



Atlas de Riesgos del Municipio de Agua Dulce 2011



Entrega Final

Número de Obra: 130204PP055555

Número de Expediente: 130204PP055555

Agua Dulce, Veracruz.



Alma Susana Ortiz Hernández
Calle Basurto 55, Col. Centro, C.P. 91000
228 2 00 75 80
orsus.pc@gmail.com



ÍNDICE

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN	1
1.1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.- ANTECEDENTES	1
1.3.- OBJETIVO	6
1.4.- ALCANCES	6
1.5.- METODOLOGÍA GENERAL	6
1.6.- CONTENIDO DEL ATLAS DE RIESGO.....	9
CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	11
CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	15
3.1.- FISIOGRAFÍA.....	15
3.2.- GEOLOGÍA.....	17
3.3.- GEOMORFOLOGÍA.....	19
3.4.- EDAFOLOGÍA	20
3.5.- HIDROLOGÍA	21
3.6.- CLIMATOLOGÍA	23
3.7.- USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.....	27
3.8.- ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	28
3.9.- PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	29
4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS.....	31
4.1 ELEMENTOS DEMOGRÁFICOS: DINÁMICA DEMOGRÁFICA, DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y DENSIDAD DE POBLACIÓN	31
4.2 CARACTERÍSTICAS SOCIALES	35
4.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA	43
4.4 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA	46
4.5 ESTRUCTURA URBANA (EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS, ASENTAMIENTOS IRREGULARES, RESERVA TERRITORIAL Y BALDÍOS URBANOS).....	47
CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL.....	49
5.1. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO	49
5.1.1.- FALLAS Y FRACTURAS	50



5.1.2.- SISMOS.....	51
5.1.3.- TSUNAMIS O MAREMOTOS	55
5.1.4.- VULCANISMO	56
5.1.5.- DESLIZAMIENTOS	57
5.1.6.- DERRUMBES.....	66
5.1.7.- FLUJOS	67
5.1.8.- HUNDIMIENTOS	70
5.1.9.- EROSIÓN	70
5.2.- RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO.....	81
5.2.1.- CICLONES TROPICALES.....	82
5.2.2.- TORMENTAS ELÉCTRICAS.....	98
5.2.3.- SEQUÍAS	100
5.2.4.- TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS.....	102
5.2.5.- VIENTOS FUERTES.....	109
5.2.6.- INUNDACIONES	120
5.2.7.- MASAS DE AIRE	156
5.3. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE OTROS FENÓMENOS	161
CAPÍTULO VI. ANEXO.....	178
6.1.- GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	178
6.2.- BIBLIOGRAFÍA.....	185
6.3.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA (ÍNDICE Y BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS MAPAS CONTENIDOS).....	188
6.4.- FICHAS DE CAMPO	192
6.5.- MEMORIA FOTOGRÁFICA (CON DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE CADA IMAGEN).....	196
6.6.- NOMBRE DE LA CONSULTORÍA Y PERSONAS QUE ELABORAN EL ATLAS	226



CAPÍTULO I. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

1.1.- INTRODUCCIÓN

La República Mexicana, por su situación geográfica, su orografía, su hidrología ocupa un territorio propenso a múltiples fenómenos de origen natural, la sociedad es dinámica y cambia constantemente para enfrentar fenómenos de origen antropogénico que, en ocasiones, han trastornado el funcionamiento normal de las actividades humanas. Basta recordar algunos eventos de las últimas décadas, como son los sismos (México, D.F. septiembre de 1985), los incendios forestales, los huracanes, las erupciones volcánicas (El Chichonal, 1982), las lluvias extremas (Veracruz, 1989), los deslizamientos de tierras, los escapes de sustancias y materiales tóxicos, las explosiones de gas (San Juanico, 1984) entre otras emergencias, que han perturbado de manera severa la estabilidad y el desarrollo de diversas regiones del país.

Muchas situaciones de riesgo se han convertido en algo normal y cotidiano para la opinión pública. Sin embargo, no siempre existe, una organización permanente y eficaz, que permita reducir los impactos negativos y la vulnerabilidad de las comunidades, la pérdida de vidas humanas, los daños materiales y financieros y el impacto ecológico.

El Estado de Veracruz se ve afectado por diferentes fenómenos como huracanes, inundaciones, sismos, entre otros que afecta a diferentes Municipios de esta entidad.

En el Municipio de Agua Dulce surgió el interés junto con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) de crear un documento en el cual se muestren que fenómenos son los que frecuentemente afectan a dicho Municipio y que impacto tienen estos, formando el Atlas de Riesgos.

Con el Atlas de Riesgos las autoridades municipales podrán tomar decisiones importantes para evitar una contingencia o para enfrentarlas conociendo las características del Municipio. También permite que la población del Municipio de Agua Dulce tome las acciones pertinentes ante cualquier emergencia.

1.2.- ANTECEDENTES

En el Municipio de Agua Dulce se han presentado ciclones, huracanes, ondas tropicales, tormentas eléctricas, sequías, temperaturas máximas extremas y un factor importante de su vulnerabilidad son las inundaciones, en cuanto a los fenómenos geológicos se han presentado sismos, derrumbes, deslaves y erosión. Los fenómenos químicos tecnológicos y los sanitarios ecológicos tienen un papel importante en este Municipio.



ANTECEDENTES DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

- Los Ciclones Tropicales en el Municipio presentan un nivel de Peligro Alto y son muy significativos por la ubicación geográfica de este, que lo ubica dentro del área de Vulnerabilidad de los Ciclones Tropicales que se generan principalmente en la Sonda de Campeche y los de la tercera región, dentro del Océano Atlántico y la región Oriental del Mar Caribe, los cuales son de mayor intensidad y de largo recorrido, que afectan frecuentemente la Florida y a los Estados de Quintana Roo y Yucatán, desplazándose por el Golfo de México hasta las costas de Veracruz y Tamaulipas. Sin dejar a un lado los Huracanes que se forman en el Golfo de Tehuantepec, los cuales se generan a partir de la primera quincena de Mayo y aunque su trayectoria describe una parábola a la costa del Pacífico, en ocasiones penetran al Estado de Veracruz afectando al Municipio de Agua Dulce, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Civil Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- La presencia de Tormentas Tropicales e Inundaciones provocadas por las mismas precipitaciones, son fenómenos destructivos de índoles natural de los que mayor repercusión tiene el Municipio afectando a las localidades, El Dorado, La Súper Mil, y Los Sáinz, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Civil Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- La Hidrografía del Municipio comprende parte de la cuenca de los Ríos Agua Dulce y El Burro, al norte limita con el Golfo de México, así mismo cuenta con una amplia zona pantanosa, donde se encuentran asentadas varias colonias susceptibles de impactarse ya que están ubicadas en partes bajas pantanosas a orilla del río Agua Dulce, las cuales están en constante riesgo de inundación, a lo anterior se le puede agregar el flujo fluvial de los veneros de zona montañosa de nuestro territorio que desembocaron en este mismo río, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- Los Vientos Fuertes se encuentran dentro de las calamidades que enfrenta este Municipio con mayor regularidad presentando un nivel de Peligro Muy Alto así como también las lluvias intensas de la temporada, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Civil Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- Las Tormentas Eléctricas en este Municipio afectan en gran parte el suministro de energía eléctrica y sistemas electrónicos, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Civil Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).



- En la temporada de Incendios Forestales que comprende del 15 de enero al 30 de Junio, se incrementa las afectaciones de sequía por incendios de pastizales creando la temporada de estiaje de Muy Fuerte a Severa, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- Las Temperaturas Máximas Extremas en el Municipio están dentro del rango de las temperaturas consideradas como más altas en todo el Estado de Veracruz de acuerdo con el Atlas Estatal de Veracruz 2001, afectando a las localidades: afectando a las localidades: El Dorado, Santa Fe (El Tigre), La Súper Mil, Alegre (Kilometro 25), La Senda, Flores Negrete, El Faisán, Ejido El Burro, San Judas Tadeo, Los Sáinz y Los Monroy, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- El Granizo representa un nivel Peligro Muy Bajo principalmente para las siguientes localidades: Tonalá, Ramón Pablo (Ejido Tonalá), El Barrial, El Mamey, Las Palmitas, Ejido El Tortuguero, Los Monroy, San Judas Tadeo, La Senda y Flores Negrete, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- Las Inundaciones representan un nivel de Peligro Muy Alto afectando a las siguientes localidades: La Victoria, El Corozal, La Guadalupe, Gustavo Díaz Ordaz, Ejido Los Soldados, Los Manantiales, Hermanos Graham, Las Azucenas, Santa María, El Triángulo, El Papayal, Camino a la Panga, Colonia Naranjal, El Muelle (Gavilán Norte), Ejido Agua Dulce, Punta Gorda, El Mamey, El Barrial, Tonalá, Ramón Pablo (Ejido Tonalá), Ejido El Tortuguero, Los Sáinz, San Judas Tadeo y Ejido El Burro, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- La Sequía presenta un Peligro Muy Alto afectando a las localidades Santa Fe y El Paralelo, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- La Niebla presenta un nivel Peligro Bajo afectando a las siguientes localidades: Colonia Naranjal, El Papayal, Agua Dulce, Camino a la Panga, Ejido Piedras Negras, Colonia Gustavo Díaz Ordaz, Héctor Ricárdez, Cinco Hermanos, Los Campos (Piedras Negras), Los Colorines, El Búfalo, Campi (Granja Frontera), esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).

-



ANTECEDENTES DE FENÓMENOS GEOLÓGICOS

- En cuanto a los Sismos en periodos recientes los movimientos telúricos en el Municipio de Agua Dulce, han sido más frecuentes y cada vez de mayor intensidad, siendo el punto epicentrito que últimamente se registró en los límites del Municipio de las Choapas y el Estado de Chiapas fue de 6.0 en la escala de Richter lo que ha causado que se remarquen las grietas de algunos edificios esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- El Municipio de Agua Dulce en sus primeros días de crecimiento poblacional, los asentamientos se fueron dando de forma irregular, cabe hacer mención que este Municipio en su cabecera municipal los relieves en gran parte es zona montañosa, aunado a este problema los derrumbes o deslaves de mayor grado se ven acentuados en las Colonias que están al margen del Río Agua Dulce y el Arroyo El Burro, (Miguel Hidalgo, Abulón, Cuatro Caminos, Naranjal, Nueva del Río, El Palmar, Emiliano Zapata, Obrera, Lázaro Cárdenas, El Suspiro, Allende, Km 1 ½, 18 de Marzo, Benito Juárez, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).
- Los Hundimientos se presentan en el Municipio en poca escala, los cuales se han manifestado en los cabezales de los puentes vehiculares y tramos carreteros esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).

ANTECEDENTES DE FENÓMENOS QUÍMICOS-TECNOLÓGICOS (CIPP).

- Los accidentes relacionados con sustancias químicas peligrosas que pueden provocar un desastre, re presentan con poca frecuencia; sin embargo, el costo social, ambiental y económico es alto. La principal herramienta para combatir estos accidentes es la prevención y el primer paso es la adecuada identificación de los peligros asociados al manejo, almacenamiento, transporte, distribución y disposición de los materiales y residuos peligrosos.
- El crecimiento de la población y de su demanda de servicios, paralelo al crecimiento de la industria, ha incrementado las actividades relacionadas con el manejo, almacenamiento, transporte y disposición de sustancias químicas consideradas como peligrosas.
- Estas sustancias son almacenadas o utilizadas en tlapalerías, tortillerías, gaseras, gasolineras, industrias químicas o de transformación. El sistema más seguro para transportar gas, aceite y otros productos del petróleo son



las tuberías, por lo que estos ductos deben mantenerse en buenas condiciones.

- En la región sur, PEMEX cuenta con 6 mil 107 ductos de los cuales 2 mil 403 están en operación, los ductos instalados tienen una longitud de 12 mil 425 kilómetros, y lo que están operando miden 6 mil 546 kilómetros, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).

ANTECEDENTES DE FENÓMENOS SANITARIOS ECOLÓGICOS

- En los periodos de fuertes precipitaciones pluviales de temporada o provocadas por la acción de ciclones o tormentas tropicales, se propician inundaciones, esto debido a que las corrientes naturales de agua se exceden de su cauce normal de conducción, ya que la capacidad de los ríos y canales es baja ante flujos extraordinarios de agua, provocado en parte por las graves deficiencias del drenaje existente, saturación de los mantos freáticos y la acumulación de la basura y desperdicios, originando la disminución de los cauces, acentuándose esta anomalía por el constante arrastre de arena de las partes bajas reduciendo la sección hidráulica proyectada. En la temporada de estiaje se considera como focos de infección, esto de acuerdo con la información proporcionada por Protección Agua Dulce en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).

CONTINGENCIAS Y DECLARATORIAS DE EMERGENCIAS EN EL MUNICIPIO (Ver Anexo II)

Del 26 de Septiembre al 10 de Octubre el Municipio fue declarado en Desastre debido a Lluvias Atípicas que causaron Inundaciones.

Del 25 al 27 de Octubre el Municipio fue declarado en Desastre debido a Lluvias Atípicas que se presentaron en el Municipio.

El 7 de Diciembre fue declarado en emergencia por la presencia del fenómeno clasificado como Sanitario teniendo observaciones de Marea Roja.

Del 1 al 6 de Octubre el Municipio fue declarado en Desastre debido Lluvias Atípicas que causaron Inundaciones, lo que causo que del 1 al 7 de Octubre el Municipio fuera declarado en Emergencia debido al Fenómeno Tropical "Larry".

El 3 y 4 de Noviembre el Municipio fue declarado en Emergencia por bajas temperaturas que ocasiono un Frente Frío y a su vez fue declarado en emergencia por Lluvias Extremas que se presentaron el mismo día.

El 3 de Octubre el Municipio fue declarado en Emergencia por la Entrada de la Tormenta Tropical "Stan". Del 3 al 7 del mismo mes fue declarado en Desastre por el Ciclón Tropical "Stan" y la Onda Tropical No. 40.

Del 3 al 6 de Octubre el Municipio fue declarado en emergencia por lluvias que dejo la Onda Tropical No. 40.



El 21 de Agosto el Municipio fue declarado en Emergencia por la entrada del Huracán Dean, el 27 de Septiembre. Impacta el Huracán Lorenzo y deja al Municipio en Emergencia, para el 9 y 10 de Octubre el Municipio es declarado en Desastre por Lluvias y el 10 y 11 de Octubre fue declarado en Emergencia por Lluvias.

Del 22 al 26 de Septiembre el Municipio fue declarado en Emergencia por las inundaciones que se presentaron en el Municipio, a su vez en esos mismos días también fue declarado en Desastre por la misma razón de inundaciones.

1.3.- OBJETIVO

Contar con un documento que aporte los lineamientos básicos para diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligro y/o vulnerabilidad en el espacio geográfico del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

1.4.- ALCANCES

Determinación de riesgos, principalmente de origen natural, tales como los geológicos e hidrometeorológicos que se presentan en el Municipio de Agua Dulce, en éste se incluyen a nivel urbano la cabecera municipal y todas las comunidades y poblaciones que integran dicho Municipio. También se incluyen los de origen antrópico como los químicos-tecnológicos, sanitarios-ecológicos y socio-organizativos a nivel urbano y espacio geográfico municipal.

1.5.- METODOLOGÍA GENERAL

El Atlas de Riesgos del Municipio de Agua Dulce partió de la recopilación bibliográfica, hemerográfica y cartográfica, con el propósito de identificar los peligros registrados de origen natural y antrópico, que son aquellos fenómenos cuya ocurrencia en el tiempo y el espacio han sido cuantificados, cualificados y referidos con base en los desastres de vidas y actividades humanas, ocurridos al menos en los últimos 20 años (Britan, *et al.*, 2001).

Así mismo se llevan a cabo recorridos en el territorio municipal, sobre todo en aquellas localidades que han sido afectadas por un desastre, para identificar, reconocer y compilar evidencias de los fenómenos perturbadores mediante los testimonios de la población y registros fotográficos.

El análisis de los diferentes fenómenos se realizó mediante análisis espaciales, con información georeferenciada, recopilada en campo, cartografía vectorial proporcionada por INEGI y CONABIO e imágenes satelitales Landsat. A partir de esta información se generaron análisis espaciales de distribución, intensidad y modelos de comportamiento de los fenómenos perturbadores y de las zonas de riesgo.



Una vez que se llevó a cabo el análisis de cada tipo de riesgos, se elaboró la cartografía de cada uno mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), que facilita la consulta, visualización y representación de la información espacial. Cada mapa generado tiene sus propios atributos, de acuerdo a un diccionario de datos. El arreglo ordenado de la información de los mapas y sus atributos define una base de datos y en ese sentido conforma un atlas digital de peligros y riesgos del Municipio de Agua Dulce.

Finalmente se proponen medidas preventivas, de atención y mitigación antes los fenómenos perturbadores de origen natural.

El Atlas de Riesgo del Municipio de Agua Dulce, Veracruz, es más que una compilación de información, ya que está estructurado como una base de datos de peligros y de riesgos, de la cual se puede analizar y extraer información de utilidad para los planes y programas de mitigación de riesgos. Para la construcción de este documento, fue necesario emplear como guía de trabajo las “**Bases Para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos Para Representar el Riesgo 2011**”, desarrollado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2011).

TRABAJO DE CAMPO

Dulce, Veracruz, se llevó a cabo el trabajo de campo, con la finalidad de identificar puntualmente las perturbaciones en la extensión territorial del municipio. En la Figura 1.1 se tiene el mapa del recorrido de campo.



Otro dato levantado fue acerca del desbordamiento del río Agua Dulce en el año 2000, debido a que creció alrededor de nueve metros, provocó la inundación de las colonias El Palmar, El Pajara y Solidaridad. El río Agua Dulce y El Burro son ríos de respuesta rápida que aumentan su caudal cuando llueve en la zona de lomeríos que se encuentra dentro del mismo municipio de Agua Dulce. La última inundación registrada fue en noviembre del 2009, el nivel del río alcanzó a los 6.50 metros de altura. Las zonas de alto riesgo por proximidad al río se encuentran en las colonias Puebla, El Pajara, Nueva del Río, Solidaridad y El Palmar.

En el año 2007, en los meses de junio y julio hubo una tromba, con granizo y fuertes vientos que afectaron la infraestructura de servicio de energía eléctrica. También se registró una sequía en el Ejido el Granero.

Los incendios ocurren sobre todo en los meses de febrero, mayo y junio. Son principalmente causados por colillas de cigarro o vidrios arrojados sobre los pastizales secos a las márgenes de la carretera. Por otra parte, las fugas de gas de los ductos de Pemex han causado incendios; teniendo que en el año 2011 hubo dos reportes de fugas de gas por ductos que causaron incendios. Hubo un derrame de crudo en Agua Dulce en el kilómetro 25, que contaminó el río Agua Dulce el 27 de enero del año 2005.

1.6.- CONTENIDO DEL ATLAS DE RIESGO

El Atlas de Riesgos del Municipio Agua Dulce está conformado de la siguiente manera:

- **Antecedentes e introducción:**
Breve explicación sobre la importancia de tener un Atlas de Riesgo Municipal y el objetivo que persigue su realización, debido a que, el Municipio como ente espacial, es susceptible de verse afectado por distintos fenómenos perturbadores, mismos que se convierten en riesgos para la población ahí asentada y, en ocasiones, en desastres naturales o antropogénicos, algunos de los cuales se encuentran documentados en el presente apartado.
- **Determinación de la zona de estudio:**
El objetivo principal de este capítulo es mostrar las características del área de estudio, además se establece la ubicación geográfica del Municipio de Agua Dulce, los municipios con los que limita, así como la elevación y otros aspectos físicos del terreno. También, se señala la escala de análisis de riesgos de la(s) zona(s) urbana(s) y las características principales de su estructura.
- **Caracterización de los elementos del medio natural:**
En este capítulo se analizan las características físicas del Municipio por medio de mapas y descripciones sobre los siguientes temas: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas y problemática ambiental.



- **Caracterización de los elementos, sociales, económicos y demográficos:**

Se presenta un perfil socio-demográfico del Municipio, en el cual se ofrece una descripción detallada sobre la distribución de la población, su dinámica demográfica, así como, la situación prevaleciente en los sectores salud, educación, vivienda y marginación. Por último, se detalla la vocación económica del municipio y las características de su población económicamente activa.

- **Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural:**

En este capítulo se realiza un estudio de los fenómenos perturbadores que se presentan en el Municipio, tanto de origen geológico como hidrometeorológico, se analiza su frecuencia y grado de riesgo, por medio de mapas y tablas, apoyados en descripciones detalladas.

- **Anexo**

Este apartado se divide en cuatro secciones, el Anexo I contiene el glosario de términos, la bibliografía y la cartografía empleada, principalmente. El Anexo II contiene las tablas de contingencia y declaratoria de emergencia, las cuales se obtienen de la base de datos de declaratorias estatales. El Anexo III contiene gráficas y tablas de los indicadores socioeconómicos del Municipio. En el Anexo IV se puede consultar el cálculo del Grado de Vulnerabilidad Social para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Municipio de Agua Dulce tiene una superficie de 372.0 km², lo que representa el 0.5% de la superficie total del Estado de Veracruz.

La división política territorial del Municipio comprende 66 localidades, de la cuales 4 es urbana y el resto se encuentran caracterizadas como rurales; de acuerdo, al criterio establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Entre sus principales localidades encontramos: la ciudad de El Muelle (Gavilán Norte), Tonalá, El Encanto (Ejido el Encanto Pesquero), Los Manantiales y Agua Dulce que es la Cabecera Municipal.

Se encuentra entre las coordenadas 18° 09' latitud norte y 94° 08' longitud oeste, a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con el Golfo de México, al Este con el Estado de Tabasco, al Sur con Las Choapas y al Oeste con Coatzacoalcos y Moloacán. Su distancia aproximada por carretera a la capital del Estado es de 330 Km. (Figura 2.1)

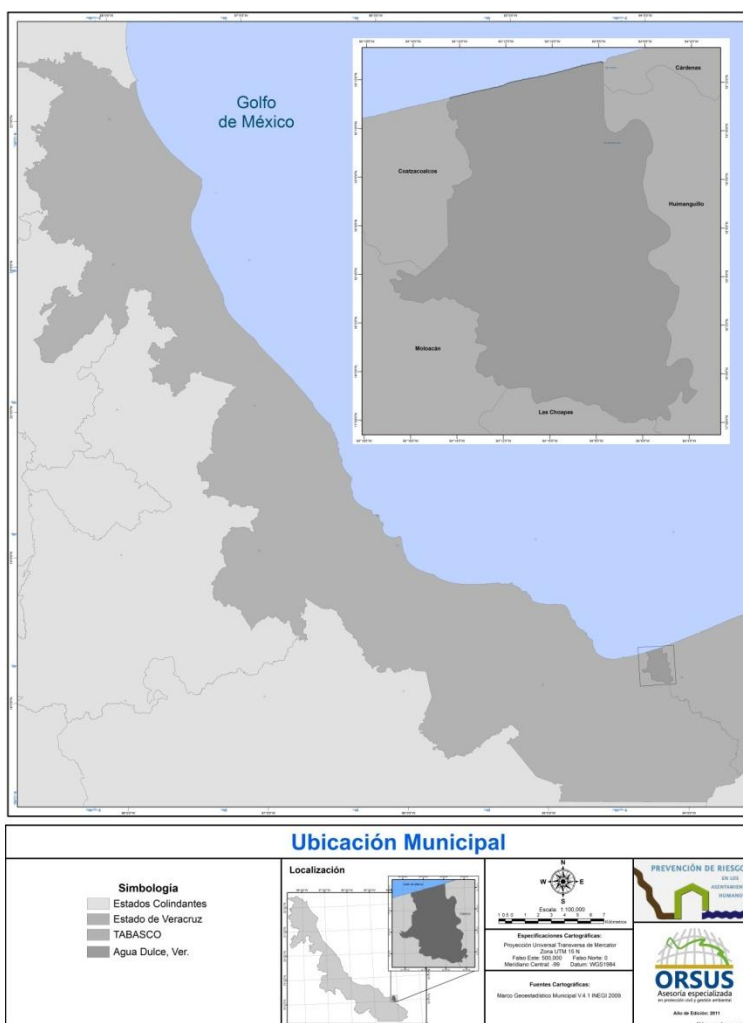


Figura 2.1. Mapa de Ubicación Geográfica del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

El siguiente nivel de análisis aborda las zonas de peligros, riesgos y vulnerabilidad a nivel urbano. A esta escala se analizan peligros y riesgos específicos como son las inundaciones, los deslizamientos, los flujos de suelo, tierra y lodo, flujos de creep, derrumbes y erosión lineal.

El mapa base urbano (Figura 2.3) del Municipio de Agua Dulce, Veracruz, cuenta con información geográfica básica de todo de la Cabecera Municipal. Contiene los elementos de infraestructura urbana con la finalidad de ubicar con mayor facilidad aquellas edificaciones que pueden ser un elemento regulador.

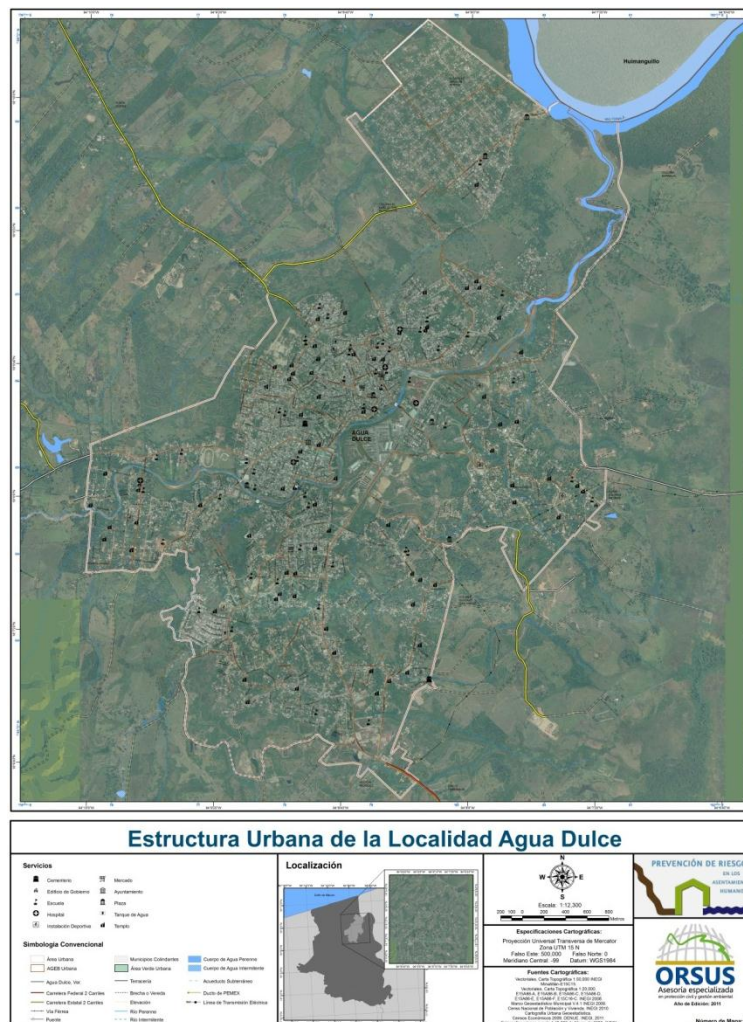


Figura 2.3. Mapa Base Urbano de la Localidad Agua Dulce, Agua Dulce.

La zona urbana del Municipio de Agua Dulce tiene peligros específicos y puntuales, que ponen en riesgo una gran cantidad de viviendas. Debido a esto, es necesario un análisis a escala de detalle de los peligros dentro de las zonas urbanas como son las inundaciones, los deslaves o flujos de suelo y la erosión lineal.

Así mismo, a nivel urbano, se analizarán los riesgos de tipo químico-tecnológico, sanitario-ecológicos y socio-organizativos, ya que son fenómenos que por su naturaleza se presentan a escalas urbanas primordialmente.

MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

Se generó un mapa del Modelo Digital de Elevación (DEM) para el Municipio de Agua Dulce con las curvas de nivel del INEGI y con el apoyo del software ARCGIS 9.3, se tuvo como resultado el mapa a que se muestra en este apartado (Figura 2.4).

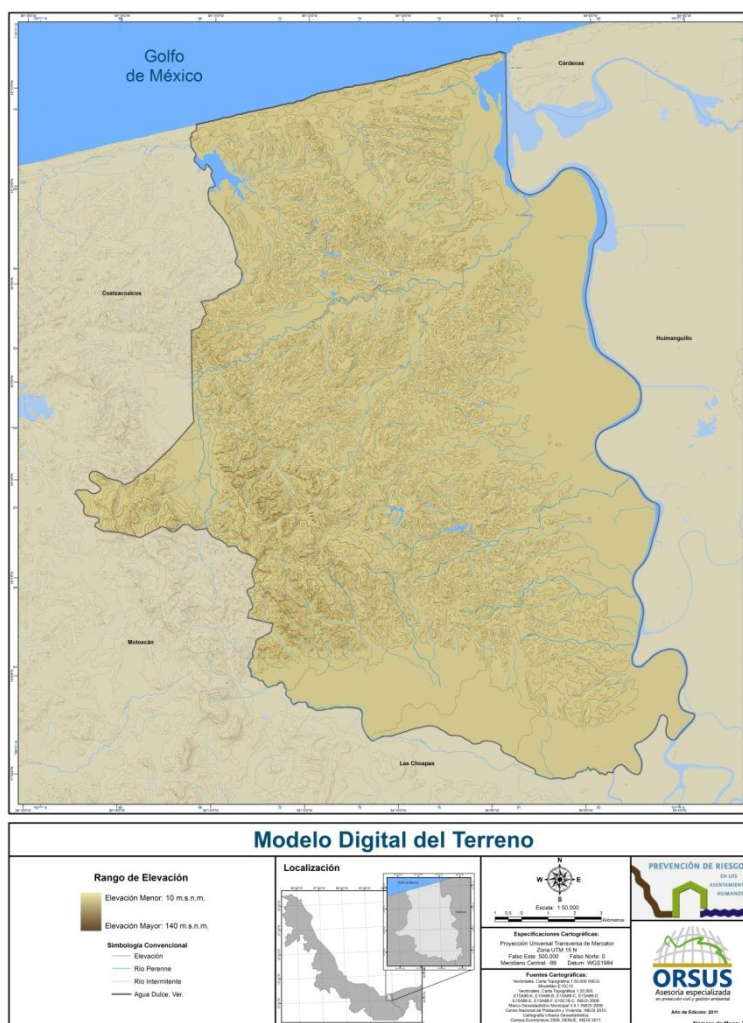


Figura 2.4. Mapa del Modelo de Elevación del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

La generación del Modelo Digital de Elevación fue necesaria para el análisis de los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, ya que a partir de este se realizan análisis de pendientes, orientación de las laderas, longitud de la pendiente, zonas de escurrimiento y acumulación de flujos, gradientes altitudinales, entre otros análisis.

CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

3.1.- FISIOGRAFÍA

Las provincias que cubren al Estado de Veracruz, son seis que son; la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre del Sur, las Montañas de Chiapas, la Mesa Central, el Cinturón Neovolcánico Transversal y la Planicie Costera del Golfo de México. El Municipio de Agua Dulce se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de Llanura Costera del Golfo Sur (Figura 3.1). Esta provincia comprende las regiones costeras de los estados de Veracruz y Tabasco en las que abundan suelos aluviales profundos, ya que en esta zona tienen su desembocadura al Golfo de México algunos de los mayores ríos de México, como son el sistema Grijalva-Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. En Veracruz el terreno se escalona hacia la costa formando cuestras, pero al Sur de este estado y en Tabasco se torna cada vez más plano. Al oriente de Tabasco se tiene una gran zona inundable con abundancia de pantanos permanentes hasta cerca de la Laguna de Términos; esta última se haya semiaislada del mar por una gran barra.

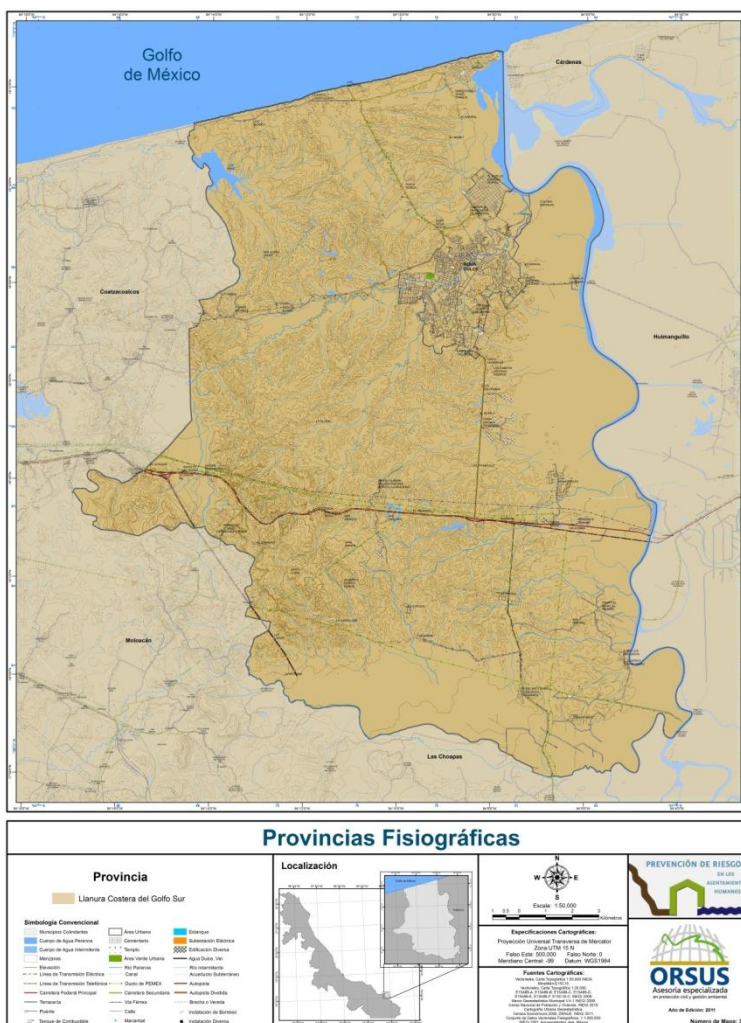


Figura 3.1. Mapa de la Provincia Fisiográfica del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.



La provincia fisiográfica de Llanura Costera del Golfo Sur se subdivide en dos subprovincias. La primera de ellas denominada Llanura y Pantanos Tabasqueño, abarca casi la mayor extensión del Municipio, encontrándose la Cabecera Municipal dentro de esta subprovincia. Esta subprovincia es surcada por diversos ríos, entre ellos el Grijalva y el Usumacinta, los más caudalosos del país; el Tonalá, el Chumpán y la Candelaria, al Este. Tales ríos en la llanura han sido de cursos inestables, debido a que sus cauces han sufrido cambios abruptos, por tal motivo, los aluviones recientes cubren en forma pareja casi toda la subprovincia. Las zonas inundables abarcan amplias extensiones del oriente, lugar donde abundan los lagos y pantanos permanentes. Sobre la margen occidental del río Tonalá se localiza la penetración de esta subprovincia en territorio veracruzano, del cual comprende una superficie de 373.72 km cuadrados. En esta porción, los sistemas de topoformas representativos son la denominada Llanura costera inundable y valle de laderas tendidas.

Hacia la zona de lomerío dentro del Municipio, encontramos la subprovincia de Llanura Costera Veracruzana (Figura 3.2). Casi toda esta subprovincia se localiza dentro de territorio veracruzano, y es la que ocupa mayor extensión, con 27 001.17 km cuadrados, que representan el 37.29% de la superficie total estatal. De manera general, esta subprovincia se divide en tres grandes regiones: los Sistemas de Lomeríos del Oeste, la Llanura Costera Aluvial propiamente y los Sistemas de Lomeríos del Sur y Sureste.

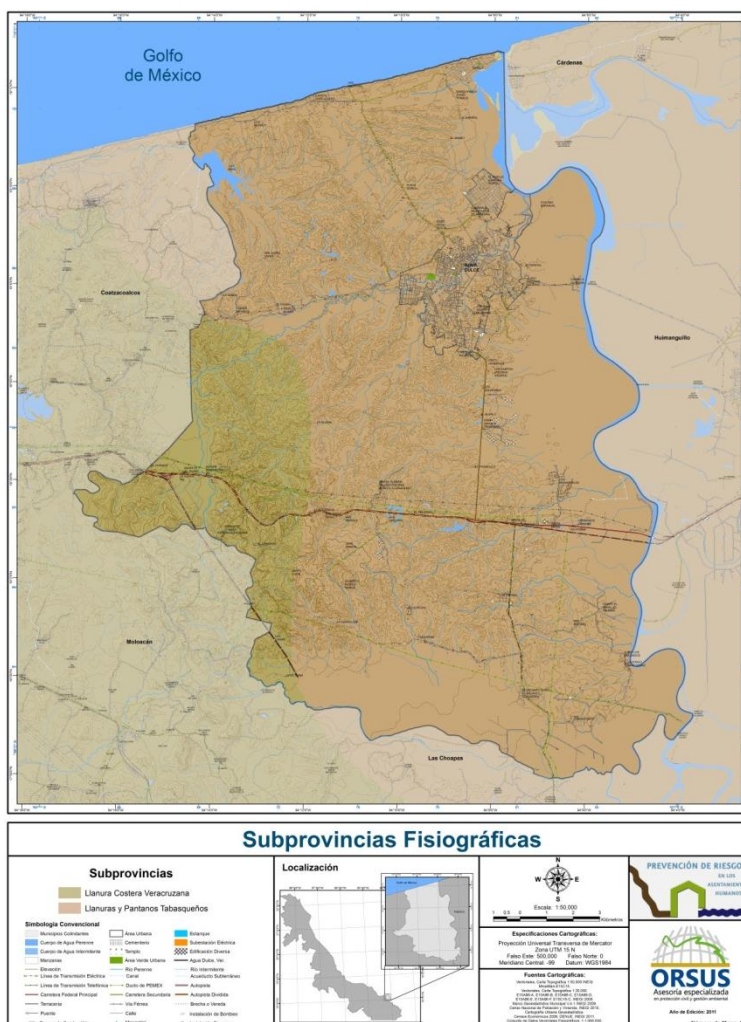


Figura 3.2. Mapa de Subprovincias Fisiográficas del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

3.2.- GEOLOGÍA

La diversidad de unidades geológicas indican un muy alto peligro por fenómenos geológicos, desde sismos, movimientos de remoción en masa como deslizamientos, flujos e incluso peligro de origen volcánico como flujos de coladas de lava.

En el Municipio aflora parte de la secuencia sedimentaria depositada en cuencas marinas durante el Terciario, que parcialmente se encuentra cubierta por depósitos recientes formados de suelos. La unidad geológica más antigua del Municipio de Agua Dulce comprende areniscas y lutitas del Terciario. Las areniscas están sobre yacidas por suelos Cuaternarios del tipo eólico y aluvial, así como palustre.

Las areniscas están poco consolidadas y cubren la mayor parte de la superficie del Municipio en la sección central del Municipio. El suelo tipo eólico son arenas

3.5.- HIDROLOGÍA

El Municipio de Agua Dulce se encuentra dentro de la cuenca del río Tonalá, río principal que marca el límite entre el Municipio de Agua Dulce y el Estado de Tabasco (Figura 3.6). El río Tonalá nace en las faldas occidentales del Cerro Mono Pelado y sirve de límite entre Tabasco y Veracruz. Su dirección es generalmente al Noroeste y es navegable en la época de estiaje en gran parte de su extensión, lo mismo que sus afluentes.

El río Tonalá en su curso superior es conocido como río Tancochapa. Los afluentes principales de esta corriente en territorio tabasqueño son los ríos Zanapa, Blasillo y Chicozapote. De éstos, el primero es el más importante. Las subcuenclas intermedias son: "Lagunas del Carmen-Machona", "Río Santa Ana", "Río Cocajapa", "Río Tonalá", "Río Tancochapa Bajo" y "Río Pozacrispín".

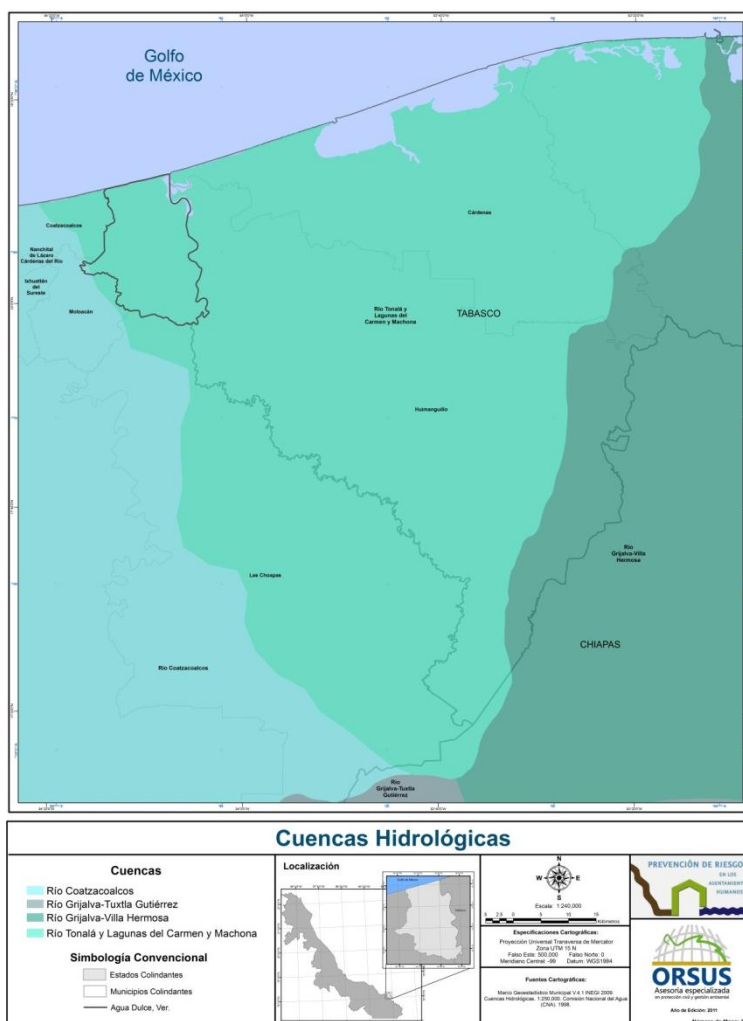


Figura 3.6. Mapa de Cuencas Hidrológicas del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

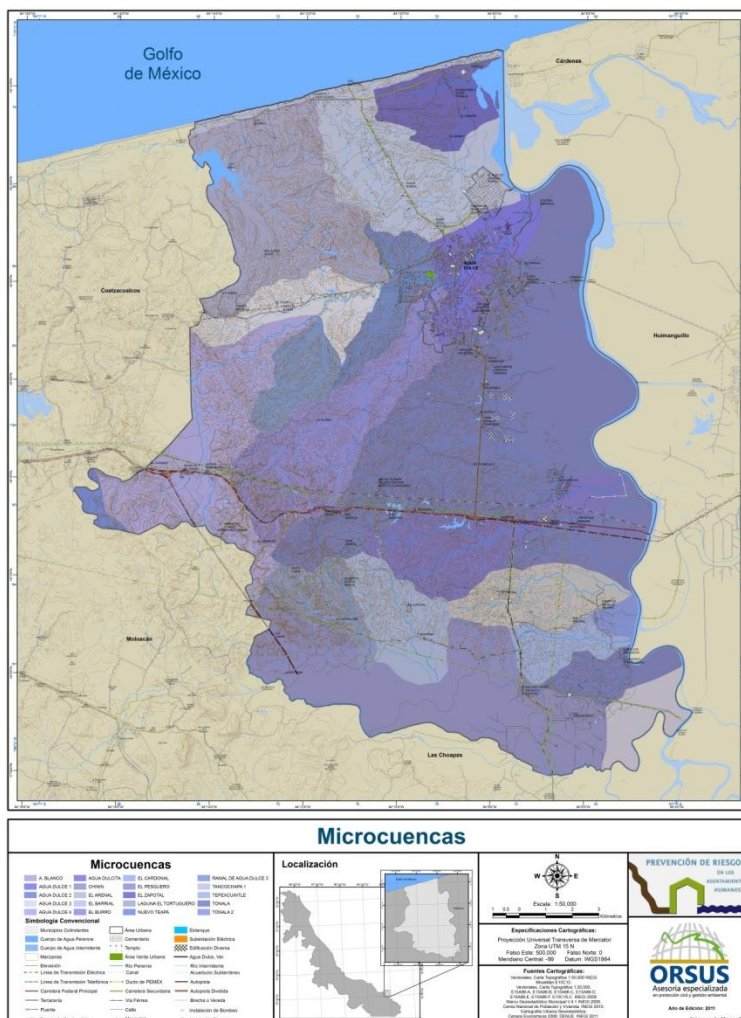


Figura 3.8. Mapa de Microcuencas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

3.6.- CLIMATOLOGÍA

En la actualidad existen diferentes clasificaciones climáticas, que varían dependiendo de las condiciones consideradas para definir un tipo de clima u otro. Algunas se basan en los aspectos fisicoquímicos predominantes de la zona, como la temperatura, la precipitación, la humedad, y otros parámetros meteorológicos, de este tipo es la clasificación tradicional de los climas de Köppen, basada en aspectos puramente meteorológicos, que describe las grandes zonas climáticas existentes clasificándolas en climas cálidos, templados y fríos.

En el Municipio se encuentra influenciado por un clima Cálido Húmedo Am (f), con una temperatura media anual mayor de 22°C y una temperatura del mes más frío mayor de 18°C. (Figura 3.9) La precipitación del mes más seco es menor a 60 mm; caracterizada por lluvias de verano y con un porcentaje de lluvias invernal mayor al 10.2% del total anual.

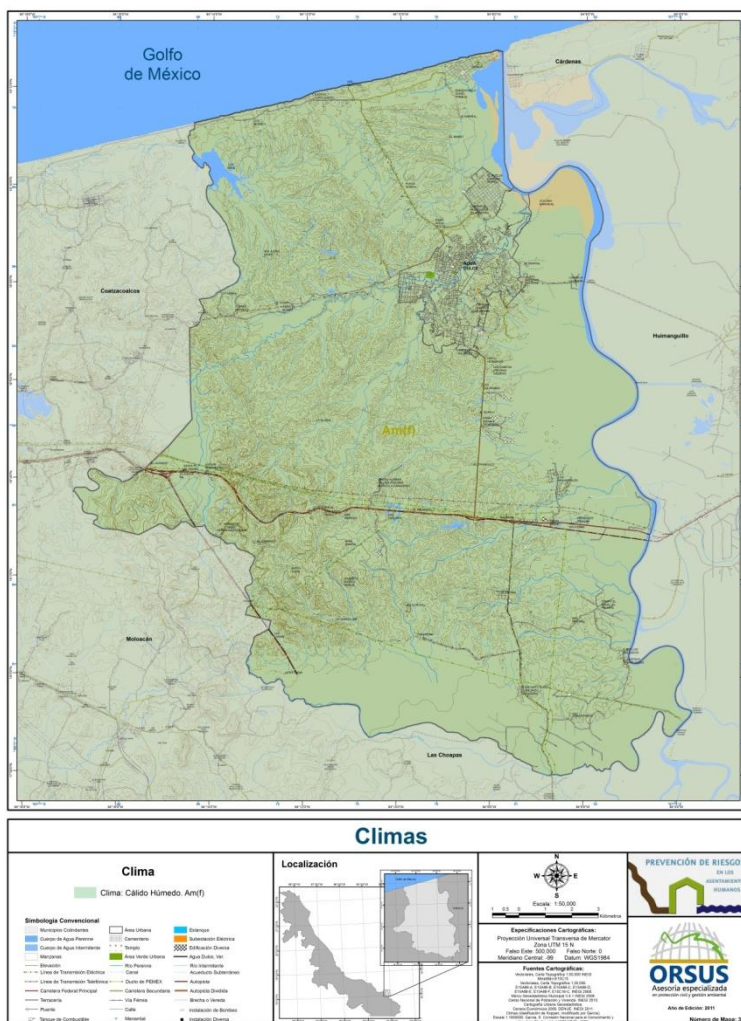


Figura 3.9. Mapa de Tipos de Climas del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

TEMPERATURA MEDIA Y PRECIPITACIÓN

El cálculo para obtener la temperatura media del Municipio de Agua Dulce, Veracruz, se generó a partir de los datos del Sistema de Información Climatológica, CLICOM (CONAGUA, 2010), proporcionado por la Facultad de Ciencias Atmosféricas de la Universidad Veracruzana. Se tomó una serie histórica, a partir del año 1978 hasta el año 2008, de las estaciones que se encuentran tanto en el Municipio como en los alrededores con la finalidad de hacer una interpolación y conocer el comportamiento de esta variable. En el mapa de la figura 3.10 se tienen las estaciones que se consideraron para el análisis de las variables hidrometeorológicas, se puede observar que se tomaron en cuenta estaciones que se encuentran a una distancia que rebasa los límites estandarizados, esto se debe a que el Municipio se encuentra en la costa.

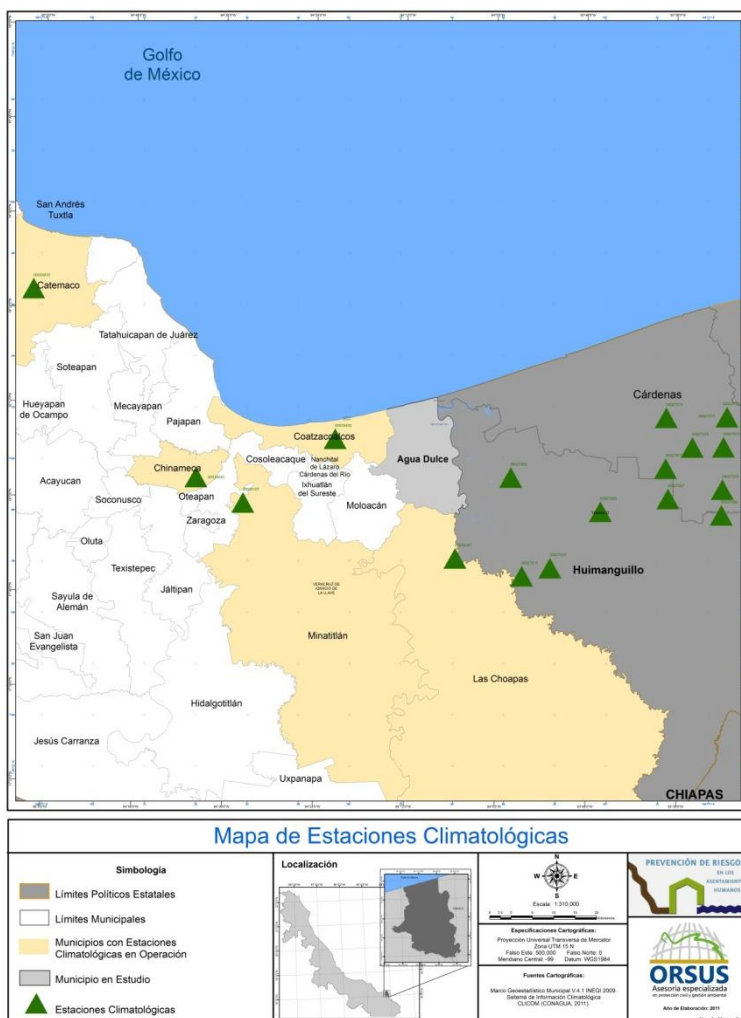


Figura 3.10. Mapa de Estaciones Climatológicas en el Contexto del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

El valor de la temperatura media se refiere al promedio anual de las temperaturas normales durante un periodo determinado. El cálculo que se realizó para el Municipio de Agua Dulce, se generó a partir del CLICOM (CONAGUA, 2010), proporcionado por la Facultad de Ciencias Atmosféricas de la Universidad Veracruzana. Se tomó una serie histórica mayor a treinta años, de un periodo de cálculo de 1975 hasta 2008, de las estaciones que se encuentran en los alrededores del Municipio para hacer una interpolación y conocer el comportamiento de esta variable en el Municipio y así lograr una mayor precisión en los datos.

En la figura 3.11 se tienen los rangos de temperatura media en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz. Es importante señalar que la temperatura media anual del Municipio es de 26°C, de acuerdo al cuadernillo municipal correspondiente.

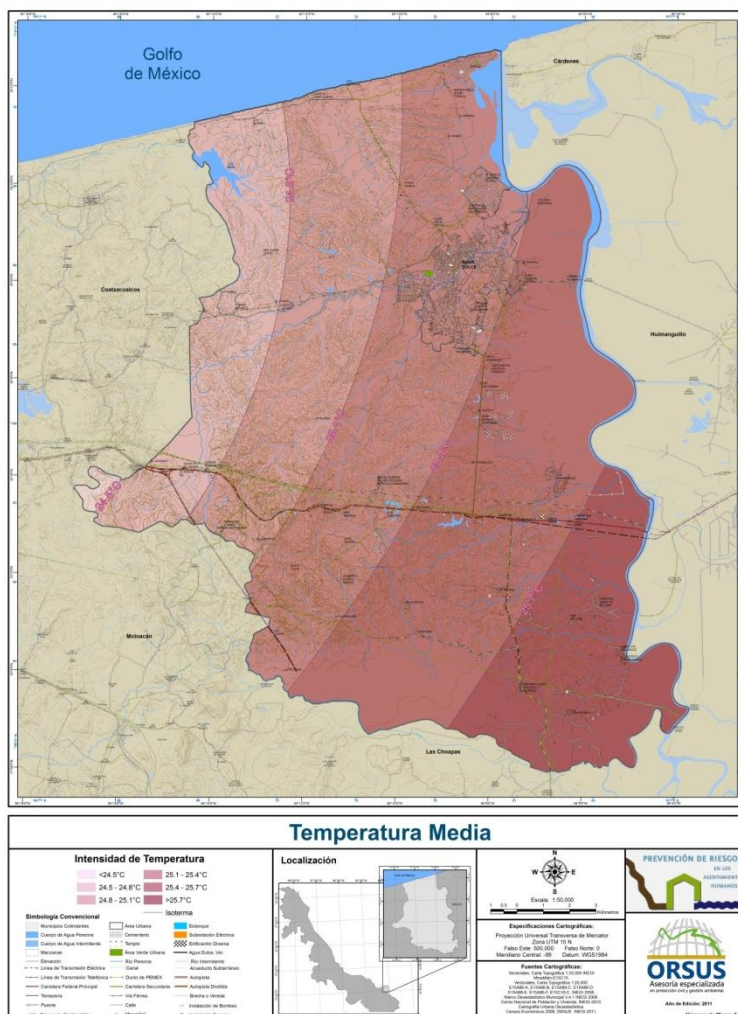


Figura 3.11. Mapa de Rangos de Temperatura Media en el Municipio de Agua, Veracruz.

De acuerdo a la figura 3.11 en el Municipio se registran rangos de temperatura que van de 24.5°C a mayores de 25.7°C, registrándose las mayores temperaturas hacia el Sureste del Municipio y disminuyendo hacia el Noroeste.

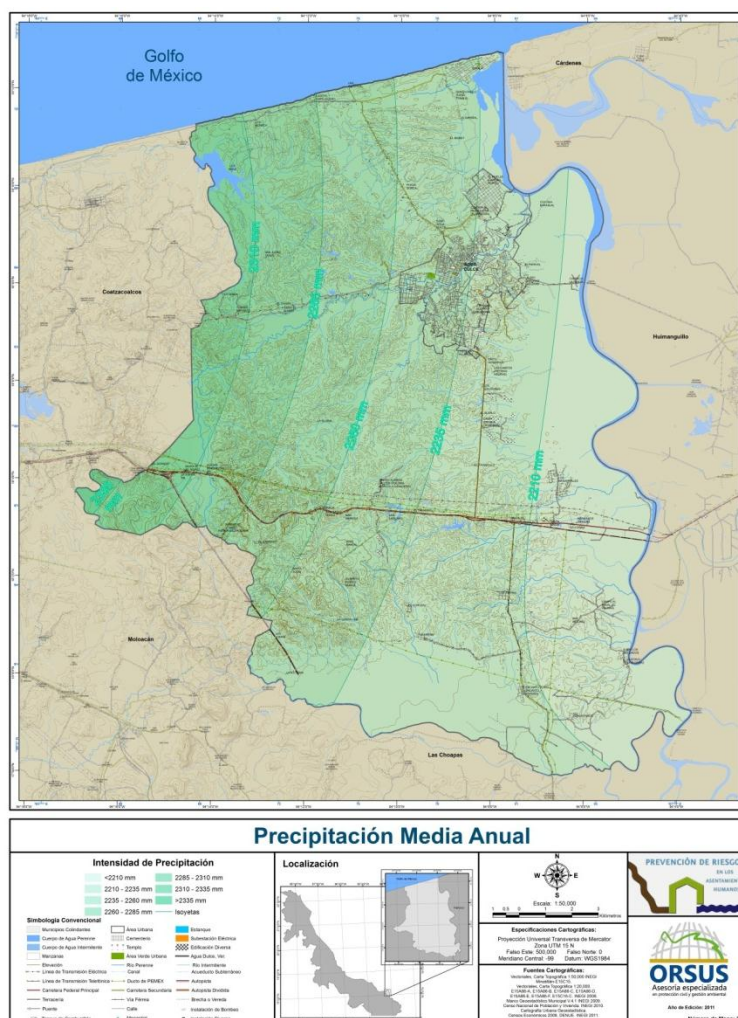


Figura 3.12. Mapa de Precipitación Acumulada Anual en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Como se puede observar, la precipitación acumulada anual histórica en el Municipio es desde cantidades menores a 2110 milímetros y superiores a 2,335. (Figura 3.12)

En conclusión, se determina que de acuerdo al comportamiento de las variables climatológicas, el Municipio de Agua Dulce es susceptible a presentar riesgos relacionados con temperaturas máximas como sequías, ondas de calor, así como inundaciones y movimientos de remoción en masa debido a los altos rangos de precipitación.

3.7.- USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

La clasificación de los suelos según su capacidad de uso es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo. Este ordenamiento proporciona una información básica, considerando que las tasas de cambio de uso de suelo incrementan cada vez más rápido, los principales procesos que determinan este cambio son: la

deforestación, que es el cambio de una cubierta dominada por árboles hacia una que carece de ellos, la alteración (también llamada degradación) implica una modificación inducida por el hombre en la vegetación natural, pero no un reemplazo total de la misma, la fragmentación es la transformación del paisaje dejando pequeños parches de vegetación original rodeados de superficie alterada.

La cobertura del suelo en el Municipio está conformada principalmente por pastizales cultivados dedicados a ganadería, cultivos de caña y eucalipto. Entre la vegetación natural encontramos remanentes de vegetación secundaria de selva alta perenifolia y vegetación de popal y manglar hacia las márgenes del río Tonalá (Figura 3.13).

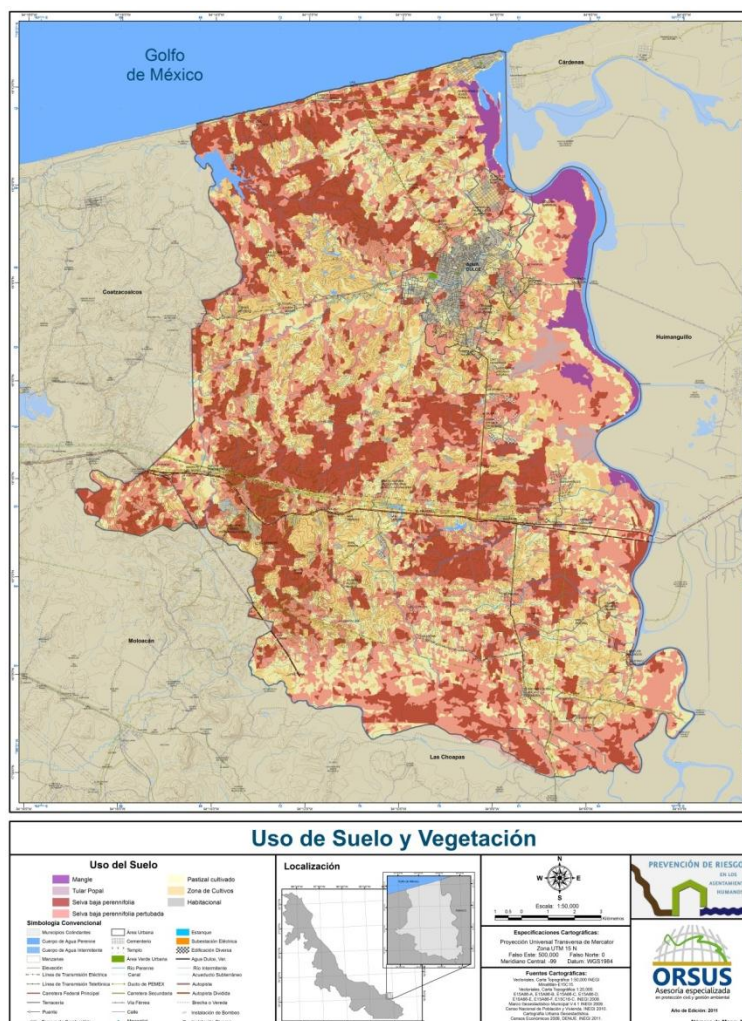


Figura 3.13. Mapa de Uso de Suelo del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

3.8.- ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ecosistemas



originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas o restauradas (LEGEEPA, 2007).

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, institución que designa las áreas de conservación, no ha considerado alguna zona en el Municipio de Agua Dulce.

3.9.- PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Para el análisis de la Problemática Ambiental del Municipio (Figura 3.14) se hizo un estudio de cambio de uso suelo del suelo, como un indicador de la degradación ambiental. Para su análisis se generó el Índice Normalizado Diferencial de Vegetación del año 1993 y del año 2005, para que sirvieran de comparación e indicarán las zonas que han sufrido mayor cambio de uso de suelo o deforestación.

La expansión de la frontera agrícola, especialmente de las zonas de potreros y pastizales, ha sido uno de los principales factores de degradación ambiental en el municipio. El desmonte de la vegetación original (selva baja perennifolia) para abrir paso a los cultivos inducidos, plantaciones de monocultivos y extracción de bancos de material ha ocasionado que la erosión del suelo aumente, factor que ha contribuido a la contaminación y asolvamiento de ríos, arroyos y cuerpos de agua.

Así mismo, la remoción de la cobertura forestal primaria puede ser una de las razones por las que actualmente existen mayores escurrimientos superficiales, lo que ha intensificado las inundaciones y los deslaves de suelo.

El cambio de uso de suelo de selva baja perennifolia a pastizales ha sido también un agente importante en el aumento de incendios, ya que estos se presentan principalmente en zonas de pastizales.

Por último, otro elemento ligado a la degradación ambiental del municipio son los derrames de crudo sobre el suelo y los ríos. Este fenómeno ha afectado la calidad de los suelos aledaños a los ductos y la calidad del agua, principalmente del arroyo El Burro y del río Agua Dulce.



4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

4.1 ELEMENTOS DEMOGRÁFICOS: DINÁMICA DEMOGRÁFICA, DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y DENSIDAD DE POBLACIÓN

En el 2010 la población total del municipio fue de 46,010 habitantes con 22,329 hombres (49% del total de la población municipal) y 23,681 mujeres (51% del total de la población municipal). Lo cual ubica al municipio en el lugar 42 entre los municipios con mayor población, con una participación del 0.60 por ciento de la población total estatal. Con una extensión territorial de 371.55 km², a lo que corresponde una densidad de población de 124 habitantes por kilómetro cuadrado.

La siguiente figura 4.1 muestra la densidad de población por AGEB en las localidades urbanas Agua Dulce y El Muelle (Gavilán Norte). Como se observa, la localidad Agua Dulce denominada igual que el Municipio, está compuesta por 28 áreas geoestadísticas básicas; de las cuales, las que presentan mayor densidad de población tienen 195, 2 mil 391 y 2 mil 287 habitantes distribuidos en una superficie de 0.02 Km², 0.28 Km² y 0.33 Km² respectivamente, arrojando una densidad de población superior a 5,013 habitantes por kilómetro cuadrado. Ubicadas en la parte centro de la zona de estudio (Colonias Bella Vista, Emiliano Zapata, Lázaro Cárdenas y Obrero)

El resto de la localidad presenta niveles menores de densidad, donde siete áreas tienen una densidad mayor a 2,753.37 y menor a 5,012.78 habitantes por kilómetro cuadrado, situados en el Centro y Suroeste de la localidad de Agua Dulce (abarcando las colonias 18 de marzo, Solidaridad, Benito Juárez, Nueva del Río, Cuatro Caminos, Pemex, Centro, México y El Suspiro).

Y finalmente, las áreas que se ubican dentro de los rangos que presentan menores niveles de densidad de población oscilan entre 0 y 2,753.36 habitantes por kilómetro cuadrado. Algunas de las colonias que abarca son: Mil Cinco, Díaz Ordaz, Pemex, Las Piedras, Los Pinos, Naranjal II, Niños Héroes, El Bosque II, Allende, El Bosque, El Naranjal, El Muelle, entre otros.

Por su parte, la localidad El Muelle (Gavilán Norte) situada en la parte norte del área urbana, está compuesta por tres áreas geoestadísticas básicas que presentan una densidad de población de 1 mil 885, 2 mil 175 y 2 mil 400 habitantes por kilómetro cuadrado respectivamente. (Figura 4.1)

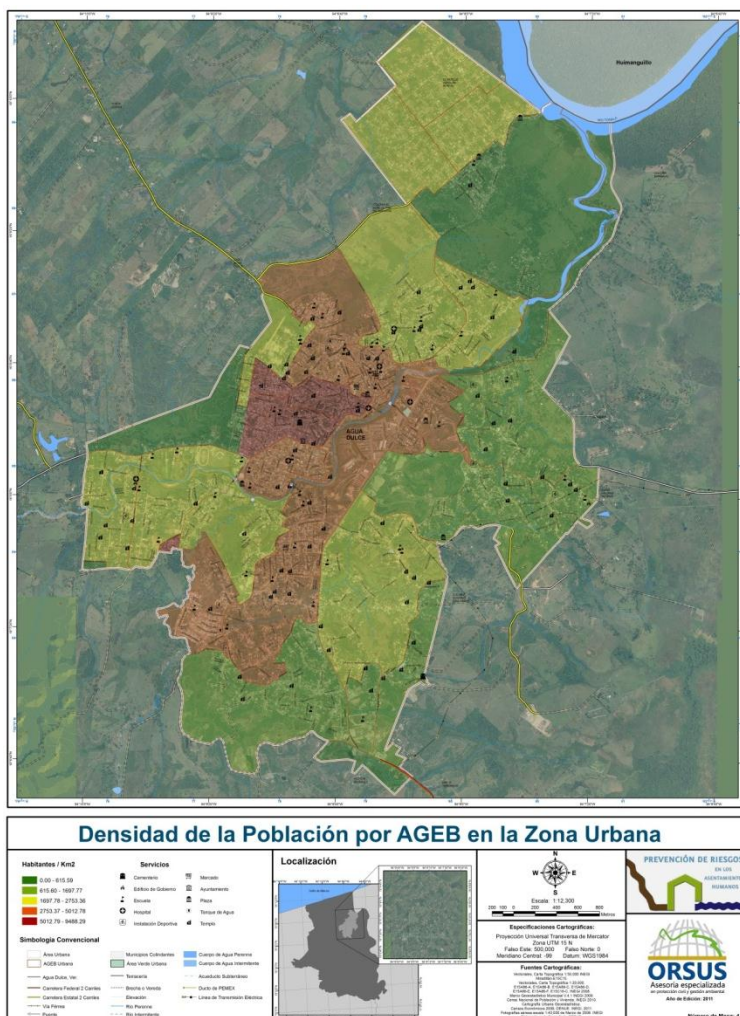


Figura 4.1. Mapa de Densidad de la Población por AGEB en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Durante el periodo 1990 – 2010, la población ha decrecido 2.59 por ciento, pasando de 47,234 a 46,010 habitantes, es decir, un decremento de 1,224 habitantes en 20 años; opuesto a la dinámica registrada en el estado, cuya población pasó de 6,228,239 a 7,643,194, arrojando una tasa de crecimiento total de 22.72 por ciento. La Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de Agua Dulce es de -0.1 en el mismo período, lo que quiere decir que en promedio la población ha decrecido 0.1 por ciento cada año, a diferencia del estado que ha crecido 1 por ciento anualmente en los mismos años. (Ver anexo III, Figura 1 y 2)

El mapa de distribución de la población del municipio de Agua Dulce muestra que la población se concentra principalmente en la localidad urbana y Cabecera Municipal: Agua Dulce, que tienen una población total de 36,079 habitantes, equivalente al 78% de la población total en el municipio. (Figura 4.2)

Las localidades El Muelle y Tonalá que tienen 3,370 y 2,005 habitantes, respectivamente, y concentran 12 por ciento de la población total municipal, se

encuentra en el intervalo de 1.65 a 7.32 por ciento. El siguiente intervalo de 0.52 a 1.64 por ciento, tiene las localidades El Encanto (1.64%, 754 habitantes), Los Manantiales (1.41%, 651 habitantes), La Arena (1.06%, 490 habitantes), El Cedral (0.70%, 320 habitantes) Gustavo Díaz Ordaz (0.69%, 318 habitantes) y Miguel Alemán Valdés (0.62%, 287 habitantes); que en conjunto alojan 6 por ciento del total de la población del municipio.

En contraste, las cincuenta y siete localidades restantes, ubicadas en el intervalo que va de 0.00 a 0.51 por ciento, constituyen sólo el 4 por ciento del total de la población del municipio. Es evidente la dispersión poblacional que existe, de las 66 localidades existentes, 64 tienen menos de 2,500 habitantes y concentran 86 por ciento de la población total municipal, lo cual afecta negativamente la capacidad de respuesta del municipio y por tanto, su vulnerabilidad social.

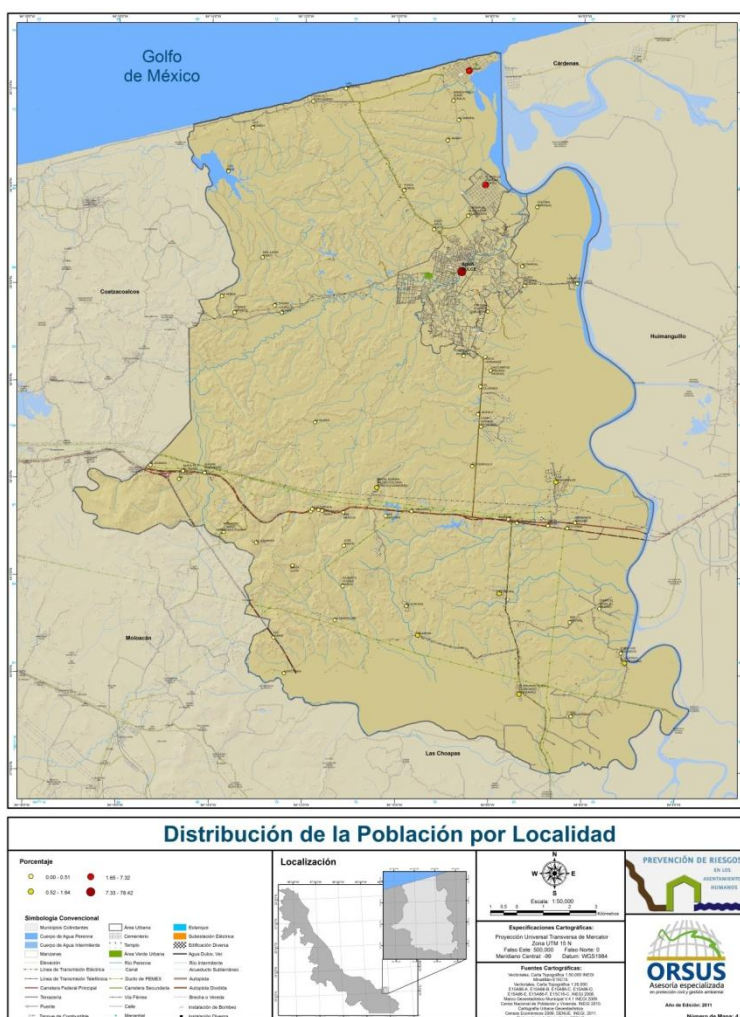


Figura 4.2. Mapa de Distribución de la Población en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

En el período de 1990 a 2010 las localidades que presentaron una mayor dinámica poblacional o TCMA fueron El Saladino (10.21%), La Senda (1.45%), San Judas Tadeo (1.12%), El Encanto (0.98%), Gustavo Díaz Ordaz (0.95%),



4.2 CARACTERÍSTICAS SOCIALES

SALUD

Uno de los principales indicadores de desarrollo se refleja en las condiciones de salud de la población, por esto se vuelve necesario conocer la accesibilidad que los habitantes tienen a los servicios básicos de este servicio, así como la capacidad de atención de los mismos.¹

En el municipio de Agua Dulce existen 1.52 médicos por cada 1,000 habitantes, lo que de acuerdo a los estándares que establece la Secretaría de Salud indica una aceptable capacidad de atención a la población.² (Ver anexo III, Figura 3)

De acuerdo a los datos de INEGI, el número de defunciones infantiles menores a un año para el 2009 ascendió a 17, respecto al número de nacimientos que sumaron 575; resultando una tasa de mortalidad infantil de 2.96 por ciento, que se traduce en que por cada 100 nacimientos hay 2.96 defunciones infantiles. Dejando ver que un recién nacido tiene menor porcentaje de sobrevivir en su primer año de vida, que a nivel estatal o nacional, así como la menor calidad de atención a la salud en el caso de las madres.

El 33 por ciento de la población total municipal No goza de los servicios de salud que brindan instituciones públicas y privadas, por no tener acceso o tenerlo de manera limitada, 13,739 habitantes en términos absolutos. En contraparte, el 67 por ciento de la población es derechohabiente y se encuentra inscrita principalmente a PEMEX, Defensa Nacional o Marina (41% del total de población derechohabiente), Seguro Popular (31% del total de población derechohabiente) e IMSS (23% del total de población derechohabiente). (Ver anexo III, Figura 4)

La población con discapacidad en el año 2010 representa 3.17 por ciento de la población total del municipio, 1.67 por ciento de la población masculina total municipal y 1.51 por ciento de la población femenina total municipal, que en términos absolutos, significa 767 hombres y 693 mujeres, respectivamente. El tipo de discapacidad que presentan en su mayoría ambos sexos, es motriz y visual, seguida de la mental. Las localidades que presentan mayores porcentajes de discapacidad en su población son: Héctor Ricárdez, El Corozal, El Saladino, Punta Gorda, Ejido El Tortuguero, Tonalá, Miguel Alemán Valdés, El Papayal, Ejido Los Soldados y Los Manantiales. (Ver anexo III, Figura 5)

De manera general, la localidad urbana Agua Dulce presenta porcentajes elevados de población con algún tipo de discapacidad en la parte Centro y Suroeste de la zona de estudio. Específicamente, la zona entre las calles Benito

¹ CENAPRED (2006). Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, *Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social*, México, pág. 78

² La Secretaría de Salud se establece que es aceptable que exista un médico por cada mil habitantes.

Juárez e Independencia dentro de la colonia Miguel Hidalgo y Costilla, que tiene 16 personas con algún tipo de limitación de un total de 196 habitantes del área.

El resto de las colonias que presentan porcentajes elevados de población en dicha condición son: Mil Cinco, 18 de Marzo, Solidaridad, Alborada, Miguel Hidalgo y Costilla, Km. Dos y Medio, Emiliano Zapata, Bella Vista, Lázaro Cárdenas, Centro, México y Pemex. Con niveles que van desde 3.7 por ciento hasta 5.7 por ciento de población con algún tipo de discapacidad, sumando un total de 490 personas en dicha condición.

En la localidad El Muelle (Gavilán Norte), el área que se ubica en la parte Norte tiene un porcentaje igual a 5.7 por ciento de población en dicha condición, esto es, 62 personas de un total de 1,097 habitantes. Las dos áreas restantes tienen un porcentaje de 2.6 y 3.0 por ciento respectivamente, equivalente a 63 personas con algún tipo de discapacidad. (Figura 4.4)

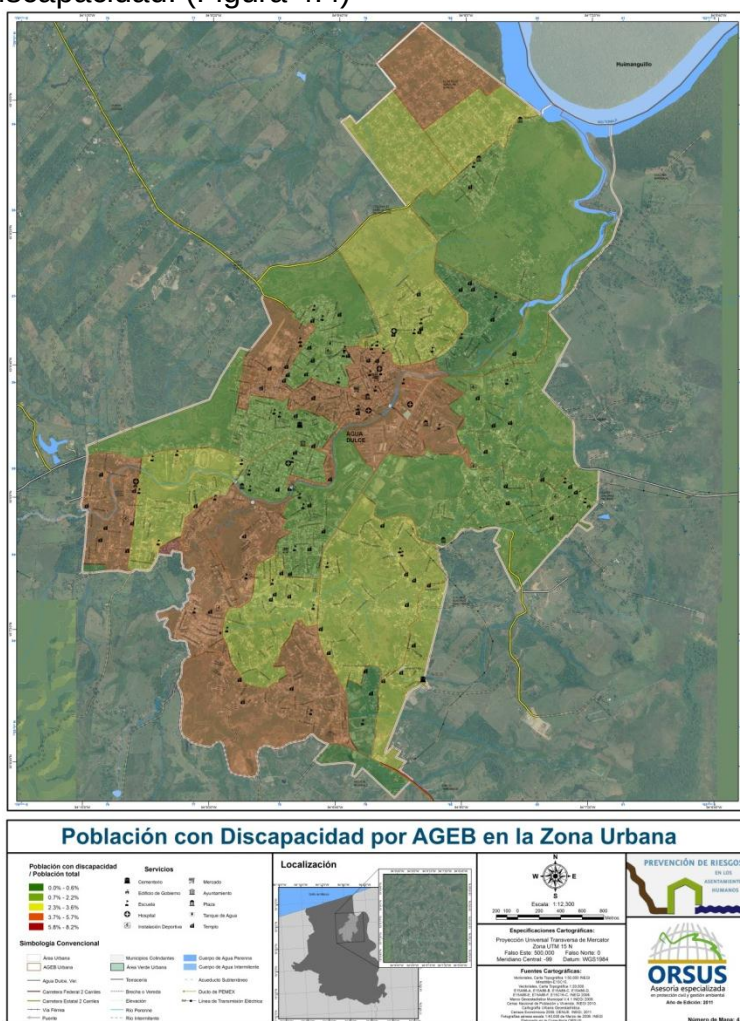


Figura 4.4. Mapa de Población con Discapacidad por AGEb en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.



En cuanto a la infraestructura en materia de salud al año 2009, en el municipio existen 6 unidades de consulta externa, 3 pertenecen a la Secretaría de Salud (SS), 1 al Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS), 1 al IMSS - Oportunidades y 1 al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE); y 1 unidad de hospitalización general, perteneciente a PEMEX. Otorgando conjuntamente 210,554 consultas externas.

En general en materia de salud, el municipio presenta niveles bajos de cobertura en los servicios médicos, así como, una baja calidad en la prestación del servicio, que se ve reflejada en el alto índice de mortalidad infantil. Todo lo anterior, repercute negativamente limitando las acciones que puedan emprenderse en caso de atención de un peligro por algún fenómeno natural que impacte al municipio.

EDUCACIÓN

El objetivo de esta categoría se basa en el hecho de que entre mayor sea el nivel de educación, mejorará la respuesta de los individuos ante un desastre o situación de emergencia, disminuyendo el grado de vulnerabilidad social del municipio.

El nivel educativo que tenga la comunidad es fundamental para facilitar la implementación de medidas que mitiguen el grado de vulnerabilidad en los municipios; y de esta forma ayudar a que los habitantes comprendan los fenómenos naturales y tengan una mejor capacidad de organización entre ellos. (Ver anexo III, Figura 6)

Por ello es importante detectar el grado de analfabetismo, el cual se obtiene a partir del total de la población de 15 años y más que no saben leer ni escribir, entre la población total de 15 años y más de dicho municipio, multiplicando la razón por 100, lo que proyecta el porcentaje de la población que es considerada analfabeta. En el caso del municipio de Agua Dulce, un alto porcentaje de la población no cuenta con estas habilidades básicas para mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos a los que está expuesta, puesto que 6.92 por ciento de la población total municipal no saber leer ni escribir.

En cuanto al porcentaje de la población 6 a 14 años que asiste a la escuela a nivel municipal es igual a 96.05%, es decir que, 3.95% de la misma población no asiste a la escuela. Finalmente, se obtiene el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más del municipio, el cual es de 8.45 años; lo que significa que la mayor parte de la población ha concluido hasta el segundo grado de educación secundaria.

En cuanto a las características de infraestructura del sector educativo del municipio para el ciclo escolar 2009-2010 indican que había 87 escuelas: 1 plantel de educación especial, 26 planteles de educación preescolar, 38 de primaria y 13 de secundaria, conformando la educación básica; 5 bachilleratos, correspondientes a educación media; 1 plantel de educación para adultos y 3 de formación para el trabajo. Con un total de 581 docentes y 11,468 alumnos.



En general en el sector educativo, el municipio presenta niveles aceptables de cobertura y asistencia, superiores que los niveles estatales y similares que los promedios nacionales; lo que se refleja principalmente, en el grado promedio de escolaridad de la población. En cuanto a la infraestructura educativa, aún no existen institutos de educación superior que absorban la demanda local de servicios educativos y contribuyan a elevar la profesionalización de los habitantes.

VIVIENDA Y MARGINACIÓN

El total de viviendas habitadas en el municipio de Agua Dulce ascendió a 12,471 en el año 2010, lo que desde 1990 ha significado un crecimiento total de 24.57 por ciento, equivalente a 2,460 viviendas nuevas; inferior al crecimiento que se presentó a nivel estatal de 58.45 por ciento. La TCMA para el período de 1990 al 2010 es de 1.10 por ciento, en comparación con el Estado, que presenta una TCMA de 2.33 por ciento en el mismo período. (Ver anexo III, Figura 7)

Las viviendas se encuentran concentradas en la Cabecera Municipal: Agua Dulce; la cual alberga 9,929, que representan 79.62 por ciento del total de viviendas en el municipio. Con una TCMA positiva de 0.88 por ciento, por lo que, en los próximos años se espera una tendencia de mayor concentración en la zona urbana del municipio.

Otras localidades que concentran significativamente viviendas son El Muelle (7.10% del total municipal, 885 viviendas), Tonalá (4.20% del total municipal, 524 viviendas), El Encanto (1.57% del total municipal, 196 viviendas), Los Manantiales (1.33% del total municipal, 166 viviendas), La Arena (0.98% del total municipal, 122 viviendas) y El Cedral (0.68% del total municipal, 85 viviendas). Que en conjunto concentran 15.86 por ciento; en contraste, con las 59 localidades restantes que concentran 4.52 por ciento del total de viviendas en el municipio.

Las localidades que destacan por su dinámica habitacional son El Saladino (6 viviendas y TCMA de 9.37%), El Encanto (196 viviendas y TCMA de 3.32%), Gustavo Díaz Ordaz (65 viviendas y TCMA de 2.46%), Los Manantiales (166 viviendas y TCMA de 1.85%), Tonalá (524 viviendas y TCMA de 1.78%), Ejido los Soldados (22 viviendas y TCMA de 1.30%) y La Arena (122 viviendas y TCMA de 1.26%). Todas las anteriores, con tasas de crecimiento medio anual mayores al promedio municipal.

Por su parte, las localidades Santa Fe (1 viviendas y TCMA de -8.57%), El Paralelo (1 viviendas y TCMA de -8.57%), El Búfalo (1 viviendas y TCMA de -7.73%), La Gloria (6 viviendas y TCMA de -7.73%), El Faisán (2 viviendas y TCMA de -7.24%), Cinco Hermanos (1 viviendas y TCMA de -6.70%) y Ramón Pablo (13 viviendas y TCMA de -5.34%); son las que presentaron las tasas más bajas, con decrecimientos mayores a 5.34 por ciento.



Junto con la distribución y crecimiento de las viviendas en el municipio, es importante observar la calidad de los materiales de construcción de las mismas, los servicios públicos con los que cuentan y los bienes privados que poseen, los cuales son indicadores del bienestar social de las personas. Además como establece CENAPRED, la vivienda es uno de los sectores que recibe mayores afecciones y los daños en éstas, sirven como parámetro para medir la magnitud de los desastres.

En el municipio de Agua Dulce de un total de 12,039 viviendas particulares habitadas (VPH)³, 6,585 no cuentan con servicio de agua entubada (54.7% del total de VPH) y 287 no disponen de drenaje (2.4% del total de VPH). Ambos indicadores son importantes ya que, de resultar en altos grados de carencia, pueden retrasar las labores de atención médica y disminuir su calidad, repercutiendo en la salud de la población. (Ver anexo III, Figura 8)

En cuanto a las viviendas con electricidad a nivel municipal 1.8 por ciento del total de VPH no disponen del servicio. Lo que significa en términos absolutos, que 220 VPH no tienen electricidad de un total de 12,039. El déficit de vivienda⁴ asciende a 5.3 por ciento.

El porcentaje de viviendas con piso de tierra es de 4.8 por ciento del total de VPH, equivalente a 572 viviendas. El porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón es de 0.6 por ciento del total de VPH en el municipio, igual a 71 VPH. Las viviendas con techo de desecho o lámina de cartón representan 0.9 por ciento de las VPH en todo el municipio.

Por último, respecto al grado de hacinamiento, que refleja aquellas viviendas con un número de ocupantes mayor al aceptable para desempeñar confortablemente las actividades cotidianas. El municipio de Agua Dulce no se considera con algún nivel de hacinamiento, ya que, en promedio tiene 1.08 ocupantes por cuarto en la vivienda.⁵

En la figura 4.5, se observa que las localidades Agua Dulce y El Muelle (Gavilán Norte), tienen un bajo nivel de hacinamiento. Respecto a la primera, el único AGEB con un grado Medio de hacinamiento presenta en promedio 1.60 ocupantes por cuarto en la vivienda (ubicado en la calle Héroes de Veracruz dentro de la Colonia KM. 2).

³ Para la realización del apartado viviendas y marginación, el análisis del total de viviendas, su distribución y crecimiento, se utilizaron datos referentes al Total de Viviendas Habitadas (TVH), debido a disponibilidad de la información. El segundo apartado, sobre las características de la vivienda utiliza datos correspondientes al Total de Viviendas Particulares Habitadas (TVPH).

⁴ Denominado así por CENAPRED, se encuentra conformado por el resultado de la diferencia del total de hogares y el total de viviendas particulares habitadas, lo que en primera parte representa la demanda insatisfecha de viviendas para el total de hogares del municipio. También se le suman las viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón, así como las que tienen piso de tierra, lo que representa las viviendas que necesitan mejoramiento.

⁵ De acuerdo con CONAPO, se considera que una vivienda tiene algún nivel de hacinamiento cuando los ocupantes promedio por cuarto en la vivienda son mayores a 2.

El resto de las áreas, presentan un Bajo y Muy Bajo grado de hacinamiento, con un promedio de 0 a 1.50 ocupantes por cuarto en viviendas. Por su parte, la localidad El Muelle tiene un Bajo grado de hacinamiento, con 1.04, 1.14 y 1.22 en promedio de ocupantes por cuarto en viviendas, respectivamente.



Figura 4.5. Mapa del Nivel de Hacinamiento por AGEB en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Relacionado con los indicadores de vivienda, se encuentra el Índice de Marginación (IM), el cual además, permite realizar comparativos y catalogar los municipios de acuerdo con su grado de privación. Agua Dulce en el 2005 obtuvo un IM igual a -0.90, que lo catalogó con un grado de marginación Bajo⁶. (Ver anexo III, Figura 9)

La dimensión que mostró el peor escenario fue la referente a ingresos monetarios insuficientes. Ya que, 49.13 por ciento de la población en todo el municipio percibe

⁶ Es importante mencionar, que cuando el IM es negativo indica menor grado de marginación, en contraparte con un IM positivo que quiere decir mayor grado de exclusión de la población a los beneficios del desarrollo.



ingresos menores a 2 salarios mínimos; no obstante, presenta mejor desempeño respecto al parámetro a nivel estatal de 58 por ciento. (Ver anexo III, Figura 10)

Por su parte, la dimensión residencia en viviendas inadecuadas, en general muestra un escenario favorable, ya que, los porcentajes de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica, sin drenaje ni servicio sanitario, con piso de tierra y con algún nivel de hacinamiento, son más bajos a los indicadores estatales. Exceptuando el porcentaje de ocupantes en viviendas sin servicio de agua entubada, que representa 43.96 por ciento del total de ocupantes en el municipio y es superior al 23.32 por ciento en todo el estado.

Las dimensiones educación y localidades con menos de 5,000 habitantes son las que tienen mejor desempeño, puesto que, todas sus variables se encuentran en mejor posición que las variables estatales.

A nivel localidad, el IM muestra que la Cabecera Municipal y sus zonas aledañas presentan menores grados de marginación que el resto de las localidades, consideradas rurales. Particularmente, en el municipio de Agua Dulce dichas áreas presentan un grado de marginación Medio, Bajo y Muy Bajo, en contraparte, con el resto de las localidades rurales que tienen en su mayoría grados Muy Alto y Alto de marginación.⁷ (Ver anexo III, Figura 11)

Las localidades que destacan por su alto índice de marginación son: El Granero, La Gloria y Rancho El Saladino, con grados de marginación Muy Alto; y La Hondonada, Ejido Piedras Negras, La Guadalupe Uno y Dos, El Corozal, Miguel Alemán Valdés, Rancho Los Colorines, Colonia Gustavo Díaz Ordaz, Colonia El Muelle y Ramón Pablo, con grados de marginación Alto. (Figura 4.6)

⁷ Debido a que el IM se obtiene a partir de indicadores que se calculan de acuerdo con porcentajes de carencia respecto a la población total en el municipio. Si los municipios concentran el mayor porcentaje de población en las zonas urbanas, el IM reflejará las características de desarrollo de la población ahí asentada, que en general, muestra mejores indicadores de bienestar, que la población en localidades rurales. Por ello, se vuelve importante caracterizar las localidades rurales asentadas en el municipio, que de acuerdo con el criterio establecido por INEGI, son aquellas con menos de 2,500 habitantes en su territorio. Al respecto, se presentarán los indicadores de marginación de la cabecera municipal, representado a las zonas urbanas y, un promedio del resto de las localidades para representar a las zonas rurales.

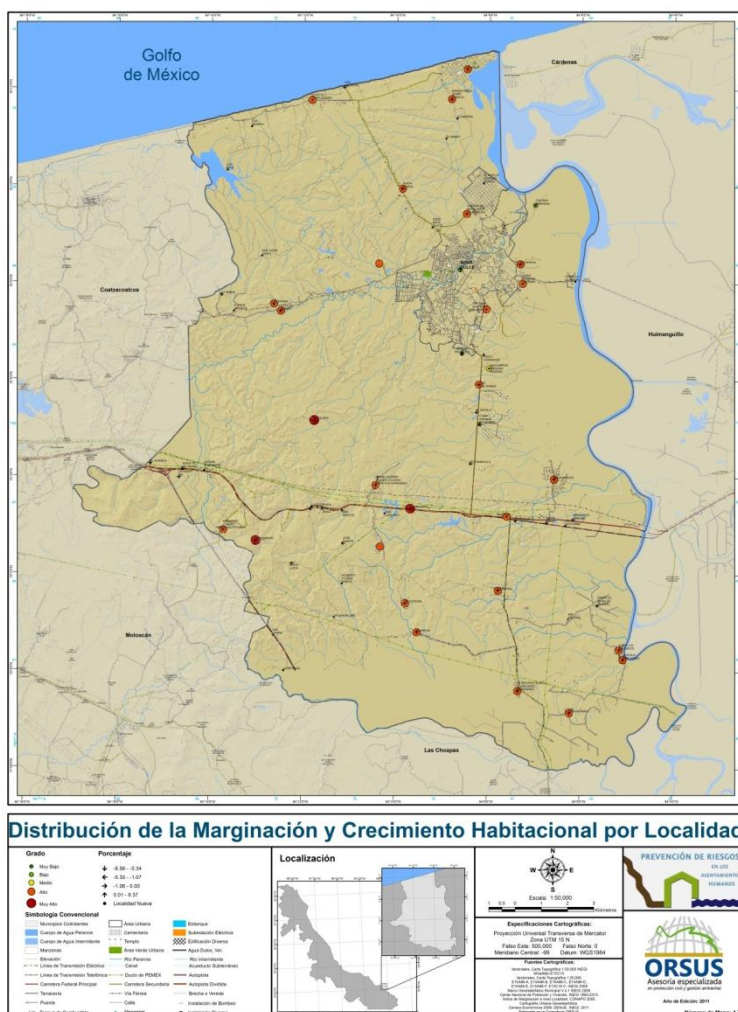


Figura 4.7. Mapa de Crecimiento Habitacional y Grado de Marginación por Localidad en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

En conclusión sobre la categoría vivienda y marginación, en el municipio de Agua Dulce una gran parte de la población se encuentra establecida en viviendas que no cuentan con los servicios básicos, y aun cuando la mayor parte de éstas tienen una calidad de materiales de construcción superior a paredes o techos de desecho o lámina de cartón, en general no disfrutan de condiciones aceptables para habitar y responder ante peligros, situación que se corrobora con el IM a nivel localidad; de manera que, las localidades rurales son las que se encuentran en situación de mayor vulnerabilidad ante peligros. Por lo que, será de suma importancia las acciones que al respecto tome el gobierno municipal para revertir tales indicadores.

4.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA

Las actividades económicas relacionadas con la vulnerabilidad y capacidad de respuesta de un municipio o región, permite hacer un diagnóstico por una parte, de los peligros más comunes a los que se encuentra expuesto el municipio. Por



ejemplo, en el caso de los municipios agrícolas, tendrán una mayor vulnerabilidad a desastres naturales como los ciclones, que ponen en riesgo las cosechas y con ello, los ingresos y sustento de las familias ahí asentadas. Mientras los municipios industrializados o los dedicados al sector terciario (servicios) se encuentran más expuestos a peligros antropogénicos, como son los químicos y sanitarios, debido al manejo de desechos industriales y la existencia de maquinaria y equipo de riesgo.

Por otra parte, el conocer las principales actividades económicas y su desempeño, ayuda a conocer la capacidad financiera de los habitantes y en este sentido, la capacidad de respuesta del municipio, en tanto, una mayor capacidad económica se reflejará en mayor facilidad para realizar obras de rehabilitación en caso de desastres.

El municipio de Agua Dulce presenta un mayor grado de desarrollo en el sector secundario, lo cual se refleja en un coeficiente de especialización de 1.87, seguido por el sector terciario, que incluye los subsectores servicios y comercio, y en conjunto observa un coeficiente de especialización de 0.98 y, por último, el sector primario, con un coeficiente de 0.36. Enseguida se presentan a detalle las actividades que componen cada uno de los sectores económicos, haciendo énfasis en sector secundario en el cual se encuentra especializado el municipio. (Ver anexo III, Figura 12)

SECTOR PRIMARIO

La actividad principal que desempeña la población de Agua Dulce referente al sector primario es la cría y explotación de animales, puesto que, del total de unidades de producción con actividad agropecuaria o forestal, el 79.7 por ciento se dedican a esta rama; el 14.1 por ciento se dedican a la agricultura; y el restante 6.2 por ciento se encuentra dividido entre: otras actividades (5.7%) y corte de árboles (0.5%). (Ver anexo III, Figura 13)

En el 2010, de acuerdo a la producción total en toneladas, la cría y explotación de animales se encontraba concentrada en las aves y guajolotes (95.6% del total de producción municipal), seguido del ganado bovino (3.5% del total de producción municipal), el ganado porcino (0.7% del total de producción municipal), y el ovino y caprino (0.2% del total de producción municipal).

Los principales cultivos, incluyendo cíclicos y perennes, tomando como referencia la superficie total sembrada en el año 2010, fueron: maíz grano (50.9%), copra (37.4%), hule hevea (4.6%), arroz palay (2.8%), naranja (2.5%), frijol (1.5%) y limón (0.4%). El Valor de Producción Total de los cultivos en Agua Dulce es equivalente a 11 millones 769 mil pesos, de los cuales el 66 por ciento se concentra en el cultivo de maíz de grano, 12 por ciento en copra, 10 por ciento en hule hevea, 6 por ciento en arroz palay, 4 por ciento en naranja, 3 por ciento en frijol y 1 por ciento en limón. (Ver anexo III, Figura 14 y 15)



El total de superficie sembrada para algún tipo de cultivo en el municipio en el año 2010 fue de 2,409 Ha. Por lo que, un gran porcentaje de las familias, que tienen como base de su sustento económico a la actividad agrícola, se encuentran en situación de vulnerabilidad, ante peligros naturales que pudieran afectar las diversas siembras a lo largo de todo el año.

SECTOR SECUNDARIO

En cuanto al sector secundario, caracterizado principalmente por las industrias que se encargan de transformar los productos primarios, se desarrolla principalmente en el municipio de Agua Dulce la minería, específicamente la extracción de petróleo y gas, que concentra 99.76 por ciento del total de producción en el sector secundario. (Ver anexo III, Figura 16)

Otras actividades desarrolladas en este sector son la construcción, industrias manufactureras, y generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y gas por ductos al consumidor final, que participan con el restante 0.24 por ciento de producción.

Dentro de la industria manufacturera, destacan por su participación la industria alimentaria con 44 unidades económicas y 51.62 por ciento de la producción bruta total del sector manufacturero (18,095 mil pesos), la industria de las bebidas y del tabaco con 11 unidades económicas y 29.36 por ciento de la producción bruta total del sector (10,291 mil pesos), y la fabricación de productos metálicos con 23 unidades y 11.24 por ciento de la producción bruta total del sector (3,940 mil pesos), entre otros.

SECTOR TERCIARIO

El sector terciario está conformado por diversos tipos de servicios, los cuales en su conjunto participan con 38.6 por ciento de la producción bruta total del sector, también se suma o incluye el comercio, que puede desarrollarse al por mayor o al por menor, con una participación total de 61.4 por ciento. (Ver anexo III, Figura 17)

De acuerdo con el número de unidades económicas reportadas en los Censos Económicos 2009 para dicho municipio, el mayor porcentaje de micros, pequeñas y medianas empresas se encuentran dedicadas al comercio al por menor, 802 unidades económicas (54%), con una producción bruta total de 164,194 mil pesos (57.2% de la producción bruta total del sector), entre las cuales hay: tiendas de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco; tiendas de autoservicio y departamentales; productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado; artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal; vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes; entre otros.

Por su parte, los servicios que mayor presencia tienen en el municipio son los referentes a alojamiento temporal y preparación de alimentos, los cuales concentran 18.9 por ciento de la producción bruta total del sector y 188 unidades



económicas; seguidos de ellos, el rubro otros servicios excepto actividades gubernamentales tiene 184 unidades y participa con 6.2 por ciento de la producción bruta total del sector terciario, el cual se caracteriza por pequeños negocios dedicados principalmente a: servicios de reparación y mantenimiento, servicios personales, asociaciones y organizaciones, y hogares con empleados domésticos.

4.4 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

La Población Económicamente Activa (PEA) se considera aquella mayor de 14 años y menor de 65 años en condiciones de trabajar, quienes representan en cualquier economía la fuerza laboral generadora de riqueza de cualquier región. Por ello, es sustancial conocer la situación que el municipio guarda con respecto a este indicador, ya que, en función de las características de la PEA se encuentra la capacidad de respuesta que puede tener el municipio ante desastres naturales o antropogénicos.

La importancia de realizar un análisis sobre esta categoría, radica en el impacto que tiene el nivel de ingresos de la población en general para satisfacer sus necesidades básicas, y en caso de ocurrir un desastre, para llevar a cabo actividades de rehabilitación y reconstrucción.

En el año 2009, el mayor porcentaje de trabajadores se encontraba laborando en el sector terciario (54% de la población ocupada del municipio), representado por los subsectores servicios y comercio; seguido del sector secundario (37% de la población ocupada del municipio) y, finalmente del sector primario (9% de la población ocupada del municipio). (Ver anexo III, Figura 18)

El 37 por ciento de la población ocupada en el municipio tiene un ingreso menor o igual a 2 salarios mínimos, en contraste con el 63 por ciento que percibió más de 2 salarios mínimos. (Ver anexo III, Figura 19)

La Tasa de Desempleo Abierto (TDA)⁸ en Agua Dulce ascendió a 5.8 por ciento, lo que quiere decir, que 941 personas de 12 años o más se encontraban desocupadas, superior a las tasas que se presentan a nivel nacional (4.5%) y estatal (3.7%). (Ver anexo III, Figura 20)

Por otra parte, la razón de dependencia se interpreta como el número de personas sin posibilidades de generar ingreso, por cada persona que si puede generar ingresos⁹. Entre menor sea la razón, la economía tendrá mayores posibilidades de

⁸ Muestra el porcentaje de las Personas de 12 y más años de edad que en la semana de referencia buscaron trabajo porque no estaban vinculadas a alguna actividad económica.

⁹ Los grupos capaces de generar ingresos son aquellos en edades productivas o de trabajar, también conocidos como Población Económicamente Activa (PEA), la cual se considera el segmento de población de los 15 a los 64 años de edad. Mientras, los grupos sin posibilidades de generar ingresos, son los comprendidos en la Población Económicamente Inactiva, que comprende las poblaciones de 0 a 14 años y de 65 y más años de edad.



crecimiento económico. En caso contrario, y ante una situación de desastre, la mayor parte de la población se encuentra vulnerable y con una capacidad de respuesta baja para hacer frente a la situación.

En el municipio de Agua Dulce en el año 2010, la razón de dependencia tomó un valor de 53.93 por ciento, lo que quiere decir que por cada 100 personas activas hay 54 personas inactivas. Los menores índices de dependencia económica, se presentarán en el año 2020, cuando habrá en promedio 46 dependientes por cada 100 personas en edad laboral.

4.5 ESTRUCTURA URBANA (EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS, ASENTAMIENTOS IRREGULARES, RESERVA TERRITORIAL Y BALDÍOS URBANOS)

El conocimiento sobre cómo se encuentra estructurado el municipio de Agua Dulce, en relación a los servicios públicos que brinda el ayuntamiento, permite a las autoridades en materia de protección civil, emprender acciones preventivas y de reestructuración en caso de presentarse un desastre natural.

La ubicación geográfica de escuelas y zonas de concentración de la población (como son plazas, templos, áreas verdes, zonas deportivas, entre otras), ayuda al establecimiento de albergues y puntos de reunión en caso de presentarse un fenómeno natural que afecte a la población.

Así mismo, la detección de hospitales o centros de salud, permite a las autoridades brindar atención médica a la población afectada de manera eficaz y eficiente. Así como, establecer políticas públicas encaminadas a la construcción de equipamiento necesario para brindar los servicios básicos a la población.

Respecto a la infraestructura pública total con que cuenta el municipio, los habitantes de Agua Dulce disponen de los servicios de 9 unidades de comercio y de abasto en operación (6 tiendas Diconsa, 1 tianguis, 1 mercado público y 1 rastro), 6 unidades médicas en servicio de instituciones públicas para brindar consulta externa (3 puntos de atención de la Secretaría de Salud, 1 del IMSS, 1 del IMSS – Oportunidades y 1 del ISSSTE), 1 unidad médica de hospitalización general (perteneciente a PEMEX), 87 planteles escolares, 4 bibliotecas públicas, 1 casa de cultura y respecto a infraestructura deportiva, 1 campo de fútbol.

De acuerdo a la información oficial, existen 20 establecimientos de preparación y servicio de alimentos y bebidas (18 restaurante, 1 cafetería y 1 bar) y 7 establecimientos de hospedaje (6 hoteles y 1 motel). Tiene un total de 58.6 kilómetros (Km.) de longitud de red carretera; de los cuales 34.5 Km. corresponden al troncal federal pavimentado, 18.1 Km. a alimentadoras estatales pavimentadas y 6 Km. a caminos rurales pavimentados.

El equipamiento y servicios que tiene la Cabecera Municipal denominada Agua Dulce comprende: 81 templos, 54 escuelas, 9 áreas verdes, 6 hospitales, 6 plazas,



6 instalaciones deportivas, 4 mercados, 3 cementerios, 2 tanques de agua, 2 edificios de gobierno y el edificio del ayuntamiento, distribuidos en lo largo y ancho de la localidad. (Figura 2.3)



5.1.1. - FALLAS Y FRACTURAS

Tabla 5.1. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

Nivel 2. Método	Evidencias
Determinación del fenómeno perturbador (fracturas y fallas) Mapeo de la amenaza: Una vez que el fenómeno perturbador ha sido detectado, debe procederse al mapeo sistemático de la misma, en este caso, determinando rumbo, longitud, amplitud y desplazamiento de las fracturas y/o fallas en el terreno, así como la infraestructura afectada, mencionada en el Nivel 1 de análisis, utilizando aparatos de precisión centimétrica como estación total, GPS diferenciales, a fin de poder presentar la información georeferenciada en mapas que se puedan manejar en sistemas de información geográfica. Las capas de información generadas, pueden tener como base, cartas topográficas del INEGI u ortofotos en medio magnético, con capas de traza urbana, hidrografía, líneas de transmisión u otros archivos vectoriales, que se pueden conseguir comercialmente, que proporcionen un panorama más detallado del entorno en el que se presenta el fenómeno perturbador. Así también, planos de catastro pueden ser útiles y al alcance de los organismos de Protección Civil a nivel municipal y estatal.	En este nivel, ya existen evidencias observables de la presencia de fracturas y/o fallas, en banquetas, guarniciones, bardas, casas habitación, líneas de conducción y otras obras civiles.; en paredes de cortes de terreno en barrancas, caminos, zanjas, etcétera, donde pueden apreciarse diferentes capas geológicas, con la traza de estas estructuras, mismas que pueden mapearse.

Los sistemas de fallas y fracturas son discontinuidades que se forman en las rocas superficiales de la corteza terrestre. Las fallas y fracturas son comunes en rocas sedimentarias de estratos horizontales o ligeramente plegadas, con fuertes pendientes casi verticales y espaciadas. En rocas ígneas son más visibles, presentan patrones reticulares con un espaciado generalmente irregular.

El relieve del Municipio de Agua Dulce está conformado por planicies y colinas de materiales sedimentarios de origen exógeno acumulativo, con elevaciones menores a 100 metros de altura y poco diseccionadas. Estas características geomorfológicas indica que la posibilidad de que existan sistemas importantes de fallas y fracturas en el Municipio sea muy baja. Así mismo, no existen registros de fallas y fracturas por parte del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. Sólo existe reconocimiento por parte del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática de una fractura dentro del territorio municipal

de Agua Dulce, sin embargo, no existen registros de daños causados por la presencia de este elemento geológico.(Figura 5.2)

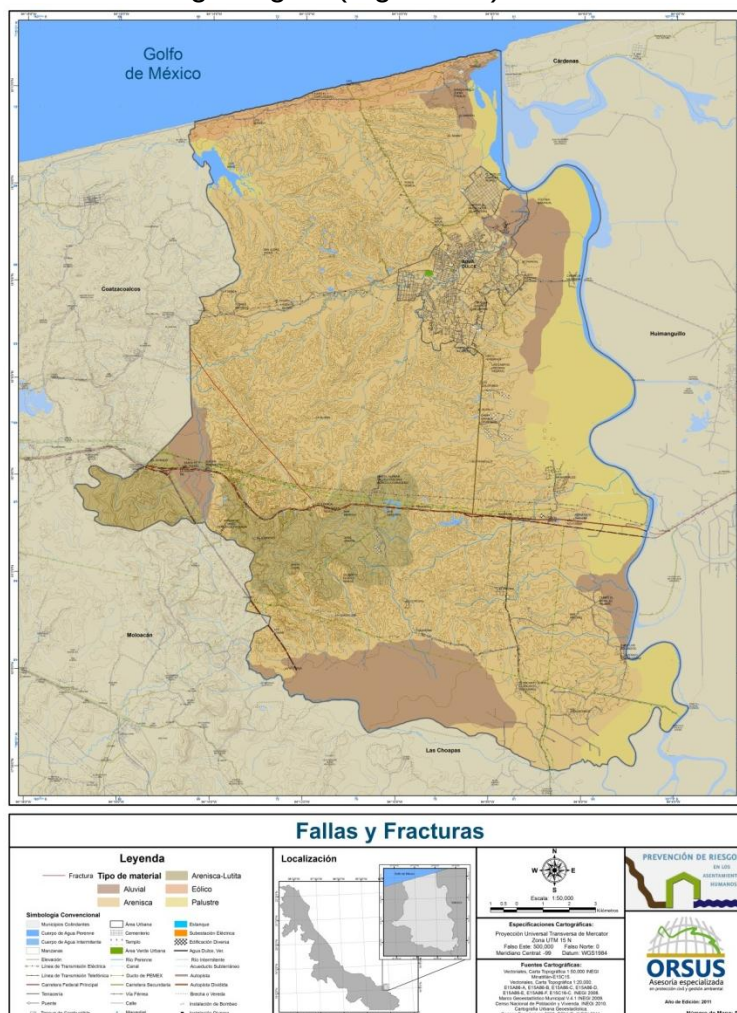


Figura 5.2. Mapa de Fallas y Fracturas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

5.1.2.- SISMOS

Tabla 5.2. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

Nivel 3. Método	Evidencias
Ubicación de la zona en cuestión en el Mapa de Periodos de Retorno para Aceleraciones de 15% de g o Mayores. Se sabe que, para los tipos constructivos que predominan en nuestro país, los daños son considerables a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g. Aplicación: Aplicando este nivel de análisis, el usuario podrá determinar el periodo promedio de repetición de una aceleración mínima que puede producir	La ubicación de la zona en cuestión en este mapa, dará evidencia del periodo de retorno esperado en años, de un sismo que genere aceleraciones mayores o iguales a 15% de g, que pueda generar serios daños en construcciones. Para determinar la actividad sísmica en el área geográfica

daños importantes a las construcciones. Si se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos del sismo, pueden definirse prioridades para estudios específicos de seguridad estructural, actualización de reglamento de construcción, etcétera.

Para facilitar a cada estado la asignación de prioridades para la evaluación de la seguridad de las construcciones ante sismo en una zona determinada, o contar con parámetros ingenieriles básicos para el diseño, se han catalogado las 752 poblaciones con más de 10,000 habitantes de acuerdo a las cifras más recientes proporcionadas por el INEGI.

específica se puede consultar la página electrónica del Servicio Sismológico Nacional (<http://www.ssn.unam.mx>), lo cual permitirá complementar la historia sísmica y estimar la influencia no sólo de los grandes temblores, sino la de eventos locales de magnitud menor.

La intensidad sísmica global (CENAPRED, 2001) para México (Figura 5.3), en la escala Mercalli se usó para obtener datos para el Municipio de Agua Dulce.

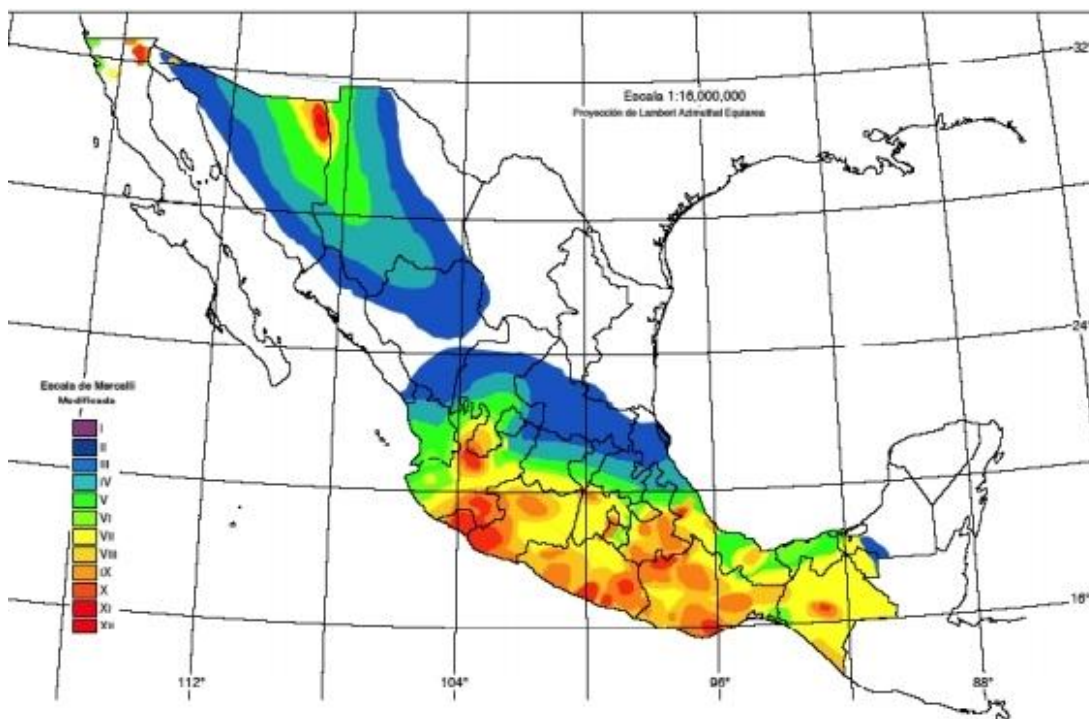


Figura 5.3. Mapa de Intensidad Sísmica Nacional.

Tabla 5.3. Muestra la División de la Escala de Mercalli con Respecto al Nivel de Peligro.

Mercalli	Nivel de Peligro
I y II	Muy Bajo
III y IV	Bajo
V a VII	Medio
VIII y IX	Alto



X a XII	Muy Alto
---------	----------

Las zonas de riesgo y peligrosidad se determinaron usando la escala Mercalli como base. El Municipio de Agua Dulce se encuentra en la zona de peligro Medio, debido a una intensidad sísmica de V y VI (Tabla 5.3).

Los sismos de intensidad 5 son sentidos por casi todos, muchos se despiertan, algunos platos, ventanas y similares son rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse. Los sismos de intensidad 6 son sentidos por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algunos muebles pesados se mueven; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Se presentan daños leve.

Para comparar el tamaño de los terremotos, Richter definió una escala de magnitud. La manera de medir el tamaño real de un sismo tiene que ver con la cantidad de energía liberada y es independiente de la localización de los instrumentos que lo registren.

El Municipio de Agua Dulce está influenciado por sismos de magnitudes de 4 en la escala de Richter, catalogándolo como una zona de peligro Medio por la magnitud sísmica. (Figura 5.4)

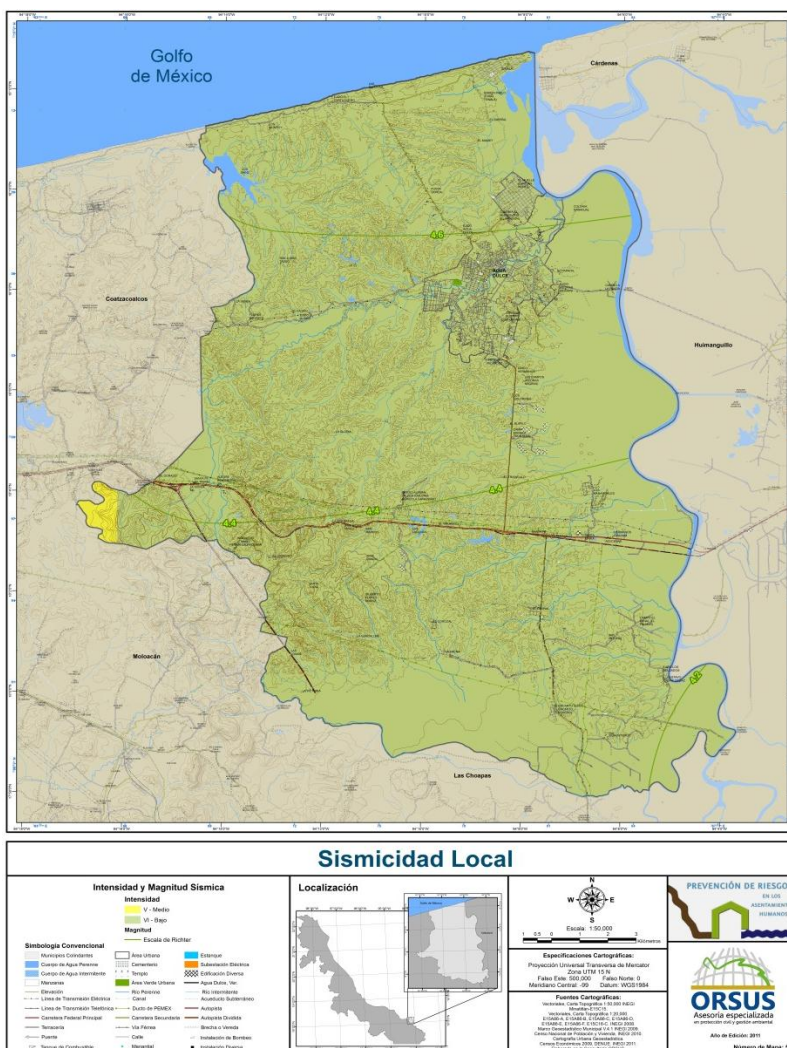


Figura 5.4. Mapa de Intensidad Sísmica para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

ACELERACIÓN DEL TERRENO

Las vibraciones del suelo producidos por movimiento sísmico en un sitio específico dependen de la proximidad de éste a la fuente de origen, de las características del sitio y de la atenuación de la aceleración pico. La amplitud, frecuencia y el tiempo de duración son requeridos para clasificar el movimiento, y estos parámetros se obtienen a partir de acelerogramas registrados en diferentes puntos. Estos registros son utilizados para demarcar áreas o zonas con similar potencial de riesgo sísmico, tomando en cuenta la frecuencia de ocurrencia, la predicción de la magnitud máxima del sismo, la probabilidad de excedencia de esta magnitud, la distancia al origen, la localización de la falla de origen y los detalles geológicos del área. Estas demarcaciones son presentadas como mapas de riesgo sísmico que contienen zonas correspondientes a aceleraciones máximas del terreno.

Al analizar la aceleración del suelo indica que en el Municipio de Agua Dulce se puede presentar una aceleración de 15 G o mayor en un periodo de 800 años en promedio. (Figura 5.5)

Las aceleraciones máximas del terreno calculadas para periodos de 10, 100 y 500 años para el Municipio de Agua Dulce se indican en la tabla 5.4.

Tabla 5.4. Aceleración del Terreno para Diferentes Periodos en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Municipio	10 años	100 años	500 años
Agua Dulce	25 G	81 G	135 G

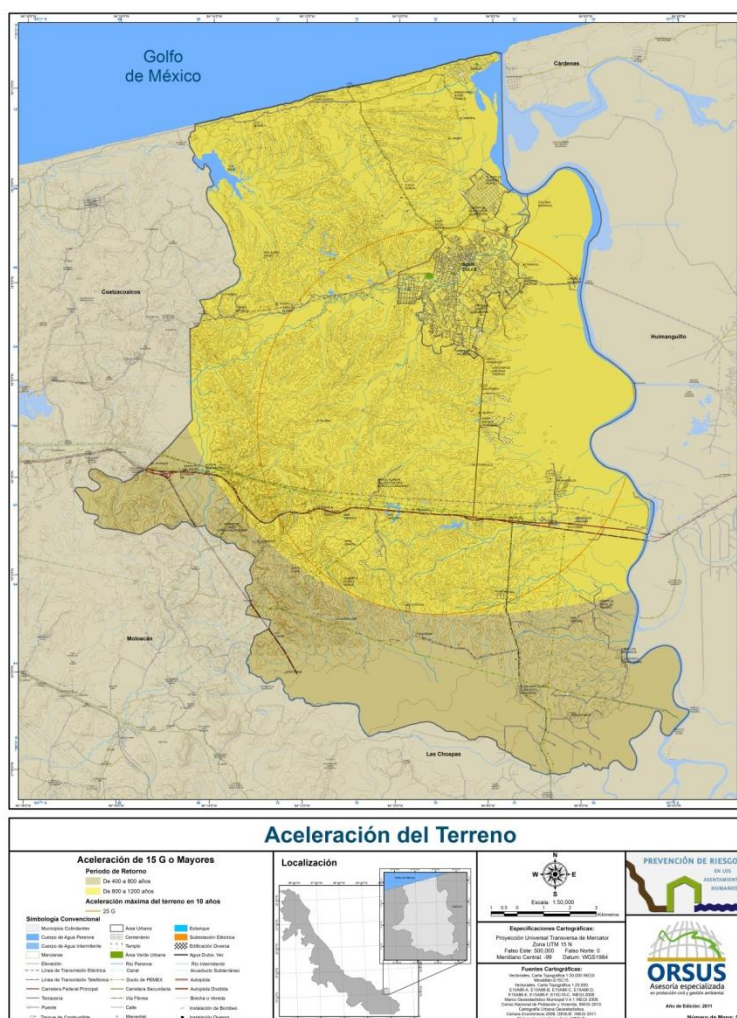


Figura 5.5. Mapa de Aceleración del Terreno del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

5.1.3.- TSUNAMIS O MAREMOTOS

El Municipio de Agua Dulce se encuentra en la zona costera del Golfo de México, lo que lo ubica en una zona de impacto por Tsunami. Existen antecedentes de tsunamis en el Golfo de México, en 1991 un terremoto de magnitud 7.6 en Costa Rica produjo un tsunami de casi 2 metros de altura, qué inundó tierra adentro en la costa caribeña del país.



Los tsunamis ocasionados en el caribe por la alta actividad volcánica y sísmica, así como los generados en el océano atlántico pueden llegar a entrar al golfo de México. Sin embargo, no existen estimados confiables sobre el alcance del peligro que pueden representar los Estados de la costa veracruzana.

Dentro del Golfo de México se han presentado sismos, entre los de mayor magnitud está el del 23 de mayo del 2007, frente a las costas de Tamaulipas, con una magnitud de 5.6. Sin embargo, no hubo registro de tsunamis causados por este sismo.

El Golfo de México, hacia la costa de Veracruz, está compuesto por una provincia de sal y una de carbonato, es decir, depósitos sedimentarios. Aunque estos no presentan sismos constantes y de mayor magnitud, debido a que no son de origen volcánico, sí presentan deslizamientos oceánicos, fenómenos que pueden ocasionar tsunamis por el movimiento masivo del deslizamiento. Sin embargo, no existen registros de deslizamientos en la provincia de sal o de carbonatos.

El Municipio de Agua Dulce no ha presentado registros o antecedentes de este peligro, ni registros de deslizamientos oceánicos que hayan causado un repentino elevamiento del nivel de mar.

5.1.4.- VULCANISMO

Tabla 5.5. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro

Nivel 4. Método	Evidencias
Elaboración del mapa de peligros volcánicos. Este nivel de análisis debe ser desarrollado por personal especializado en geología y peligros volcánicos. Los tipos de peligros volcánicos comprenden los lahares, caídas de ceniza, lapilli y bombas, flujos piroclásticos, flujos o coladas de lava, derrumbes, avalanchas y gases tóxicos. Aplicación: El mapa de peligros volcánicos mostrará la distribución espacial, en diferentes colores, de los materiales y eventos volcánicos citados, en cartografía a diversas escalas, con base en cartografía generada por el INEGI, u otra institución, fotos aéreas, etcétera, conjuntamente con la información contenida en mapas base. La cartografía debe de incluir la ubicación de poblaciones y zonas urbanas, infraestructura, hidrografía, altimetría, orografía, pendientes, etc., considerando capas individuales de información que pueden generarse con sistemas de	El mapa proporcionará evidencia de zonas de peligro, con base a la frecuencia de afectación por erupciones y los materiales volcánicos presentes. La elaboración del mapa de peligros, conjuntamente con la información socioeconómica y de infraestructura, permitirá dar evidencia del potencial de daño que puede ocurrir con un evento eruptivo y la zonificación del riesgo, a nivel municipal o de población específica. La elaboración del mapa de peligros, es necesaria para el planeamiento de la utilización del suelo, la elaboración de los planes de emergencia



información geográfica. Se deberá realizar una investigación de poblaciones posiblemente afectadas por qué tipo de evento eruptivo; censo de población de éstas; actividad económica; usos de suelo e infraestructura.	adecuados, y los esfuerzos educativos para la comunidad.
---	--

El Municipio de Agua Dulce no se encuentra en las cercanías a algún volcán, por lo que el peligro por vulcanismo no aplica ya que no se presenta algún riesgo por caída de ceniza, flujos piroclásticos entre otros fenómenos que se presentan cuando se encuentra algún volcán cerca del territorio de estudio.

5.1.5.- DESLIZAMIENTOS

Tabla 5.6. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro

Nivel 2. Método	Evidencias
Elaboración de cartografía morfométrica: • Mapa de pendientes • Mapa de litología y estructuras geológicas • Mapa edafológico • Mapa de profundidad y densidad de disección • Mapa geomorfológico Análisis de datos de precipitación en relación con la permeabilidad del terreno Análisis de hidrología superficial, subterránea y niveles freáticos Trabajo de campo: • Medición de pendientes y profundidad de disección • Levantamiento de información geológico – geomorfológica • Clasificación de laderas como indicador de estabilidad o inestabilidad del terreno • Confirmación de las zonas susceptibles a deslizamiento • Caracterización los sitios con susceptibilidad a deslizamientos.	Mapas temáticos de la información obtenida en el análisis cartográfico, que se encuentran entre escalas 1:100,000 a 1:50,000 y de 1:25,000 a 1:10,000. Registro de la información obtenida en campo. Clasificación y distribución espacial de los deslizamientos en relación con la población expuesta. Las actividades antrópicas que generan procesos de deslizamientos se relacionan con obras de ingeniería que rompen con la pendiente original del terreno, con obras que intentan detener la dinámica de las vertientes tales como paredes y sistemas redes. Asimismo se presentan también actividades como la deforestación y la pérdida de vegetación como factores que favorecen la ocurrencia de procesos perturbadores.

Los tres mapas de riesgo por deslizamientos (I, II, III) se elaboraron usando el método Mora-Vahrson (Mora y Vahrson, 1994), que aplica una fórmula usando 5 parámetros. Los 5 parámetros se dividen entre factores intrínsecos (la susceptibilidad) como son la geología, la humedad del suelo y la pendiente y factores externos (de disparo) como son lluvias intensas y sismos de intensidades típicas de la región. Los mapas por riesgo de deslizamiento se elaboraron en el programa ArcMap (Sistema de Información Geográfica).

El mapa I representa un caso extremo, ya que muestra zonas propensas a presentar deslizamientos después de una lluvia fuerte y un sismo de intensidad 7 a 8 en la escala de Mercalli (Figura 5.6). Como se puede observar la mayor parte del Municipio se encuentra en riesgo Muy Bajo.

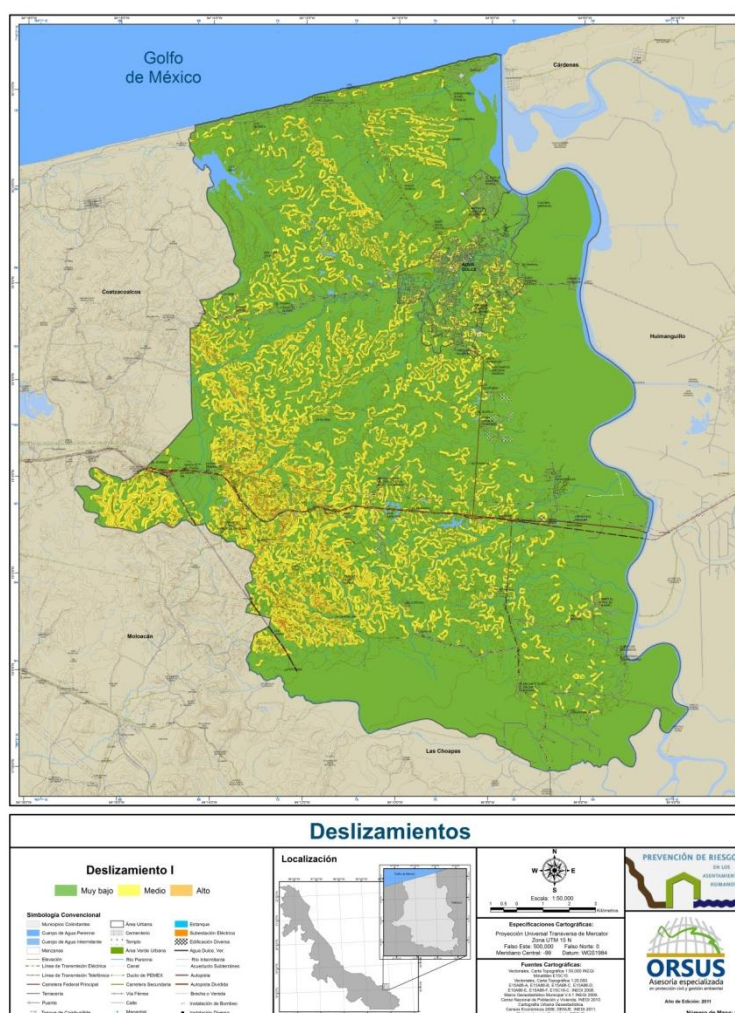


Figura 5.6. Mapa de Riesgo por Deslizamiento I para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Tabla 5.7. Localidades Afectados por Deslizamiento I en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Grado de Riesgo	Localidad Afectada	Número de Habitantes	Número de Viviendas	Localidad Afectada	Número de Habitantes	Número de Viviendas
> B	AGUA DULCE	36079	9929	LA SUPER MIL	4	2



LA ARENA	490	122	SANTA FE (EL TIGRE)	2	1
EJIDO EL BURRO	93	25	EL TRIÁNGULO	3	1
EL CEDRAL	320	85	LOS COLORINES	3	1
EL COROZAL	70	20	HÉCTOR RICARDEZ	17	4
GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	318	65	LOS MANANTIALES	651	166
EL ENCANTO (EJIDO EL ENCANTO PESQUERO)	754	196	SAN JUDAS TADEO	5	1
EL FAISÁN	6	2	EL GRANERO	51	15
GILBERTO FLORES MUÑOZ	3	1	INGENIERO MARIO HERNÁNDEZ POSADA	175	35
LA GLORIA	31	6	EL PAPAYAL	42	13
MIGUEL ALEMÁN VALDÉS (COLONIA AGRÍCOLA GANADERA)	287	63	LAS LAGUNAS	1	1
EL MUELLE (GAVILÁN NORTE)	3370	885	ALEGRE (KILÓMETRO 25)	3	1
LAS PALMITAS	5	3	FLORES NEGRETE	3	1
CAMPO EL PANAL (EL PALMAR)	6	2	LAS AZUCENAS	4	1
PUNTA GORDA	235	58	CAMPI [GRANJA FRONTERA]	58	14
EJIDO LOS SOLDADOS	87	22	COLONIA NARANJAL	48	13
TONALÁ	2005	524	COLONIA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	39	11
RAMÓN PABLO (EJIDO TONALÁ)	47	13	CAMINO A LA PANGA	1	1
EJIDO EL TORTUGUERO	162	42	LAS CAMPOS (PIEDRAS NEGRAS)	9	1
SANTA MARÍA	6	1	SANTÍSIMA TRINIDAD	3	1
EL BÚFALO	5	1	EL BARRIAL	11	2
CUAUHTÉMOC	196	44	EJIDO AGUA DULCE	56	15
EL DORADO	5	1	EL MAMEY	5	2



	LA GUADALUPE	60	14	COLONIA EL MUELLE DOS (EL MANGON)	73	18
	HERMANOS GRAHAM	15	3	LOS MONROY	4	1
	EL CORA (KILÓMETRO 28)	4	1	SAN JUDAS TADEO	5	1
	LA QUEBRADA	3	1	LOS SÁINZ	4	1
	EL PARALELO	6	1	SAN ANTONIO	2	1
	EL SALADINO	21	6	LA VICTORIA	3	1
	LA SENDA	4	1			
	Total				45978	12463
Medio	CINCO HERMANOS	2	1	EJIDO PIEDRAS NEGRAS	3	1
	SAN MARCOS	5	1	SANTA FE	10	2
	JOSÉ RAMÓN	6	1	LAS LOMAS	3	1
	SANTA LUCÍA	3	1			
	Total				32	8

En la tabla 5.7 se puede observar que el 99% de la población se encuentra en riesgo Muy Bajo, al ocurrir un sismo de intensidad 7 u 8 y una lluvia torrencial. Por lo tanto la población no se ve muy afectada por este tipo de fenómeno.

El mapa de riesgo por deslizamiento II muestra zonas susceptibles a presentar el fenómeno después de un sismo de intensidad 8 (Figura 5.7), mientras que el mapa de riesgo por deslizamiento III presenta zonas susceptibles después lluvias torrenciales. (Figura 5.8)

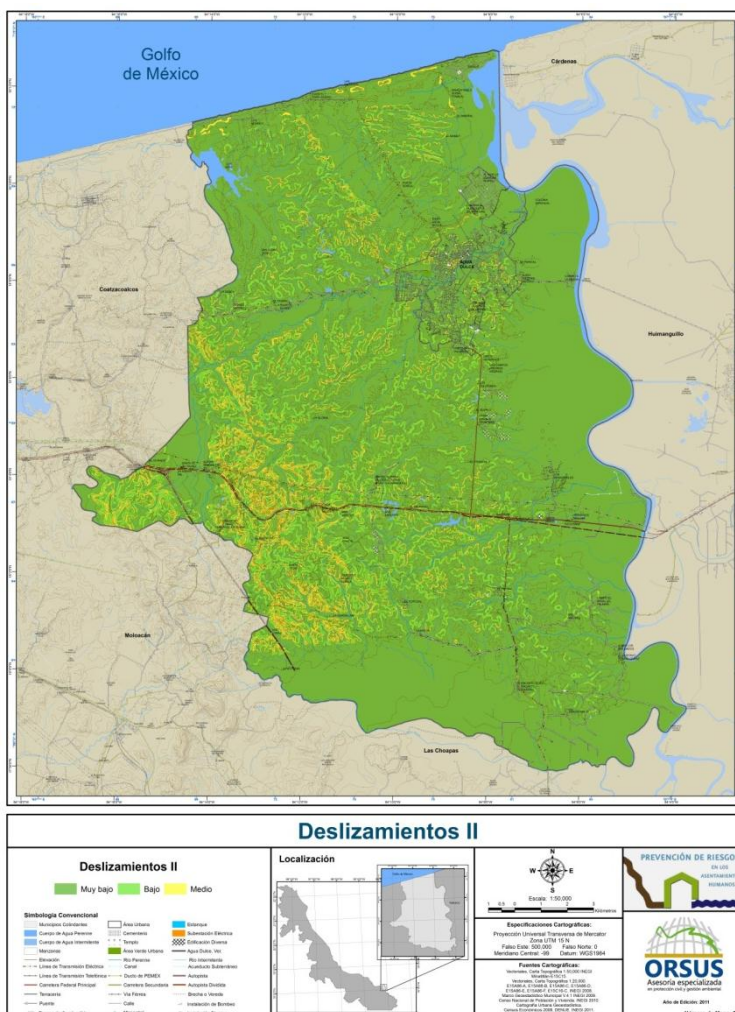


Figura 5.7. Mapa de Riesgo por Deslizamiento II para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Tabla 5.8. Localidades Afectados por Deslizamiento II en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Grado de Riesgo	Localidad Afectada	Número de Habitantes	Número de Viviendas	Localidad Afectada	Número de Habitantes	Número de Viviendas
Muy Bajo	AGUA DULCE	36079	9929	GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	318	65
	ALEGRE (KILÓMETRO 25)	3	1	HÉCTOR RICÁRDEZ	17	4
	CAMINO A LA PANGA	1	1	HERMANOS GRAHAM	15	3
	CAMPI [GRANJA FRONTERA]	58	14	INGENIERO MARIO HERNÁNDEZ POSADA	175	35
	CAMPO EL PANAL (EL PALMAR)	6	2	LA ARENA	490	122



COLONIA EL MUELLE DOS (EL MANGON)	73	18	LA GLORIA	31	6
COLONIA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	39	11	LA GUADALUPE	60	14
COLONIA NARANJAL	48	13	LA QUEBRADA	3	1
CUAUHTÉMOC	196	44	LA SENDA	4	1
EJIDO AGUA DULCE	56	15	LA SUPER MIL	4	2
EJIDO EL BURRO	93	25	LA VICTORIA	3	1
EJIDO EL TORTUGUERO	162	42	LAS AZUCENAS	4	1
EJIDO LOS SOLDADOS	87	22	LAS CAMPOS (PIEDRAS NEGRAS)	9	1
EL BARRIAL	11	2	LAS LAGUNAS	1	1
EL BÚFALO	5	1	LAS PALMITAS	5	3
EL CEDRAL	320	85	LOS COLORINES	3	1
EL CORA (KILÓMETRO 28)	4	1	LOS MANANTIALES	651	166
EL COROZAL	70	20	LOS MONROY	4	1
EL DORADO	5	1	LOS SÁINZ	4	1
EL ENCANTO (EJIDO EL ENCANTO PESQUERO)	754	196	MIGUEL ALEMÁN VALDÉS (COLONIA AGRÍCOLA GANADERA)	287	63
EL FAISÁN	6	2	PUNTA GORDA	235	58
EL GRANERO	51	15	RAMÓN PABLO (EJIDO TONALÁ)	47	13
EL MAMEY	5	2	SAN ANTONIO	2	1
EL MUELLE (GAVILÁN NORTE)	3370	885	SAN JUDAS TADEO	5	1
EL PAPAYAL	42	13	SAN JUDAS TADEO	5	1
EL PARALELO	6	1	SANTA FE (EL TIGRE)	2	1
EL SALADINO	21	6	SANTA MARÍA	6	1
EL	3	1	SANTÍSIMA	3	1



	TRIÁNGULO			TRINIDAD		
	FLORES NEGRETE	3	1	TONALÁ	2005	524
	GILBERTO FLORES MUÑOZ	3	1			
	Total				45978	12463
Medio	CINCO HERMANOS	2	1	SAN MARCOS	5	1
	EJIDO PIEDRAS NEGRAS	3	1	SANTA FE	10	2
	JOSÉ RAMÓN	6	1	SANTA LUCÍA	3	1
	LAS LOMAS	3	1			
	Total				32	8

En la tabla 5.8 se puede observar que siguen persistiendo las condiciones que se presentan en el tipo de deslizamiento I. El 99% de la población se encuentra en riesgo muy bajo, al ocurrir un sismo de intensidad 7 u 8. Por lo tanto la población no se ve muy afectada por este tipo de fenómeno.



	GILBERTO FLORES MUÑOZ	3	1	EL GRANERO	51	15
	LA GLORIA	31	6	INGENIERO MARIO HERNÁNDEZ POSADA	175	35
	MIGUEL ALEMÁN VALDÉS (COLONIA AGRÍCOLA GANADERA)	287	63	EL PAPAYAL	42	13
	EL MUELLE (GAVILÁN NORTE)	3370	885	LAS LAGUNAS	1	1
	LAS PALMITAS	5	3	ALEGRE (KILÓMETRO 25)	3	1
	CAMPO EL PANAL (EL PALMAR)	6	2	FLORES NEGRETE	3	1
	PUNTA GORDA	235	58	LAS AZUCENAS	4	1
	EJIDO LOS SOLDADOS	87	22	CAMPI [GRANJA FRONTERA]	58	14
	TONALÁ	2005	524	COLONIA NARANJAL	48	13
	RAMÓN PABLO (EJIDO TONALÁ)	47	13	COLONIA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	39	11
	EJIDO EL TORTUGUERO	162	42	CAMINO A LA PANGA	1	1
	SANTA MARÍA	6	1	LAS CAMPOS (PIEDRAS NEGRAS)	9	1
	EL BÚFALO	5	1	SANTÍSIMA TRINIDAD	3	1
	CINCO HERMANOS	2	1	EL BARRIAL	11	2
	CUAUHTÉMOC	196	44	EJIDO AGUA DULCE	56	15
	EL DORADO	5	1	EL MAMEY	5	2
	LA GUADALUPE	60	14	COLONIA EL MUELLE DOS (EL MANGON)	73	18
	HERMANOS GRAHAM	15	3	LOS MONROY	4	1
	EL CORA (KILÓMETRO 28)	4	1	SAN JUDAS TADEO	5	1
	LA QUEBRADA	3	1	LOS SÁINZ	4	1
	EL PARALELO	6	1	SAN ANTONIO	2	1
	EL SALADINO	21	6	LA VICTORIA	3	1
	Total				45980	12464
Bajo	SAN MARCOS	5	1	EJIDO PIEDRAS NEGRAS	3	1
	JOSÉ RAMÓN	6	1	SANTA FE	10	2
	SANTA LUCÍA	3	1	LAS LOMAS	3	1
	Total				30	7



En la tabla 5.9 se puede observar que siguen persistiendo las condiciones que se presentan en el tipo de deslizamiento I y II. El 99% de la población se encuentra en riesgo muy bajo, al presentarse lluvia de tipo torrencial. Por lo tanto la población no se ve muy afectada por este tipo de fenómeno.

ES importante recalcar que en los tres diferentes tipos de deslizamientos la mayoría de la población (99%) se encuentra en un riesgo muy bajo, mientras que el resto se encuentra en riesgo medio.

5.1.6.- DERRUMBES

Tabla 5.10. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

Nivel 2. Método	Evidencias
Perfiles de pendiente Se refiere al análisis geométrico de perfiles longitudinales de las laderas y macizos montañosos en los cuales se revisan los cambios en la forma y las rupturas de pendiente. Este estudio se complementa con el análisis de rompimientos de pendiente propuesto por Cristophelleti en el cual se obtiene un índice de rompimientos. Asimismo se pueden generar rosas de fracturas para interpretar los esfuerzos y las zonas de debilidad contabilizando el número y dirección de fracturas en el suelo o sustrato rocoso.	Cartografía regional de derrumbes a escala, 1:50,000 o mayores Cartografía específica de derrumbes, 1:25,000 a 1:10,000 y de ser necesario a escala de mayor detalle Reporte técnico sobre los estudios geotécnicos y geofísicos. Determinación de métodos de monitoreo permanente para las zonas susceptibles a caída de rocas. Diseño e implementación de sistemas de información geográfica.

Los derrumbes son movimientos de remoción en masa rápidos y que se presentan en condiciones en que el suelo está seco. Se caracterizan por el desprendimiento de la roca o el suelo y se identifican a partir del análisis de la pendiente, teniendo que a partir de pendientes mayores a 40° se considera como una zona propensa a derrumbes.

El municipio de Agua Dulce presenta pocas zonas con pendientes mayores a 40°, debido a que el relieve predominante en la región son planicies. Las pendientes dominantes son menores a 10°, sin embargo, hacia la zona de colinas, existen zonas con pendientes de 10° a 20° y de 20° a 40°, que representan un peligro por derrumbe Bajo y Medio respectivamente. (Figura 5.9)

Hacia estas zonas encontramos a las localidades de La Quebrada, El Granero, Ingeniero Mario Hernández Posada, Las Lomas, La Guadalupe y algunas colinas de la cabecera municipal en donde encontramos principalmente a la colonia

Emiliano Zapata. Estas localidades han presentado movimientos de remoción en masa, identificados comúnmente como deslaves, ya que se intensifican en temporada de lluvias, cuando el suelo se satura y fluye por las zonas con mayor pendiente. Sin embargo, en temporada de estiaje, el suelo seco tiende a derrumbarse, poniendo en riesgo el patrimonio de la población, como sus viviendas, así como sus cultivos y sus tierras o propiedades.

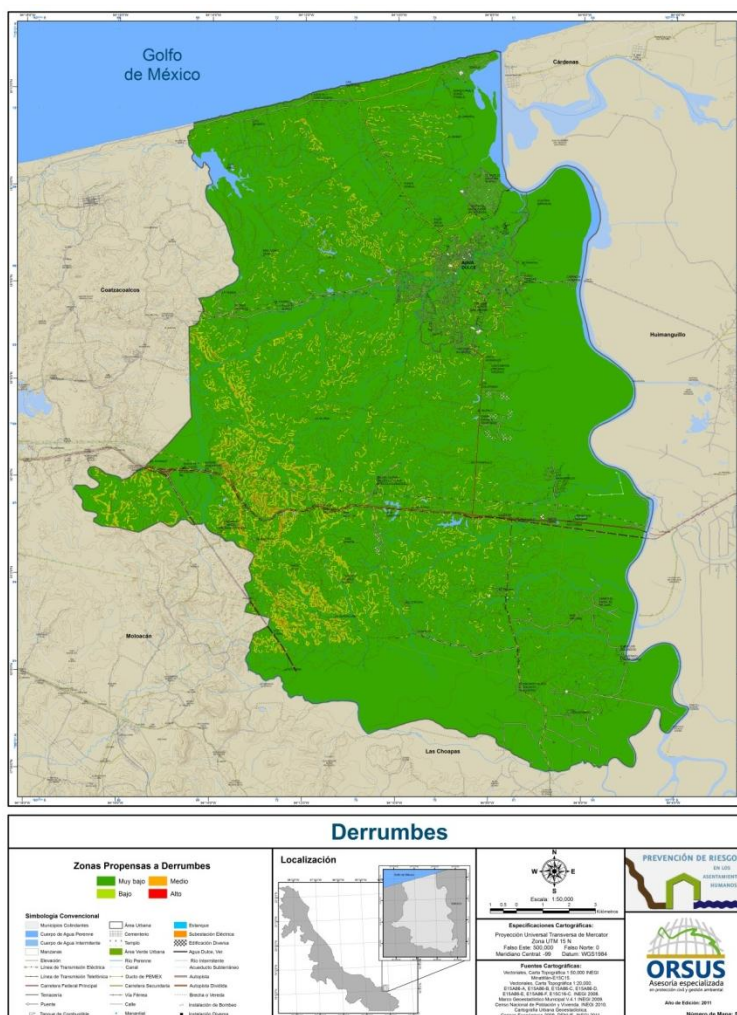


Figura 5.9. Mapa de Derrumbes para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

5.1.7.- FLUJOS

Tabla 5.11. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

Nivel 2. Método	Evidencias
Cálculo de Factor de seguridad (Safety). Existen diferentes métodos para el cálculo de dicho factor; el más sencillo se presenta a continuación. La razón física se encuentra en obtener la relación que existe entre la tensión efectiva de	Cartografía regional de flujos específicos en diferentes escalas Cartografía específica de los diferentes flujos, 1:25,000 a 1:10,000 y de ser necesario a



impulso versus la tensión efectiva de resistencia, lo que se expresa de la siguiente manera: (fórmula del factor de seguridad) $Fs = S / T$; en donde: Fs= Grado de estabilidad S= Tensión efectiva de resistencia T= Tensión efectiva del impulso	escala de mayor detalle. Reporte técnico sobre los estudios geotécnicos y geofísicos. Determinación de métodos de monitoreo permanente para las zonas susceptibles a flujos y monitoreo de las fuentes y grados de saturación del suelo y de las rocas. Diseño e implementación de sistemas de información geográfica.
--	--

FLUJOS DE LODO, TIERRA Y SUELO

Los flujos de lodo, tierra y suelo son fenómenos rápidos que se presentan en condiciones en que el suelo está muy húmedo, ocasionado por intensas precipitaciones. Son comúnmente más conocidos como deslaves y ocurren a la margen de los cortes de carreteras, ríos (erosión lineal) y sobre laderas con pendientes muy abruptas en conjunción con suelos muy propensos a la erosión (Figura 5.10).

De acuerdo con el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros, los flujos o deslaves, son fenómenos que han puesto en peligro gran parte de la población. Estos se presentan en las colonias que se encuentran a la margen del río Agua Dulce y arroyo El Burro. Las colonias afectadas por deslaves son Kilometro 2 ½, Kilómetro 2, Miguel Hidalgo, Abulón, Cuatro Caminos, Naranjal, Nueva del Río, El Palmar, Colonia Obrera, Lázaro Cárdenas, Colonia el Suspiro, Kilómetro 1 ½, Allende, 18 de marzo, Benito Juárez y principalmente la colonia Emiliano Zapata, de donde se tienen registros fotográficos georeferenciados de los deslaves y sus afectaciones a las viviendas.

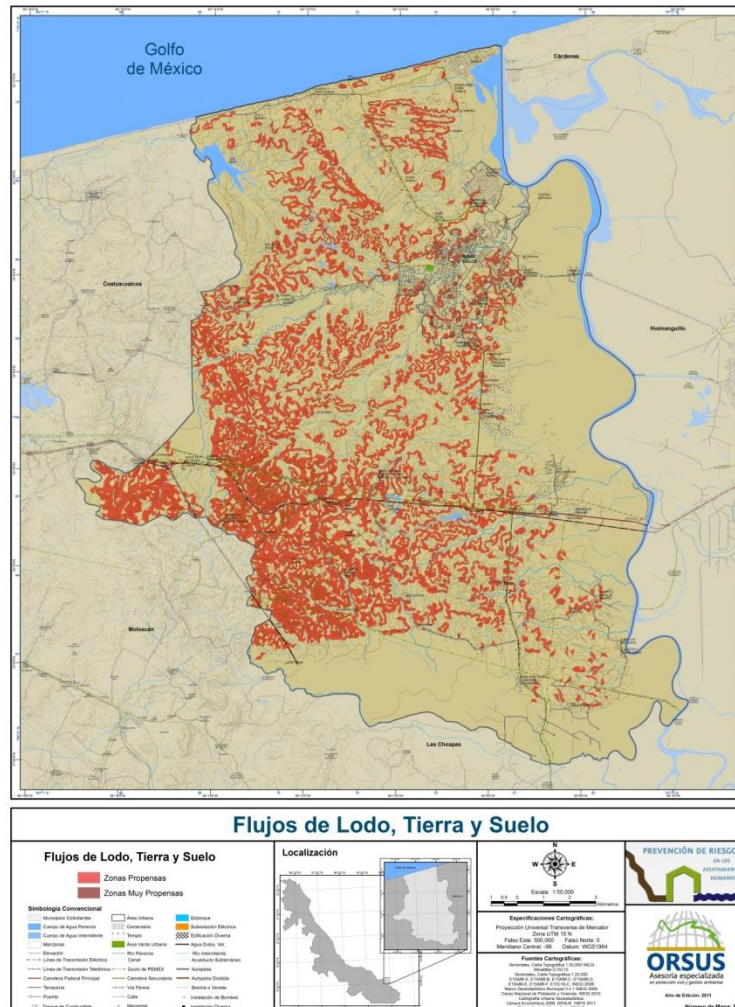


Figura 5.10. Mapa de Zonas Propensas a Flujos de Lodo, Tierra y Suelo para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

FLUJOS DE CREEP O REPTACIÓN

Los flujos de creep o reptación son fenómenos tanto lentos como rápidos. Los procesos lentos comienzan con el escalonamiento de laderas, siendo estos los procesos más peligrosos, ya que desencadenan flujos masivos de laderas de cerros.

Los procesos rápidos son más conocidos como los deslaves o deslizamientos superficiales, que se producen en suelos húmedos o saturados después de precipitaciones intensas.

En el municipio encontramos cerros con procesos tempranos de reptación, es decir, cerros con escalonamientos, principalmente hacia la zona de El Granero e Ingeniero Mario Hernández Posada. (Figura 5.11)

Así mismo, se presentan zonas con deslaves o deslizamientos superficiales en las mismas zonas propensas a flujos de suelo, lodo y tierra dentro de la cabecera municipal.



variaciones en las microformas.	de la desaparición progresiva del suelo. Estimación del volumen de sedimentos transportados por unidad de superficie. Evidencias fotográficas de la erosión laminar del suelo. Cambios generales en la forma del suelo. Pérdida de la capa superficial del suelo. Acumulación de suelo en zonas bajas.
---------------------------------	--

La acción del agua sobre el relieve origina geoformas hídricas que se caracterizan de acuerdo a su grado de disección. Los diferentes grados de disección estarán en función de las condiciones climáticas, de la densidad de drenaje, de la erosividad de la lluvia y de la erodabilidad del sustrato rocoso y del suelo. El Municipio de Agua Dulce está conformado principalmente por planicies subhorizontales y planicies onduladas hacia la zona de la Cabecera Municipal y planicies acolinadas hacia la zona costera, principalmente conformada por dunas. (Figura 5.12)

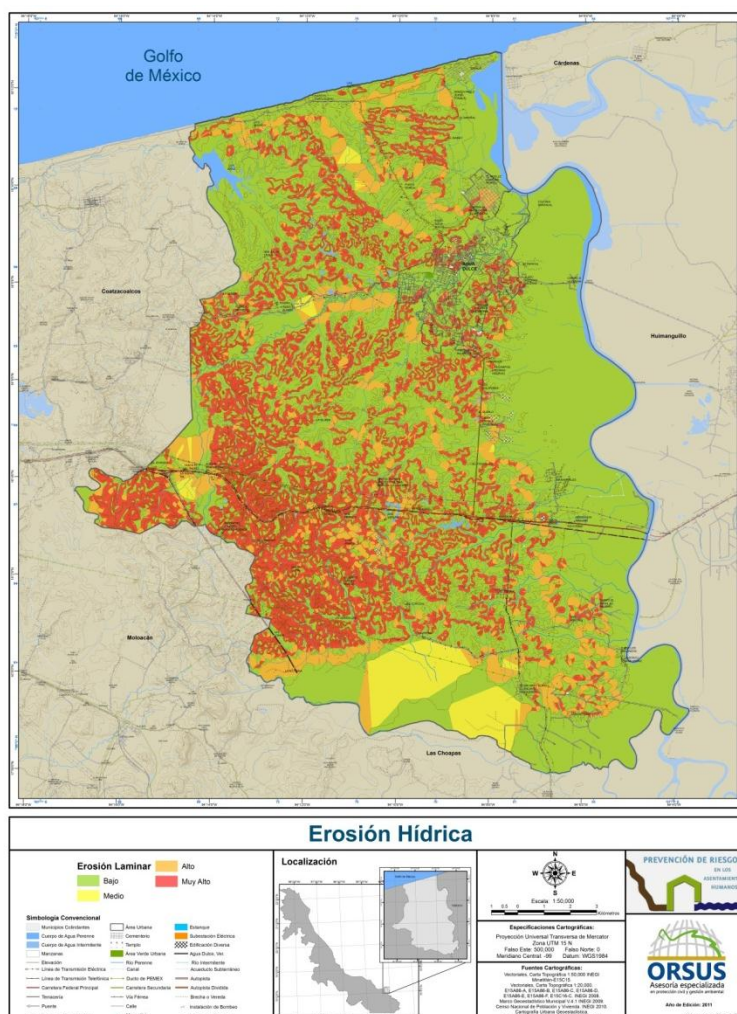


Figura 5.13. Erosión Laminar o Riesgo por Erosión Hídrica en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Las zonas de erosión lineal se encuentran principalmente a la margen del arroyo El Burro, río Agua Dulce, el río Tonalá así como en algunos de sus afluentes. Este tipo de peligro se presenta a las márgenes de los ríos, principalmente en las porciones donde el río curva. La acción erosiva del agua focalizada sobre una ladera provoca su socavamiento y, con el paso del tiempo, el derrumbe del suelo de las laderas.

Este fenómeno se ha presentado principalmente a la margen del río Agua Dulce, poniendo en riesgo doce viviendas en la colonia Kilómetro 2 ½, siete viviendas en la colonia Kilómetro 2, tres viviendas en la calle Blasillos de la colonia 4 Caminos y una vivienda en la calle Zaragoza de la colonia Nueva del Río. (Figura 5.14)

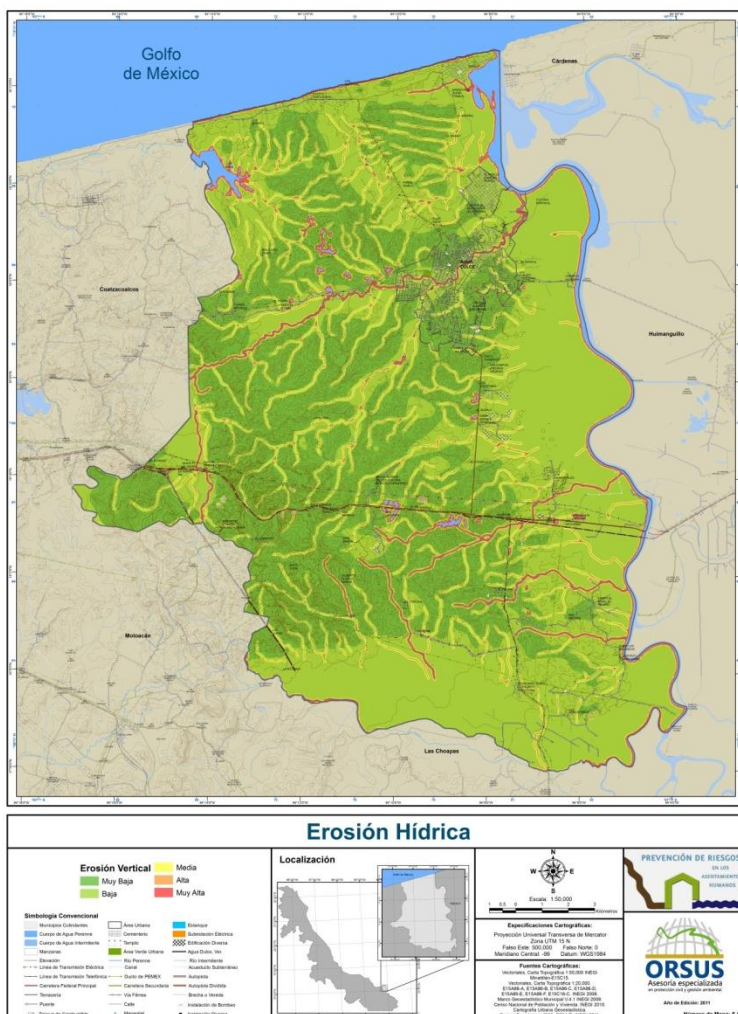


Figura 5.14. Erosión Vertical en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Los principales tipos erosión hídrica encontrados en el municipio son la erosión laminar y la digital debido primordialmente a que en el municipio predominan las planicies, sin embargo, existen zonas con erosión en surcos y cárcavas (Tabla 5.13). La erosión en cárcavas sobre las laderas de colinas ha llegado a provocar deslaves y el aumento del asolvamiento de afluentes del río Agua Dulce y del arroyo El Burro. (Figura 5.15)

Tabla 5.13. Localidades Afectadas por Diferentes Tipos de Erosión en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Grado de Riesgo	Localidad Afectada	Número de Habitantes	Número de Viviendas	Tipo de Erosión	Localidad Afectada	Número de Habitantes	Número de Viviendas
Bajo	AGUA DULCE	36079	9929	EROSIÓN DIGITAL	EL SALADINO	21	6
	EJIDO EL BURRO	93	25		EL TRIÁNGULO	3	1
	EL CEDRAL	320	85		LOS COLORINES	3	1
	EL COROZAL	70	20		HÉCTOR	17	4



			RICARDEZ		
GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	318	65	LOS MANANTIALES	651	166
EL ENCANTO (EJIDO EL ENCANTO PESQUERO)	754	196	SAN JUDAS TADEO	5	1
EL FAISÁN	6	2	EL PAPAYAL	42	13
GILBERTO FLORES MUÑOZ	3	1	LAS LAGUNAS	1	1
LA GLORIA	31	6	ALEGRE (KILÓMETRO 25)	3	1
MIGUEL ALEMÁN VALDÉS (COLONIA AGRÍCOLA GANADERA)	287	63	FLORES NEGRETE	3	1
EL MUELLE (GAVILÁN NORTE)	3370	885	LAS AZUCENAS	4	1
LAS PALMITAS	5	3	CAMPI [GRANJA FRONTERA]	58	14
PUNTA GORDA	235	58	COLONIA NARANJAL	48	13
EJIDO LOS SOLDADOS	87	22	COLONIA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	39	11
TONALÁ	2005	524	CAMINO A LA PANGA	1	1
RAMÓN PABLO (EJIDO TONALÁ)	47	13	LAS CAMPOS (PIEDRAS NEGRAS)	9	1
EJIDO EL TORTUGUERO	162	42	SANTÍSIMA TRINIDAD	3	1
SANTA MARÍA	6	1	EL BARRIAL	11	2
EL BÚFALO	5	1	EJIDO AGUA DULCE	56	15
CINCO HERMANOS	2	1	EL MAMEY	5	2
CUAUHTÉMOC	196	44	COLONIA EL MUELLE DOS (EL MANGON)	73	18
EL DORADO	5	1	LOS MONROY	4	1



	LA GUADALUPE	60	14		SAN JUDAS TADEO	5	1
	HERMANOS GRAHAM	15	3		LOS SÁINZ	4	1
	EL PARALELO	6	1				
	Total					45236	12282
Medio	LA SUPER MIL	4	2	EROSIÓN LAMINAR			
Alto	CAMPO EL PANAL (EL PALMAR)	6	2	EROSIÓN EN SURCOS	SANTA FE (EL TIGRE)	2	1
	EL CORA (KILÓMETRO 28)	4	1		EJIDO PIEDRAS NEGRAS	3	1
	LA QUEBRADA	3	1		LA VICTORIA	3	1
	LA SENDA	4	1				
	Total					25	8
Muy Alto	LA ARENA	490	122	EROSIÓN EN CÁRCAVAS	SANTA LUCÍA	3	1
	SAN MARCOS	5	1		SAN ANTONIO	2	1
	JOSÉ RAMÓN	6	1		SANTA FE	10	2
	EL GRANERO	51	15		LAS LOMAS	3	1
	INGENIERO MARIO HERNÁNDEZ POSADA	175	35				
	Total					745	179

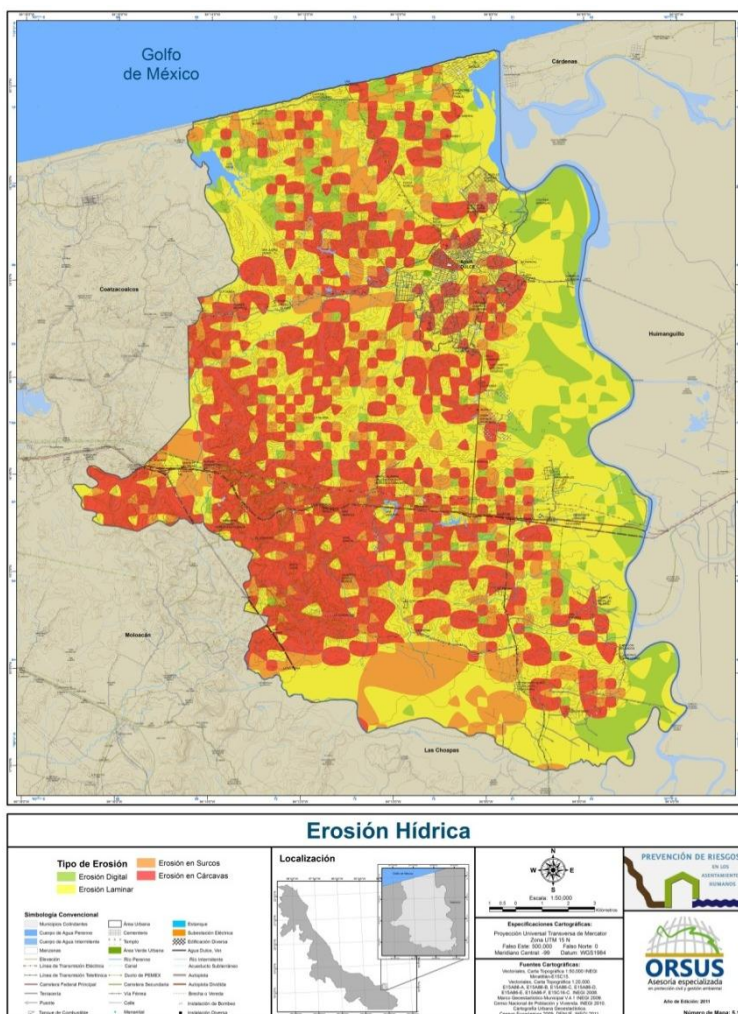


Figura 5.15. Tipos de Erosión en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

La diversidad de laderas y de paisajes en el Municipio de Agua Dulce origina una gran diversidad de trayectorias por donde fluyen los materiales erosionados. Estas zonas de transporte indican la trayectoria que seguirá el suelo erosionado por la acción de la intemperización. En la figura 5.16 se indican las trayectorias que tomarían los materiales erosionados y sus zonas de depósito más representativas.

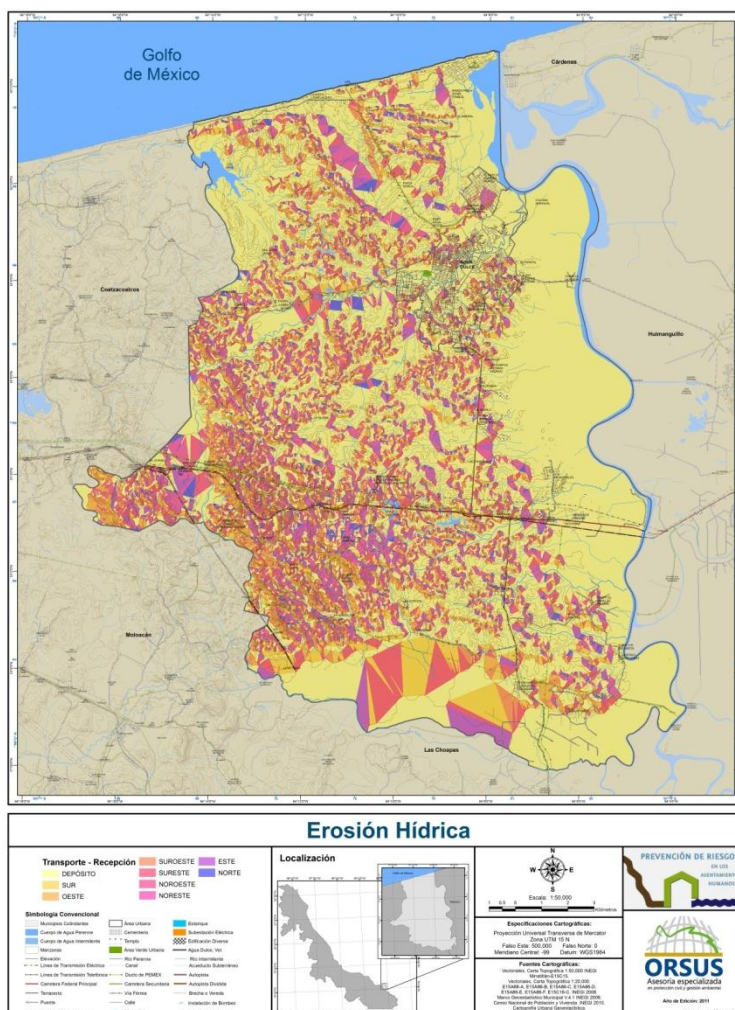


Figura 5.16. Trayectorias y Zonas de Depósito de Materiales en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

EROSIÓN EÓLICA EN EL MUNICIPIO DE AGUA DULCE, VERACRUZ

Tabla 5.14. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro por Erosión Eólica.

Nivel 1. Método	Evidencias
Cartografía temática. Se realiza la sobre posición de cartografía temática y se derivan mapas con modalidades erosivas, áreas de deflación, áreas de erodabilidad y otros más. La cartografía temática que se requiere para ese método es: • Pendientes • Vegetación • Clasificación de materiales en suspensión. • Geomorfología Se requiere de la utilización de fichas de registro	Clasificación y distribución espacial de los procesos de erosión eólica Registros escritos o fotográficos de la población expuesta a los diferentes procesos. Estudio de antecedentes, trabajos realizados con la misma problemática y en diferentes zonas. Mapas con información de



con información levantada en campo.

registros de erosión eólica en diferentes escalas como 1:50,000 y 1:10,000.

Fotografías que muestren evidencias de avance de las zonas de acumulación de arenas, tolvánicas, nubes de polvo, infraestructura sepultada, barreras rompe vientos, etcétera.

Dentro del municipio se encuentran unidades de origen eólico, es decir, modeladas por la acción de viento. Entre las principales unidades que encontramos son las dunas permanentes y semipermanentes.

Las dunas permanentes son unidades conformadas por la acumulación de la arena por la acción del viento que se encuentran consolidadas y generalmente con vegetación. Son también conocidas como dunas fijas, ya que no presentan ningún proceso de erosión eólica debido a que la vegetación ha consolidado el suelo.

Por el contrario, las dunas semipermanentes, o también conocidas como dunas semifijas, son geoformas que se encuentran todavía influenciadas por la acción del viento, sin embargo, su dinámica es muy baja ya que existen remanentes de vegetación que detienen el viento y disminuyen la erosión eólica. (Figura 5.17)

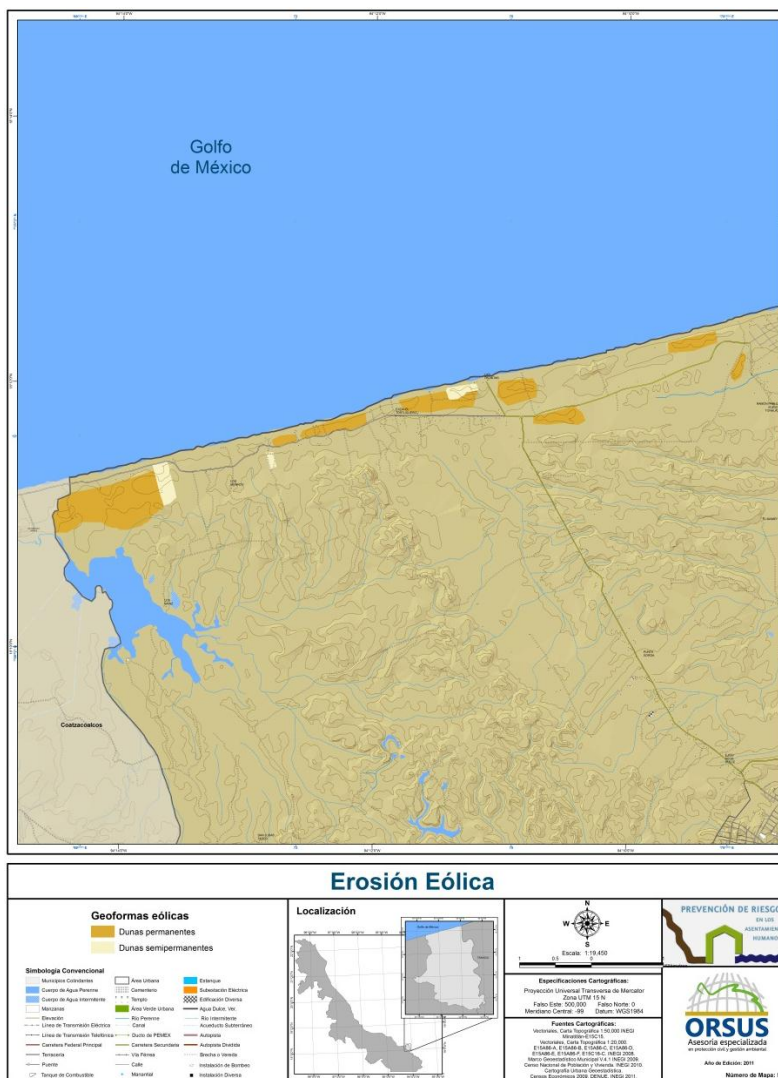


Figura 5.17. Geoformas Eólicas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

EROSIÓN MARINA EN EL MUNICIPIO DE AGUA DULCE, VERACRUZ

Tabla 5.15. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro por Erosión Marina.

Nivel 2. Método	Evidencias
Levantamiento de croquis geomorfológico y cartografía general de la zona costera. Se obtiene cartografía general y específica de los sectores costeros en diferentes escalas de representación. El croquis para escalas de trabajo a detalle y la cartografía general para escalas más chicas. El levantamiento cartográfico se puede auxiliar con fotografías aéreas, imágenes de satélite y trabajo de campo.	Cartografía a detalle de los procesos y formas dominantes en las zonas costeras. Fotografías de los procesos y formas dominantes en las zonas costeras.

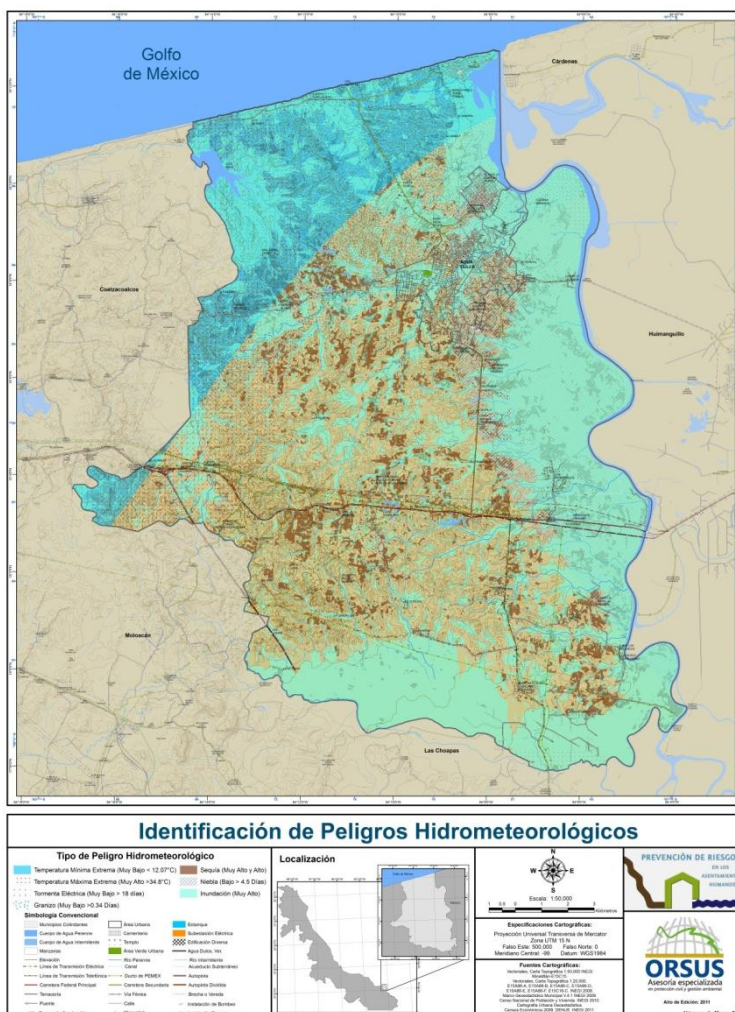


Figura 5.19. Identificación de Peligros Hidrometeorológicos en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

5.2.1.- CICLONES TROPICALES

Tabla 5.16. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro

Nivel 1. Método	Evidencias
Investigar la trayectoria de los eventos históricos.	Dar a conocer las fuentes de información.
Cartografiar los eventos históricos que han afectado a la entidad respectiva.	Mapa con la representación de los eventos históricos y municipios afectados.
Utilizar la escala de huracanes Saffir-Simpson, para caracterizar los huracanes históricamente.	Levantamiento de cuestionarios en los municipios afectados.
Recopilar los datos meteorológicos de las estaciones existentes en los municipios y los centros monitoreo que están distribuidos en diversos sitios del país.	Gráficas de los diversos elementos del clima
Determinar periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.	Con los datos y la información se elaboran los mapas a diferentes escalas, como: 1:100,000, 1:50,000, 1:20,000.

El Municipio de Agua Dulce históricamente no ha sido afectado por trayectoria de Ciclones Tropicales (Figura 5.20).

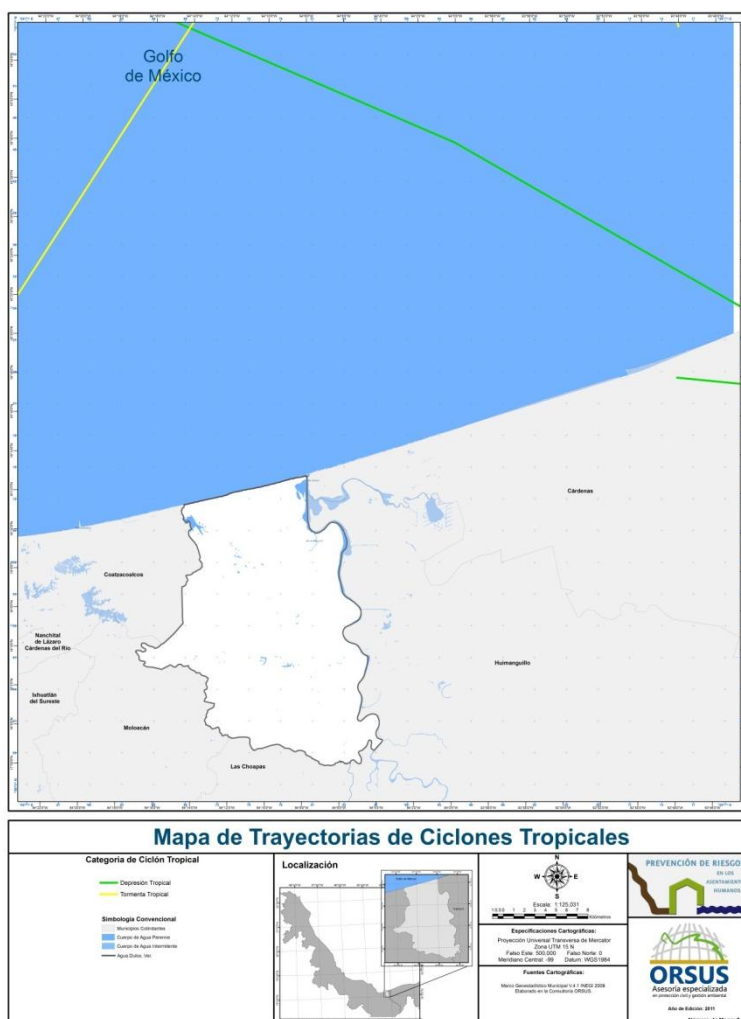


Figura 5.20. Mapa de Trayectorias de Ciclones Tropicales en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

PROBABILIDAD DE IMPACTO POR TRAYECTORIA DE CICLONES TROPICALES

El Municipio de Agua Dulce presenta una probabilidad de afectación debido al impacto por la trayectoria de un Ciclón Tropical muy baja en todo su territorio. (Figura 5.21)

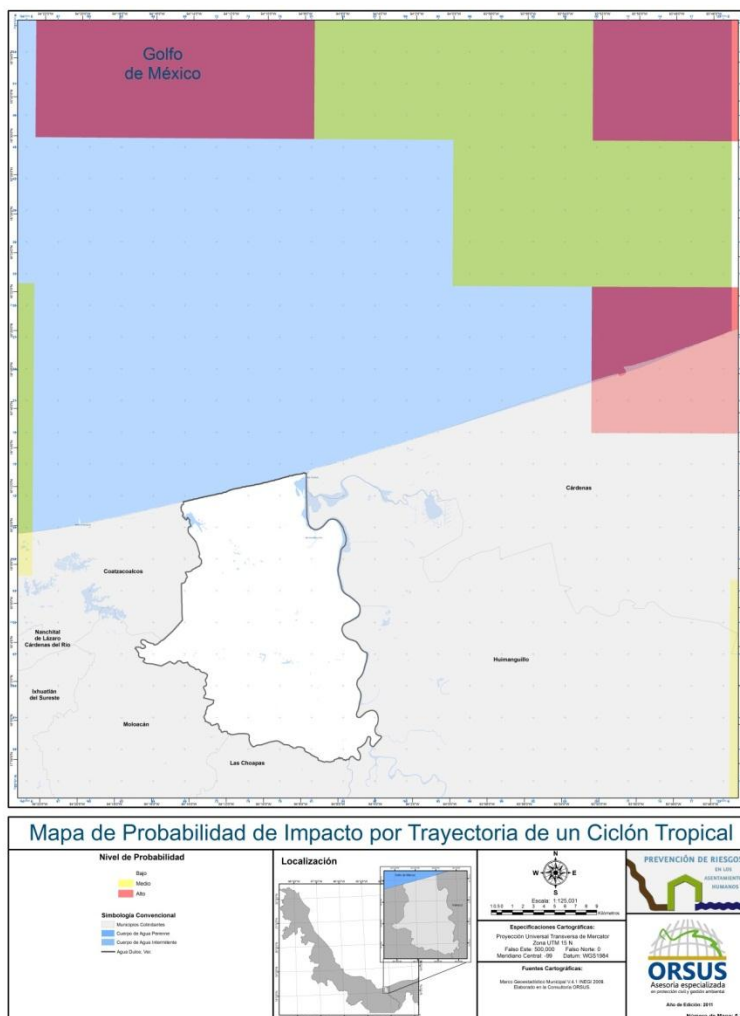


Figura 5.21. Mapa de Probabilidad de Impacto por Trayectoria de Ciclones Tropicales en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

VIENTO DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UNA DEPRESIÓN TROPICAL

El Municipio de Agua Dulce históricamente no ha sido afectado por esta categoría de Ciclón Tropical, por lo que presenta un nivel de peligro muy bajo (Figura 5.22), sin embargo se recomienda tener información de qué hacer en caso de la presencia de este.

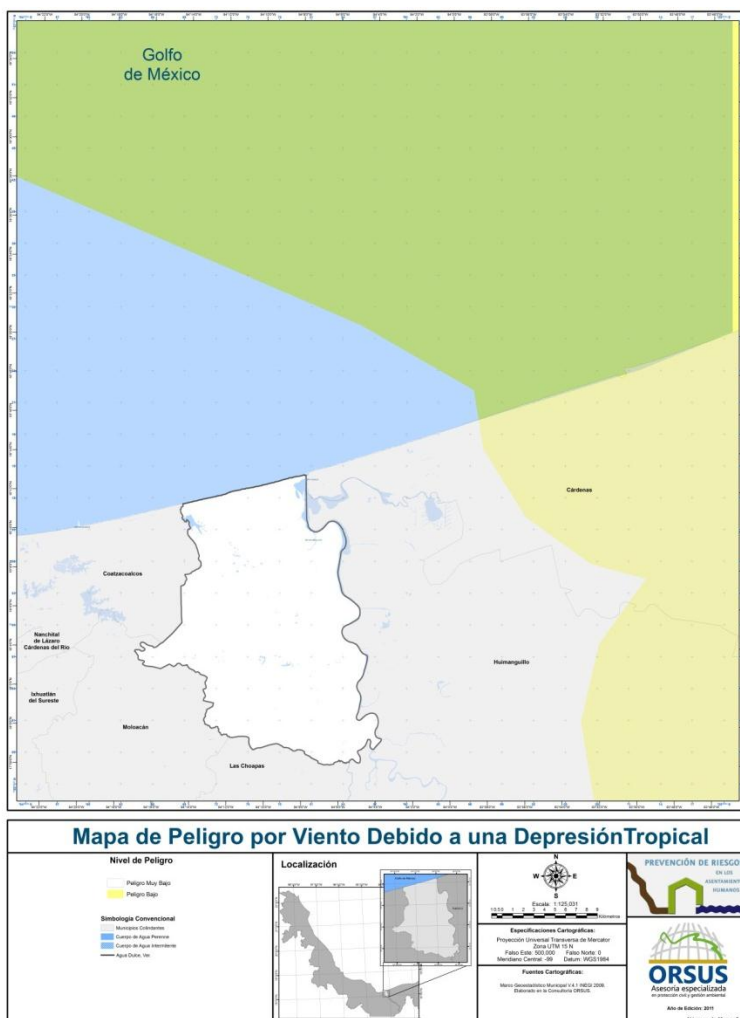


Figura 5.22. Mapa de Peligro por Viento Debido a una Depresión Tropical en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

VIENTO DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UNA TORMENTA TROPICAL

El Municipio de Agua Dulce presenta riesgo bajo en la zona centro y norte del municipio (Figura 5.23) por la afectación de viento asociado a una tormenta tropical, por ello se debe de poner atención ante la presencia de estos fenómenos meteorológicos.



Figura 5.24. Mapa de Peligro por Viento Debido a un Huracán Categoría 1 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

VIENTO DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UN HURACÁN CATEGORÍA 2

El Municipio de Agua Dulce históricamente no ha sido afectado por esta categoría de Ciclón Tropical, por lo que presenta un nivel de peligro muy bajo (Figura 5.25), sin embargo se recomienda tener información de qué hacer en caso de la presencia de este.



Figura 5.25. Mapa de Peligro por Viento Debido a un Huracán Categoría 2 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

VIENTO DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UN HURACÁN CATEGORÍA 3

El Municipio de Agua Dulce históricamente no ha sido afectado por esta categoría de Ciclón Tropical, por lo que presenta un nivel de peligro muy bajo (Figura 5.26), sin embargo se recomienda tener información de qué hacer en caso de la presencia de este.

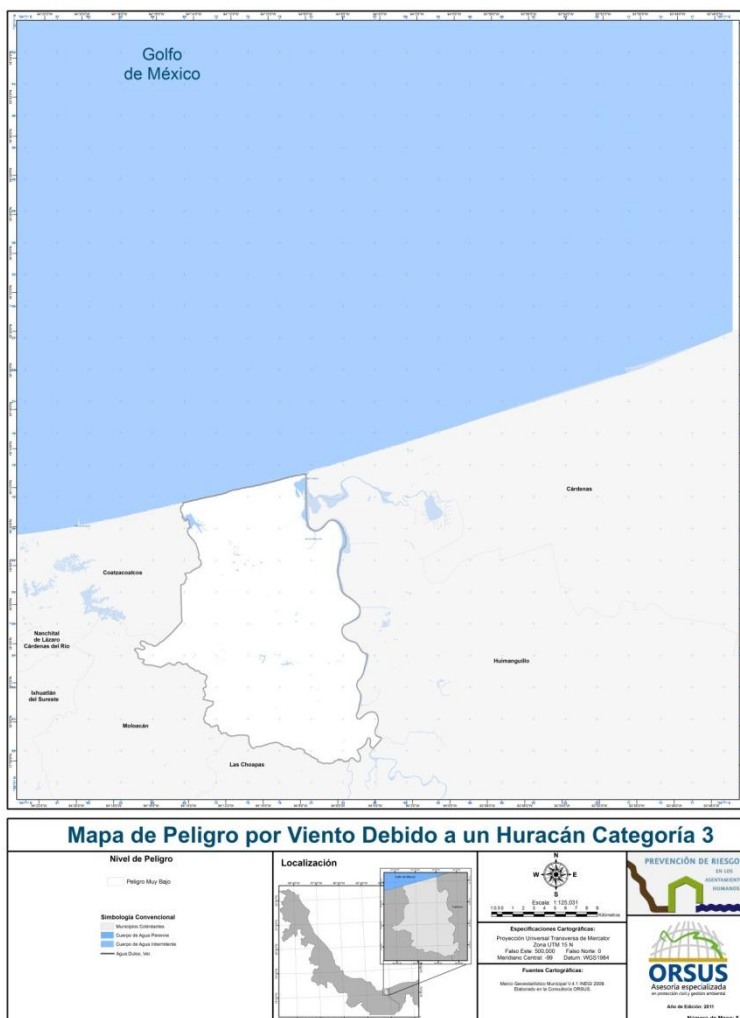


Figura 5.26. Mapa de Peligro por Viento Debido a un Huracán Categoría 3 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

VIENTO DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UN HURACÁN CATEGORÍA 4

El Municipio de Agua Dulce históricamente no ha sido afectado por esta categoría de Ciclón Tropical, por lo que presenta un nivel de peligro muy bajo (Figura 5.27), sin embargo se recomienda tener información de qué hacer en caso de la presencia de este.



Figura 5.27. Mapa de peligro por Viento Debido a un Huracán Categoría 4 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

PRECIPITACIÓN DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UNA DEPRESIÓN TROPICAL

El Municipio de Agua Dulce presenta riesgo bajo en algunas zonas como son la parte noreste del Municipio y la zona sureste (Figura 5.28) por la afectación de precipitación asociado a una depresión tropical, por ello se debe de poner atención ante la presencia de estos fenómenos meteorológicos.

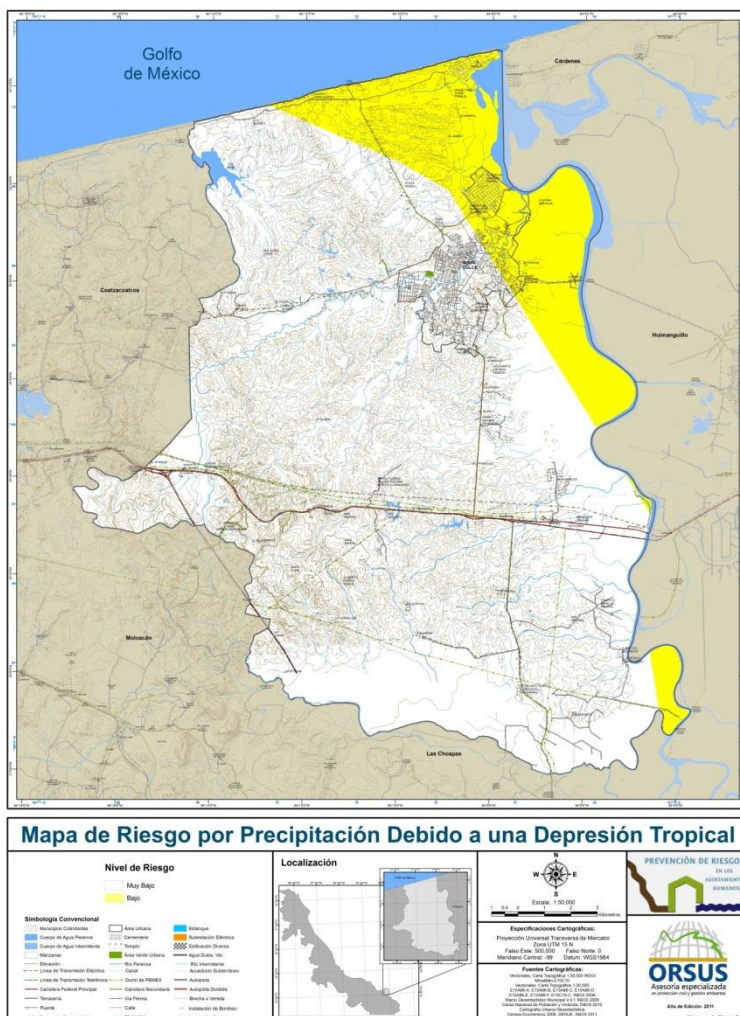


Figura 5.28. Mapa de Riesgo por Precipitación Debido a una Depresión Tropical en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

PRECIPITACIÓN DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UNA TORMENTA TROPICAL

El Municipio de Agua Dulce presenta riesgo medio en la zona centro y norte del Municipio y en la zona sur presenta riesgo bajo (Figura 5.29) por la afectación de precipitación asociado a una tormenta tropical, por ello se debe de poner atención ante la presencia de estos fenómenos meteorológicos.

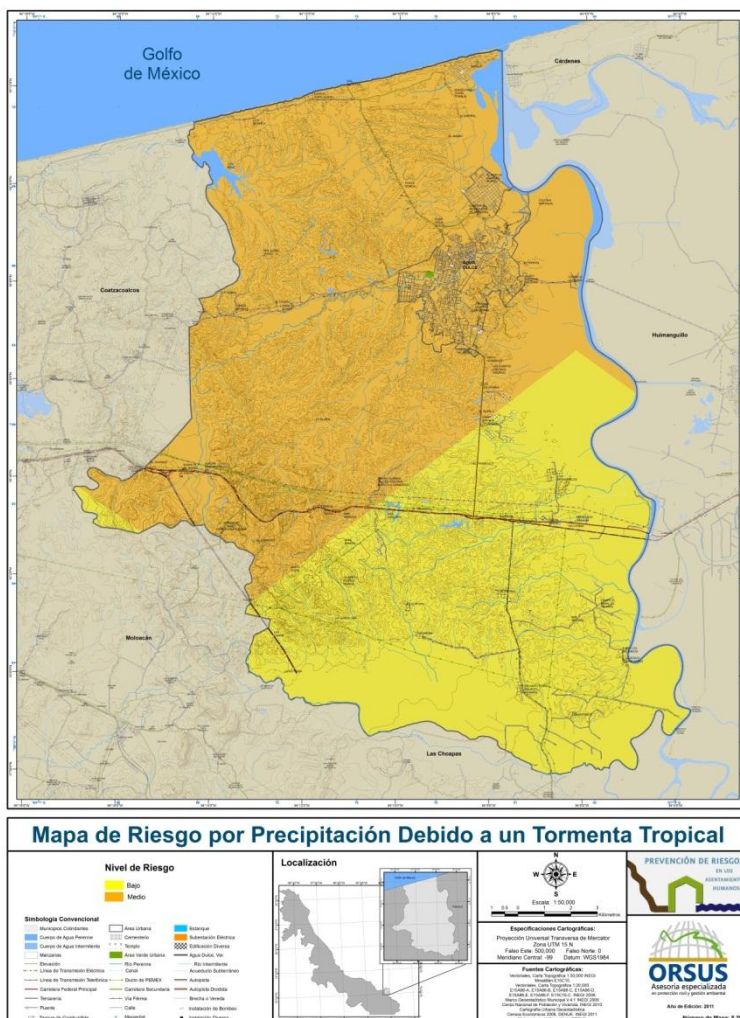


Figura 5.29. Mapa de Riesgo por Precipitación Debido a una Tormenta Tropical en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

PRECIPITACIÓN DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UN HURACÁN CATEGORÍA 1

El Municipio de Agua Dulce presenta un nivel de peligro muy bajo en todo el territorio del Municipio (Figura 5.30) por la afectación de precipitación asociado a un huracán categoría 1, por ello se debe de poner atención ante la presencia de estos fenómenos meteorológicos.

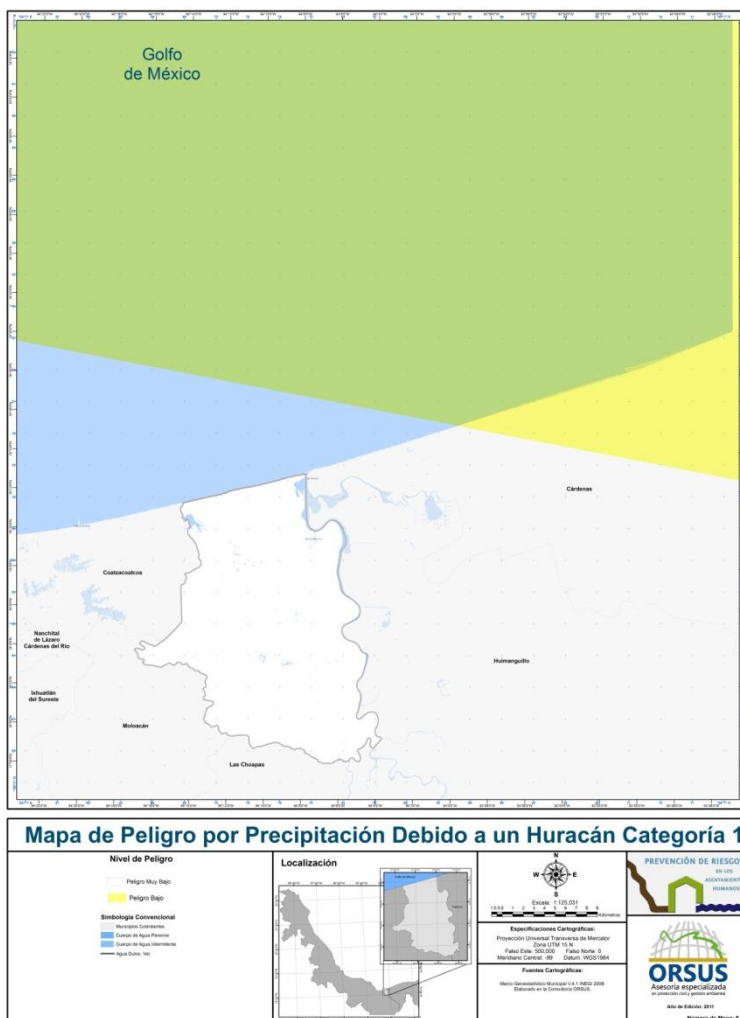


Figura 5.30. Mapa de Peligro por Precipitación Debido a un Huracán Categoría 1 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

PRECIPITACIÓN DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UN HURACÁN CATEGORÍA 2

El Municipio de Agua Dulce presenta un nivel de peligro muy bajo en todo el territorio del Municipio (Figura 5.31) por la afectación de precipitación asociado a un huracán categoría 2, por ello se debe de poner atención ante la presencia de estos fenómenos meteorológicos.

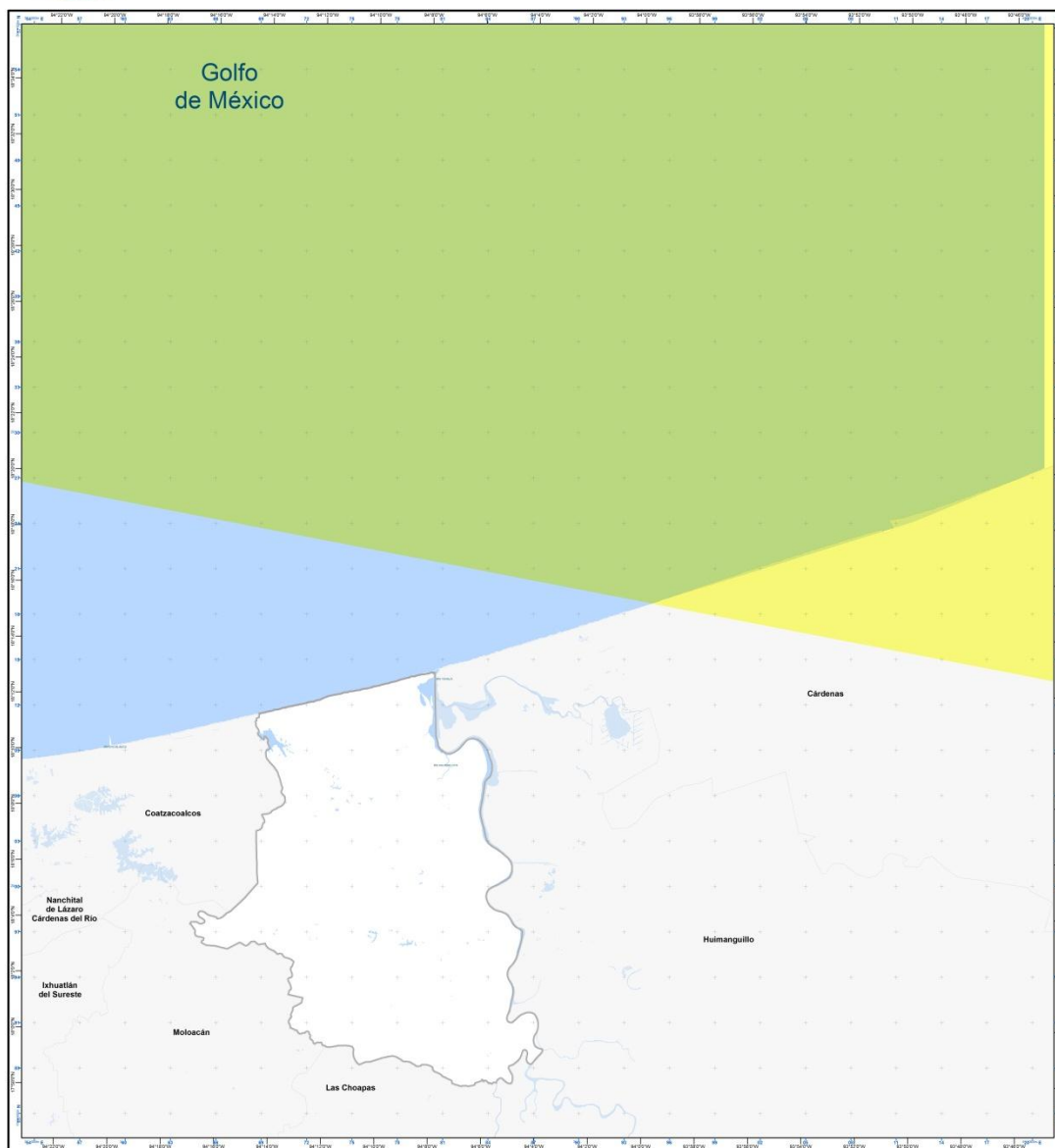


Figura 5.31. Mapa de Peligro por Precipitación Debido a un Huracán Categoría 2 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

PRECIPITACIÓN DEBIDO A LA INFLUENCIA DE UN HURACÁN CATEGORÍA 3

El Municipio de Agua Dulce históricamente no ha sido afectado por esta categoría de Ciclón Tropical, por lo que presenta un nivel de peligro muy bajo (Figura 5.32),

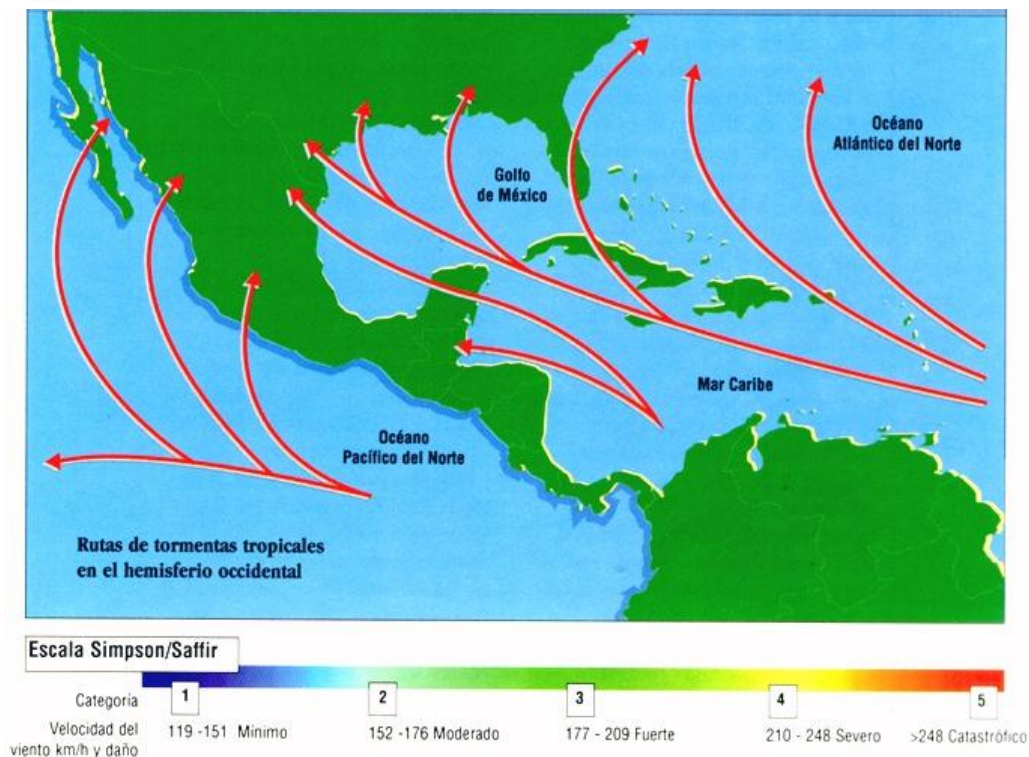


Figura 5.34. Formación y Rutas de tormentas tropicales en el hemisferio occidental (Fuente: <http://helid.digicollection.org/en/d/J052/5.3.html>)

5.2.2.- TORMENTAS ELÉCTRICAS

Tabla 5.17. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

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

Para calcular la frecuencia de tormentas eléctricas en el Municipio de Agua Dulce Veracruz, se tomaron en cuenta los datos de un periodo de 1978 hasta 2008 de estaciones climatológicas que se encuentran en un radio de treinta kilómetros alrededor del Municipio. Asimismo, se analizaron los treinta años dentro del periodo señalado, que presentaron una mayor frecuencia de tormentas en cada una de las estaciones que se utilizaron en el estudio. En la figura 5.35 se tiene la gráfica de frecuencia de tormentas eléctricas de las estaciones que sirvieron para el análisis de este fenómeno.

Se puede observar que la estación que más frecuencia (44 tormentas) registró en el año 1999 fue la del centro de tabasco, seguida de Las Choapas Veracruz con 37 tormentas en el año 1991. (Figura 5.35)

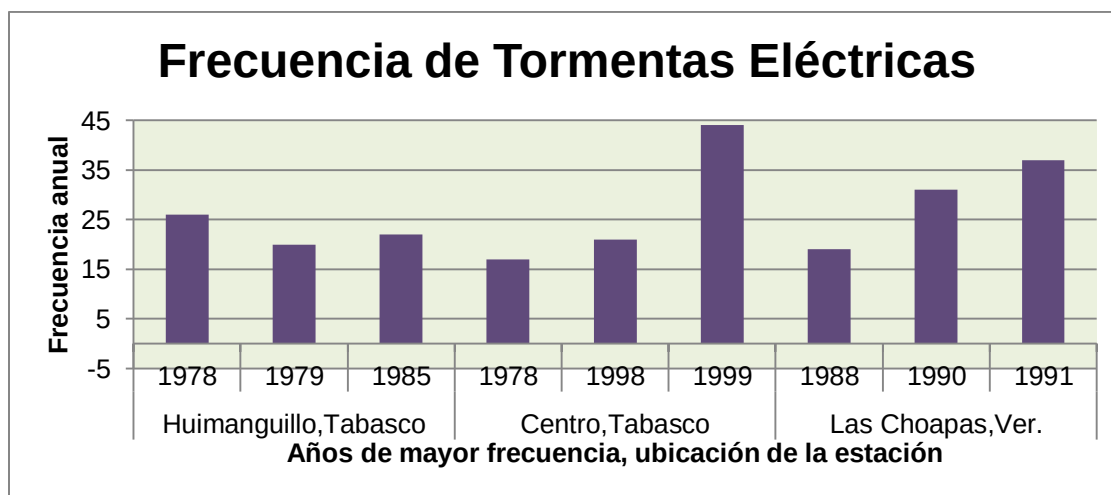


Figura 5.35. Gráfico de Frecuencia de Tormentas Eléctricas en las Estaciones Cercanas al Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Una vez analizado la frecuencia de tormentas eléctricas al año, se procedió a calcular el un promedio histórico, se interpolaron los datos y se obtuvo que en el Municipio de Agua Dulce la frecuencia de tormentas eléctricas es considerable, ya que se llegan a presentar hasta más de veinte tormentas de este tipo en el año.

El rango de tormentas eléctricas para el Municipio de Agua Dulce son menores a 9 días a más de 20 días al año con presencia de este fenómeno hidrometeorológico, hacia la parte Sureste del Municipio encontramos rangos que son inferiores a 9 días, hacia la porción Centro los rangos presentes son de los 12 a los 15 días y por último hacia el Oeste del Municipio los rangos pueden ser mayores a los 20 días. (Figura 5.36)

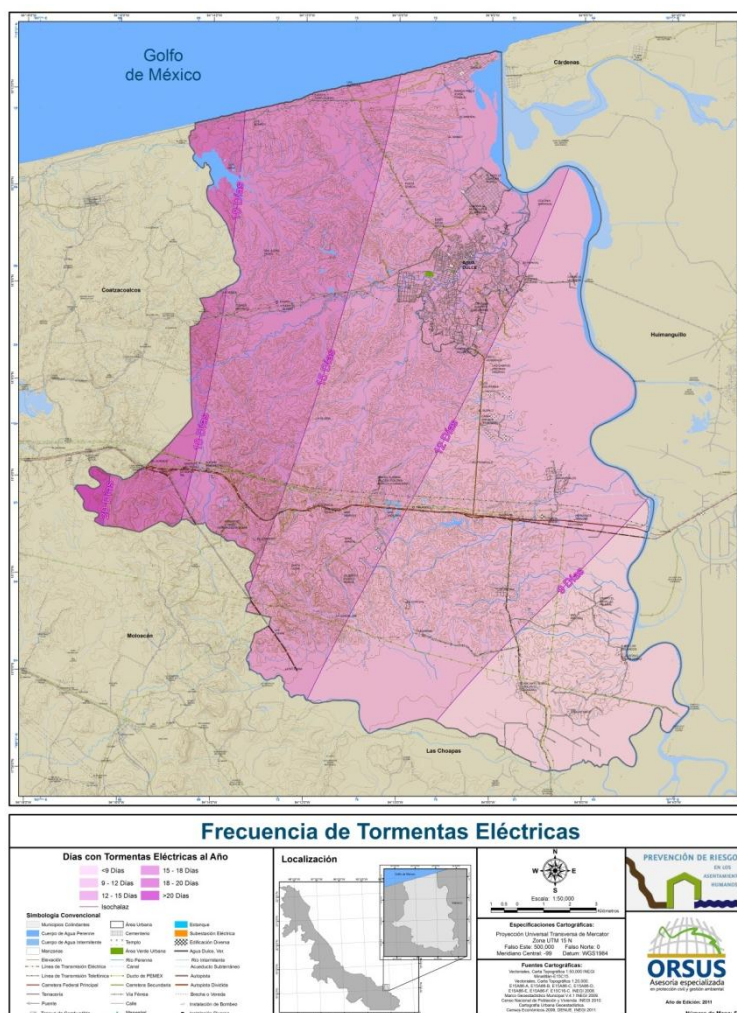


Figura 5.36. Frecuencia de Tormentas Eléctricas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

El grado de riesgo presente por este fenómeno es Muy Bajo, en toda su porción por lo que la población no se ve afectada por la presencia de tormentas eléctricas, este grado de riesgo se debe al rango de días al año con que se presentan estas. (Figura 5.37)

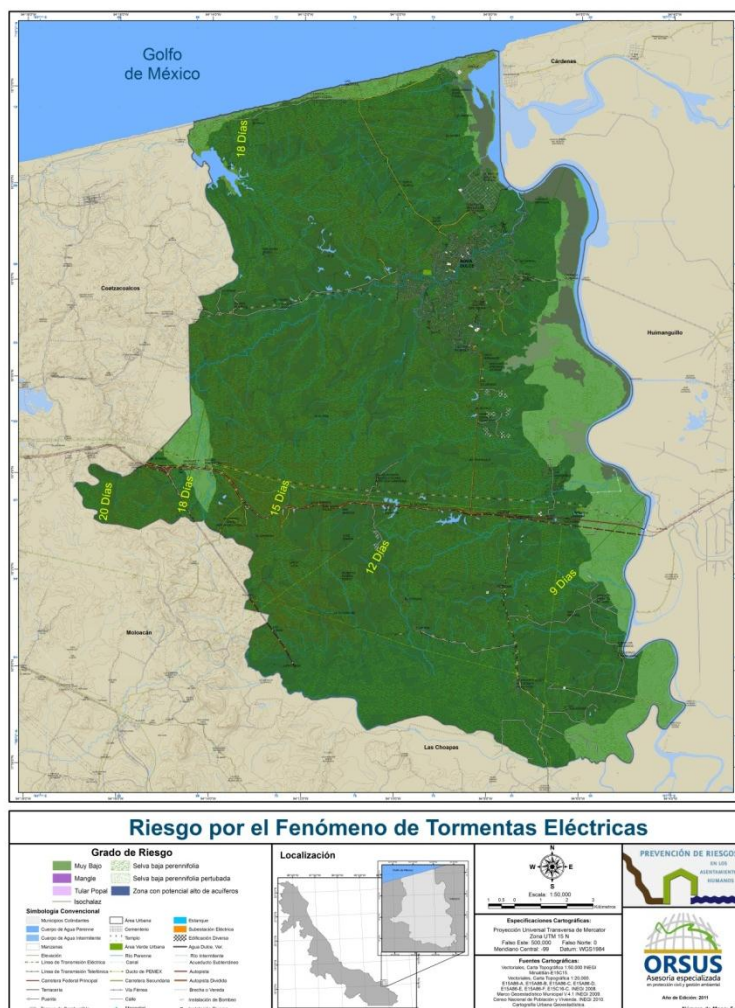


Figura 5.37. Riesgo por Tormentas Eléctricas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

5.2.3.- SEQUÍAS

Tabla 5.18. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

Nivel 1. Método	Evidencias
Determinar índices de aridez de acuerdo al método utilizado por María Engracia Hernández. Determinar periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.	Mapa de índices de aridez.

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.

La intensidad de precipitación es un factor clave para determinar la sequía en una región, es por esto que se analiza el comportamiento de esta variable en el

territorio municipal. En la figura 3.12 se tiene el mapa de rangos de intensidad de precipitación misma que se clasifica en 7 rangos: Menor que 2,210 mm; de 2,210 a 2,235 mm; de 2,235 a 2,260 mm; de 2,260 a 2,285 mm; de 2,285 a 2,310; de 2,310 a 2,335 y, mayor que 2,2335 mm y temperatura máxima que se presenta en el Municipio de Agua Dulce que es inferior a 34.8°C y superior a los 36.3°C (Figura 3.12.).

Por otro lado, es importante realizar un análisis del riesgo que implica la ocurrencia de las sequías. Este análisis se hace enfocado principalmente a los daños que repercuten en los cultivos y el ganado, ya que son las principales actividades del sector primario que se llevan a cabo en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

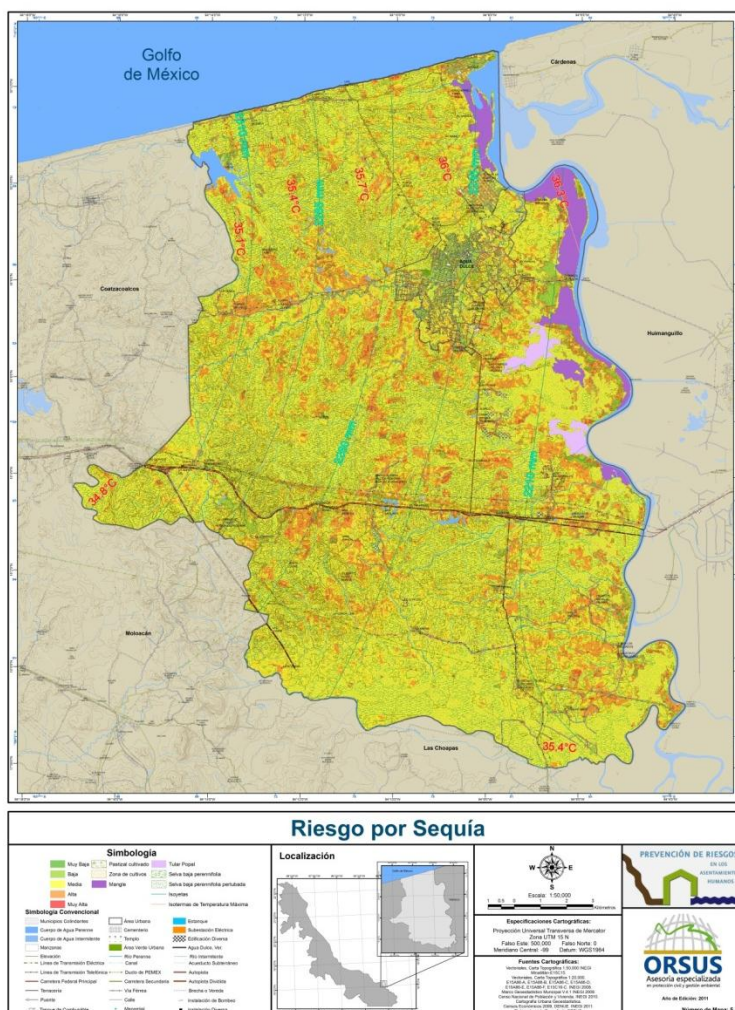


Figura 5.38. Riesgo por Sequía en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

De acuerdo al mapa de riesgo por sequía se tiene que el comportamiento de grados de riesgo es distinto, predominando un mayor porcentaje el riesgo Medio, siguiendo del riesgo Alto y en muy pequeñas porciones predominando riesgo Muy

Alto, por lo que las zonas de cultivo se ven afectadas año con año por la presencia de este fenómeno. (Figura 5.38)

En la Figura 5.39 se tiene el porcentaje que corresponde a la técnica para abastecer de agua a los cultivos, de acuerdo al Censo Agropecuario (2007).

En el recorrido de campo, los habitantes del Municipio constataron que el cultivo más importante respecto a la economía es el maíz grano sin embargo existen otro tipo de cultivos de temporal para el autoconsumo como limón, arroz, naranja, frijol entre otros.

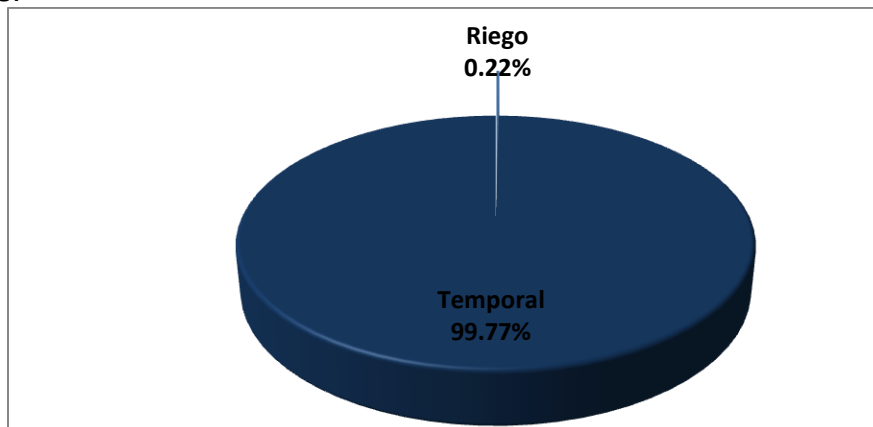


Figura 5.39. Superficie Agrícola Según la Disponibilidad de Agua. Fuente: INEGI, 2007

Lo anterior es importante si consideramos que, las sequías son el resultado de la deficiencia de precipitación durante un periodo y un lugar determinado, lo que presenta un grave daño a los elementos ambientales. Particularmente, se presentan graves pérdidas de las cosechas anuales y perennes, debido a la escasez de agua, ocasionando una pérdida significativa en los ingresos de los agricultores. Asimismo se debe mencionar que, los productores más vulnerables son aquellos con cultivos de temporal y escasa tecnificación, que para el caso del Municipio de Agua Dulce, son el mayor porcentaje con un 99.77% los dedicados a cultivos de temporal.

5.2.4.- TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS

TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS

Tabla 5.19. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

Nivel 1. Método	Evidencias
Obtener los registros de datos climatológicos de varias décadas de temperaturas máximas extremas mensuales.	Registro de datos meteorológicos de temperaturas máximas extremas de 10 a 30 años para el trazo de un mapa climático de riesgos.
Establecer los rangos para las isotermas de acuerdo a la distribución del sistema.	Mapa de temperaturas
Obtener la frecuencia de masas de aire cálido en la zona de estudio.	



Determinar periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.	máximas extremas y de probabilidad.
---	-------------------------------------

El dato de temperatura máxima es el que se registra cada día en una estación meteorológica entre las 2:00 y 3:00 pm, los cálculos de temperatura máxima promedio pueden realizarse para periodos de un mes, un año o cualquier otro del que se dispongan datos.

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2009), 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 Agua Dulce para determinar cuál es el riesgo que implica en la población de acuerdo con los planteamientos brevemente mencionados. En la tabla 5.8 se tienen las principales afectaciones en la población debido a temperaturas máximas extremas.

Tabla 5.20. Vulnerabilidad por Altas Temperaturas.

Rango de Temperatura	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 tolvánicas 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 inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social, 2009

De acuerdo con la tabla 5.20, se puede considerar que las temperaturas máximas extremas implican situaciones de incomodidad y estrés en la población, así como en los cultivos e incluso se pueden propiciar incendios forestales. Para proyectar las isotermas de temperatura máxima se realizó un 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) en un periodo de 1970 hasta 2004. Los datos se obtuvieron de la base de datos del Sistema de Información Climatológica CLICOM, desarrollada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2010), proporcionada por la carrera de Ciencias Atmosféricas de la Universidad Veracruzana.

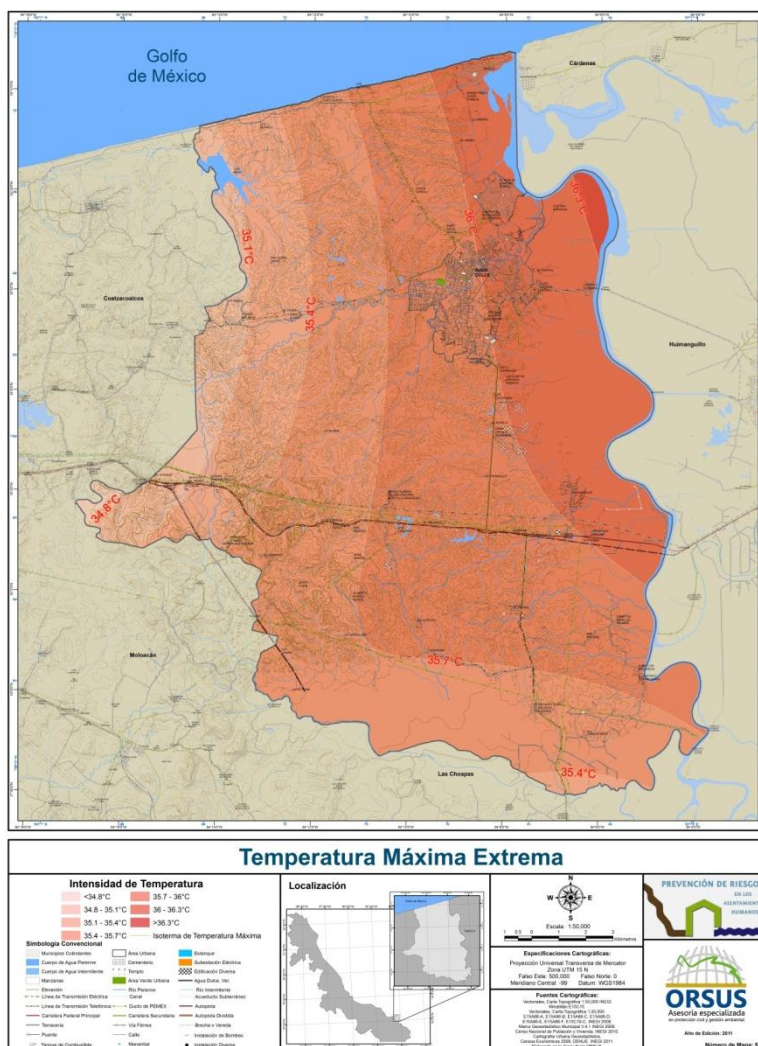


Figura 5.40. Rangos de Intensidad de Temperatura Máximas Extremas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

En el mapa de la figura 5.40 se observa que el rango de temperaturas máximas extremas aumenta hacia el Este del Municipio y abarca desde temperaturas inferiores a 34.8°C y superiores a 36.3°C, mientras que la zona Central se encuentra en rangos de entre 35.4°C a 36°C.

Por otra parte, se hace un análisis del riesgo por temperaturas máximas extremas en el territorio municipal de Agua Dulce, para que así se puedan tomar medidas preventivas respecto a lo que implica la ocurrencia de temperaturas altas, ya que se pueden presentar complicaciones en la salud, como las de la tabla 5.20.

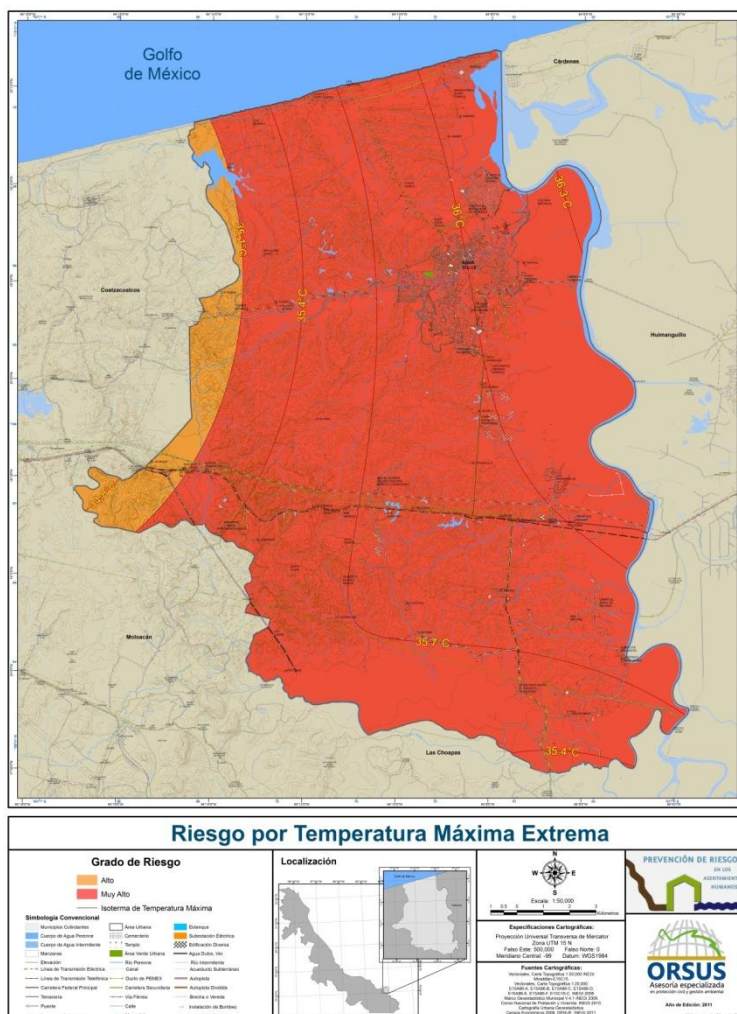


Figura 5.41. Riesgo por Temperaturas Máximas Extremas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

El grado de riesgo por temperaturas altas en el Municipio es de Alto a Muy Alto, por lo que los habitantes que conforman al Municipio de Agua Dulce están propensos a enfermedades asociadas a las altas temperaturas por lo que es importante tomar medidas preventivas.

La tabla 5.21 muestran las localidades que se encuentran dentro de los grados de riesgo anteriormente señalados.

Tabla 5.21. Localidades en Riesgo por Temperaturas Máximas Extremas, en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Riesgo	Localidad Afectadas	Número de Habitantes	Número de Viviendas	Localidad Afectadas	Número de Habitantes	Número de Viviendas
Muy Alto	CUAUHTÉMOC	196	44	ALEGRE (KILÓMETRO 25)	3	1
	EL ENCANTO (EJIDO EL ENCANTO PESQUERO)	754	196	EL TRIÁNGULO	3	1



LA VICTORIA	3	1	CAMPI [GRANJA FRONTERA]	58	14
GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	318	65	LA GLORIA	31	6
EJIDO LOS SOLDADOS	87	22	EL BÚFALO	5	1
LAS LOMAS	3	1	LOS COLORINES	3	1
LA ARENA	490	122	LAS CAMPOS (PIEDRAS NEGRAS)	9	1
SAN ANTONIO	2	1	CINCO HERMANOS	2	1
LA GUADALUPE	60	14	HÉCTOR RICÁRDEZ	17	4
CAMPO EL PANAL (EL PALMAR)	6	2	EJIDO EL BURRO	93	25
EL COROZAL	70	20	COLONIA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	39	11
EL CEDRAL	320	85	EL FAISÁN	6	2
GILBERTO FLORES MUÑOZ	3	1	EJIDO PIEDRAS NEGRAS	3	1
SANTA LUCÍA	3	1	CAMINO A LA PANGA	1	1
JOSÉ RAMÓN	6	1	AGUA DULCE	36079	9929
EL GRANERO	51	15	EL PAPAYAL	42	13
INGENIERO MARIO HERNÁNDEZ POSADA	175	35	SAN JUDAS TADEO	5	1
LAS AZUCENAS	4	1	EJIDO AGUA DULCE	56	15
SANTA MARÍA	6	1	COLONIA EL MUELLE DOS (EL MANGON)	73	18
EL PARALELO	6	1	COLONIA NARANJAL	48	13
HERMANOS GRAHAM	15	3	PUNTA GORDA	235	58
SANTA FE	10	2	EL MUELLE (GAVILÁN NORTE)	3370	885
LAS LAGUNAS	1	1	LOS SÁINZ	4	1
SAN MARCOS	5	1	EL MAMEY	5	2
EL CORA (KILÓMETRO 28)	4	1	LOS MONROY	4	1
EL SALADINO	21	6	EL BARRIAL	11	2
SAN JUDAS TADEO	5	1	EJIDO EL TORTUGUERO	162	42
SANTÍSIMA TRINIDAD	3	1	RAMÉN PABLO (EJIDO TONALÁ)	47	13
LA QUEBRADA	3	1	LAS PALMITAS	5	3
MIGUEL ALEMÁN VALDÉS (COLONIA AGRÍCOLA GANADERA)	287	63	TONALÁ	2005	524
LOS	651	166			

	MANANTIALES					
	Total				45,992	12,465
Alto	LA SUPER MIL	4	2	FLORES NEGRETE	3	1
	SANTA FE (EL TIGRE)	2	1	LA SENDA	4	1
	EL DORADO	5	1			
	Total				18	6

TEMPERATURAS MÍNIMAS EXTREMAS

Tabla 5.22. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro

Nivel 1. Método	Evidencias
Obtener los registros de datos climatológicos de varias décadas de temperaturas mínimas extremas mensuales. Establecer los rangos para las isotermas de acuerdo a la distribución del sistema.	Registro de datos meteorológicos de temperaturas máximas extremas de 30 años para el trazo de un mapa climático de riesgos. Mapa de temperaturas mínimas extremas.

La temporada invernal se caracteriza por la presencia de frentes fríos en el norte del país. Si bien las temperaturas no alcanzan a ser tan extremas como en otras latitudes pueden provocar situaciones de riesgo en la población que van desde la interrupción de servicios hasta enfermedades en las vías respiratorias y afectación a los cultivos, que depende de los requerimientos físicos de la planta, así como de su estado fenológico (distintas etapas de un cultivo). Esta temporada viene acompañada por nevadas, heladas y olas de frío extremo.

En el Municipio de Agua Dulce, Veracruz, el comportamiento de temperaturas mínimas es significativo, ya que de acuerdo a el cuadernillo Municipal correspondiente, la temperatura media anual es alrededor de 26°C y de acuerdo a las isolíneas proyectadas en el estudio, en este Municipio la temperatura puede descender hasta menos de 12.07°C, lo que puede provocar complicaciones en la salud de los habitantes.

Para proyectar las isotermas mínimas extremas, se hizo un cálculo de la temperatura mínima promedio de los meses más fríos del año, es decir, Enero, Febrero, Noviembre y Diciembre, de las estaciones que se encuentran ubicadas alrededor del Municipio, para así interpolar sus valores y conocer el comportamiento de esta variable.

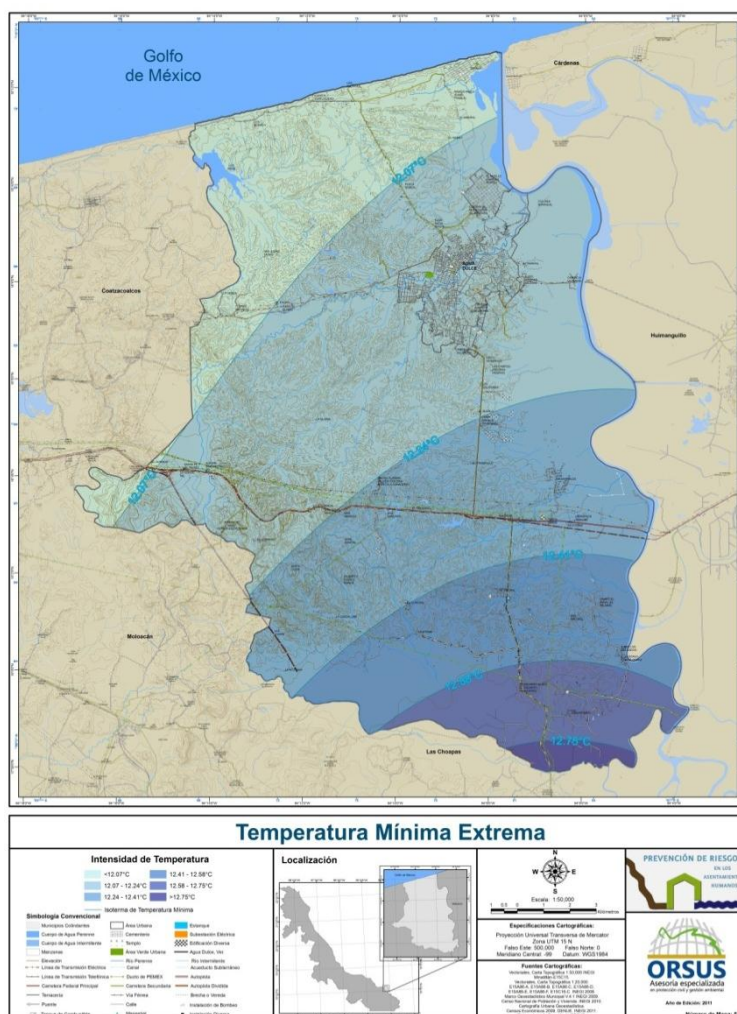


Figura 5.42. Rango de Intensidad de Temperaturas Mínimas Extremas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Como se puede observar en la figura 5.42, la temperatura mínima varía en el territorio municipal, acuerdo a la cartografía elaborada para observar el rango de intensidad para temperaturas bajas se tiene que lo que corresponde al Norte del Municipio registrando temperaturas que llegan a los 12.07°C mientras que hacia la parte Sur del Municipio se tiene temperaturas superiores a 12.75°C, mientras que la parte central del Municipio se encuentra en rangos de entre 12.07 a 12.41°C. Los datos se obtuvieron del Sistema de Información Climatológica, CLICOM (CONAGUA, 2010), proporcionado por la carrera de Ciencias Atmosféricas de la Universidad Veracruzana.

Es necesario señalar que el ser humano es vulnerable a ciertas temperaturas, tanto por arriba de un umbral, como por debajo de otro; existen umbrales de temperatura para los cuales pueden producirse problemas en la salud de las personas; sin embargo, debido a condiciones históricas, o incluso genéticas, ciertos grupos poblacionales son más resistentes a bajas temperaturas que otros.

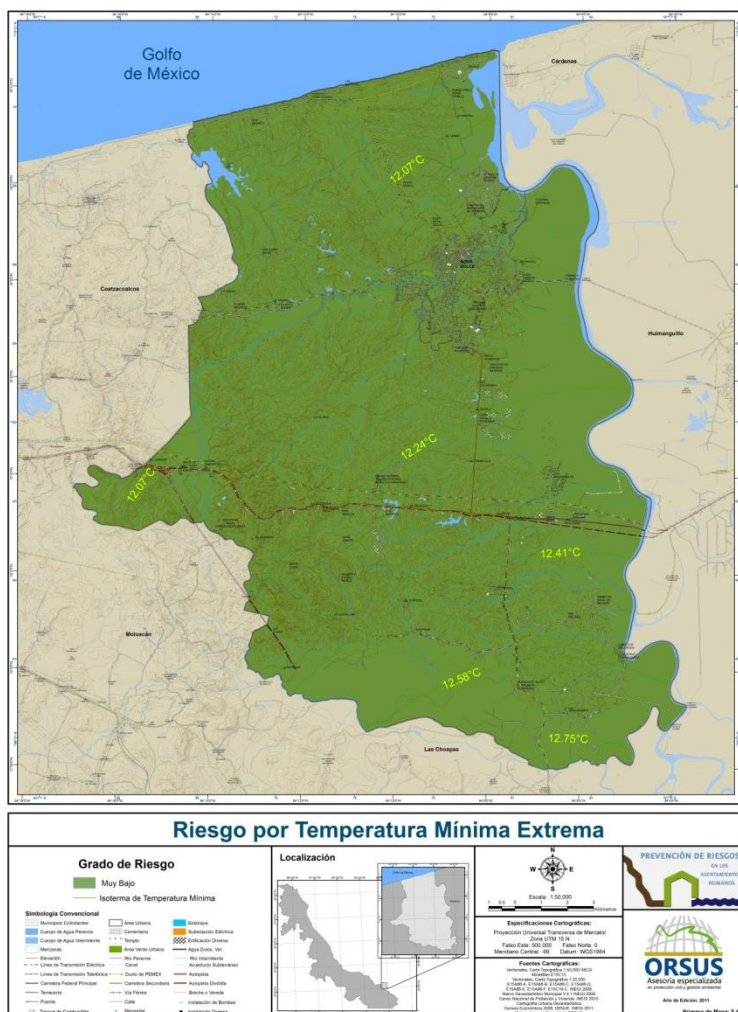


Figura 5.43. Riesgo por Temperaturas Mínimas Extremas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

En la Figura 5.43 se tiene el mapa de riesgos por temperaturas mínimas extremas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz. El Municipio se encuentra en un grado de riesgo Muy Bajo por bajas temperaturas esto debido al rango de intensidad de temperatura con que se presenta, por lo que los 46,010 habitantes que conforma el Municipio de Agua Dulce no se ven afectados por este fenómeno.

5.2.5.- VIENTOS FUERTES

Tabla 5.23. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

Nivel 1. Método	Evidencias
Identificar los patrones dominantes de los vientos, conociendo su dirección y velocidad. Hacer uso de esquemas de circulación conforme a las celdas de Hadley, Ferrel, corrientes monzónicas, anabáticos y katabáticos. Tomar en cuenta los boletines del tiempo atmosférico, relacionados con la distribución de patrones de vientos. Emplear la escala de Beaufort para observar el movimiento de los árboles y puedan inferirse las velocidades de los vientos.	Mapa de vientos. Sobre los mapas se pueden colocar anemogramas, previamente elaborados para enriquecer la disposición de los vientos. Historia de eventos eólicos: consiste en conocer los valores medios de las direcciones y velocidades de los vientos.

En el Municipio de Agua Dulce, Veracruz el viento afecta principalmente zonas de mayor altura ya que alcanza velocidades intensas conforme a la altitud, los daños causados por la velocidad del viento en el Municipio son caídas de espectaculares y árboles, en casas de láminas de asbesto principalmente, entre otras.

DIRECCIÓN Y VELOCIDAD

Las siguientes figuras describen tanto la velocidad como la dirección que presenta los vientos para el Municipio de Agua Dulce en las 4 estaciones del año, ya que durante todo el año se presentan variaciones.

TEMPORADA DE PRIMAVERA

La Figura 5.44 describe el comportamiento espacial de la velocidad y dirección del viento en la temporada primaveral.



Figura 5.44. Dirección y Velocidad del Viento en la Temporada Primavera para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

De acuerdo a la figura anterior, el viento proviene del Sureste, el cual predomina en todo el Municipio. La velocidad en la que se mueve el viento se clasifica con la escala de Beaufort, el viento registrado en esta temporada se denomina en: brisa débil (12 a 19 km/h), ubicada al Sur del Municipio; brisa moderada (20 a 28 km/h), localizada en la zona de Agua Dulce; por último brisa fresca, la velocidad del viento de esta clasificación es de 29 a 38 km/h, dichas velocidades se encuentran al Norte.

TEMPORADA DE VERANO

La siguiente figura 5.45 describe la dirección y la velocidad del viento en la temporada de verano.



Figura 5.46. Dirección y Velocidad del Viento en la Temporada de Otoño para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Durante el otoño, la presencia del viento proveniente del Noreste y Sureste, siendo el que predomina la mayor parte del Municipio. Las velocidades que se presentan son de 12 a 19 km/h, denominado brisa débil, la cual predomina viento del Sureste y Noreste (ambos localizados al Sur del Municipio); 20 a 28 km/h, la cual se le denomina brisa moderada, ubicada al Centro del Agua Dulce; 29 a 38 km/h, a este intervalo de velocidades se le llama brisa fresca, al igual que la brisa moderada se ubica al Centro; por último, al Norte se tienen vientos de 39 a 49 km/h denominados brisa fuerte.

TEMPORADA DE INVIERNO

La figura 5.47 describe el comportamiento de la velocidad y dirección en el Municipio de Agua Dulce para la temporada invernal.



Figura 5.47. Dirección y Velocidad del Viento en la Temporada de Invierno para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

De acuerdo a la figura anterior, en invierno la velocidades que se encuentran en el Municipio Agua Dulce los intervalos de velocidad son similares al de las anteriores temporadas, brisa débil ubicada al Sur, la brisa moderada se localiza al centro del Municipio; sin embargo la velocidad que predomina es la brisa fresca, la cual lleva velocidades de 29 a 38 km/h.

RIESGO POR VIENTOS FUERTES

Después de analizar el comportamiento de la dirección y velocidad del viento en el Municipio de Agua Dulce, se da paso al análisis de riesgo por velocidad del viento como se muestra a continuación:

TEMPORADA PRIMAVERAL

La figura 5.48 muestra el grado de riesgo por velocidad del viento en la temporada primaveral en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

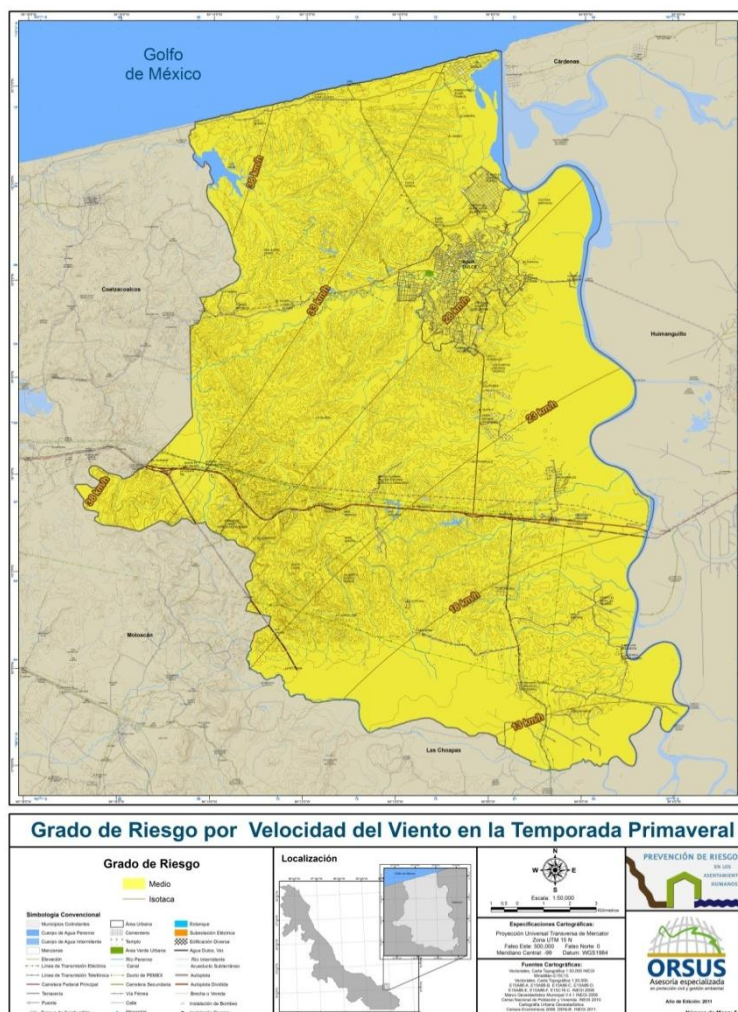


Figura 5.48. Riesgo por la Velocidad del Viento en la Temporada Primavera para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

La figura anterior el grado de riesgo que cubre todo el territorio en estudio es Medio. Dicho grado se presenta debido a que las velocidades que se presentan en esta temporada no son tan intensas.

TEMPORADA DE VERANO

El grado de riesgo por velocidad del viento en la temporada de verano, se representa en la figura 5.49.

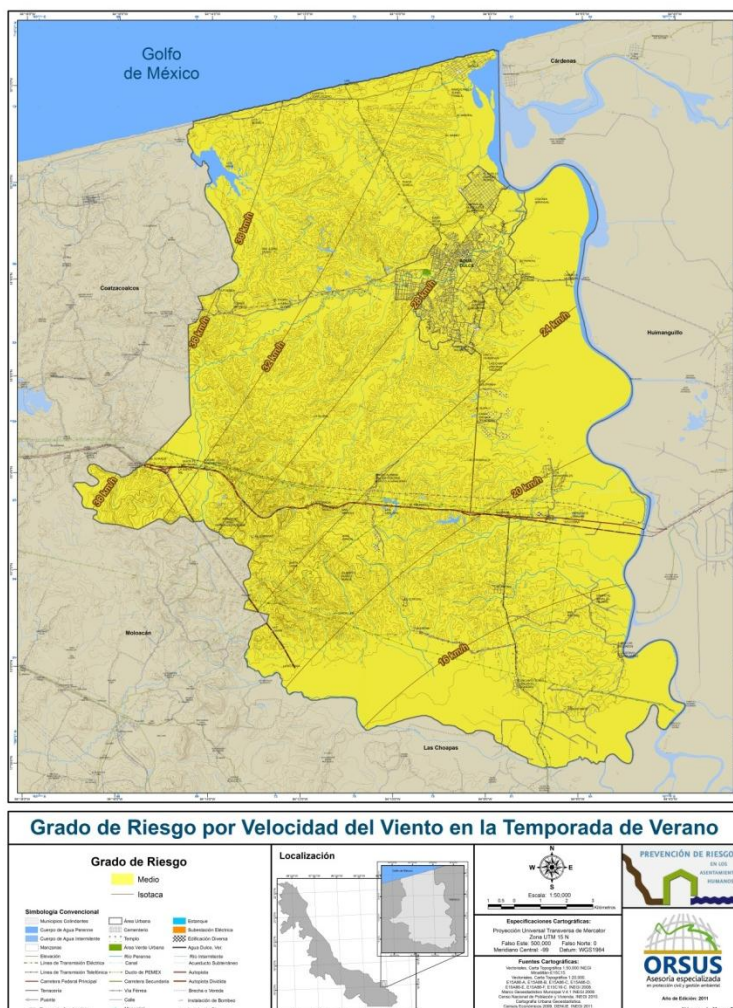


Figura 5.49. Riesgo por la Velocidad del Viento en la Temporada Verano para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz

Con respecto a la figura anterior, la velocidad del viento disminuyó con relación a la temporada primaveral, sin embargo el grado de riesgo Medio cubre todo el Municipio de Agua Dulce, aunque no se clasifique como un grado de riesgo Alto las localidades no urbanizadas son las más afectadas ya que su grado de marginación, en la mayoría, es Alto por lo tanto el material de sus viviendas es poco resistente a la intensidad del viento.

TEMPORADA OTOÑAL

Para la estación del año otoño, la siguiente figura 5.50 describe el grado de riesgo por velocidad del viento.

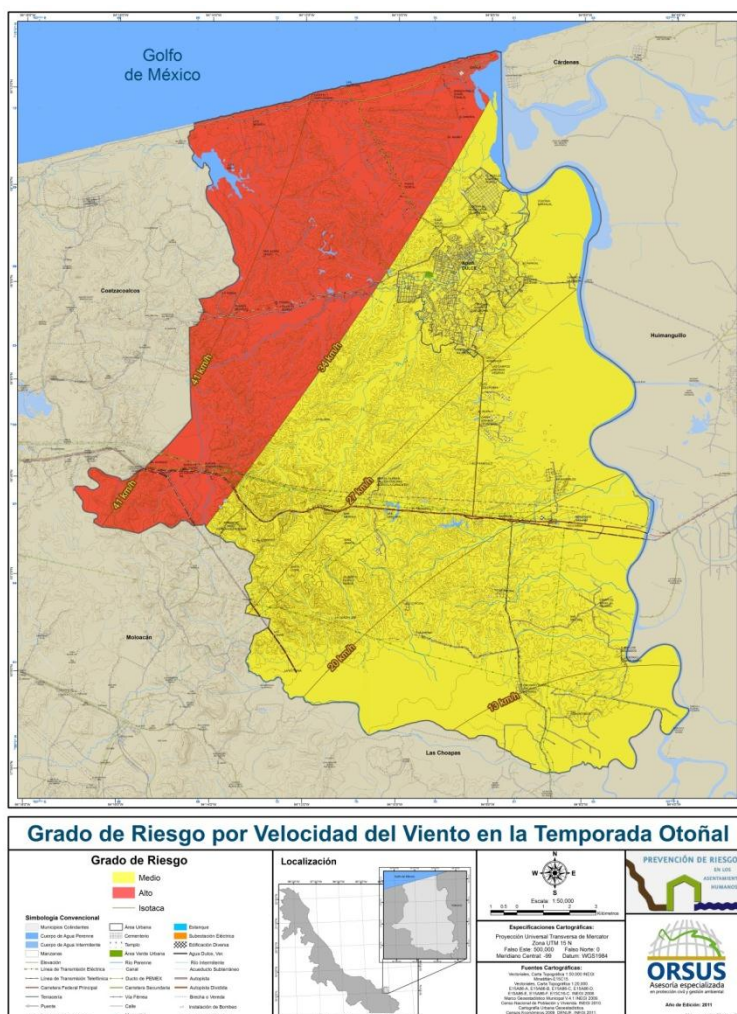


Figura 5.50. Riesgo por la Velocidad del Viento en la Temporada de Otoño para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

La figura anterior muestra que la velocidad del viento se intensifica por lo que el grado de riesgo incrementa y la zona norte del Municipio se presenta el grado de riesgo Alto, conforme a la temporada de verano. Mientras el riesgo Medio afecta la mayor parte de la zona de estudio, en general las localidades que se encuentran en el territorio son rurales, las cuales son las más vulnerables a las velocidades del viento.

Tabla 5.24. Localidades Afectadas por la Velocidad del Viento en la Estación de Otoño en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Grado de Riesgo	Localidad Afectada	Número de Habitantes	Número de Viviendas	Localidad Afectada	Número de Habitantes	Número de Viviendas
Medio	CUAUHTÉMOC	196	44	EL CORA (KILÓMETRO 28)	4	1
	EL ENCANTO (EJIDO EL	754	196	EL SALADINO	21	6



ENCANTO PESQUERO)					
LA VICTORIA	3	1	SAN JUDAS TADEO	5	1
GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	318	65	SANTÍSIMA TRINIDAD	3	1
EJIDO LOS SOLDADOS	87	22	LA QUEBRADA	3	1
LAS LOMAS	3	1	MIGUEL ALEMÁN VALDÉS (COLONIA AGRÍCOLA GANADERA)	287	63
LA ARENA	490	122	LOS MANANTIALES	651	166
SAN ANTONIO	2	1	EL TRIÁNGULO	3	1
LA GUADALUPE	60	14	CAMPI [GRANJA FRONTERA]	58	14
CAMPO EL PANAL (EL PALMAR)	6	2	LA GLORIA	31	6
EL COROZAL	70	20	EL BÚFALO	5	1
EL CEDRAL	320	85	LOS COLORINES	3	1
GILBERTO FLORES MUÑOZ	3	1	LAS CAMPOS (PIEDRAS NEGRAS)	9	1
SANTA LUCÍA	3	1	CINCO HERMANOS	2	1
JOSÉ RAMÓN	6	1	HÉCTOR RICARDEZ	17	4
EL GRANERO	51	15	COLONIA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	39	11
INGENIERO MARIO HERNÁNDEZ POSADA	175	35	EJIDO PIEDRAS NEGRAS	3	1
LAS AZUCENAS	4	1	CAMINO A LA PANGA	1	1
SANTA MARÍA	6	1	AGUA DULCE	36079	9929
EL PARALELO	6	1	EL PAPAYAL	42	13
HERMANOS GRAHAM	15	3	EJIDO AGUA DULCE	56	15
SANTA FE	10	2	COLONIA EL MUELLE DOS (EL MANGON)	73	18
LAS LAGUNAS	1	1	COLONIA NARANJAL	48	13
SAN MARCOS	5	1	EL MUELLE (GAVILÁN NORTE)	3370	885
Total				43407	11790
LA SUPER MIL	4	2	PUNTA GORDA	235	58

ALEGRE (KILÓMETRO 25)	3	1	LOS SÁINZ	4	1
SANTA FE (EL TIGRE)	2	1	EL MAMEY	5	2
EL DORADO	5	1	LOS MONROY	4	1
EJIDO EL BURRO	93	25	EL BARRIAL	11	2
FLORES NEGRETE	3	1	EJIDO EL TORTUGUERO	162	42
EL FAISÁN	6	2	RAMÓN PABLO (EJIDO TONALÁ)	47	13
LA SENDA	4	1	LAS PALMITAS	5	3
SAN JUDAS TADEO	5	1	TONALÁ	2005	524
Total				2603	681

TEMPORADA INVERNAL.

La figura 5.51 muestra el grado de riesgo por velocidad del viento en temporada de invierno.

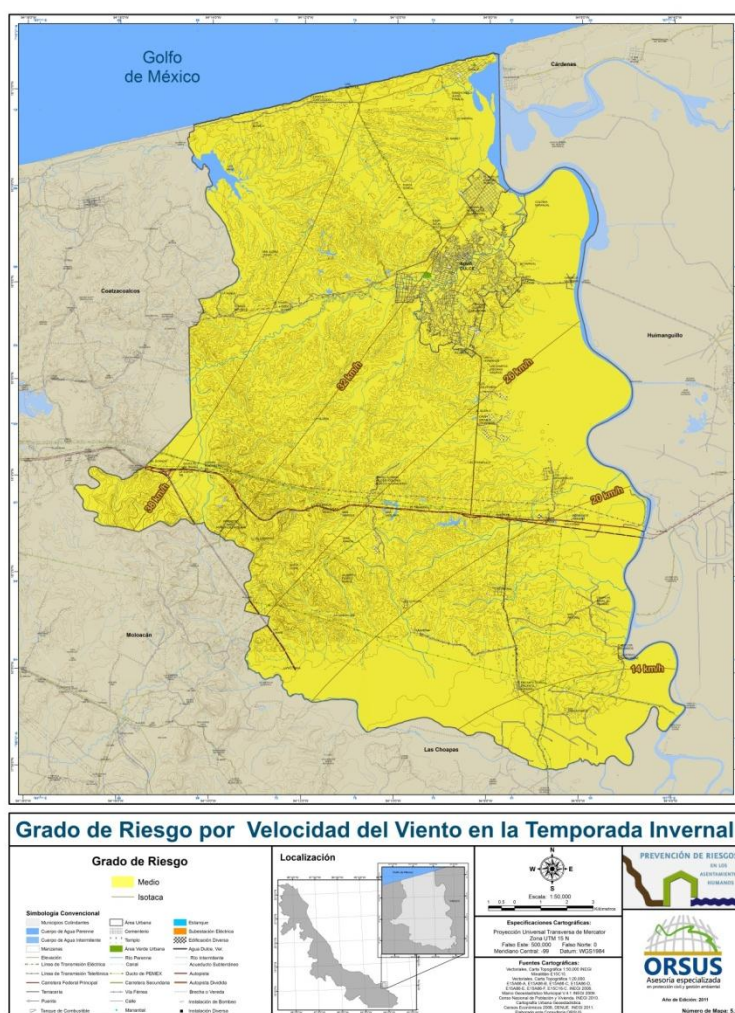


Figura 5.51. Riesgo por la Velocidad del Viento en la Temporada de Invierno para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

De acuerdo a la figura anterior se observa un ligero decremento en la velocidad del viento lo que influye a que el grado de riesgo Medio vuelva a cubrir territorio de Agua Dulce, no obstante las velocidades que se presentan pueden ocasionar daños a viviendas vulnerables.

En conclusión, el grado de riesgo Medio se mantiene en todas las temporadas, pero domina en las estaciones de primavera, invierno y verano, sin embargo en otoño la zona de estudio se ve más afectada debido a que predomina el grado de riesgo Alto en el Norte del Municipio, donde se encuentran localidades rurales y viviendas son vulnerables a la intensidad del viento.

5.2.6.- INUNDACIONES

Tabla 5.25. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

Nivel 1. Método	Evidencias
Cartografía general de inundaciones históricas. Se realiza una encuesta entre la población y un levantamiento general de infraestructura dañada y se registra en un mapa con escala a detalle. La cartografía deberá tener un detalle suficiente para poder llegar a estimar los daños ocasionados. La escala de información deberá ser de por lo menos 1: 50000 con curvas de nivel a cada metro. Se realiza el análisis estadístico de las variables precipitación máxima y caudal máximo (en caso de existir datos de este último). Se obtienen los valores de Precipitación y caudal máximo para los periodos de retorno de 2,10, 50, 100 y 200 años. Elaboración de cartografía de zonas inundables. Análisis y resumen de los otros datos encuestados.	Cartografía general de inundaciones históricas. Se realiza una encuesta entre la población y un levantamiento general de infraestructura dañada y se registra en un mapa con escala a detalle. La cartografía deberá tener un detalle suficiente para poder llegar a estimar los daños ocasionados. La escala de información deberá ser de por lo menos 1:50,000 con curvas de nivel a cada metro. Se realiza el análisis estadístico de las variables precipitación máxima y caudal máximo (en caso de existir datos de este último). Se obtienen los valores de Precipitación y caudal máximo para los periodos de retorno de 2,10, 50, 100 y 200 años. Elaboración de cartografía de zonas inundables. Análisis y resumen de los otros datos encuestados.

Las inundaciones en el Municipio de Agua Dulce son principalmente de carácter fluvial, es decir, por el crecimiento de los ríos Tonalá, Agua Dulce y El Burro. Las



intensas precipitaciones producto de las depresiones tropicales, tormentas y huracanes son los principales agentes que ocasionan las inundaciones.

El Municipio de Agua Dulce se encuentra dentro de la cuenca del río Tonalá-Lagunas del Carmen. El río Agua Dulce, afluente del río Tonalá, es un río de respuesta rápida debido a que es una corriente de séptimo orden. Una corriente de primer orden son los ríos formadores, corrientes que no tienen ninguna otra corriente de alimentación. Cuando se unen dos corrientes de primer orden, forman otra de segundo orden; cuando se unen dos corrientes de segundo orden forman una de tercer orden, y así sucesivamente.

Una corriente de séptimo orden, como es el caso del río Agua Dulce, implica que es alimentando por múltiples corrientes de agua, lo que aumenta su caudal y eleva su capacidad de respuesta. Esta característica física del río es la que provoca su desbordamiento, inundando las zonas más bajas y planas, donde están localizadas algunas localidades y la zona urbana de la ciudad de Agua Dulce.

El Municipio de Agua Dulce se encuentra dentro de la región fisiográfica de Llanura Costera del Sur, lo que significa que su territorio está principalmente conformado por zonas planas, llanuras y algunos lomeríos. Esta característica del relieve propicia la acumulación del agua en el suelo en zonas planas con pendientes menores a tres grados de inclinación.

La frecuente incidencia de depresiones tropicales, tormentas y huracanes en el Municipio, que provocan intensas precipitaciones, ocasionan que el suelo se sature de humedad, acumulándose el agua de lluvia en las zonas de poca pendiente. Este tipo de inundaciones son las denominadas de tipo pluvial, y están asociadas a fenómenos extraordinarios como tormentas o huracanes.

En el año 2000, las intensas precipitaciones ocasionas por la tormenta del día 27 de septiembre ocasionaron que el nivel del río Agua Dulce se elevara nueve metros sobre el nivel de su cauce normal. Este evento fue uno de los mayores registrados desde el 29 de septiembre del 1996. Para el año 2009, las intensas lluvias del mes de noviembre provocaron que el nivel del río Agua Dulce aumentara seis metros y medio su nivel sobre el cauce normal del río.

Las principales zonas identificadas con peligro por inundación fluvial son las márgenes de los ríos Agua Dulce, El Burro y Tonalá, mientras que las zonas con peligro por inundación pluvial o por encharcamiento se localizan en las zonas donde la pendiente es menor a tres grados, propiciando que el agua se acumule. En la siguiente tabla se muestran las localidades que se encuentran en riesgo por inundación (Tabla 5.26).

Tabla 5.26. Peligro por Inundación por Localidades en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Peligro por Inundación	Localidades Afectadas	Número de Habitantes	Número de Viviendas
⌊ ⌋ > - < ⌊	AGUA DULCE	36079	9929



	GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	318	65
	EJIDO LOS SOLDADOS	87	22
	TONALÁ	2005	524
	CAMINO A LA PANGA	1	1
PLUVIAL	EJIDO EL BURRO	93	25
	EL CEDRAL	320	85
	EL COROZAL	70	20
	EL ENCANTO (EJIDO EL ENCANTO PESQUERO)	754	196
	EL FAISÁN	6	2
	LA GLORIA	31	6
	EL MUELLE (GAVILÁN NORTE)	3370	885
	LAS PALMITAS	5	3
	PUNTA GORDA	235	58
	RAMÓN PABLO (EJIDO TONALÁ)	47	13
	EJIDO EL TORTUGUERO	162	42
	SANTA MARÍA	6	1
	EL DORADO	5	1
	HERMANOS GRAHAM	15	3
	EL PARALELO	6	1
	EL TRIÁNGULO	3	1
	HÉCTOR RICARDEZ	17	4
	LOS MANANTIALES	651	166
	EL PAPAYAL	42	13
	LAS LAGUNAS	1	1
	ALEGRE (KILÓMETRO 25)	3	1
	LAS AZUCENAS	4	1
	CAMPI [GRANJA FRONTERA]	58	14
	COLONIA NARANJAL	48	13
	COLONIA GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	39	11
	LAS CAMPOS (PIEDRAS NEGRAS)	9	1
	EL BARRIAL	11	2
	EJIDO AGUA DULCE	56	15
	EL MAMEY	5	2
	COLONIA EL MUELLE DOS (EL MANGON)	73	18
	LOS MONROY	4	1
	SAN JUDAS TADEO	5	1

SIN POSIBILIDADES	LOS SÁINZ	4	1
	LA ARENA	490	122
	GILBERTO FLORES MUÑOZ	3	1
	MIGUEL ALEMÁN VALDÉS (COLONIA AGRÍCOLA GANADERA)	287	63
	CAMPO EL PANAL (EL PALMAR)	6	2
	EL BÚFALO	5	1
	CINCO HERMANOS	2	1
	CUAUHTÉMOC	196	44
	LA GUADALUPE	60	14
	EL CORA (KILÓMETRO 28)	4	1
	LA QUEBRADA	3	1
	EL SALADINO	21	6
	LA SENDA	4	1
	LA SUPER MIL	4	2
	SANTA FE (EL TIGRE)	2	1
	LOS COLORINES	3	1
	SAN MARCOS	5	1
	JOSÉ RAMÓN	6	1
	SAN JUDAS TADEO	5	1
	EL GRANERO	51	15
	INGENIERO MARIO HERNÁNDEZ POSADA	175	35
	SANTA LUCÍA	3	1
	FLORES NEGRETE	3	1
	EJIDO PIEDRAS NEGRAS	3	1
	SANTÍSIMA TRINIDAD	3	1
	SAN ANTONIO	2	1
	SANTA FE	10	2
	LAS LOMAS	3	1
	LA VICTORIA	3	1

El mapa de inundaciones indica las zonas propensas y el límite máximo que puede alcanzar el nivel del agua. Las zonas inundables se localizan en relieves bajos de poca pendiente donde los escurrimientos de las zonas aledañas se acumulan siguiendo la dirección de las laderas.

Para el análisis de las inundaciones a nivel urbano se partió del conocimiento que tiene la dirección de Protección Civil en el municipio de Agua Dulce del río Agua Dulce. A partir del monitoreo constante de este río han conseguido clasificar las



zonas inundables de acuerdo a una escala métrica que indica la altura de la superficie del agua del río, teniendo cuatro etapas principales:

- Primera etapa. Cinco metros de altura del río Agua Dulce
- Segunda etapa. Siete metros de altura del río Agua Dulce
- Tercera etapa. Ocho metros de altura del río Agua Dulce
- Cuarta etapa. Nueve metros de altura del río Agua Dulce

En la siguiente tabla se indican las colonias y calles inundadas a nivel urbano según el nivel de altura del río Agua Dulce.

Tabla 5.27. Colonias y Calles Inundadas a Nivel Urbano por el Nivel de Altura del Río Agua Dulce.

Etapas (nivel del río)	Colonias
Primera etapa. Cinco metros de altura del río Agua Dulce	Artículo 123
	Pajaral
	Puebla (callejones Zacatlán, Texmelucan, Atlixco y Tepejil)
	El Palmar
	Solidaridad
	Lázaro Cárdenas
	Centro (callejones Plutarco E. Calles, Antón Lizardo y Cadetes de Veracruz)
	Nueva del Río
	Benito Juárez (parte baja)
Segunda etapa. Siete metros de altura del río Agua Dulce	Abulón
	Petrolera
	Cuatro Caminos
	Naranjal 1ra sección
	Magisterial (parte baja)
	Prolongación Blasillos (COBAEV)
	Bosque 2da sección
	Callejos Belisario Domínguez
	Centro (Avenida Obrera y Madero)
Tercera etapa. Ocho metros de altura del río Agua Dulce	Kilómetro Dos (por el cuartel)
	Díaz Ordaz (parte baja)
	Naranjal segunda sección
	1 ½
	Bosque segunda sección
	Kilómetro 2 ½ por el estadio
	Allende (callejones Reformar, Mier y Terán, Cuauhtémoc)
	Centro
Cuarta etapa. Nueve metros de altura del río Agua Dulce	Ejido Gavilán Norte
	Ejido Díaz Ordaz
	Ejido Los Soldados

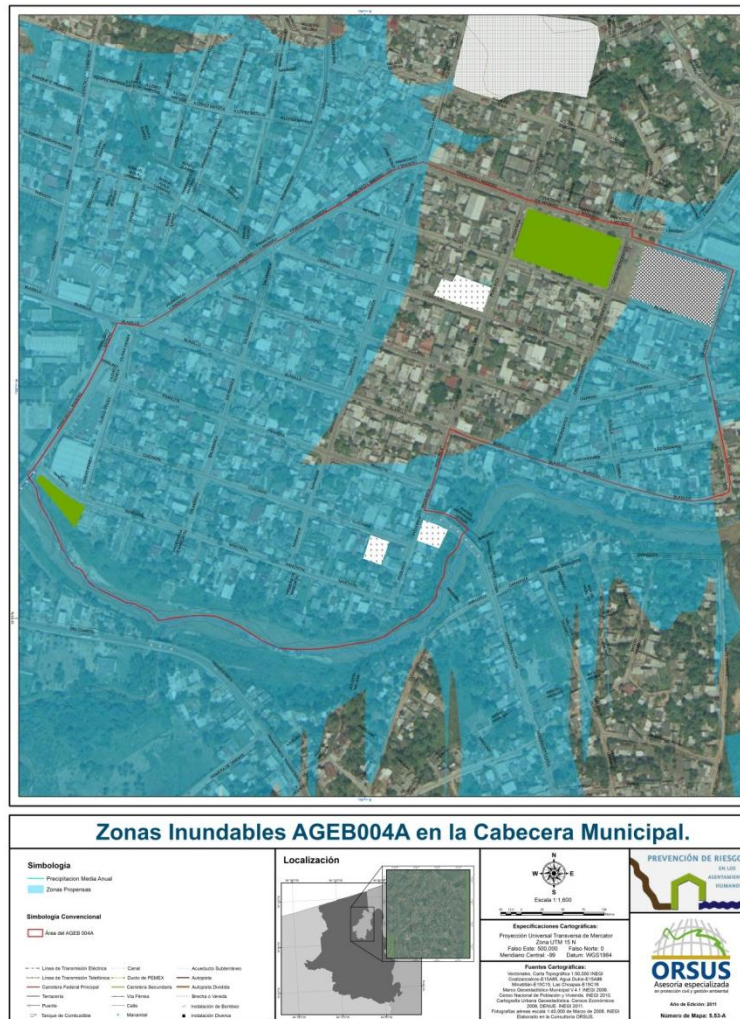


Figura 5.53-A. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB004A en la Cabecera Municipal.

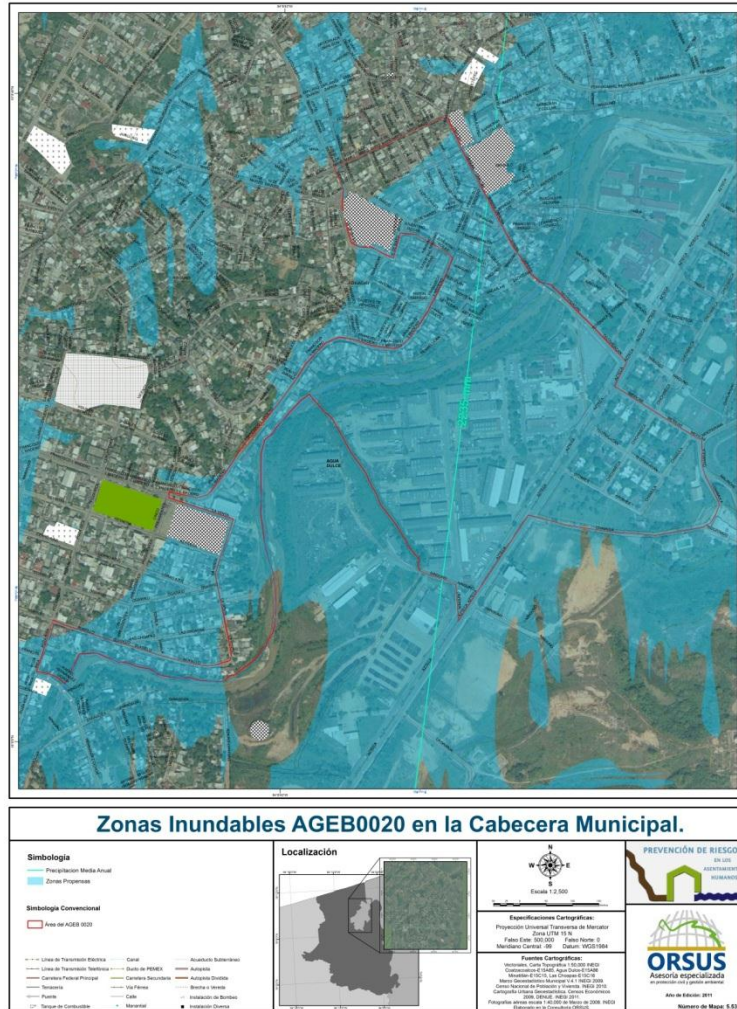


Figura 5.53-B. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0020 en la Cabecera Municipal.

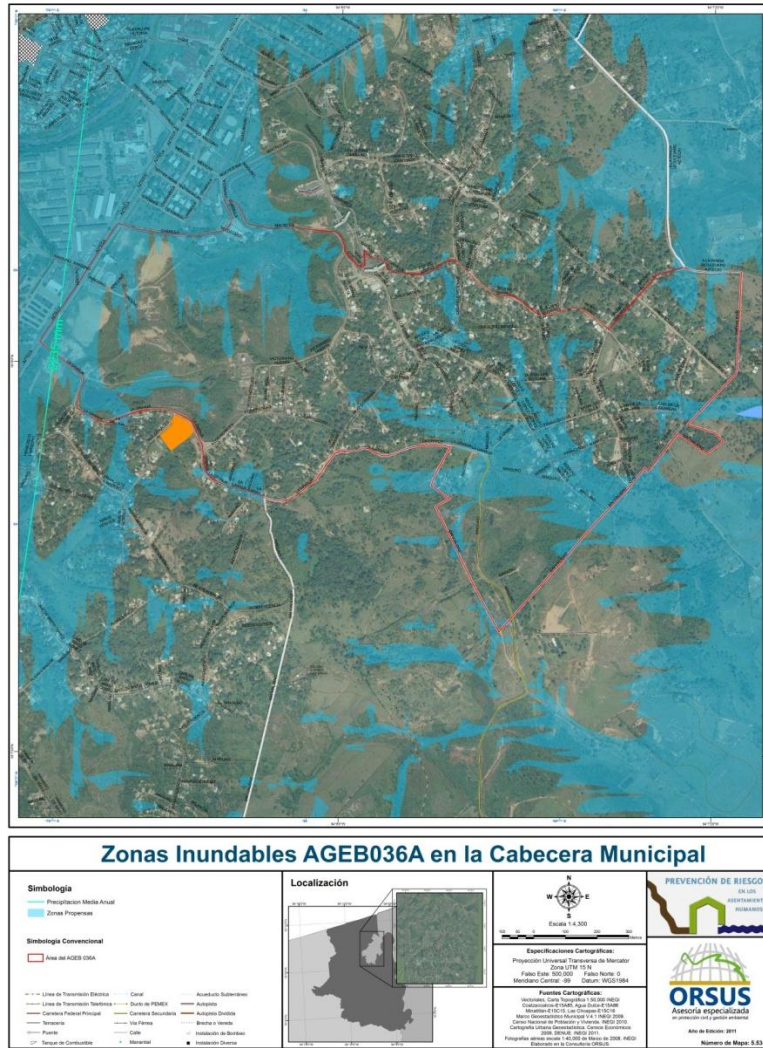


Figura 5.53-D. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB036A en la Cabecera Municipal.

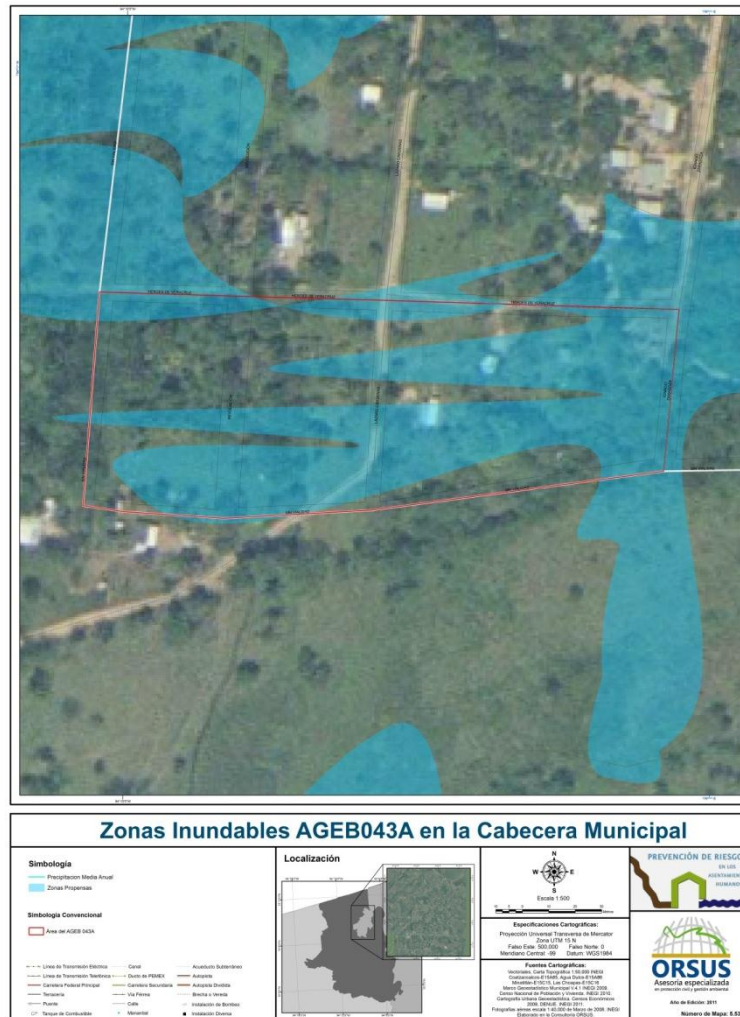


Figura 5.53-E. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB043A en la Cabecera Municipal.

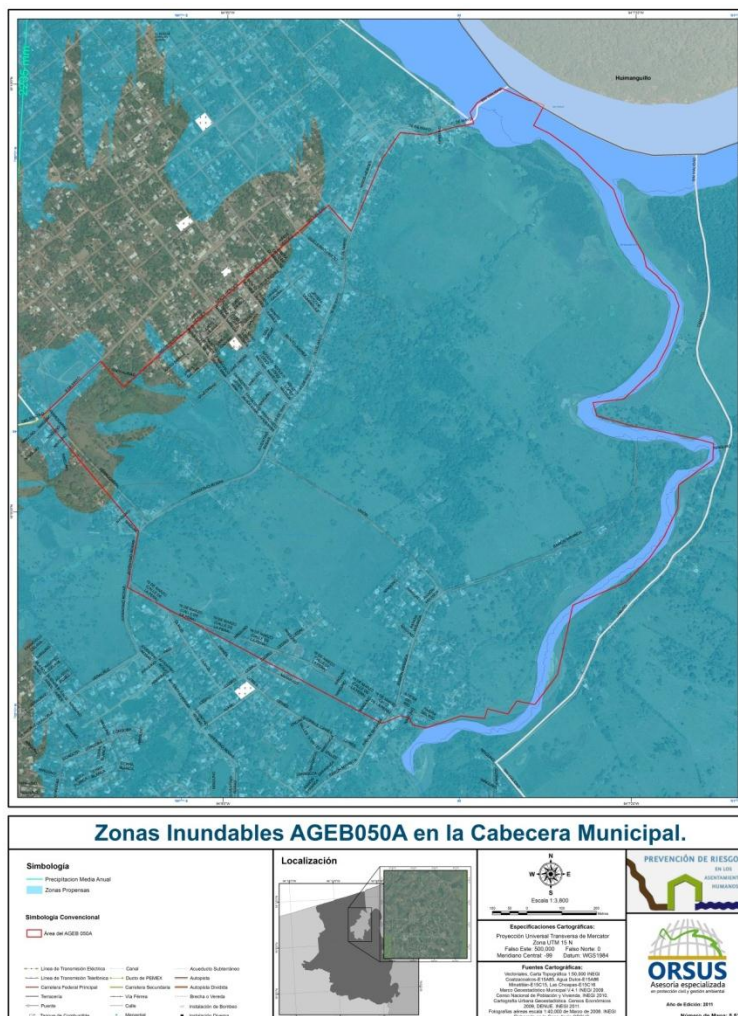


Figura 5.53-F. Inundaciones en la Zona Inundables AGE050A en la Cabecera Municipal.

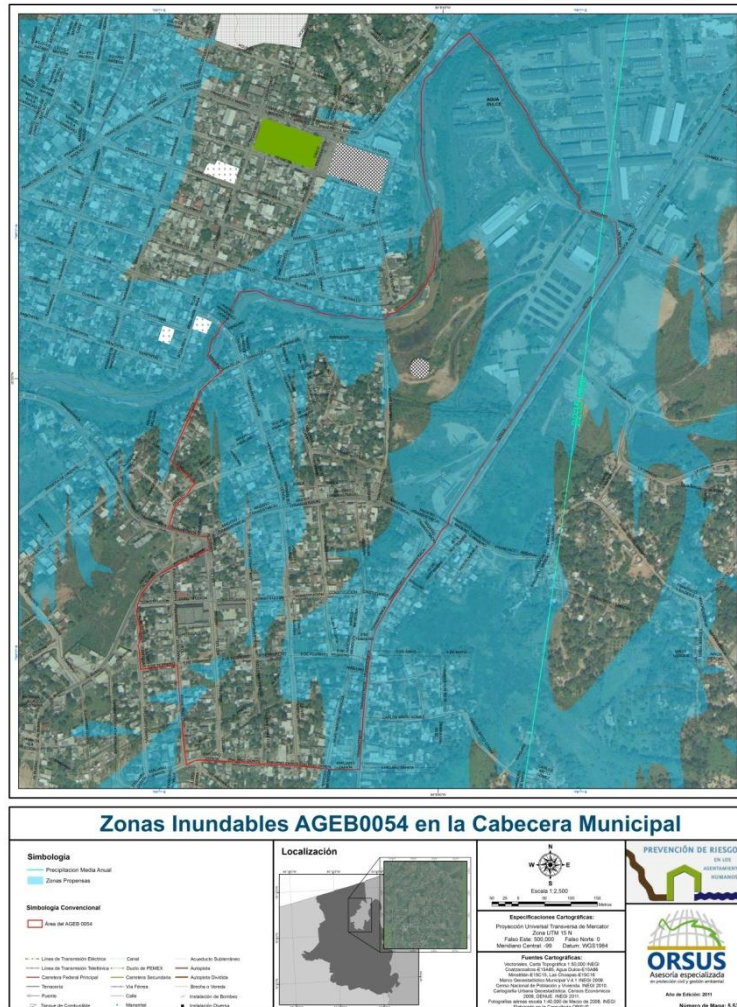


Figura 5.53-G. Inundaciones en la Zona Inundables AGE0054 en la Cabecera Municipal.

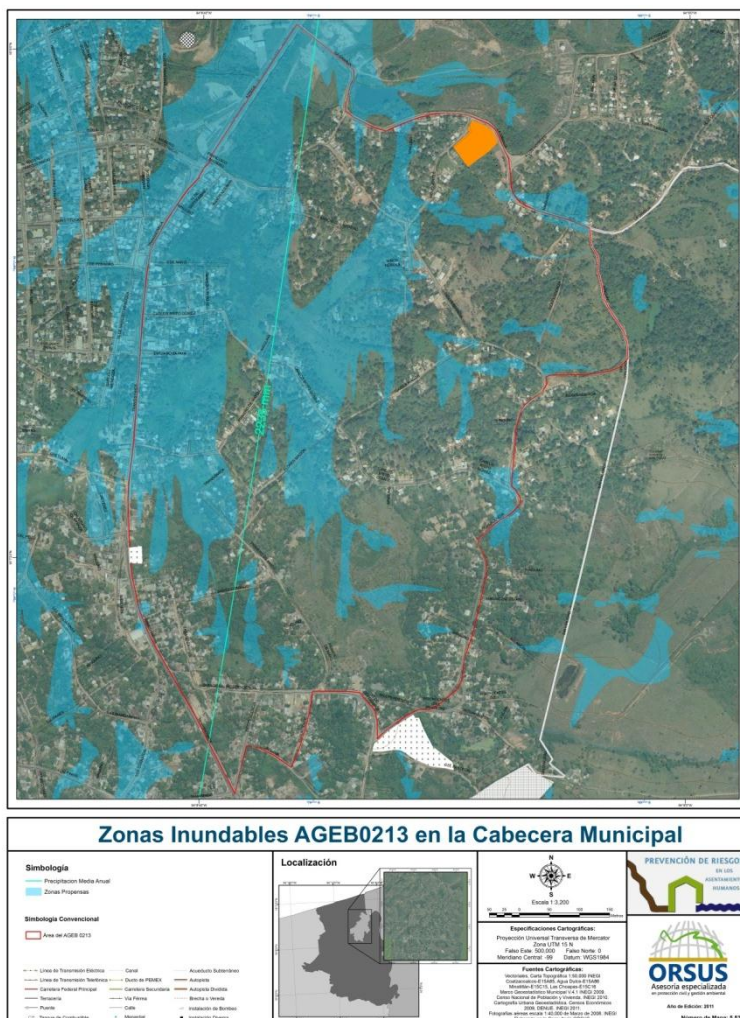


Figura 5.53-K. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0213 en la Cabecera Municipal.

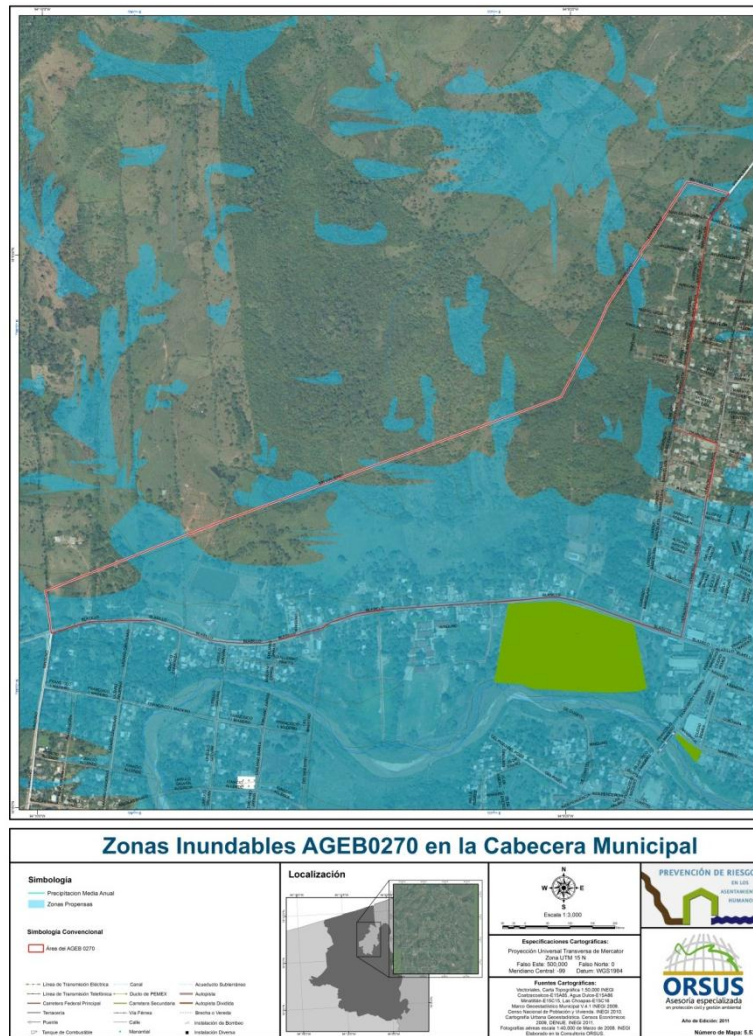


Figura 5.53-N. Inundaciones en la Zona Inundables AGE0270 en la Cabecera Municipal.

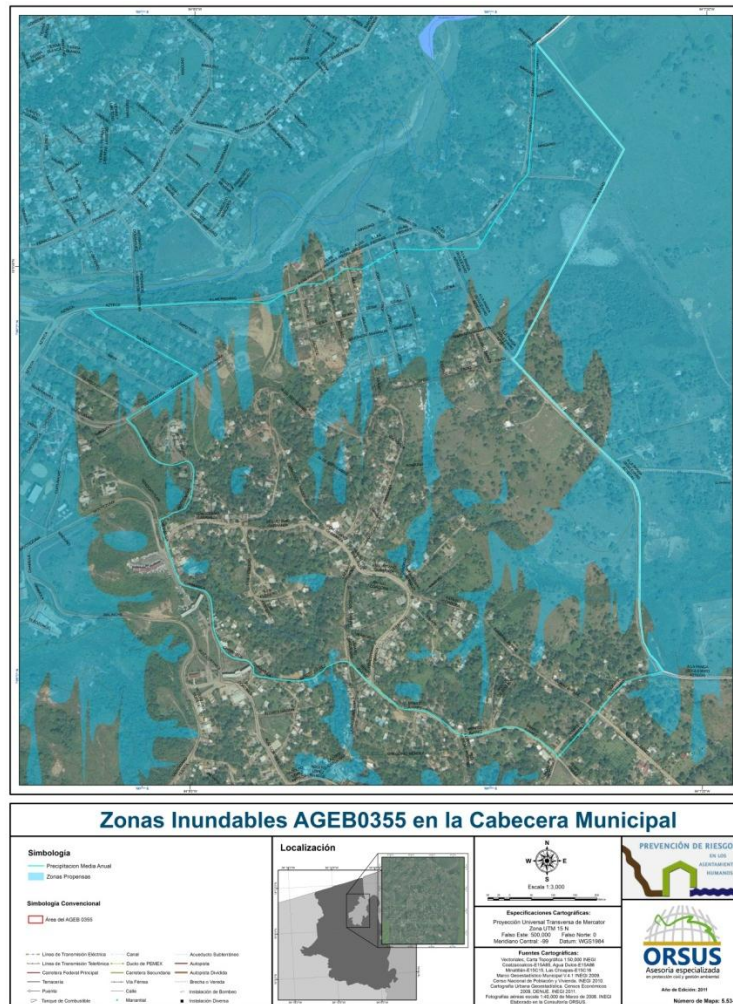


Figura 5.53-Q. Inundaciones en la Zona Inundables AGE0355 en la Cabecera Municipal.

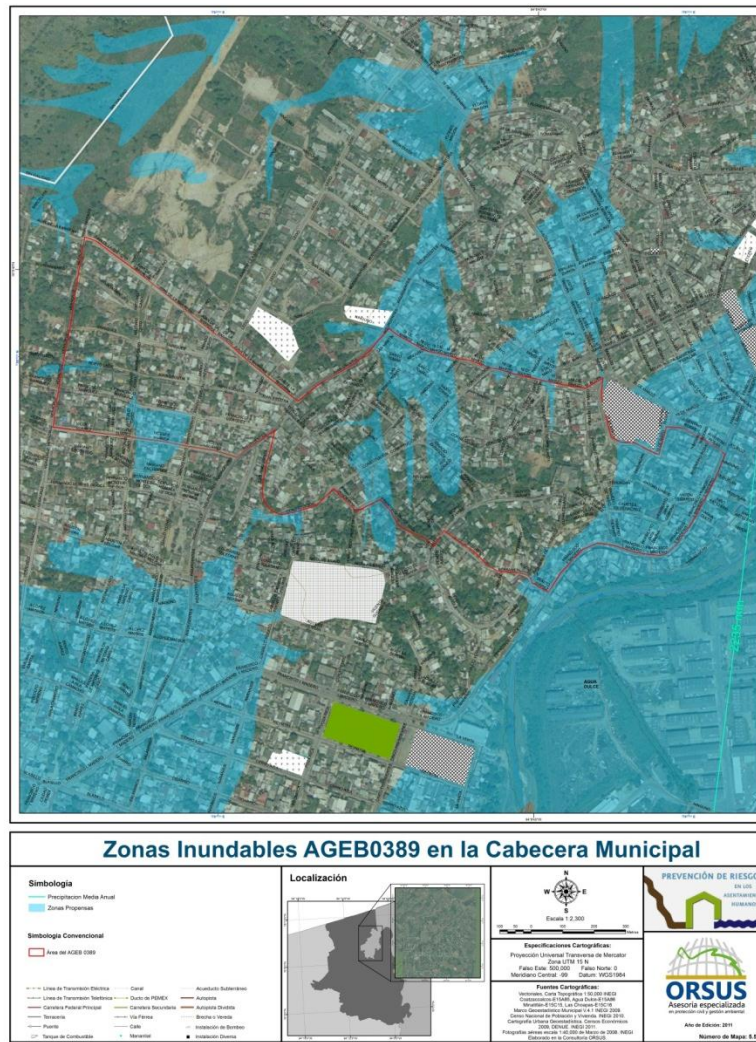


Figura 5.53-S. Inundaciones en la Zona Inundables AGE004 en la Cabecera Municipal.



Figura 5.53-T. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0410 en la Cabecera Municipal.

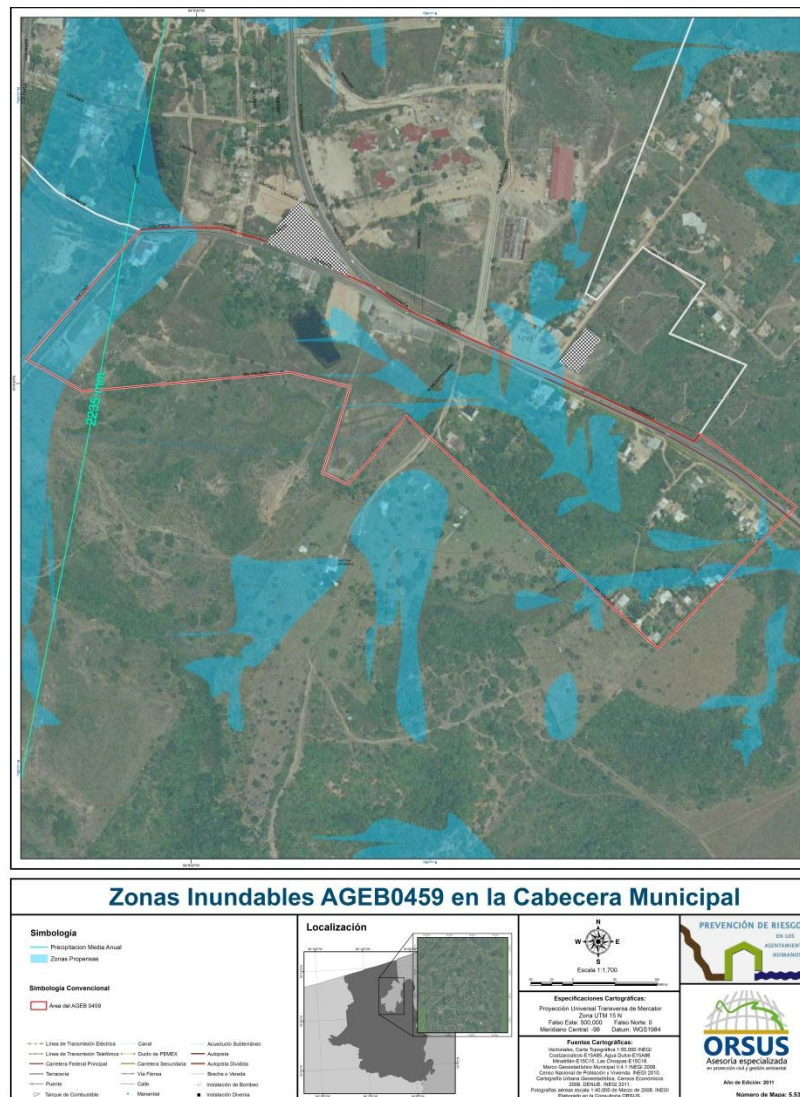


Figura 5.53-V. Inundaciones en la Zona Inundables AGEBO459 en la Cabecera Municipal.

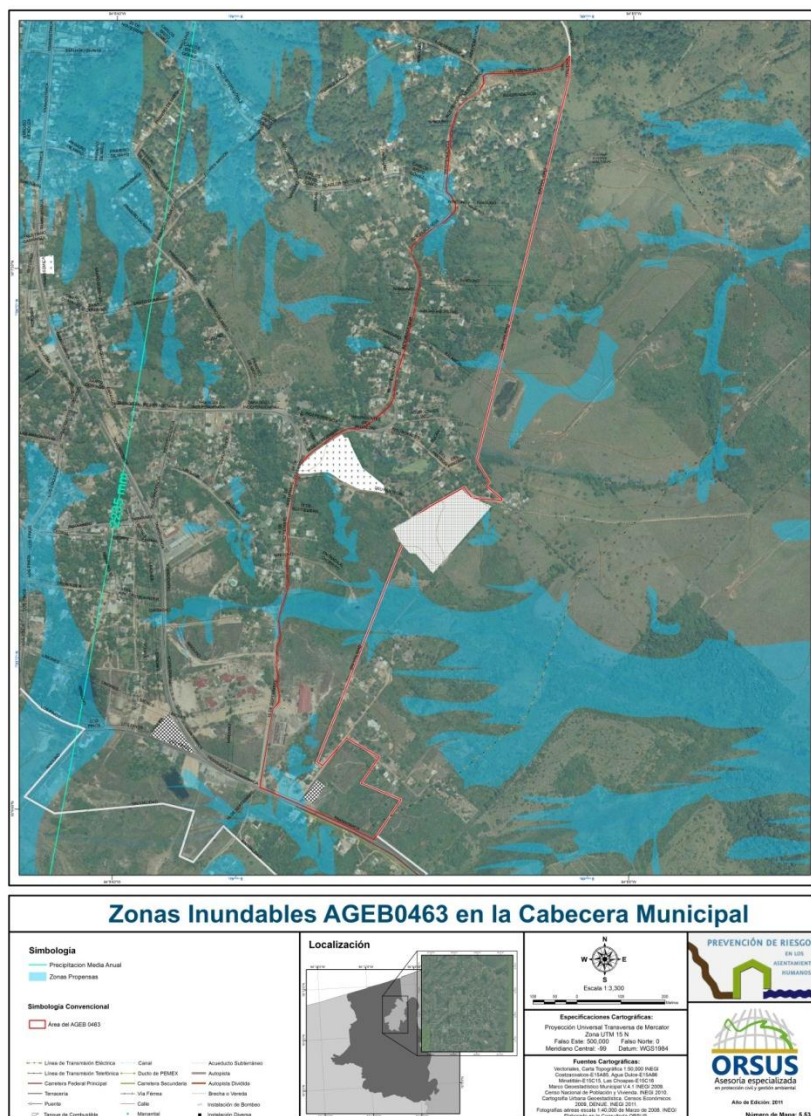


Figura 5.53-X. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0463 en la Cabecera Municipal.

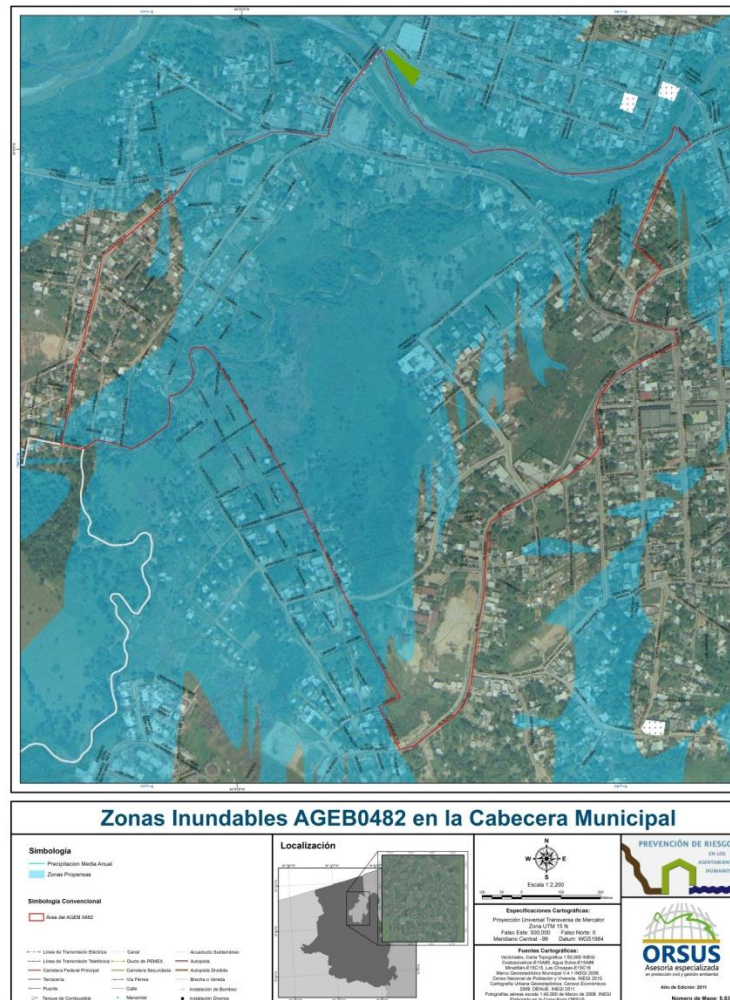


Figura 5.53-Y. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0482 en la Cabecera Municipal.

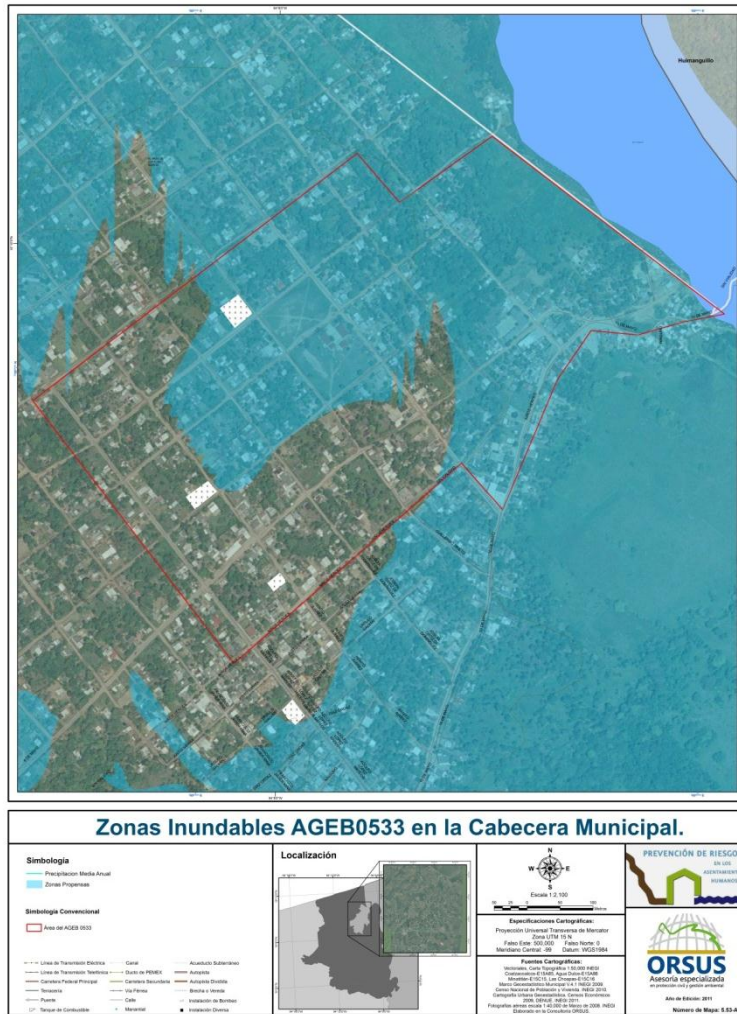


Figura 5.53-AC. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0533 en la Cabecera Municipal.

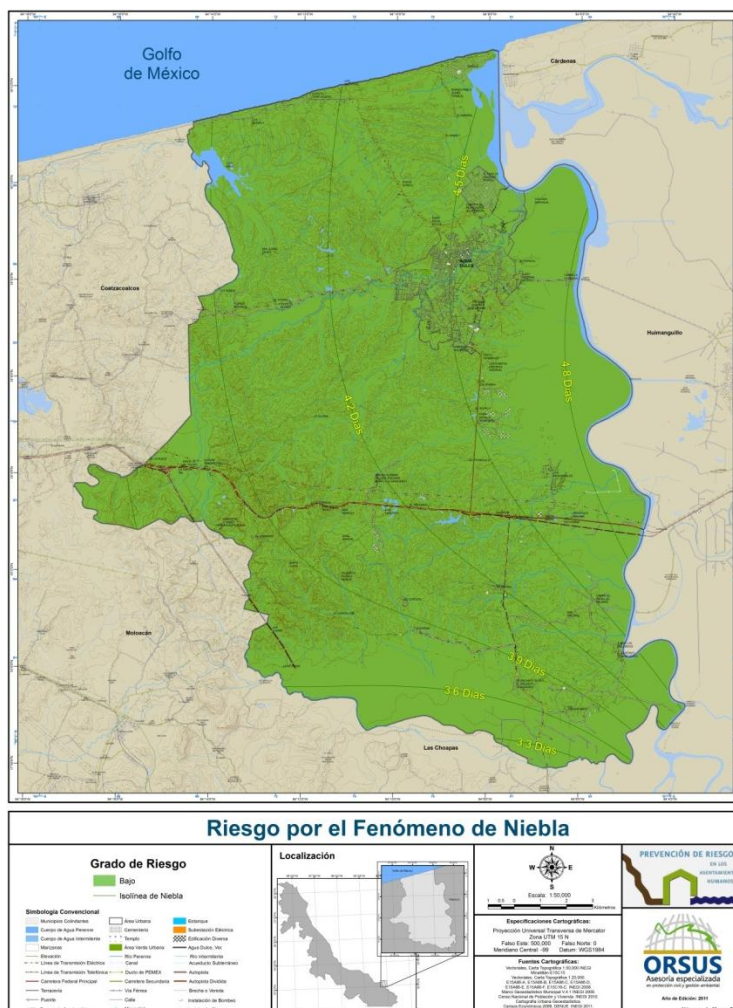


Figura 5.55. Riesgo por la Presencia de Niebla en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

GRANIZO

Tabla 5.29. Nivel de Análisis Alcanzado en la Determinación del Peligro.

Nivel 1. Método	Evidencias
Registros históricos de tormentas eléctricas: Calcular los valores medios de las tormentas de un periodo determinado, que puede ser un mes, una estación del año o los valores medios anuales. Trazar isoyetas de un espacio dado o pueden usarse rangos representados de varios colores para mostrar la distribución espacial del hidrometeoro.	Mapas de frecuencia de tormentas eléctricas. Mapa de isoyetas, que tiene que ver con ocurrencia de granizo.

La presencia de granizo al año en el Municipio va de los menos 0.13 días a más de 0.41 días al año con presencia de este fenómeno hidrometeorológico, estos

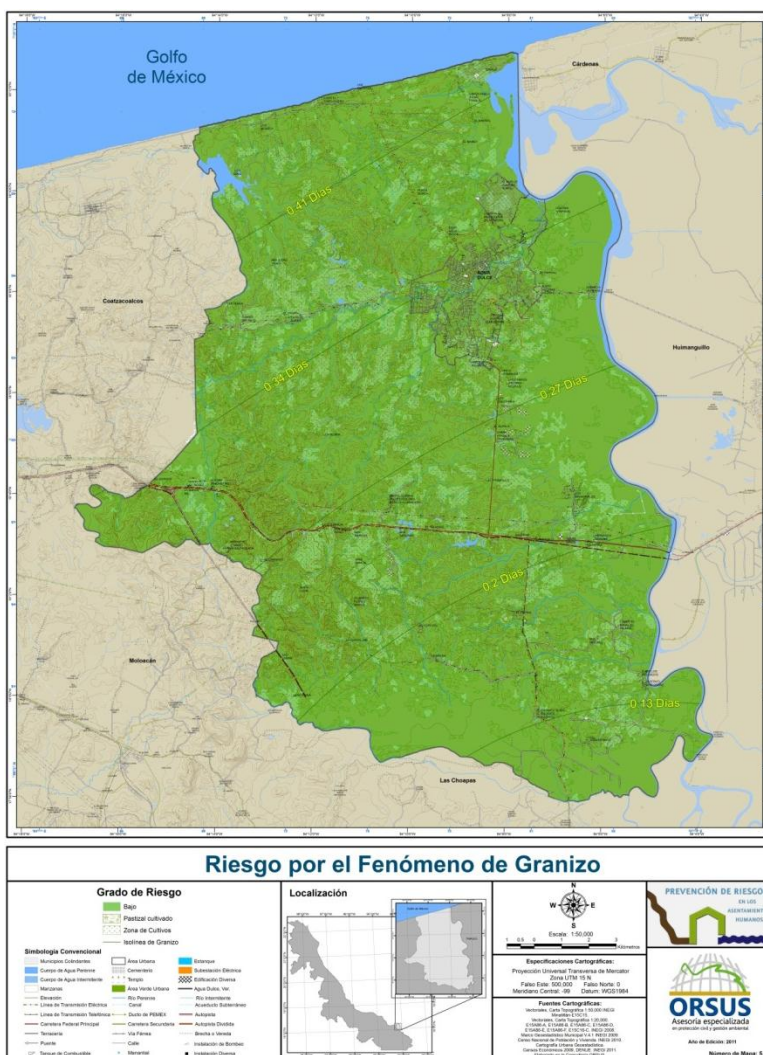


Figura 5.57. Riesgo por Granizo en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

NEVADAS

Las tormentas de nieve son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas menores a cero grados centígrados.

Los fenómenos hidrometeorológicos que generan las nevadas ocurren generalmente en la temporada invernal, como masas de aire polar y frentes fríos, líneas de vaguadas, y humedad proveniente del océano. Estos fenómenos provocan tormentas en forma de lluvia, aguanieve o nieve.

El fenómeno de nevadas ocurre en elevaciones por arriba de los 2,000 metros sobre el nivel del mar (CENAPRED, 2008), en este sentido, en el Municipio de Agua Dulce la altitud mayor alcanza 70 metros sobre el nivel del mar, además, el clima que predomina en el Municipio es cálido, por lo tanto la probabilidad de que



ocurra un fenómeno de esta naturaleza es muy bajo, así que no se llevó a cabo el análisis de esta variable, además, en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros las autoridades correspondientes no se calificó al fenómeno como significativo.

HELADAS

La temporada invernal se caracteriza por la presencia de frentes fríos en el norte del país. Si bien las temperaturas no alcanzan a ser tan extremas como en otras latitudes pueden provocar situaciones de riesgo en la población que van desde la interrupción de servicios hasta enfermedades en las vías respiratorias y afectación a los cultivos, que depende de los requerimientos físicos de la planta, así como de su Estado fenológico (distintas etapas de un cultivo). Esta temporada viene acompañada por nevadas, heladas y olas de frío extremo.

Por otra parte, la formación de heladas se da bajo cielos despejados, con poco viento, atmósfera relativamente seca y noches largas. Estas condiciones permiten que el calor que irradia la tierra escape rápidamente al espacio exterior, lo que provoca que el aire se enfríe, lo que produce condensación. Cuando el nivel de condensación se alcanza a temperaturas menores 0°C , se produce una helada blanca. Hay ocasiones en que la temperatura desciende a temperaturas inferiores a 0°C y no se llega al nivel de condensación, bajo estas condiciones se produce una helada negra, que se reconoce por el aspecto de las plantas debido a su congelación interna.

En el Municipio de Agua Dulce no se tienen registros de temperatura inferiores a los cero grados centígrados, además, en el análisis de temperaturas mínimas extremas de la temporada invernal, el rango inferior es de 12°C , por lo tanto, la posibilidad de ocurrencia de heladas es muy baja, así que no se llevó a cabo el análisis correspondiente.

5.3. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE OTROS FENÓMENOS

La incidencia antropogénica en los ciclos naturales, así como la instalación de infraestructura, comercio e industria en las inmediaciones de los asentamientos humanos son un factor de atención debido a que estos elementos son factibles para ocasionar una situación catastrófica en la población.

Las actividades industriales, comerciales y de servicio involucran la producción, almacenamiento y transporte de sustancias y materiales peligrosos, por lo que existe el riesgo de que ocurra algún accidente como la liberación no controlada de sustancias tóxicas, incendio o explosión que pueda dañar a la población y al ambiente.



En este apartado se analizarán los factores señalados para estimar la posible afectación en la población, con la finalidad de puntualizar los posibles riesgos para que las autoridades correspondientes no dejen de tomar en cuenta dichas instalaciones y se lleven a cabo programas de supervisión y capacitación para evitar pérdidas humanas, disminución de recursos naturales y pérdidas materiales.

El objetivo principal es minimizar los riesgos a los cuales está expuesta la población del Municipio de Agua Dulce, Veracruz debido a la presencia de los materiales peligrosos que se tienen en su territorio.

- PELIGROS QUÍMICO-TECNOLÓGICOS

Durante el desarrollo tecnológico han estado presentes las sustancias químicas en su estado líquido, sólido o gaseoso. Los primeros incendios y explosiones están asociados con la manipulación de estas sustancias químicas.

Los accidentes relacionados con el manejo de sustancias y materiales peligrosos se presentan con poca frecuencia, sin embargo, el costo social, ambiental y económico suele ser elevado. Entre los accidentes químicos se encuentran, los incendios urbanos y forestales, las fugas tóxicas de residuos peligrosos, explosiones y las emisiones radioactivas. Los de mayor recurrencia en el territorio nacional son los incendios y las explosiones.

Pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, etc.), fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas, errores humanos y causas premeditadas.

INCENDIOS FORESTALES

El fuego desempeña un rol importante dentro del ciclo vital de los ecosistemas forestales que, de la misma forma que otros fenómenos naturales, frecuentemente se convierten en un problema a partir de la intervención humana (Comisión Nacional Forestal, 2002). Los incendios forestales constituyen una de las causas significativas de la deforestación y degradación de los ecosistemas debido a la erosión, pérdida de biodiversidad y generación de bióxido de carbono.

Los factores que influyen en la propagación de incendios forestales son la topografía, ya que depende de la pendiente, la altitud, la orientación del terreno respecto al sol y el aspecto de la superficie del terreno. Las condiciones atmosféricas son otro factor importante, como las temperaturas altas que influyen en la ignición de materiales combustibles, la humedad relativa, ya que a menor humedad la propagación del fuego es más probable, así como el viento, que determina la dirección de fuego y la configuración de la superficie del incendio. Los combustibles son el factor principal que determina la propagación del incendio, por lo tanto, su magnitud dependerá de la cantidad, tamaño o textura, compactación

entre combustibles, densidad de madera, sustancias químicas y contenido de humedad, algunos tipos de combustibles son hierbas, flores, arbustos y matorrales, ramas y troncos. En el entendido de que los de incendios están determinados básicamente por los combustibles, se clasifican en tres tipos que se describen a continuación.

Incendio de Copa, de Corona o Aéreo: Afecta gravemente a los ecosistemas, pues destruye a toda la vegetación en distinta intensidad daña a la fauna silvestre.

Incendio Superficial: Daña principalmente pastizales y vegetación herbácea, que se encuentra entre la superficie terrestre y hasta 1.5 metros de altura. Deteriora en gran medida la regeneración natural y la reforestación. Cabe señalar que en México este tipo de incendio es el más frecuente (CENAPRED, 2008). (Fotografía 5.1)



Fotografía 5.1. Incendio forestal en pastizales, cerca de la Cabecera Municipal.

Fuente: Protección Civil Municipal.

Incendio Subterráneo: Se propaga bajo la superficie del terreno, afecta las raíces y materia orgánica acumulada en grandes afloramientos de roca. Este tipo de incendio se caracteriza por no generar llamas y por poca incidencia de humo.

En el municipio de Agua Dulce no se han presentado incendios forestales significativos, sin embargo existen zonas propensas a la ocurrencia de este tipo de fenómenos debido a que la masa forestal es considerable. Además, es necesario señalar que en las zonas rurales se lleva a cabo la práctica de incineración de residuos sólidos como plástico y cartón, en ocasiones se realiza en las inmediaciones de la vegetación o de cultivos, lo que puede propiciar la propagación de un incendio forestal.

Para analizar el riesgo por incendios forestales, se llevó a cabo el tratamiento de imágenes Landsat para determinar el índice normalizado de sequía. En este sentido, se utilizó una imagen satelital de fecha de Abril de 2006, se eligieron las zonas donde el suelo tiene un menor contenido de humedad, y por lo tanto existe una mayor probabilidad de que la vegetación se seque, y de esta forma sirva como combustible de ignición para la propagación del fuego. En la Figura 5.58 se tiene el mapa de riesgo por incendios forestales en el municipio de Agua Dulce, Veracruz.

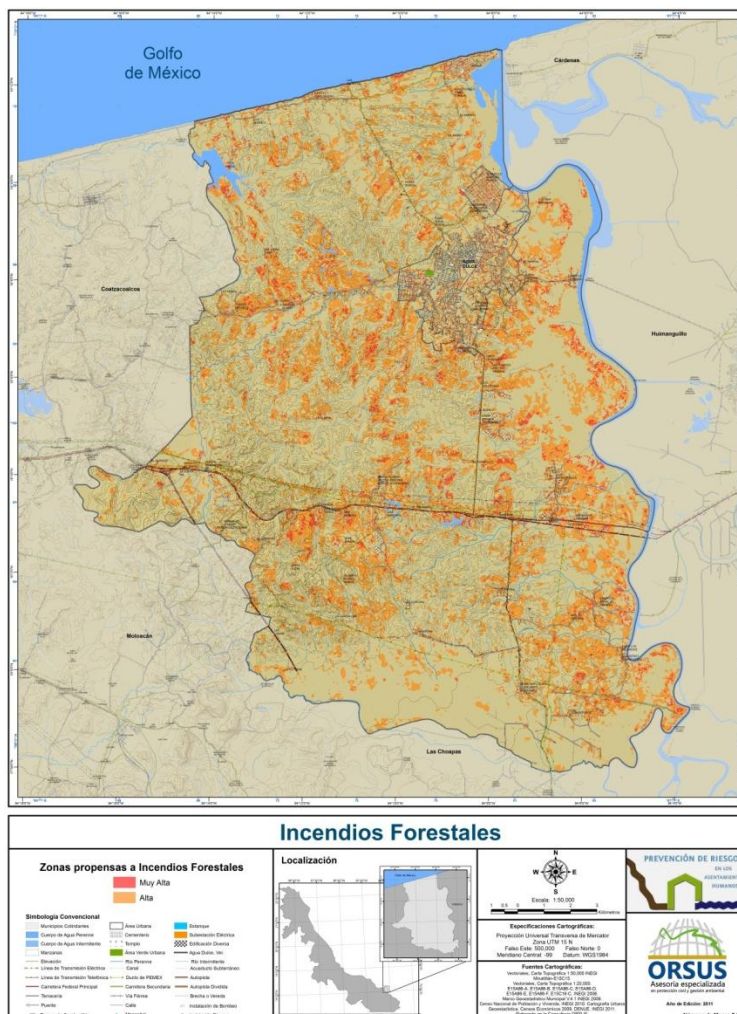


Figura 5.58. Mapa de Riesgo por Incendios Forestales en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Como se puede observar en el mapa, la mayor parte del área de vegetación y cultivo, es susceptible a incendios forestales, sobre todo en las zonas donde se lleva a cabo la siembra de eucalipto, ya que es una extensión considerable, donde en cierta etapa de crecimiento incineran el terreno como forma de tratamiento de la tierra, lo cual, si no se hace de una manera controlada, puede ser una fuente de ignición de un incendio forestal, la superficie señalada se encuentra ubicada hacia el Oeste de la Cabecera Municipal. La pérdida de vegetación original es una de las



consecuencias de este tipo de incendios, aunque es importante señalar que el uso de suelo con fines de cultivo también es un factor importante de degradación y de propagación de incendios.

ASENTAMIENTO DE INDUSTRIA QUÍMICA

La propagación de incendios en áreas urbanas depende de diversos factores como: el almacenamiento y manejo de productos inflamables, combustibles o explosivos; las características físicas y de distribución de los asentamientos humanos; la dirección y la velocidad del viento, las condiciones climáticas de la región, así como la existencia y efectividad del equipo de control y la capacidad de respuesta contra incendios.

Estos fenómenos se agravan en muchas ocasiones al incidir en áreas industriales o de almacenamiento, o cerca de estas, que al afectarse pueden incrementar la magnitud del incendio y producir un encadenamiento de calamidades como explosiones y envenenamientos por fugas de sustancias tóxicas o radiactivas.

Por lo anterior, se debe conocer dónde se producen las sustancias químicas, cuáles son las rutas utilizadas en su transporte y cuáles son los sitios donde se almacenan, donde se utilizan, así como los residuos que se generan en los procesos de transformación y las características de peligrosidad que presentan. Los sitios donde se tratan o confinan las sustancias estabilizadas también deben de estar perfectamente ubicados.

Los riesgos que implica una actividad industrial pueden ser clasificados en riesgos convencionales, ligados a las actividades laborales; riesgos específicos, relacionados con la utilización de sustancias particulares y productos químicos; grandes riesgos potenciales, relacionados a accidentes anómalos, que pueden implicar explosiones o escapes de sustancias peligrosas; riesgo intrínseco del proceso industrial, que depende de la naturaleza de los materiales que se manejen; y, riesgo de instalación, que depende de las características del sitio en que se encuentra ubicada.

En el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas pueden presentarse como consecuencia de un accidente, la liberación a la atmósfera de gases tóxicos o corrosivos, aerosoles o partículas, liberación de líquidos o sólidos peligrosos, incendios o explosiones, daños al ambiente y a la salud de los trabajadores o a las personas que habitan en los alrededores de las industrias, de las vías de comunicación o de los ductos. Asimismo, se pueden ocasionar daños severos a la infraestructura de equipamiento urbano.

En este sentido, se localizaron las instalaciones que se consideran como posibles factores de riesgo que existen en la zona de estudio como son las estaciones de servicio de gas, gasolina, las industrias químicas y las instalaciones de PEMEX, con el objetivo de definir las zonas de riesgo en las localidades urbanas del municipio de Agua Dulce. En la zona de estudio se cuenta con una estación de



servicio de gasolina y diesel, y 9 establecimientos que utilizan gas como combustible y lo almacenan en cantidades superiores a 500 litros, distribuidos en las cuatro localidades urbanas.

CÁLCULO DE LA NUBE DE VAPOR Y RADIOS DE SOBREPRESIÓN

Para estimar los radios de afectación en caso de explosión de tanques de almacenamiento de combustible en fase líquido/gas, se utilizó la metodología de Explosiones de Nubes de Vapor No Confinadas: Evaluación de la Sobrepresión, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.

Una explosión de nube de vapor no confinada (UVCE, por sus siglas inglés Unconfined Vapour Cloud Explosion), se define como la deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio, cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 100,000 pascales en la zona de ignición.

Las explosiones no confinadas ocurren al aire libre y generalmente son originadas por un escape rápido de un fluido inflamable en junto a una dispersión moderada para formar una nube inflamable de dimensiones considerables de aire e hidrocarburo.

En caso de que no se forme una deflagración, se tendría un incendio rápido en forma de llamarada que se podría definir como un incendio de llama progresiva de difusión o premezclada con baja velocidad de llama sin producir onda de presión. Si efecto más importante es la radiación térmica. Este tipo de incendio por un escape fluido inflamable, junto a una reducida dispersión del mismo.

La onda de choque que se propaga en el aire tiene una serie de características o parámetros que pueden ser medidos y otros que pueden correlacionarse según los daños provocados. El parámetro generalmente más definido es la sobrepresión, generada por la onda de presión no perturbada conforme se propaga a través del aire.

Unidades Económicas

El concepto de unidades económicas se refiere a establecimientos de comercio que ofrecen servicios de alimentos, herramientas, entre otros. Para localizar las unidades económicas de interés para el análisis de riesgo se consultó la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) generado por el Instituto Nacional Estadística y Geografía (INEGI, 2009).

Una vez localizadas puntualmente las unidades económicas en el municipio de Agua Dulce, se eligieron las que utilizan gas l.p. como fuente primaria de energía, en tanques de almacenamiento con capacidad superior a 500 litros. En la Tabla 5.30 se tienen los parámetros utilizados para el cálculo de explosión de nube de vapor no confinada.

Tabla 5.30. Parámetros de cálculo para Explosión de Nubes de Vapor No Confinadas (UVCE).

Parámetro	Valor	Unidades
Temperatura inicial:	299.17	°K
Densidad de Gas L.P.:	0.54	kg/dm ³
Capacidad Calorífica:	0.077	kJ/kg°K
Temperatura de Ebullición:	240.5	°K
Calor latente de vaporización a la temperatura de ebullición (h_{lg}):	430	kJ/kg
Calor de combustión inferior:	52,565.52	kJ/kg
Calor de combustión(detonación) del TNT:	4520	kJ/kg
Capacidad de Tanque de Almacenamiento**	1,000	Litros
** Se toma como base de cálculo esta cantidad, ya que se constató en trabajo de campo que por lo general, es la capacidad que se maneja en las unidades económicas seleccionadas para este estudio.		

De acuerdo al cálculo realizado para estimar la posible afectación, se obtuvieron cuatro radios en caso de formación de la nube explosiva no confinada, el primero relacionado con la zona de alerta donde se ocasionarían daños mínimos, posteriormente un radio de menor alcance relacionado con la zona de intervención, un radio de menor distancia aún referente a la zona de posible rotura de tímpanos, y el de menor distancia se refiere a la zona de pérdida de vida. En la Tabla 5.31 se tienen las distancias relacionadas a cada radio de afectación.

Tabla 5.31. Radios de afectación de una nube explosiva de vapor no confinada (UVCE) de un tanque estacionario de gas l. p. de 1,000 litros de capacidad.

Grado de Riesgo	Radio de Afectación	Distancia de Radio de Afectación (m)
Muy Alto	Zona con decesos por lesiones pulmonares	13.71
Alto	Zona con Lesiones de Rotura de Tímpanos	20.79
Medio	Zona de Intervención	42.54
Bajo	Zona de Alerta	80.34

Cabe mencionar que los daños en cada zona son de distinta intensidad, incluyen desde afectaciones en techos de viviendas, vidrios rotos, descomposición de arreglo de tabiques, en general daños reparables, hasta daños no reparables como destrucción parcial o total de muros, tabiques destruidos, etcétera.

En la Figura 5.59 se tiene el mapa de los radios de afectación UVCE de las unidades económicas con gas l.p. como combustible en la Cabecera Municipal.

seguridad de PEMEX, son susceptibles a algún fallo por fuga y provocar una explosión. En este sentido es importante ubicar espacialmente las instalaciones en el municipio de Agua Dulce, sobre todo en lugares donde haya una mayor densidad de la población.

En la Cabecera Municipal se cuenta con tres estaciones de servicio de gasolina y diesel, la primera instalada en el Boulevard Francisco I Madero Col. Abulón, la otra en Carretera Al Burro en la Colonia Benito Juárez y la tercera ubicada en Calle transísmica. En la Figura 5.61 se tiene el mapa de los radios de afectación, en caso de explosión de gasolinera.

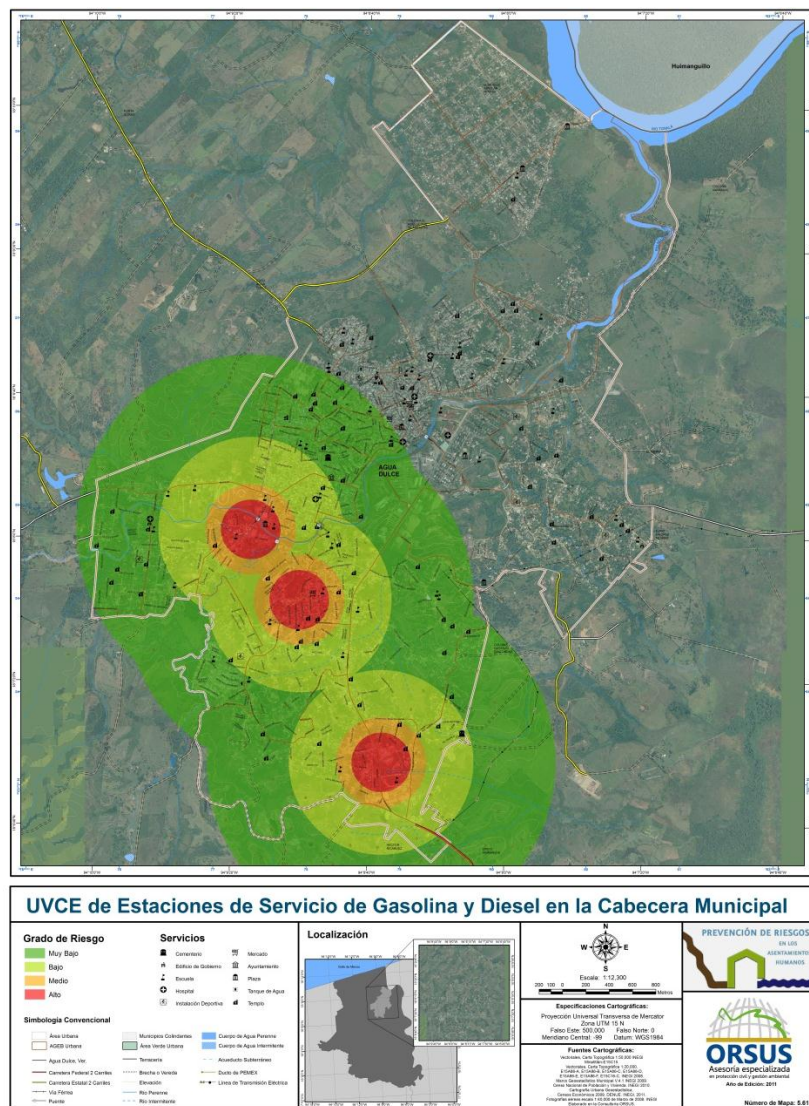


Figura 5.61. Mapa de Riesgo por UVCE de Estaciones de Servicio de Gasolina y Diesel en la Localidad Urbana de Agua Dulce.

De acuerdo con la figura anterior, en caso de algún accidente o situación incontrolada, la magnitud de las afectaciones es considerable, ya que pone en riesgo a los habitantes de las viviendas que se encuentran en las calles aledañas.



Como se puede observar, en caso de una nube explosiva no confinada en las gasolineras, sobre todo las asentadas en la zona centro, puede ocasionar pérdidas materiales considerables. Las calles de mayor pérdida de materiales e incluso en donde se podrían ocasionar decesos son, en caso de explosión de la primera gasolinera mencionada, ubicada hacia el Noroeste, afectaría a las calles Olmeca, Limones, Tamarindo, Cedral, Independencia, Galeana y Cuauhtémoc. En caso de explosión de la segunda las calles mayormente afectadas serían Lázaro Cárdenas, Francisco Villa, Antigua al Burro, Entrada a la Gasolinera, Nuevo Amanecer, 2 Oriente. Por último, en caso de explosión de la tercera gasolinera, se afectaría a las viviendas en infraestructura de las calles Cuartel, Francisco I. Madero, Ciudad Pemex, Del Pozo, Pino.

Fugas de Ductos de Pemex

La experiencia ha demostrado que las sustancias transportadas a través de tuberías en caso de liberación a la atmósfera ponen en peligro la integridad de la población y el medio ambiente circundante. El grado de peligro es en función de las características de las sustancias transportadas, de la presión a que se encuentre en el interior de las tuberías y de las condiciones en que sean liberadas.

El propano, butano, gas licuado de petróleo y otros productos se transportan en forma líquida, por lo cual, de suceder una fuga, pueden evaporarse rápidamente y formar una mezcla altamente inflamable y explosiva, esta mezcla puede formar una nube y desplazarse a distancias considerables en la dirección del viento, antes de su posible ignición. Los registros históricos de tuberías de transporte o distribución de materiales permiten evaluar la frecuencia de la ocurrencia de un incidente o el número de veces que se presentaron algunos accidentes.

Las causas comunes de la ocurrencia de una fuga son defectos en el cuerpo mecánico de la tubería, defectos en la soldadura longitudinal, defectos en la soldadura en campo, fallas en accesorios, fallas debidas a la operación, u otras causas especiales como cargas debidas al movimiento del terreno, sismos y sabotaje de sustancias contenidas.

La extracción ilícita tiene registros oficiales desde 1993 en el país, cabe mencionar que la red de ductos petroleros en del país tiene un promedio de tiempo de operación de 26 años, los ductos de menor vida de operación son menores a 10 años, mientras que los de mayor vida de operación tienen más de 31 años.

En el Municipio de Agua Dulce se tiene el derecho de vía de tres tipos de ductos de PEMEX, se trata del Gasolinoducto Cactus – Cangrejera con una longitud de 39.43 kilómetros y un diámetro de 12 pulgadas; La Venta – Estación Número 2 de Agua Dulce con una longitud de 10,760 metros y un diámetro de 20 pulgadas; así como el ducto de gas natural, estos ductos se señalan en la Figura 5.62.

La existencia de este tipo de infraestructura en las inmediaciones de localidad o zonas agrícolas representan un peligro, ya que puede ocurrir una fuga explosiva o

derrame que afecte a la sociedad, la economía y a los ecosistemas. En caso de la ocurrencia de una fuga, ya sea por alguna de las causas señaladas, se pondría en riesgo a la población y a los recursos naturales en las inmediaciones del derecho de vía, asimismo, la ocurrencia de una fuga implica fuertes pérdidas económicas, sobre todo si es sobre cultivos o terrenos de pastoreo de ganado, principal actividad económica primaria en el municipio. En la Figura 5.62 se tiene el mapa de la posible área de afectación en caso de fuga en cualquier punto de la tubería.

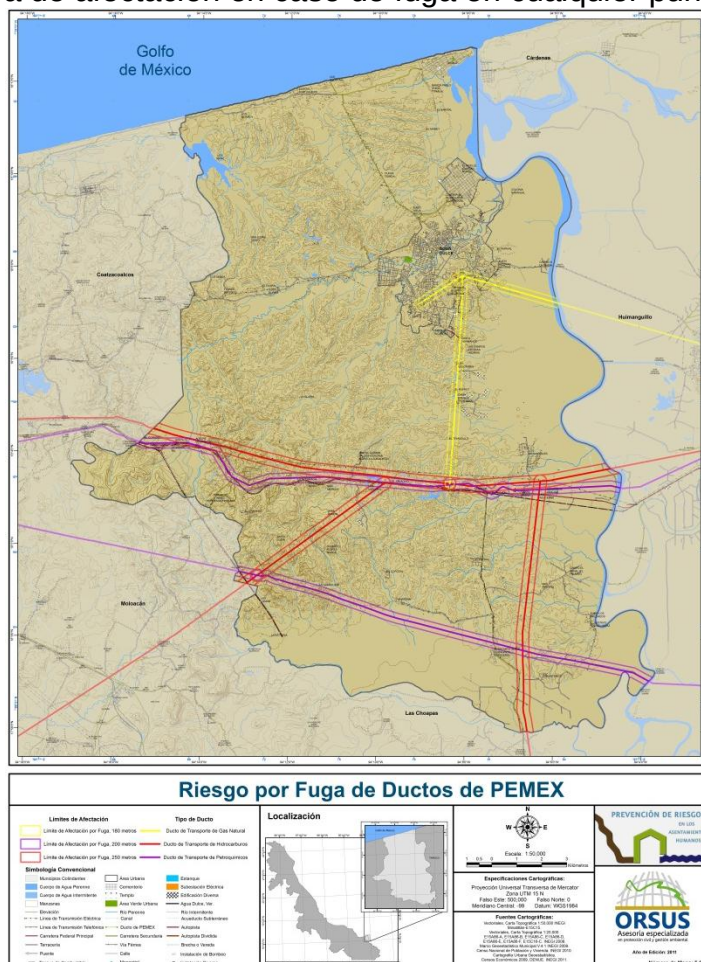


Figura 5.62. Mapa de la superficie de afectación en caso de fuga Ductos de PEMEX.

De acuerdo con el mapa anterior, en caso de fuga en cualquier punto puede tener afectaciones considerables en las inmediaciones del derecho de vía de este ducto, es importante mencionar que el 27 de enero de 2005 ocurrió una fuga en el Gasolinoducto Cactus- Cangrejera, instalado desde el año 1977 y la última inspección interior se había realizado en el año de 1995, la ruptura se dio a la altura de la localidad Kilómetro 25. En la fotografía 5.2 se tiene una evidencia de la ocurrencia de esta fuga.



Fotografía 5.2. Ruptura de Gasolinoducto a la altura de la localidad Kilómetro 25.

Fuente: Protección Civil Municipal.

La causa posible de la ruptura del ducto es una falla mecánica del material o represionamiento del mismo. El derrame inició a las 11:00 horas del 25 de Enero de 2005 y las obras de reparación, recuperación del material y limpieza terminaron veinticinco horas después. El alcance del producto contenido en esta tubería afectó significativamente la calidad del agua del río El Burro, que incluso se transportó hasta el río Agua Dulce, lo que ocasionó pérdidas de fauna y flora acuática, también se reportaron síntomas de intoxicación de dieciocho personas por el contacto directo con el hidrocarburo. En la fotografía 5.3 se tiene evidencia del tratamiento emergente de la fuga ocurrida.



Fotografía 5.3. Recuperación de Naftas con Agua en derrame ocurrido el 27 de Enero de 2005.

Fuente: Protección Civil Municipal.

En este sentido es importante señalar que se requiere una regulación en cuanto a asentamientos humanos, así como difusión de la información correspondiente por parte de la paraestatal, también es importante inspeccionar constantemente la calidad de la tubería, para actuar de manera preventiva en caso de que exista corrosión.

- RIESGOS SOCIO-ORGANIZATIVOS

Los principales peligros socio – organizativos registrados en el municipio de Agua Dulce son los asentamientos irregulares. La población que se asienta de manera irregular en la periferia de las ciudades en zonas no aptas para el desarrollo urbano, enfrenta una serie de riesgos y vulnerabilidades que comprometen su calidad de vida, así como su integridad física y la de su patrimonio; provocando así efectos negativos sobre el medio ambiente, como son el deterioro ecológico y la contaminación, que a su vez repercuten en la salud y seguridad de la población. En la Figura 5.63 se tiene el mapa correspondiente a los asentamientos irregulares señalados.

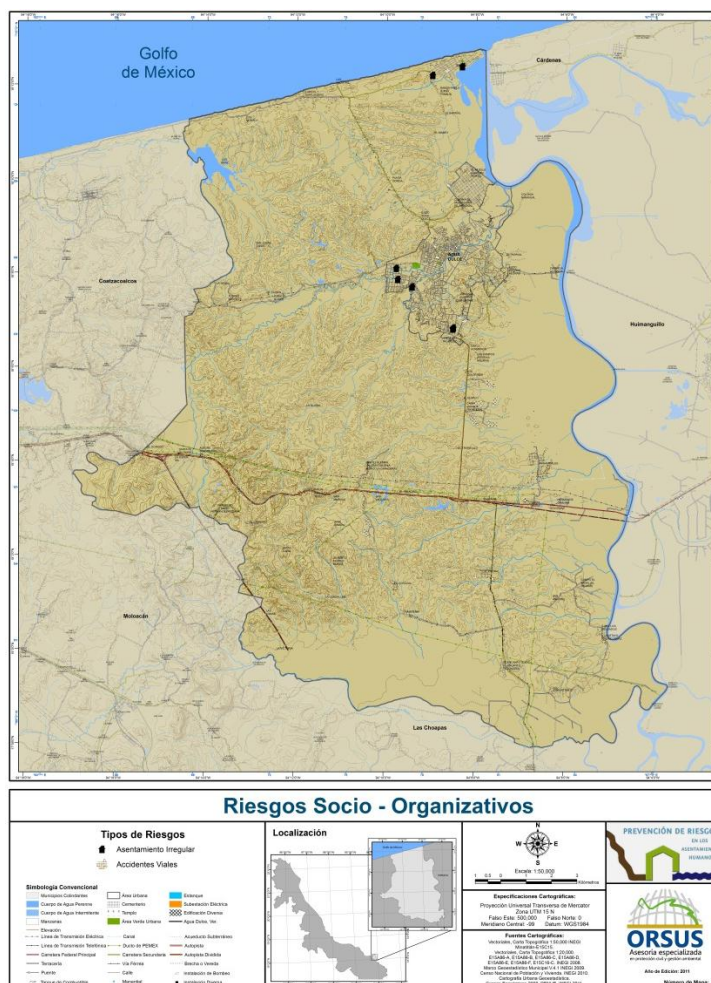


Figura 5.63. Mapa de Riesgos Socio Organizativos en el municipio de Agua Dulce, Ver.

Los asentamientos irregulares registrados en la cabecera municipal de Agua Dulce se localizan principalmente hacia la zona oeste y suroeste de la cabecera principalmente donde encontramos asentamientos irregulares en las colonias Solidaridad, Palmar, La Quinta – Milagro, Colonia Kilómetro Dos, hacia la reserva territorial en la localidad de el Triángulo y hacia la localidad de Tonalá, a orillas del río Tonalá y río El Zapotal.

Por otra parte, es importante considerar que durante la celebración “Semana Santa” la afluencia turística es importante en el municipio, y se presenten frecuentes accidentes automovilísticos debido a la pérdida de control por parte de los conductores. (Fotografía 5.4)



Fotografía 5.4. Accidente automovilístico en la carretera estatal de Agua Dulce, Ver.
Fuente: Protección Civil Municipal.

En la celebración señalada, correspondiente a fechas de abril y marzo, las concentraciones masivas se presentan sobre todo en las playas del municipio, principalmente en la Playa Las Palmitas. En la Fotografía 5.5 se observa un número considerable de personas en dichas fechas.



Fotografía 5.5. Concentración masiva en Playa Las Palmitas del municipio de Agua Dulce, Ver.
Fuente: Protección Civil Municipal.

Las autoridades de protección civil, cuentan con planes de control para este tipo de eventos, cada año minimizan el impacto ocasionado por la afluencia turística durante la temporada de semana santa.



- OBRAS PROPUESTAS

Entre las obras propuestas para el municipio de Agua Dulce está la reconstrucción de los puentes Manuel Delgado, el Abulón y puente de Petróleos Mexicanos. Estos puentes fueron afectados por el frente frío número 4 en el año 2011, que azotó el sureste del estado, con una descarga de lluvia de 75 mm en sólo 8 horas. EL aumento de la corriente del río Agua Dulce deterioró de manera gradual la estructura de los puentes, principalmente del puente Manuel Delgado, el cual fue construido con fierros chatarra en el año 2000 después de la gran inundación.

La reconstrucción de dichos puentes es una obra primordial para el municipio, que está enfocada a la reducción de la vulnerabilidad de la zona urbana, debido a que estos puentes son una de las principales rutas de evacuación de la cabecera municipal. Estos puentes comunican al centro de la ciudad con la carretera Transísmica que a su vez se conecta con la Carretera Federal no. 180, ruta por la cual se transportan los víveres en caso de algún desastre natural.

El aumento del caudal ha ocasionado erosión vertical sobre las laderas del río, dañando las bases estructurales de los puentes e incluso de viviendas que se encuentran asentadas a la orilla del río. Este fenómeno es producto del aumento de sedimentos en el río, lo cual ocasiona que el cauce se azolve y disminuya la profundidad de la superficie fluvial, lo cual aumenta el nivel del cauce del río.

Es debido a esto que el dragado del río Agua Dulce, es otra obra de primordial importancia para el municipio. El dragado es el proceso de eliminación de suelo o de materiales del fondo de ríos, lagos o puertos de mar. Este proceso de dragado se tiene previsto desde la trampa de arena, cerca de la colonia Kilómetro Dos y Medio, hasta la bocana, en el río Tonalá (mapa de obras propuestas).

Existen otro tipo de obras previstas por el municipio de Agua Dulce para la mitigación de riesgos, siendo principalmente la construcción de muros de contenciones o gaviones a la margen del río Agua Dulce, principalmente hacia las colonias Kilómetro Dos y Medio, Kilómetro Dos (por el cuartel) y hacia la colonia Nueva del río, en donde el río ha socavado las laderas y puesto en riesgo las viviendas alrededor.

consecuencias de un incidente y sus frecuencias. También puede definirse como la identificación y evaluación sistemática de objetos de riesgo y peligro.

- **Área de afectación:** Representa el área geográfica estimada que puede ser potencialmente afectada por la liberación de una sustancia peligrosa en niveles que pueden causar daños agudos a la salud o la muerte de las poblaciones humanas por efectos de una liberación accidental.
- **Arroyo:** Corriente de agua. Generalmente se atribuye a los ríos de bajo caudal.
- **Atmósfera:** Datos e información geográfica referidos al medio atmosférico nacional. Ejemplo: Climas, precipitación, temperatura, humedad, vientos, ciclones, huracanes, nevadas, contaminación del aire, etc.
- **Avenida:** La avenida se produce sobre los ríos y es el incremento del nivel del agua en el río debido a que fluye un caudal mayor al que normalmente presenta.
- **Azimut:** Ángulo medido a partir del Norte en el sentido de las agujas del reloj.
- **Batimetría:** Representación de las profundidades de los cuerpos de agua, que tiene como fin determinar el relieve del fondo marino.
- **Biodiversidad:** Es toda la variedad de vida en la Tierra. Puede abordarse de tres maneras: como variedad de ecosistemas, variedad de especies y variedad de genes.
- **Bomba:** fragmentos de lava con formas aerodinámicas, lanzado en estado semilíquido.
- **Calor:** Energía térmica y transferencia de energía térmica.
- **Campo de viento:** Es el patrón o distribución del viento dentro de la zona de influencia del ciclón tropical.
- **Características fisiográficas:** Son los rasgos propios de cada cuenca y su cauce principal, tales como el área de la cuenca y la pendiente del cauce principal.
- **Cauce.** Lecho de los ríos y arroyos por donde corren las aguas producidas por la precipitación.
- **Cenizas:** partículas de roca volcánica, cristales o vidrio volcánico, generado durante las erupciones (diámetro menor que 2 mm).
- **Ciclón:** Zona de perturbación atmosférica caracterizada por fuertes vientos que fluyen alrededor de un centro de baja presión. En el hemisferio norte el viento circula en sentido contrario a las*
- **Clima:** Condiciones medias del tiempo en un lugar determinado, establecidas mediante observaciones y mediciones de las variables meteorológicas durante períodos suficientemente largos. Cuando se habla del clima de una región, debe hacerse referencia tanto a los valores medios como a los extremos alcanzados por cada variable.
- **Condiciones meteorológicas:** Condiciones de la atmósfera en el momento de un accidente. Se incluyen: velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad, nubosidad y radiación solar.



- **Cráter:** depresión, generalmente en forma de embudo, situada en la parte superior o en los laterales de los volcanes por donde éstos expulsan lava y gases al exterior durante las erupciones.
- **Cuenca:** Es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia el mismo punto de salida*
- **Depresión tropical:** Etapa inicial de un ciclón tropical en la que se le asigna un número. Sus vientos son menores que los 62 km/h.
- **Derrame:** Es el escape de cualquier sustancia líquida, sólida o la mezcla de ambas, de cualquier recipiente o conducto que la contenga como son: tuberías, equipos, tanques de almacenamiento, autotanques, carrotanques, etcétera.
- **Desastre:** Estado en que la población de una o más entidades, sufre daños severos por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia.
- **Dirección del viento:** Es el ángulo que forma la trayectoria del viento respecto al norte.
- **Edificio volcánico:** es propiamente el cono que se forma por la acumulación de material expulsado a través del cráter y la forma es determinada por las proporciones de lava y elementos piroclásticos en el material de su composición.
- **Emisión:** corresponde a la cantidad de magma emitido por unidad de tiempo durante una erupción o durante periodos dentro de una erupción. La viscosidad de una lava generalmente aumenta cuando la tasa de emisión disminuye, ya que al no mantenerse el flujo calórico, la lava comienza a enfriarse y, por ende, a solidificar, resistiendo más al desplazamiento del flujo.
- **Energía del viento:** Energía que es proporcional al cuadrado de la velocidad.
- **Epicentro:** Punto en la superficie de la Tierra resultado de proyectar sobre ésta el hipocentro de un terremoto. Se encuentran usualmente en un mapa, señalando el lugar justo sobre el origen del movimiento sísmico.
- **Erosión:** Es el transporte de partículas sólidas por agentes externos, como son la lluvia y el viento.
- **Erupción:** emisión de materiales volcánicos (lavas, piroclastos y gases volcánicos) sobre la superficie, tanto desde la abertura central, como desde una fisura o grupo de ellas.
- **Escala Saffir-Simpson:** Es la escala potencial de daños relacionada con cinco intensidades de huracán. Determina la velocidad del viento según la categoría de huracán, adicionalmente se asigna la presión central y la marea de tormenta que corresponde a la magnitud del viento típica de cada intensidad de huracán.



- **Escurrimiento:** Es el agua proveniente de la precipitación, circula sobre o bajo la superficie terrestre y llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca.
- **Exhalación:** emisiones de corta duración que pueden ser vapor de agua, gases y en ocasiones cenizas.
- **Explosión:** Es la liberación de una cantidad considerable de energía en un lapso de tiempo muy corto (pocos segundos), debido a un impacto fuerte o por la reacción química de ciertas sustancias. También puede definirse como la liberación de energía que causa una discontinuidad en la presión u onda de choque.
- **Falla:** Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento relativo, es decir, un bloque respecto del otro. Se habla particularmente de falla activa cuando en ella se han localizado focos de sismos o bien, se tienen evidencias de que en tiempos históricos ha habido desplazamientos. El desplazamiento total puede variar de centímetros a kilómetros dependiendo del tiempo durante el cual la falla se ha mantenido activa (años o hasta miles y millones de años). Usualmente, durante un temblor grande, los desplazamientos típicos son de uno o dos metros.
- **Flujo piroclástico:** mezcla de gases volcánicos y materiales fragmentados incandescentes, que descienden por los flancos de los volcanes a gran velocidad y con alto poder destructivo.
- **Fuente fija:** Instalación industrial, establecimiento comercial o de servicio que maneja o almacena sustancias y materiales peligrosos, y que se encuentra ubicada en un lugar fijo.
- **Fuente móvil:** Unidad de transporte terrestre, aéreo o marítimo (avión, barco, autotank, etc.) que se emplea para el traslado de sustancias y materiales peligrosos.
- **Gasto o caudal:** Es la cantidad de escurrimiento que pasa por un sitio determinado en un cierto tiempo, también se conoce como caudal. Este concepto se usa para determinar el volumen de agua que escurre en un río.
- **Hemisferio boreal:** Es la parte norte de la Tierra que se obtiene al dividirse por el ecuador.
- **Hidrograma:** Es la representación gráfica de la variación continua del gasto en el tiempo. Para cada punto del hidrograma se conoce el gasto que está pasando en el sitio de medición. El área bajo la curva de esta gráfica es el volumen de agua que ha escurrido durante el lapso entre dos instantes.
- **Hidrología:** Es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación, y distribución sobre y debajo de la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.
- **Histograma:** Técnica estadística que permite dibujar los puntos obtenidos entre dos variables para representar la variación de una respecto de la otra.
- **Humedad relativa:** Proporción de la fracción molecular de vapor de agua en el aire en relación con la fracción molecular correspondiente si el aire se saturara con respecto al agua a una presión y temperatura específica.



- **Huracán:** Es la etapa más crítica de un ciclón tropical, con alto grado de destrucción, después de ser tormenta tropical. El huracán tiene a su vez, cinco grados de intensidad con velocidades que varían entre los 118 y más de 250 km/h.
- **Incendio:** Fuego grande que quema combustibles que no estaban destinados a arder.
- **Información geo-referenciada:** Cualquier tipo de información que pueda ser ubicada mediante un conjunto de coordenadas geográficas con respecto a un determinado sistema de referencia.
- **Infraestructura:** Datos e información geográfica que se refieren a cualquier obra hecha por el hombre ubicada en alguno de los 6 ámbitos geográficos generales del territorio nacional incluyendo la Zona Económica Exclusiva. Ejemplo: Carreteras, localidades, puentes, presas, tendidos eléctricos, redes de comunicación telefónica, faros, puertos, límites político administrativos, demarcaciones geográficas de cualquier tipo, plataformas petroleras, etc.
- **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.
- **Intensidad de precipitación:** Es la cantidad de lluvia que se precipita en cierto tiempo (altura de precipitación por unidad de tiempo). Sus unidades son mm/h, mm/día, etc.
- **Intensidad del fuego:** Un término general que se refiere a la energía térmica liberada por un incendio.
- **Isobara:** Línea que une puntos de igual valor de presión atmosférica.
- **Isosistas:** Líneas de contorno dibujadas en un mapa para separar un nivel de intensidad sísmica de otro.
- **Isoyetas:** Son líneas que unen puntos de igual precipitación.
- **Ladera:** Terrenos con pendientes mayores al 15 % y caracterizadas generalmente por desarrollo en sentido horizontal.
- **Lahar:** flujo de fragmentos de rocas, cenizas y barro que contienen suficiente agua para fluir pendiente abajo de las faldas de un volcán.
- **Lámina de lluvia:** Tiene una escala en milímetros la que identifica la cantidad de lluvia observada en un lugar específico en un tiempo determinado.
- **Magma:** roca fundida en el interior de la corteza de un planeta que es capaz de realizar una intrusión en las rocas adyacentes o de una extrusión hacia la superficie. Las rocas ígneas se derivan del magma a través de la solidificación y los procesos asociados o mediante la erupción del magma sobre la superficie.
- **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).

- **Magnitud del viento:** Es el valor de la velocidad del viento.
- **Marea de tormenta:** Ascenso del nivel medio del mar, producido por la disminución de la presión atmosférica del centro del ciclón y los vientos de éste sobre la superficie del mar.
- **Marea:** Movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso del nivel de las aguas de los mares y océanos, resultado de la atracción, por gravedad de La luna y del Sol.
- **Material peligroso:** De acuerdo al Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos son aquellas sustancias peligrosas, sus remanentes, sus envases, embalajes y demás componentes que conforman la carga que será transportada por las unidades.
- **Mitigación:** Son la medidas tomadas con anticipación al desastre y durante la emergencia, para reducir su impacto en la población, bienes y entorno.
- **Ojo del ciclón tropical:** Zona de calma del ciclón, caracterizada por ausencia de viento y lluvia.
- **Oleaje:** Sucesión continúa de olas.
- **Peligro Químico:** Condición física o química que tiene el potencial de causar daño a las personas, propiedades o al ambiente.
- **Pendiente del cauce:** Cuesta o declive de un cauce. Medida de la inclinación de un cauce.
- **Periodo de retorno:** Es el tiempo que, en promedio, debe transcurrir para que se presente un evento igual o mayor a una cierta magnitud. Normalmente, el tiempo que se usa son años. En general, el evento analizado no ocurre exactamente en el número de años que indica el periodo de retorno, ya que éste puede ocurrir el próximo o dentro de muchos años.
- **Periodo estructural:** Es el periodo fundamental de una estructura, expresado en segundos, ante la excitación sísmica.
- **Piroclastos o piroclásticos:** término descriptivo del material fragmentario formado por una explosión volcánica, o expulsado por una abertura volcánica.
- **Precipitación:** Caída de partículas líquidas o sólidas de agua.
- **Prevención:** una de las etapas de la fase del "antes" en el ciclo de los desastres, que consiste en evitar que ocurra el evento, reconociendo que en ocasiones es imposible evitar dicha ocurrencia.
- **Probabilidad de ocurrencia:** Es el número de casos favorables entre el número total de casos posibles en un suceso aleatorio.
- **Probabilidad:** Expresión de la posibilidad de ocurrencia de un evento o un evento subsiguiente durante un intervalo de tiempo. Por definición la probabilidad debe expresarse como un número entre 0 y 1.



- **Radiación:** es un modo de propagación de la energía a través del vacío. En sentido estricto refiere a la radiación electromagnética, aunque también se utiliza la expresión para referirse al movimiento de partículas a gran velocidad en el medio, con apreciable transporte de energía.
- **Red de Drenaje:** La red de drenaje de una cuenca está integrada por un cauce principal y una serie de tributarios cuyas ramificaciones se extienden hacia las partes más altas de las cuencas*
- **Réplicas:** Terremotos menores que siguen a uno mayor, concentrados en un volumen restringido de la corteza.
- **Residuos Peligrosos:** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.
- **Riesgo (gestión del):** una herramienta de decisión y de planificación que les facilita a los actores sociales analizar una situación determinada, tomar de manera consciente decisiones y desarrollar una propuesta de intervención concertada tendiente a prevenir, mitigar o reducir los eventos existentes.
- **Riesgo Químico:** Es una medida de pérdida económica o de daño a personas en términos de la posibilidad de que ocurra un incidente y la magnitud de la pérdida o daño. También puede definirse como el producto de la probabilidad de que ocurra un suceso por la magnitud de sus consecuencias $R=P \times C$.
- **Riesgo Sísmico:** Producto de tres factores: El valor de los bienes expuestos (C), tales como vidas humanas, edificios, carreteras, puertos, tuberías, etc; la vulnerabilidad (V), que es un indicador de la susceptibilidad a sufrir daño, y el peligro (P) que es la probabilidad de que ocurra un hecho potencialmente dañino; así $R=C \times V \times P$.
- **Riesgo:** probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, en un lugar específico y durante un tiempo de exposición determinado. $R= \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$.
- **Sequía:** Ausencia prolongada o escasez marcada de precipitación.
- **Sismicidad:** La ocurrencia de terremotos de cualquier magnitud en un espacio y periodo dados.
- **Sismógrafo:** Instrumento de alta sensibilidad para registrar los movimientos de la superficie de la Tierra, en función del tiempo, causados por el paso de las ondas sísmicas. Al registro producido se le conoce como sismograma.
- **Sismómetro:** Elemento sensor de un sismógrafo, normalmente un péndulo suspendido.
- **Sustancia peligrosa:** De acuerdo al Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos es todo aquel elemento, compuesto o material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, represente un peligro potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros; también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.



- **Tasa de excedencia:** Registro del conteo de eventos que rebasan un umbral de velocidad del viento.
- **Tectónica de placas:** 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.
- **Temperatura:** Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el Sistema Internacional es el kelvin (K).
- **Terremoto (sismo o temblor):** Vibraciones de la Tierra causado por el paso de ondas sísmicas irradiadas desde una fuente de energía elástica.
- **Tirante:** Elevación de la superficie del agua sobre un punto en el terreno.
- **Tormenta tropical:** Categoría del ciclón tropical que alcanza después de ser depresión tropical a*
- **Toxicidad:** Capacidad de una sustancia para causar daño a los tejidos vivientes, deterioro del sistema nervioso central, enfermedades severas o muerte por ingestión, inhalación o absorción por la piel.
- **Tsunami:** Ola marina de gran magnitud producida por un maremoto o por una erupción volcánica en el fondo del mar. Esta ola puede recorrer grandes distancias. Su altura en altamar es aproximadamente de 30 centímetros pero al llegar a la costa puede alcanzar 30 metros o más.
- **Valor esperado:** Es el daño promedio ocasionado por la ocurrencia de un evento.
- **Viento:** Moviendo del aire de la atmósfera determinado, por su magnitud o intensidad, su dirección y sentido.
- **Volcán activo:** se considera como volcán potencialmente activo aquel que ha tenido algún tipo de actividad eruptiva durante el Holoceno. Esto es especialmente importante en un país como Chile, donde los registros históricos escritos no datan más allá de principios de 1,500 cuando los primeros españoles llegaron a colonizar.
- **Vulnerabilidad:** es un factor interno del riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a la amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado.

6.2.- BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura de Conservación en Europa: “Aspectos medioambientales, económicos y administrativos de la UE. ECAF”, 1999.
- Bridges, E. M. Suelos del Mundo (3ª ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- Bridges, E. M., Batjes, N. H., & Nachtergaele, F. O. (Eds.). Base Referencial Mundial para recursos de suelos: atlas. Leuven: ACCO, 1998.
- Chiappy-Jhones, Gama, Soto-Esparza, Geissert y Chávez “Regionalización Paisajística del Estado de Veracruz”, México
- CHIAPPY, C., L. GAMA, A.M. LE MOING y E. RAMÍREZ. “Modificación de los paisajes de la Huasteca Alta Veracruzana”. *La ciencia y el hombre*. Revista de la Universidad Veracruzana 1998.
- Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. “Datos Básicos sobre Medio Ambiente”, 23, Sevilla, 1996.



- CENAPRED, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Riesgos y Peligros, Fenómenos Hidrometeorológicos, capítulos I, II, III, SINAPROC, S.G., México, D.F., 2006.
- CENAPRED, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Riesgos y Peligros, Conceptos Básicos sobre Peligros y Riesgos y su Representación Geográfica, SINAPROC, S.G., México, D.F., 2006.
- CENAPRED, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Riesgos y Peligros, Fenómenos Geológicos, SINAPROC, S.G., México, D.F., 2006.
- CENAPRED, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Riesgos y Peligros, Fenómenos Químicos, SINAPROC, S.G., México, D.F., 2006.
- CENAPRED, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Riesgos y Peligros, Evaluación de Vulnerabilidad física y Social, SINAPROC, S.G., México, D.F., 2006.
- CENAPRED, “Erosión”, Fascículo No.8, México 1994.
- CENAPRED, “Incendios Forestales”, Fascículo No. 10, México 1996.
- Comisión de las Comunidades Europeas, CORINE-Soil erosion risk and land resources in the southern regions of the European Community) y Soil, 1996.
- Deckers, J. A., Nachtergaele, F. O., & Spaargaren, O. C. (Eds.). Base Referencial Mundial para recursos de suelos: introducción. Leuven: ACCO, 1998.
- Daniel Bitrán Bitrán, Características del Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurredos en México Periodo 1980-99, Serie Impacto Socioeconómico Desastres en México, CENAPRED, México 2001.
- UNESCO, “Map of the World distribution of arid regions”, MAB. Tech. Notes 7, UNESCO, París 1979.
- Castroena, G., M. Sánchez, M.E. Florescano, R.G. Padilla y U.L. Rodríguez (1980). Análisis histórico de las sequías en México, Comisión del Plan Nacional Hidráulico, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, 137 pp.
- C.N.A, Estaciones Climáticas del Sistema CLICOM, Comisión Nacional del Agua
- FAO. World Reference Base for Soil Resources. Roma: FAO, 1998.
- G.E.V. Secretaría Técnica, Enciclopedia Municipal Veracruzana, Xalapa, Editora de Gobierno de Veracruz, 1998.
- Guidelines for erosion and desertification control management. Programa e las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2000.
- Hoffmann O. y Valazquez E., las Llanuras Costeras de Veracruz, la lenta construcción de regiones, ORSTOM-Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. 1994.
- INEG, Cuaderno Estadístico Municipal INEGI, Edición 2011.
- INEGI, 1988. Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Veracruz (México). 69 p.



- INEGI Sistema de Consulta de Información Censal 2010. (disco Compacto) 2011.
- Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, “Plan Nacional de lucha contra la erosión”. Madrid, 1991.
- Jáuregui, E. Zitácuaro (1995). El Impacto de los Ciclones Tropicales del Golfo de México en el Estado de Veracruz. La Ciencia y el Hombre, 7(21) 75-119.
- Leonardo E. Quesnel, a. y del Rey a. “De la Comunidad Territorial al Archipiélago Familiar Movilidad, Contratación de las relaciones Inter-generacionales y desarrollo local en el sur del estado de Veracruz” estudios sociológicos (en Prensa) 2004.
- Luna Bauza C., Crónica de Huracanes en el Estado de Veracruz, Colección testimonios 6, Editora de Gobierno del Estado de Veracruz, 1994.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. México.
- Mapa mundial del estado de la degradación antropogénica de los suelos (GLASOD).
- Martínez, Gómez, De la Cruz. Elaboración de Mapas de Peligros volcánicos, Mora I., J. L. Murrieta, “*Sismos que han afectado al Estado de Veracruz*”, Revista de la UV, La ciencia y el Hombre, Número 21, septiembre-diciembre. 1995.
- Secretaría de Medio Ambiente (MOPU), Proyecto Lucdeme, 1991.
- Secretaría de Desarrollo Social, Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo, SEDESOL, México D.F., 2011.
- Secretaría de Desarrollo Social, Atlas de Riesgos Naturales y Químicos (Identificación y Zonificación) Ciudad de Mexicali, Baja California, México.
- Secretaría de Desarrollo Social, Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Córdoba, Veracruz, México.
- Secretaría de Gobernación, Centro Nacional de Prevención de Desastres (2006). Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social, Serie Atlas Nacional de Riesgos, México D.F.
- Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil, Glosario de Protección Civil, México DF, julio de 1992, 101 p.p.
- Secretaria de Comunicaciones y Obras Publicas, Obras y Acciones 1999, G.E.V. SCOP, Veracruz, 2000.
- SMN-CNA Ciclones que impactaron directamente a México de 1970-2005. Disponible en Consulta: septiembre, 2006.
- Secretaría de Gobernación Atlas Nacional de Riesgos. México. 1991.
- Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Seguridad Pública, Subsecretaría de Protección Civil (2000), Atlas Estatal de Riesgos del Estado de Veracruz, Xalapa, Veracruz, México.
- Gustavo Brambati Accidentes en condiciones de Niebla, crashtest-revista@cesvi.com.ar.
- Sancho y Cervera, J., Z.F. Zavala, V.M. Sánchez y V.V., Martínez (1980). Monitoreo de sequías y heladas, México. Comisión del Plan Nacional



Hidráulico, Dirección de Inventarios de agua y suelo, Proyecto IA 800/. Pp. 14-16.

- Rafael Palma Grayeb “Inundaciones 2006 en el Estado de Veracruz, Variaciones Demográficas y Ajustes Territoriales en Veracruz durante el Siglo XX. Veracruz.

PÁGINAS CONSULTADAS:

- <http://www.astromia.com/tierraluna/elemclima.htm>
- <http://www.cna.gob.mx/ciclones/historia/historia.html>.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_\(meteorolog%C3%ADa\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_(meteorolog%C3%ADa))
- <http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/Atmosphere/precipitation.sp.html>
- <http://www.ommac.org/memoria2007/document/resumenes/res07107.pdf>
- http://www.cienciapopular.com/n/Ecologia/Meteorologia_Extrema/Meteorologia_Extrema.php
- <http://www.cenapred.unam.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/TormentaGranizo/>
- <http://www.conagua.gob.mx>
- http://hurricanes.noaa.gov/prepare/title_basics.htm
- <http://www.sequia.edu.mx/sequia/def.html>
- <http://dgst.sct.gob.mx/fileadmin/Isoyetas/veracruz.pdf>
- <http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/2006/060807/gaceta.pdf>
- <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>
- <http://www.sedesol.gob.mx/index/index.php>
- http://www.csva.gob.mx/sih/proyecto_2/pag_proyecto_imgvisor.php?xregion=7&xtematica=15
- <http://www.agua.org.mx/content/view/5912/89/>
- <http://www.sis-antigranizo.com.ar/granizo.htm>
- <http://www.droughth.noaa.gov>
- <http://www.sequia.edu.mx/sequia/def.html>
- <http://www.ssn.unam.mx/>

6.3.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA (ÍNDICE Y BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS MAPAS CONTENIDOS)

Figura 1.1. Mapa de Trabajo de Campo del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 2.1. Mapa de Ubicación Geográfica del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 2.2. Mapa Base o Topográfico del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 2.3. Mapa Base Urbano de la Localidad Agua Dulce, Agua Dulce.

Figura 2.4. Mapa del Modelo de Elevación del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.1. Mapa de la Provincia Fisiográfica del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.2. Mapa de Subprovincias Fisiográficas del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.3. Mapa de Geología del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.4. Mapa de Geoformas del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.5. Mapa de Edafología del Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.6. Mapa de Cuencas Hidrológicas del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.7. Mapa de Subcuencas Hidrológicas del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.8. Mapa de Microcuencas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.9. Mapa de Tipos de Climas del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.



Figura 3.10. Mapa de Estaciones Climatológicas en el Contexto del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.11. Mapa de Rangos de Temperatura Media en el Municipio de Agua, Veracruz.

Figura 3.12. Mapa de Precipitación Acumulada Anual en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.13. Mapa de Uso de Suelo del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 3.14. Mapa de Degradación Ambiental Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 4.1. Mapa de Densidad de la Población por AGEB en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 4.2. Mapa de Distribución de la Población en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 4.3. Mapa de Crecimiento Poblacional por localidad en el Municipio de Agua Dulce.

Figura 4.4. Mapa de Población con Discapacidad por AGEB en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 4.5. Mapa del Nivel de Hacinamiento por AGEB en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 4.6. Mapa de Distribución de Marginación por Localidad en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 4.7. Mapa de Crecimiento Habitacional y Grado de Marginación por Localidad en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.1. Mapa de Identificación de Peligros Geológicos en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.2. Mapa de Fallas y Fracturas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.4. Mapa de Intensidad Sísmica para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.5. Mapa de Aceleración del Terreno del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.6. Mapa de Riesgo por Deslizamiento I para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.7. Mapa de Riesgo por Deslizamiento II para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.8. Mapa de Riesgo por Deslizamiento III para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.9. Mapa de Derrumbes para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.10. Mapa de Zonas Propensas a Flujos de Lodo, Tierra y Suelo para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.11. Mapa de Zonas Propensas a Flujos de Creep o Reptación para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.12. Mapa de Geoformas Hídricas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.13. Erosión Laminar o Riesgo por Erosión Hídrica en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.14. Erosión Vertical en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.15. Tipos de Erosión en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.16. Trayectorias y Zonas de Depósito de Materiales en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.17. Geoformas Eólicas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.18. Geoformas Marinas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.19. Identificación de Peligros Hidrometeorológicos en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.20. Mapa de Trayectorias de Ciclones Tropicales en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.21. Mapa de Probabilidad de Impacto por Trayectoria de Ciclones Tropicales en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.22. Mapa de Peligro por Viento Debido a una Depresión Tropical en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.23. Mapa de Riesgo por Viento Debido a una Tormenta Tropical en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.24. Mapa de Peligro por Viento Debido a un Huracán Categoría 1 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.25. Mapa de Peligro por Viento Debido a un Huracán Categoría 2 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.26. Mapa de Peligro por Viento Debido a un Huracán Categoría 3 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.



Figura 5.27. Mapa de peligro por Viento Debido a un Huracán Categoría 4 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.28. Mapa de Riesgo por Precipitación Debido a una Depresión Tropical en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.29. Mapa de Riesgo por Precipitación Debido a una Tormenta Tropical en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.30. Mapa de Peligro por Precipitación Debido a un Huracán Categoría 1 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.31. Mapa de Peligro por Precipitación Debido a un Huracán Categoría 2 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.32. Mapa de Riesgo por Precipitación Debido a un Huracán Categoría 3 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.33. Mapa de Peligro por Precipitación Debido a un Huracán Categoría 4 en el Municipio de Agua Dulce Veracruz.

Figura 5.36. Frecuencia de Tormentas Eléctricas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.37. Riesgo por Tormentas Eléctricas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.38. Riesgo por Sequía en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.40. Rangos de Intensidad de Temperatura Máximas Extremas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.41. Riesgo por Temperaturas Máximas Extremas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.42. Rango de Intensidad de Temperaturas Mínimas Extremas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.43. Riesgo por Temperaturas Mínimas Extremas en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.44. Dirección y Velocidad del Viento en la Temporada Primavera para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.45. Dirección y Velocidad del Viento en la Temporada de Verano para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.46. Dirección y Velocidad del Viento en la Temporada de Otoño para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.47. Dirección y Velocidad del Viento en la Temporada de Invierno para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.48. Riesgo por la Velocidad del Viento en la Temporada Primavera para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.49. Riesgo por la Velocidad del Viento en la Temporada Verano para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.50. Riesgo por la Velocidad del Viento en la Temporada de Otoño para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.51. Riesgo por la Velocidad del Viento en la Temporada de Invierno para el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.52. Inundaciones en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.53. Inundaciones en la Zona Urbana del Municipio de Agua Dulce, Veracruz.

Figura 5.53-A. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB004A en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-B. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0020 en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-C. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0035 en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-D. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB036A en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-E. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB043A en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-F. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB050A en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-G. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0054 en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-H. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0162 en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-I. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0177 en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-J. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0209 en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-K. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0213 en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-L. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0228 en la Cabecera Municipal.

Figura 5.53-M. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0232 en la Cabecera Municipal.



- Figura 5.53-N.** Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0270 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-O. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB004 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-P. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0321 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-Q. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0355 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-R. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0374 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-S. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB004 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-T. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0410 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-U. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0425 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-V. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0459 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-W. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0459 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-X. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0463 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-Y. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0482 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-Z. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0497 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-AA. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0514 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-AB. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0529 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-AC. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0533 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.53-AD. Inundaciones en la Zona Inundables AGEB0548 en la Cabecera Municipal.
Figura 5.54. Rango de Frecuencia de Niebla en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.
Figura 5.55. Riesgo por la Presencia de Niebla en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.
Figura 5.56. Frecuencia de Granizo en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.
Figura 5.57. Riesgo por Granizo en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.
Figura 5.58. Mapa de Riesgo por Incendios Forestales en el Municipio de Agua Dulce, Veracruz.
Figura 5.59. Riesgo por UVCE de Unidades Económicas que Utilizan Gas L.P. como Combustible en la Localidad Urbana de Agua Dulce.
Figura 5.60. Mapa de UVCE De Estaciones De Carburación De Gas L.P En La Localidad Urbana Agua Dulce.
Figura 5.61. Mapa de Riesgo por UVCE de Estaciones de Servicio de Gasolina y Diesel en la Localidad Urbana de Agua Dulce.
Figura 5.62. Mapa de la superficie de afectación en caso de fuga Ductos de PEMEX.
Figura 5.63. Mapa de Riesgos Socio Organizativos en el municipio de Agua Dulce, Ver.
Figura 5.64. Mapa de Obras Propuestas en el municipio de Agua Dulce, Ver.



6.4.- FICHAS DE CAMPO

Punto	Latitud	Longitud	Altitud	Localidad	Observación	Fotos
AGDE004	18°3'19.02"	94°9'18.27"	38	Carretera Federal	Tiradero a cielo abierto	
AGDH003	18°3'22.64"	94°13'14.32"	108	Carretera Federal	Pluviómetro perteneciente al grupo MADISA	
AGDQ002	18°4'3.71"	94°13'18.77"	69	Entre Santa Fe Y Alegre Km. 25	Fuga de gasolina. Ducto de Pemex	
AGDQ001	18°4'3.97"	94°13'19.8"	73	Carretera Federal	Ductos de gasolina de Pemex	
DulR002	18°0'17.14"	94°5'4.94"	8	Gustavo Díaz Ordaz	Refugio temporal. Escuela. Capacidad	DSC04571-73
DulR001	18°0'29.1"	94°5'14.54"	11	Ejido Los Soldados	Refugio temporal. Telesecundaria. Capacidad 50 personas	DSC04569
DulR003	18°4'9.7"	94°6'35.8"	6	Los Manantiales	Refugio temporal. Centro familiar cristiano pentecostés Gosen. Capacidad 40 personas	DSC04574-76
DulR010	18°7'25.56"	94°9'21.63"	8	Colonia 18 De Marzo. Agua Dulce	Refugio temporal. Capilla san judas Tadeo. Capacidad 100 personas	DSC04597-98
DulR009	18°7'27.11"	94°9'15.4"	10	Colonia 18 De Marzo. Agua Dulce	Refugio temporal. Helipuerto campo de futbol. Numero de control 69	DSC04594-96
DulR008	18°7'32.37"	94°9'9.52"	9	Colonia Alborada. Agua Dulce	Refugio temporal. Helipuerto escuela general agua dulce no. 2. Numero de control 67	DSC04591-93
DulR007	18°7'36.25"	94°9'8.38"	9	Colonia Alborada. Agua Dulce	Refugio temporal. Escuela general agua dulce no. 2. Capacidad 190 personas.	DSC04585-88
DulR011	18°7'57.26"	94°8'51.53"	7	Colonia Nueva Del Rio. Agua Dulce	Refugio temporal. Escuela primaria Cuauhtémoc. Capacidad 84 personas	DSC04599-4601
DulR013	18°7'58.06"	94°9'58.72"	12	Colonia Km. 2.5. Agua Dulce	Refugio temporal. Iglesia nacional presbiteriana de México, a.r. montes de olivo. Capacidad 60 personas	DSC04605-06
DulG014	18°7'59.45"	94°9'50.67"	4	Colonia Km. 2.5. Agua Dulce	Erosión lineal por el rio agua dulce. 5 metros de terreno perdido durante lluvia atípica del mes de diciembre	DSC04607-15
DulR006	18°8'1"	94°8'30.19"	4	Colonia Factoría Pemex. Agua Dulce	Refugio temporal. Helipuerto cinco presidentes	DSC04582-84
DulR005	18°8'8.74"	94°7'56.65"	23	Colonia Factoría Pemex. Agua Dulce	Refugio temporal. Salón de eventos múltiples María teresa. Capacidad 141 personas	DSC04580-81
DulR012	18°8'13.34"	94°9'39.57"	13	Ejido El Burro	Refugio temporal. Escuela primaria Josefa Ortiz de Domínguez. Capacidad 50 personas	DSC04602-04



DulR004	18°8'14.57"	94°8'11.3"	9	Colonia Factoría Pemex. Agua Dulce	Refugio temporal. Club to-ven-vú. Capacidad 240 personas.	DSC04577-79
DulR015	18°8'26.99"	94°8'59.91"	12	Colonia Emiliano Zapata. Agua Dulce	Refugio temporal. Escuela primaria amado Nervo. Capacidad 200 personas	DSC04616-17
DulR016	18°8'41.42"	94°8'28.4"	6	Colonia Centro. Agua Dulce	Refugio temporal. Resp. Log. Hijos del silencio no. 63. Capacidad 35 personas	DSC04618-20
DulR017	18°8'50.42"	94°8'12.05"	4	Colonia Allende. Agua Dulce	Refugio temporal. Capilla san marcos. Capacidad 55 personas	DSC04621-22
DulE020	18°9'18.48"	94°8'10.04"	2	Agua Dulce	Descarga de residuos biológicos infecciosos a cuerpo de agua. Se perciben olores desagradables. Afecta a la colonia bosque 1era sección y allende	DSC04632-35
DulS019	18°1'132.04"	94°9'21.23"	-3	Tonalá	Zona frecuente de accidentes automovilísticos. Carretera federal. Curva peligrosa. 8 accidentes anuales aproximadamente	DSC04629-31
DulR018	18°1'150.1"	94°8'21.14"	-2	Tonalá	Refugio temporal. Purificadora agua dulce y biblioteca Dr. Jaime Torres Bodet. Capacidad 50 personas	DSC04623-27
001	18°8'5.12"	94°9'11.07"	0	Agua Dulce, Río Agua Dulcita	Escala de nivel (Colonia Cuatro Caminos).	1258-1260,
002	18°8'0.01"	94°8'56.87"	0	Agua Dulce, Colonia Cuatro Caminos	Casa deshabitada debido a deslave (Col. Cuatro Caminos) y mínimo otras dos casas (otro lado del río, col. Nva. Del río) con peligro de deslavarse o derrumbarse.	1261-1267
003	18°3'42.63"	94°6'32.24"	0	Agua Dulce, Colonia Nova. Del Río	Casa cerca del río, ya deshabitada por que se empezaba a deslavar debajo del fundamento	1268-1270
004	18°4'12.27"	94°6'28.28"	0	Entrada Al Ejido Los Soldados	Fuga de gas picaron al tubo construyendo la calle.	7 y 8
005	18°4'12.24"	94°6'28.3"	0	Entrada Ejido Los Soldados	Los Soldados y días Ordaz se quedaron incomunicados (hace ~ 2 años). Construyeron muro de contención. Segunda salida se inunda anualmente.	1272
006	18°4'17.86"	94°6'24.86"	0	Ejido Los Soldados	Río Tonal inunda como 4 casas anualmente, río sube ~2.50m (15 m hacia dentro)	1273
007	18°4'17.46"	94°6'25.08"	0	Ejido Díaz Ordaz (Al Lado De Ejido Los Soldados)	Afluente del río Tonal inunda ~13 casas. Refugio es la escuela. Cerca hay una trampa (ductos de gas) de Pemex.	18-21
008	18°4'9.16"	94°6'35.66"	0	Ejido Encanto Pesquero	Fuga y derrame de crudo de Pemex (año 2005).	1274-1275
009	18°3'28.45"	94°6'31.74"	0	Rancho San Joaquín, Carretera Agua Dulce Al Burro	Reserva habitacional para reubicación de gente de colonias inundables del río Agua Dulcita (inundaciones de ~4.5 m, alto riesgo)	
010	18°3'22.37"	94°6'32.91"	0	Col. E. Zapata, Calle Mariano Escobedo	Ladera se cubría con capa delgada de cemento (ya desgastado). Dos casas en peligro (cerca de la ladera)	1278 y 1279



011	18°3'21.7"	94°6'32.54"	0	Agua Dulce, Col. E. Zapata	Casa sobre lomeríos en peligro de deslavarse. Segunda casa (Foto 1281) tomada con zoom hacia dirección oeste).	1280 y 1281
012	18°3'21.29"	94°6'32.6"	0	Col. Lázaro Cárdenas, Calle Aldama Rodríguez	Casa en construcción en lomerío con peligro de deslave.	1282 y 1283
013	18°3'22.37"	94°6'32.82"	0	Col. Lázaro Cárdenas, Callejón Campeche	Casa afectada por deslaves en pasadas temporadas de lluvias. Parte de la casa deshabitada por peligro de derrumbe (material deslavado presiona muro exterior). Continuos deslaves afectan patio interior y amenazan cocina de la casa.	1284-1287
014	18°1'9.66"	94°7'54.87"	0	Agua Dulce, Col. Km2, Col. Km2 ¢	Asentamiento irregular. Río Agua Dulcita divide a las dos Colonias. Casas se inundaron por encharcamiento (2009).	
015	18°1'9.59"	94°7'55.24"	0	Colonia Nueva Del Río	La inundación del año 2000 casi alcanzó el nivel del albergue.	
016	18°1'18.36"	94°8'8.09"	0	Cuatro Caminos	Factoría de PEMEX inundada en el año 2000.	
017	18°1'16.46"	94°8'5.63"	0	18 De Marzo, Calle Eduardo Soto Inús	Casa a la margen del río El Burro. Las inundaciones afectan los cultivos de traspato y erosionan las bases de la casa.	
018	18°1'134.91"	94°8'58.88"	0	El Burro, Afluente Del Río Agua dulcita.	El arroyo se elevó aproximadamente 10 metros de altura sobre su nivel normal inundando varias casas de la colonia 18 de marzo y kilómetro 2 en el año 2000.	
019	18°1'134.71"	94°8'58.88"	0	Colonia Solidaridad.	Asentamiento irregular	
020	18°1'146.1"	94°8'19.36"	0	La Quinta Ñ El Milagro.	Asentamiento irregular	
021	18°1'146.13"	94°8'19.3"	0	El Palmar	Asentamiento irregular, colonia El Palmar. Ubicado a una margen del río El Burro donde se registraron inundaciones por la crecida de la corriente, inundando un área de 5 a 6 metros fuera del límite del arroyo.	
022	18°1'157.73"	94°7'53.36"	0	Colonia Kilómetro 2	Zona afectada por inundación fluvial en el año 2000. El agua llegó hasta el templo llamado miel agua. En el año 2009 se inundaron por encharcamiento.	
023	18°1'145.89"	94°8'57.28"	0	Ejido Los Manantiales	9 casas se inundan por desborde del río Agua Dulcita (año 2000), 7 casas en 2009.	1288
024	18°1'145.63"	94°9'1.97"	0	Ejido Los Manantiales	3 casas se inundan siempre cuando Agua Dulce se inunda (río Agua Dulcita), por ejemplo en el año 2000 y en el 2009.	
042	18°0'12.59"	94°5'2.36"	0	Gustavo Díaz Ordaz	Zona inundable	
043	17°5'572.48"	94°6'44.8"	0	Ejido el Encanto Pesquero	Derrame de crudo	1274-1275
044	18°4'13.96"	94°8'14.62"	0	El Triangulo	Reserva territorial	1276
045	18°8'31.22"	94°8'55.52"	0	Agua Dulce (col. Bella Vista)	Zona de deslaves	1278 - 1283
046	18°8'39.24"	94°8'40.73"	0	Agua Dulce (calle Campeche)	Zona de deslaves en la calle Campeche. Familia en riesgo por flujos de suelo en temporada de lluvia.	1284 – 1286
047	18°8'39.21"	94°8'40.74"	0	Agua Dulce (calle	Zona de deslaves en la calle Campeche. Familia en riesgo por	1284 – 1286



				Campeche)	flujos de suelo en temporada de lluvia.	
048	18°8'39.19"	94°8'40.75"	0	Agua Dulce (calle Campeche)	Zona de deslaves en la calle Campeche. Familia en riesgo por flujos de suelo en temporada de lluvia.	1284 – 1286
049	18°8'39.19"	94°8'40.75"	0	Agua Dulce (calle Campeche)	Zona de deslaves en la calle Campeche. Familia en riesgo por flujos de suelo en temporada de lluvia.	1284 – 1286
050	18°8'39.16"	94°8'40.94"	0	Agua Dulce (calle Campeche)	Zona de deslaves en la calle Campeche. Familia en riesgo por flujos de suelo en temporada de lluvia.	1284 – 1286
051	18°7'25.51"	94°9'29.16"	0	Agua Dulce (col. 18 de Marzo)	Límite máximo de altura del río El Burro	
052	18°7'26.37"	94°9'29.68"	0	Agua Dulce (col. 18 de Marzo)	Área de influencia del río El Burro	
053	18°7'26.26"	94°9'29.38"	0	Agua Dulce (col. 18 de Marzo)	Área de influencia del río El Burro	
054	18°7'26.28"	94°9'29.43"	0	Agua Dulce (col. 18 de Marzo)	Área de influencia del río El Burro	
055	18°6'51.4"	94°8'30.12"	0	Héctor Ricárdez	Asentamiento irregular	
056	18°6'52.72"	94°8'29.39"	0	Héctor Ricárdez	Asentamiento irregular	
057	18°7'44.76"	94°9'24.77"	0	Agua Dulce (col. Miguel Hidalgo y Costilla)	Asentamiento irregular	
058	18°7'54.22"	94°9'43.98"	0	Agua Dulce (col. Kilometro Dos y Medio)	Zona inundable por encharcamiento	
059	18°8'8.95"	94°8'40.94"	0	Agua Dulce (col. Cuatro Caminos)	Zona de inundación fluvial por el río Agua Dulce. La inundación del año 200 llegó a afectar la Factoría al otro lado del río.	

6.5.- MEMORIA FOTOGRÁFICA (CON DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE CADA IMAGEN)



Figura 1.- Río Agua Dulce.



Figura 2.- Casa deshabitada debido a deslave en la Colonia Cuatro Camino de la Cabecera Municipal.



Figura 3.- Viviendas (otro lado del río, en la colonia Nueva Del Río) con peligro de deslavarse.



Figura 4.- Casa cerca del río deshabitada ya que se empezaba a deslavar en Colonia Nueva del Río.



Figura 5.- Muro de contención, actualmente se inunda en localidad Los Soldados.



Figura 6.- Río Tonalá inunda alrededor de 4 casas anualmente, río sube 2.50 metros (15 m cresta de inundación) en localidad Ejido Los Soldados.



Figura 7.- Fuga y derrame de crudo de PEMEX en Ejido Encanto Pesquero.



Figura 8.- Se identificó ladera con capa delgada de cemento (desgastado), dos casas en riesgo en la Colonia Emiliano Zapata de la Cabecera Municipal.

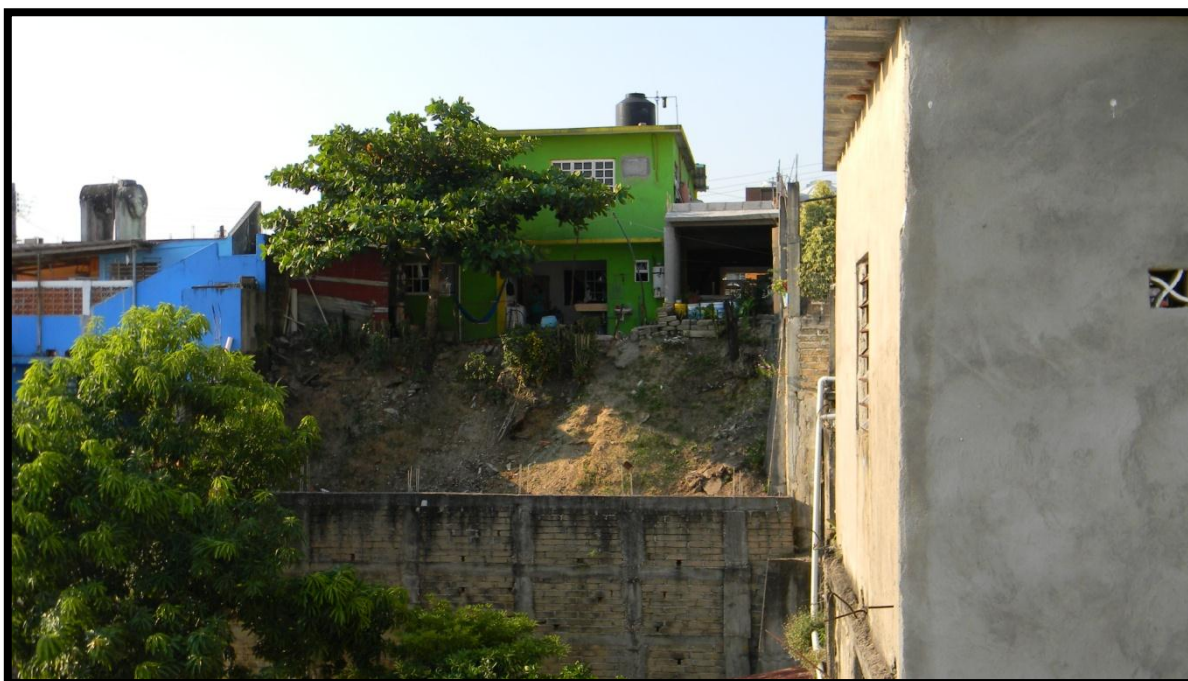


Figura 9.- Casa en riesgo de deslavarse en la Colonia Emiliano Zapata de la Cabecera Municipal.



Figura 10.- Casa en riesgo de deslave Colonia Lázaro Cárdenas de la Cabecera Municipal.

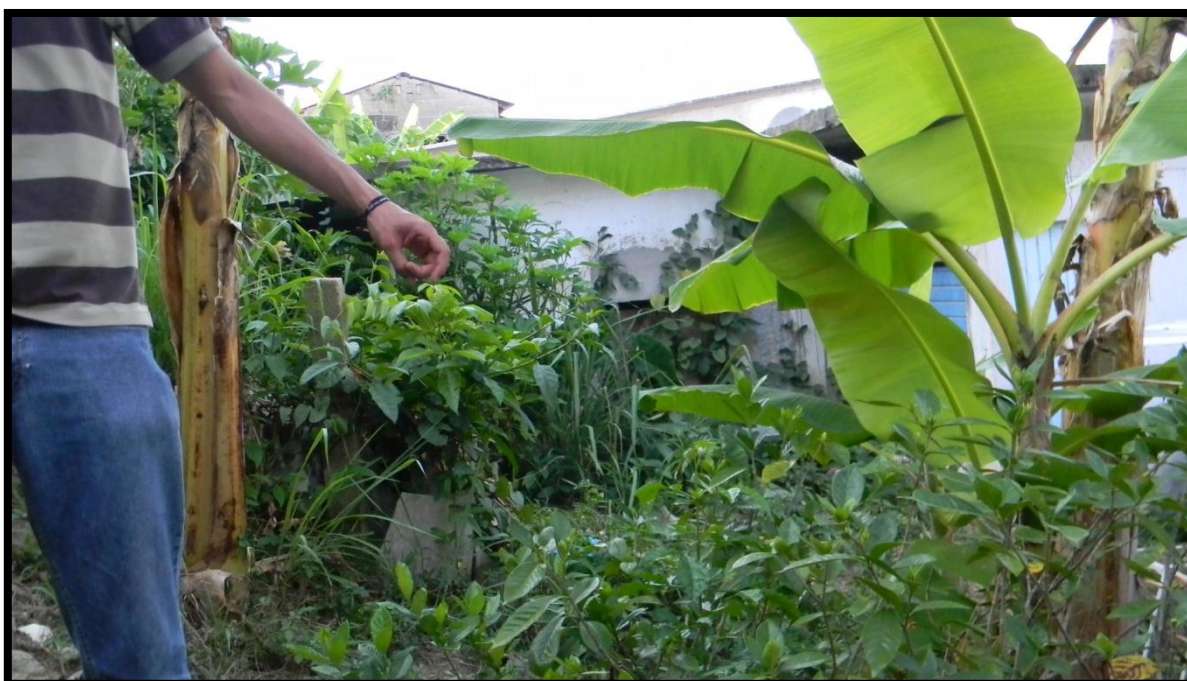


Figura 11.- Casa afectada por deslaves en temporada de lluvia Colonia Lázaro Cárdenas de la Cabecera Municipal.



Figura 12.- Casa en construcción sobre un lomerío, en peligro de deslave Colonia Lázaro Cárdenas de la Cabecera Municipal.



Figura 13.- Nueve casas se inundan debido al desborde del río Agua Dulce en Ejido Los Manantiales.



Figura 14.- Refugio temporal con capacidad de 40 personas en Ejido Los Manantiales.



Figura 15.- En la salida de Los Manantiales, se encuentran ductos de PEMEX.



Figura 16.- Canales artificiales que drenaban laguna, pero algunos se azolvaron por falta mantenimiento.



Figura 16.- El Río Tonalá inunda 92 casas en localidad Tonalá.



Figura 17.- Escuela, refugio temporal en la localidad Gustavo Díaz Ordaz.



Figura 18.- Escuela Telesecundaria, refugio temporal con capacidad de 50 personas, en la localidad de Ejido Los Soldados.



Figura 19.- Capilla San Judas Tadeo, refugio temporal con capacidad para 100 personas se localiza en la colonia 18 de Marzo Agua Dulce.



Figura 20.- Campo de fútbol, Helipuerto número de control de protección civil regional 69, en la colonia 18 de Marzo Agua Dulce.



Figura 22.- Escuela general Agua Dulce Núm. 2, Helipuerto, con número de control 67. En Colonia Alborada Agua Dulce.



Figura 23.- Escuela general Agua Dulce Número 2 refugio temporal con capacidad de 190 personas en Colonia Alborada Agua Dulce.



Figura 24.- Escuela primaria Cuauhtémoc, refugio temporal con capacidad de 84 personas en la colonia Nueva del Río Agua Dulce.



Figura 26.- Iglesia Nacional Presbiteriana de México. A.R, Montes de Olivo, Refugio temporal con capacidad de 60 personas localizado en la colonia Km 2.5 de la Cabecera Municipal.



Figura 27.- Erosión Laminar por el Río Agua Dulce, 5 m perdido por la lluvia atípica del mes de Diciembre, en la colonia Km 2.5 Agua Dulce.



Figura 28.- Helipuerto Cinco Presidentes localizado en la colonia Factoría PEMEX de la Cabecera Municipal.



Figura 29.- Salón de eventos múltiples María Teresa, refugio temporal con capacidad de 141 personas localizado en la colonia Factoría PEMEX de la Cabecera Municipal.



Figura 30.- Escuela Primaria Josefa Ortiz de Domínguez, refugio temporal con capacidad de 50 personas localizada en la colonia Ejido el Burro Agua Dulce.



Figura 31.- Escuela primaria Amado Nervo, refugio temporal con capacidad para 200 personas localizado en la colonia Emiliano Zapata de la cabecera municipal.



Figura 32.- Club TO-VEN-VU, refugio temporal con capacidad para 240 personas, localizado en la colonia Factoría PEMEX de la cabecera municipal.



Figura 33.- Refugio temporal “Respetuosa logia Hijos del silencio número 63”, con capacidad de 35 personas, localizado en la colonia Centro de la cabecera municipal.



Figura 34.- Capilla San Marcos, refugio temporal con capacidad de 55 personas, localizado en la colonia Allende de la cabecera municipal.



Figura 35.- Descarga de residuos biológicos infecciosos del rastro municipal, afecta a la Colonia Bosque y Allende de la Cabecera Municipal.



Figura 36.- Carretera Federal, curva peligrosa, 8 accidentes anuales aproximadamente en la Localidad de Tonalá.



Figura 37.- Purificadora Agua Dulce, refugio temporal con capacidad de 50 personas, se encuentra en la Localidad de Tonalá.

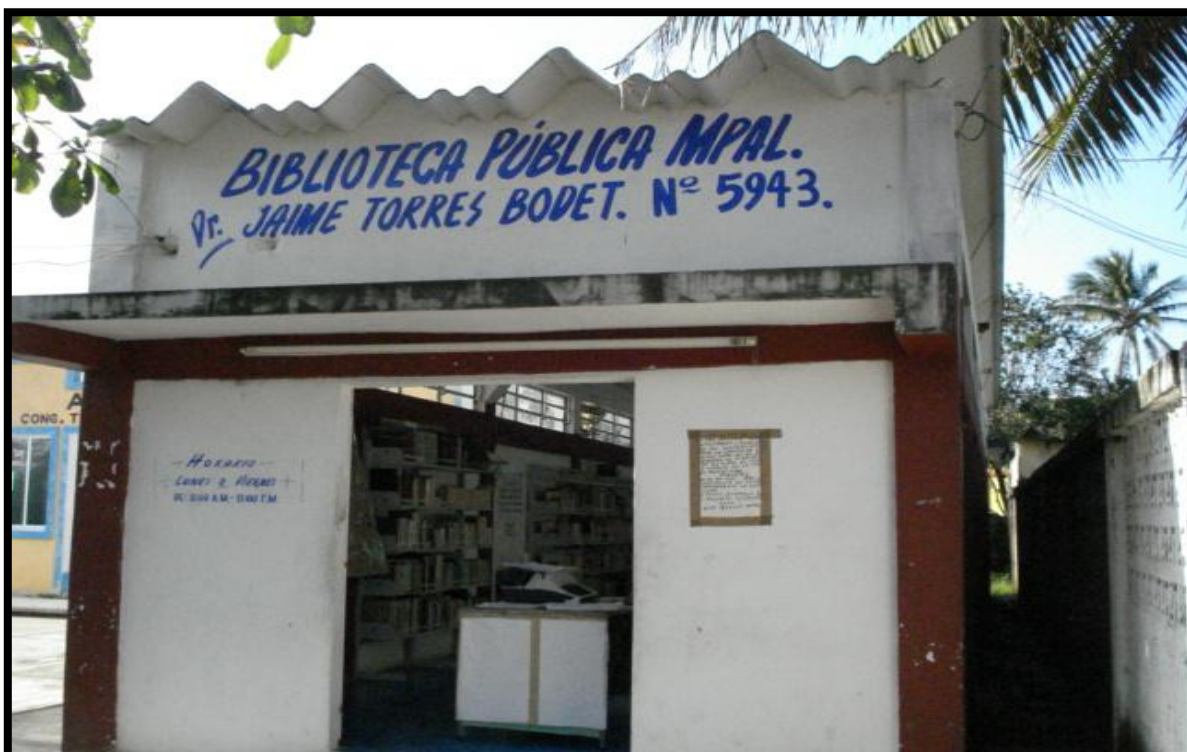


Figura 38.- Biblioteca Pública Municipal. Dr. Jaime Torres Bodet, Refugio temporal con capacidad para 50 personas, localizada en la Localidad de Tonalá.



Figura 39. Vivienda afectada por erosión hídrica en la colonia Kilómetro 2.5
Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 40. Muros de contención improvisados por habitantes debido a erosión hídrica en la colonia Kilómetro 2.5.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 41. Vivienda afectada por erosión hídrica en la colonia Kilómetro 2.5.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 42. Vivienda en riesgo de deslave, provocado por erosión hídrica.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 43. Siete viviendas en riesgo de deslave, provocado por erosión hídrica.
Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 44. Erosión laminar del río Agua Dulce.
Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 45. Vivienda en riesgo por deslave en la Colonia Cuatro Caminos.
Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 46. Muros de contención en vivienda en la Colonia Cuatro Caminos.
Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 47. Vivienda en riesgo por desbordamiento de río Agua Dulce.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 48. Muros de contención para evitar inundación en vivienda en la Cabecera Municipal.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 49. Vivienda en riesgo por deslave en Colonia Nueva del Río.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 50. Zona de encharcamiento en vialidad de la Cabecera Municipal.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 51. Agrietamiento de concreto del patio de una vivienda provocado por erosión hídrica.
Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 52. Vivienda en riesgo por deslave.
Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 53. Muros de contención sobre río Agua Dulce.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 54. Vivienda en riesgo por erosión laminar del río Agua Dulce en la colonia Nueva del Río.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 53. Vivienda en riesgo por deslave en la Cabecera Municipal.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 53. Muros de contención sobre río Agua Dulce.

Fuente: Protección Civil Municipal.



Figura 54. Concreto agrietado debido a erosión hídrica en la Cabecera Municipal.
Fuente: Protección Civil Municipal.

6.6.- NOMBRE DE LA CONSULTORÍA Y PERSONAS QUE ELABORAN EL ATLAS

**ORSUS ASESORÍA ESPECIALIZADA GEOMÁTICA/PROTECCIÓN
CIVIL/GESTIÓN AMBIENTAL**