>Tabla 49. Resultados obtenidos de la operación de riesgo por inundaciones</i>	125
<i>Tabla 50. Propuestas para mitigar los riesgos por flujo de masa e inundaciones en Tampico, Tamaulipas ...</i>	139

Glosario de términos

AGEB. Áreas Geoestadísticas Básicas

Aluvial (Aluvi3n). Todos los sedimentos depositados por las corrientes fluviales en medios terrestres.

Ambiente. El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y dem1s organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

Columna geol3gica. Secuencia de rocas en una zona determinada relacionadas seg1n su edad relativa y organizadas de la m1s joven a la m1s antigua.

Cuenca. Es un 1rea que tiene una salida 1nica para su escurrimiento superficial. En otros t1rminos, una cuenca es la totalidad del 1rea drenada por un r3o o su afluente, tales que todo el escurrimiento natural originado en tal 1rea es descargado a trav1s de una 1nica salida.

Daño. La p1rdua o menoscabo sufrido en la integridad o en el patrimonio de una persona determinada o entidad p1blica como consecuencia de los actos u omisiones en la realizaci3n de las actividades con incidencia ambiental. Por lo que deber1 entenderse como daño a la salud de la persona la incapacidad, enfermedad, deterioro, menoscabo, muerte o cualquier otro efecto negativo que se le ocasione directa o indirectamente por la exposici3n a materiales o residuos, o bien daño al ambiente, por la liberaci3n, descarga, desecho, infiltraci3n o incorporaci3n de uno o m1s de dichos materiales o residuos en el agua, el suelo, el subsuelo, en los mantos fre1ticos o en cualquier otro elemento natural o medio

Deslizamientos: El t1rmino fue empleado por Sharpe (1938; en Thornbury, 1966) como una denominaci3n gen1tica para varios tipos de movimiento en masa de detritos de rocas. Se reconocen cinco tipos de deslizamientos.

Desprendimientos o volcaduras de rocas: Son m1s r1pidos, y por lo com1n fluyen a lo largo de valles. Aqu3 el agua act1a como agente preparador del proceso al aumentar el tamaño de las grietas, lo que permite la separaci3n y ca3da del bloque; ocurren en pendientes muy abruptas, casi verticales.

Erosi3n. Conjunto de procesos por medio de los cuales las rocas y los suelos son disgregados o disueltos y transportados de un lugar a otro.

Erosi3n fluvial. Destrucci3n de las rocas por procesos fluviales que junto con los movimientos gravitacionales conduce a la formaci3n de valles, rebajamiento de la superficie. El proceso incluye adem1s de la destrucci3n mec1nica de las rocas el lavado y laminaci3n de los valles de los r3os, y la alteraci3n qu3mica de las rocas.

Erosi3n laminar. ocurre cuando el escurrimiento de agua de lluvia se produce en forma de l1minas y provoca pequeños arroyuelos. Tiene especial importancia el impacto de las gotas de lluvia sobre suelos finos.

Escurrimiento superficial. Parte de la precipitaci3n que fluye por la superficie del suelo.

Estratificaci3n. Disposici3n de las rocas sedimentarias en capas, cada capa sedimentaria es un estrato.

Falla. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento relativo, es decir, un bloque respecto del otro. Se habla particularmente de falla activa cuando en ella se han localizado focos de sismos o bien, se tienen evidencias de que en tiempos hist3ricos ha habido desplazamientos. El desplazamiento total puede variar de cent3metros a kil3metros dependiendo del tiempo durante el cual la falla se ha mantenido activa (años o hasta miles y millones de años). Usualmente, durante un temblor grande, los desplazamientos t3picos son de uno o dos metros.

Flujo de lodos. A menudo est1n acompañadas por desmoronamiento, no hay rotaci3n hacia atr1s de la masa, son lentas, rara vez perceptibles a simple vista, no est1n confinadas a canales; y se forman sobre terrazas y laderas donde los materiales terrosos son capaces de fluir cuando se saturan con agua.

Fractura. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual no ha habido movimiento relativo, de un bloque respecto del otro.

Frente fr3o. Se produce cuando una masa de aire fr3o avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce como una cuña entre el suelo y el aire caliente. Al paso de este sistema, se pueden observar nubes de desarrollo vertical (Sc, Cu, Cb), las cuales podr3an provocar chubascos o nevadas si la temperatura es muy baja. Durante su desplazamiento la masa de aire que viene desplazando el aire m1s c1ldo provoca descensos r1pidos en las temperaturas de la regi3n por donde pasa.

Geolog3a. Ciencia que se encarga del estudio del origen, evoluci3n y estructura de la Tierra, su din1mica y de la b1squeda y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables asociados a su entorno.

Helada. Cuando la temperatura ambiente es igual o inferior a 0°C.

HEC-RAS. Modelo de dominio p1blico desarrollado del Centro de Ingenier3a Hidrol3gica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los E.U.A., surge como evoluci3n del conocido y ampliamente utilizado HEC-2, con varias mejoras con respecto a 1ste, entre las que destaca la interface gr1fica de usuario que facilita las labores de preproceso y postproceso, as3 como la posibilidad de intercambio de datos con el sistema de informaci3n geogr1fica ArcGIS mediante HEC-geoRAS. El modelo num1rico incluido en este programa permite realizar an1lisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en l1mina libre.

Hurac1n. Sistema de vientos con movimientos de rotaci3n, traslaci3n y convecci3n en espiral, semejante a un gigantesco torbellino, cuya fuerza de sus vientos se extiende a cientos de kil3metros sobre las aguas tropicales.

Intensidad (sísmica). Número que se refiere a los efectos de las ondas sísmicas en las construcciones, en el terreno natural y en el comportamiento o actividades del hombre. Los grados de intensidad sísmica, expresados con números romanos del I al XII, correspondientes a diversas localidades se asignan con base en la escala de Mercalli. Contrasta con el término magnitud que se refiere a la energía total liberada por el sismo.

Isoterma. Línea que une puntos o lugares con igual valores de temperatura.

Isoyeta. Es una línea trazada sobre un Mapa sinóptico con la que se unen puntos (representación de una estación meteorológica), donde se registra igual cantidad de precipitación.

Terraza de inundación. Es la zona que el río inunda durante la época de lluvias; de manera general sobre este lecho se depositan sedimentos redondeados a los cuales de manera individual se les denomina con el nombre de “cantos rodados” y el conjunto de ellos recibe el nombre de “aluvión”.

Litología. Estudio y descripción de las rocas.

Magnitud (de un sismo). Valor relacionado con la cantidad de energía liberada por el sismo. Dicho valor no depende, como la intensidad, de la presencia de pobladores que observen y describan los múltiples efectos del sismo en una localidad dada. Para determinar la magnitud se utilizan, necesariamente uno o varios registros de sismógrafos y una escala estrictamente cuantitativa, sin límites superior ni inferior. Una de las escalas más conocidas es la de Richter, aunque en la actualidad frecuentemente se utilizan otras como la de ondas superficiales (Ms) o de momento sísmico (Mw).

Piedemonte. Depósitos sedimentarios producto del cambio de pendiente en los drenajes naturales de las zonas altas en los límites con los valles, este cambio de pendiente reduce la energía de transporte del agua y provoca un cono de depósito con material de tamaños diversos no clasificados.

Peligro o peligrosidad. Evaluación de la intensidad máxima esperada de un evento destructivo en una zona determinada y en el curso de un período dado, con base en el análisis de probabilidades

Periodo de retorno. Es el tiempo medio, expresado en años, que tiene que transcurrir para que ocurra un evento en que se exceda una medida dada.

Precipitación. Partículas de agua en estado líquido o sólido que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Reptación o arrastre. Es un movimiento lento, de partículas de suelo y/o de fragmentos de rocas también se denomina deflucción o creep.

Riesgo. Probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador (Ley General de Protección Civil); la UNESCO: define el riesgo como la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producción. Esta definición involucra tres aspectos relacionados por la siguiente fórmula: **riesgo =**

vulnerabilidad x valor x peligro. En esta relación, el valor se refiere al número de vidas humanas amenazadas o en general a cualesquiera de los elementos económicos (capital, inversión, capacidad productiva, etcétera), expuestos a un evento destructivo. La vulnerabilidad es una medida del porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado. El último aspecto, peligro/peligrosidad, es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas de la calamidad.

Sequía. Situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

Sismicidad. La ocurrencia de terremotos de cualquier magnitud en un espacio y período dados.

Tectónica. Teoría del movimiento e interacción de placas que explica la ocurrencia de los terremotos, volcanes y formación de montañas como consecuencias de grandes movimientos superficiales horizontales.

Terremoto (sismo o temblor). Vibraciones de la Tierra causado por el paso de ondas sísmicas irradiadas desde una fuente de energía elástica.

Tormenta eléctrica. Precipitación en forma tempestuosa, acompañada por vientos fuertes y rayos, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.

Tsunami (o maremoto). Ola con altura y penetración tierra adentro superiores a las ordinarias, generalmente causada por movimientos del suelo oceánico en sentido vertical, asociado a la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud con epicentro en una región oceánica.

Vulnerabilidad. Se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un sistema perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas; facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre, por los impactos de una calamidad.

Abreviaturas / siglas

AGEB	Área geoestadística básica
AICA	Áreas de importancia para la conservación de las aves
ANP	Áreas naturales protegidas
ACI	Asociación cartográfica internacional
CBTA	Centro de bachillerato tecnológico y agropecuario
CBTIS	Centro de bachillerato tecnológico industrial y de servicios
CENAPRED	Centro nacional para la prevención de desastres
CFE	Comisión federal de electricidad
CLICOM	Sistema de información climatológica
CONAPO	Consejo nacional de población
CONALEP	Colegio nacional de educación profesional técnica
CONEVAL	Consejo nacional de evaluación de la política de desarrollo social
DAS	Disponibilidad de aguas subterráneas
DOF	Diario oficial de la federación
FVM	Faja volcánica mexicana
FIDE	Fideicomiso de ahorro de energía
IMEPLAN	Instituto metropolitano de planeación del sur de Tamaulipas
IMSS	Instituto mexicano del seguro social
INEA	Instituto nacional de educación para los adultos
IRS	Índice de rezago social
INEA	Instituto nacional de educación para los adultos
INEGI	Instituto nacional de estadística y geografía
ISSSTE	Instituto de seguridad social al servicio de los trabajadores del estado
ITBA	Instituto tamaulipeco de bellas artes
MSM	Monitor de sequía en México
NADM	Monitor de sequía de América del Norte
NDVI	Índice normalizado de diferencia de la vegetación
PEA	Población económicamente activa
PEMEX	Petróleos mexicanos
PNEA	Población no económicamente activa
PNUD	Programa de las naciones unidas para el desarrollo
REPDA	Registro público de derechos de agua
SEDESOL	Secretaría de desarrollo social
SATEME	Sistema de alerta temprana contra eventos meteorológicos extremos

SIG	Sistema de información geográfica
SMN	Servicio meteorológico nacional
SPI	Índice estandarizado de precipitación
UAT	Universidad autónoma de Tamaulipas
UEPC	Unidades estatales de protección civil
VCAS	Volumen concesionado de aguas subterráneas
VHI	Índice Satelital de Salud de la Vegetación



Cartografía empleada (archivos electrónicos)