



Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca 2011



Fecha: 31 de enero de 2012
Número de avance: Entrega final
Número de obra: 120043PP035430
Número de expediente: PP11/20043/AE/1/0021
Municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca

BC Consultores Ambientales y de Riesgos S.C.
Dirección: Olmos # 1 Fraccionamiento Fuentes de Las Ánimas
Teléfono: (01 228) 2 00 15 85 / (01 800) 001 58 52
C.P. 91090
Xalapa, Veracruz.

Índice

1. Antecedentes e introducción	4
1.1. Introducción.....	4
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo general.....	7
1.3.2. Objetivos específicos	7
1.4. Alcances.....	7
1.5. Metodología general.....	8
1.6. Contenido del Atlas de Riesgos	8
2. Determinación de la zona de estudio.....	10
3. Caracterización de los elementos del medio natural	11
2.1. Fisiografía – Morfología	11
2.2. Geología	13
3.3. Geomorfología	14
3.4. Edafología	16
3.5. Hidrología.....	17
3.6. Climas.....	20
3.7. Uso de suelo y vegetación.....	21
3.8. Áreas naturales protegidas.....	22
4. Características demográficas	22
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.....	22
Población total	22
Dinámica demográfica	23
Mortalidad	23
Localidades y densidad de población	23
Población indígena	24
4.2. Características sociales	24
Escolaridad.....	24
Nivel de marginación	24
Pobreza y rezago social.....	25
4.3. Características de la población económicamente activa	25
4.4. Estructura urbana.....	26
5. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural	28
5.1. Peligros geológicos	28

5.1.1 Fallas y fracturas	28
5.1.2 Sismos y tsunamis	29
5.1.3 Peligros y riesgo volcánico (no aplica)	31
5.1.4 Deslizamientos (no aplica)	32
5.1.5 Derrumbes (no aplica)	32
5.1.6 Flujos	32
5.1.7 Hundimientos (no aplica)	33
5.1.8 Erosión	33
5.2. Peligros hidrometeorológicos	34
5.2.1 Ciclones tropicales	34
5.2.2 Tormentas eléctricas (no aplica)	35
5.2.3 Sequías	35
5.2.4 Temperaturas máximas	36
5.2.5 Vientos fuertes	36
5.2.6 Inundación	37
5.2.6.1 Inundación de la cabecera municipal (norte)	38
5.2.6.2 Inundación de la cabecera municipal (sur)	38
5.2.6.3 Inundación localidad Chicapa de Castro	38
5.2.6.4 Inundación localidad La Venta	39
5.2.6.5 Inundación localidad La Ventosa	39
5.2.6.6 Inundación localidad Álvaro Obregón	39
5.3 Vulnerabilidad social	39
5.3.1 Indicadores socioeconómicos	40
5.3.2 Capacidad de respuesta	40
5.3.3 Percepción local	41
5.3.4 Grado de vulnerabilidad social	41
6. Medidas estructurales de mitigación para riesgos geológicos e hidrometeorológicos	42
7. Anexos	45
7.1 Tablas de información sociodemográfica	45
7.2. Anexo fotográfico	47
8. Glosario de términos	62
9. Bibliografía de consulta y fuentes de información	67

1. Antecedentes e introducción

1.1. Introducción

El honorable Ayuntamiento de la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, sus funcionarios públicos y sus habitantes, tienen la gran necesidad de contar con un documento que constituya una herramienta para diagnosticar, ponderar y detectar con precisión los riesgos, peligros y vulnerabilidad a que están expuestos por la incidencia de fenómenos perturbadores de origen natural.

Por lo anterior, la autoridad encabezada por el ciudadano Presidente Municipal Constitucional, Doctor Daniel Gurrion Matías, ha determinado aprovechar la iniciativa de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para apoyar a los municipios en la elaboración del Atlas de Riesgos municipal. Mismo que proporciona el conocimiento necesario para aminorar sensiblemente los efectos de aquellos fenómenos que por su naturaleza y frecuencia de ocurrencia, han ocasionado daños irreversibles y de gran magnitud en su territorio.

El Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza contiene un estudio detallado de los fenómenos perturbadores de origen natural, clasificados de acuerdo a su origen en hidrometeorológicos y geológicos, abordados desde una escala regional, municipal y local. Presentando un alto nivel de detalle en el estudio de cada uno de los fenómenos que recurrentemente aquejan al municipio.

A lo largo del documento se puede encontrar la descripción de los elementos del medio natural que se encuentran presentes en el territorio municipal, la identificación de peligros, un estudio de vulnerabilidad de la población y finalmente los niveles de riesgo que se encuentran en todas las localidades del municipio.

El anexo cartográfico contiene mapas que detallan los resultados del estudio, derivados de un exhaustivo trabajo de campo, análisis fotointerpretativo y metodologías especializadas, empleadas por el equipo consultor.

Finalmente se puede encontrar las propuestas de obras de mitigación del riesgo derivadas de los estudios mencionados anteriormente, y que habrán de servir para disminuir los efectos de los peligros naturales y permitirán mejorar las condiciones de vida de los habitantes de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza.

1.2. Antecedentes

Ubicado en la parte más estrecha del territorio nacional (191 km), entre el Océano Atlántico y el Océano Pacífico, en el Istmo de Tehuantepec, el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza presenta una muy alta incidencia de fenómenos hidrometeorológicos y geológicos.

El riesgo de inundaciones en la zona urbana de la cabecera municipal y terrenos circundantes a la misma, y en otras localidades de su territorio, es latente y recurrente en época de lluvias, misma que acontece entre los meses de junio a octubre.

Durante los últimos seis años, la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza ha sufrido inundaciones con tirantes que van desde los 0.20 hasta los 2.66 metros.

El río Los Perros, que atraviesa la mancha urbana de la ciudad con dirección norte – sur, es el origen de este peligro por inundaciones.

Testimonios de habitantes de la cabecera municipal dan referencia histórica de que en el mes de septiembre de 1969, la cabecera y gran parte de su zona de cultivo sufrió una de las inundaciones más graves que se haya tenido memoria, ya que el agua cubrió el 90% del centro de población con una altura de 1.35 metros, ocasionando la pérdida de un importante número de vidas de los habitantes de este municipio.

Por otro lado, la destrucción total de sus sembradíos provocó una histórica escasez de alimentos que se prolongó durante los siguientes tres años. Ante esto, el gobierno federal implementó un

programa de auxilio alimentario, consistente en la dotación de un kilogramo de maíz diariamente a todas las familias afectadas.

Entre los eventos hidrometeorológicos registrados más recientemente, se encuentra el huracán Gilberto acontecido entre el 14 y 17 de septiembre de 1988, con las consecuencias funestas de muerte y destrucción que dejó a su paso.

El huracán Gilberto devastó al municipio de Juchitán de Zaragoza con grandes inundaciones generadas por el desbordamiento del río Los Perros y de otros cauces fluviales cercanos, además de las torrenciales precipitaciones que durante tres días consecutivos le mantuvieron incomunicado y en situación de emergencia. Entre las consecuencias provocadas por el río Los Perros en su paso por la cabecera municipal destacan la evacuación de más de 150 familias, la destrucción total de 20 viviendas y daños en más de 1,500 casas, además de devastar los cultivos en toda la zona.

El 29 de septiembre de 1997, el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza resintió los efectos de otro poderoso huracán, cuyo nombre fue Olaf, que embistió las aguas del pacífico con categoría cuatro en su paso por Guatemala y que causo severos daños en la cabecera de Juchitán y las localidades asentadas cerca del litoral.

Nueve días más tarde, el huracán Paulina, catalogado como el más destructivo de los últimos años, azotó las costas de Santa María Huatulco y las lluvias provocaron el desbordamiento del río Los Perros con las consecuentes inundaciones en gran parte del territorio municipal, causando daños de mayor consideración en la cabecera municipal donde el 60% de la zona urbana quedó inundado y provocando daños en la infraestructura carretera.

Las zonas más dañadas de la cabecera municipal fueron las secciones 1^a, 2^a, 5^a, 7^a, 8^a y 9^a, así como el fraccionamiento La Riviera.

En el mismo año, tras 30 días de lo acontecido con el huracán Paulina, se dio la embestida del huracán Rick, el 7 de noviembre de 1997 con una fuerza de categoría 2. Entre los daños causados por este meteoro se encuentran una grave inundación de que en algunas zonas alcanzó una altura de más de 2 metros en las zonas bajas, cubriendo una extensión de más de 100 hectáreas de la zona urbana del centro de población.

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la temporada de 1997 ha sido la más activa en México. Cuatro ciclones impactaron en forma consecutiva sobre las costas nacionales, todos provenientes del Océano Pacífico: Nora en Baja California, Olaf, Paulina y Rick sobre Oaxaca y Guerrero.

En 2005, otros dos poderosos huracanes de categoría 4 azotaron las costas del litoral sur del Atlántico y Caribe mexicano: Stan y Wilma. El primero se registró del 3 al 5 de octubre y el segundo el día 21 del mismo mes.

Aunque los dos meteoros arribaron por el sur del litoral atlántico mexicano, su influencia destructiva alcanzó al municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, donde generaron precipitaciones intensas y continuas, provocando serias inundaciones por el desbordamiento del río Los Perros y algunos afluentes del mismo.

En 2010, el afluente del río Los Perros superó su nivel crítico por las incesantes lluvias que se agudizaron con la entrada de la tormenta tropical Frank, en agosto de 2010, por las costas de Puerto Escondido, Oaxaca; ocasionando 600 personas damnificadas y 2,500 viviendas afectadas.

En septiembre de ese mismo año, la tormenta tropical 11-E arribó por las costas del Golfo de Tehuantepec, inundando desde las primeras horas de la madrugada las partes bajas de las nueve secciones en que se divide la cabecera municipal, así como la mayoría de las colonias populares en las afueras de la ciudad. Es importante señalar que dicho fenómeno tocó tierra a las 5 horas en el municipio de Salina Cruz y que se desplazó hacia Juchitán, con rachas de vientos de 75 kilómetros por hora, lo que provocó la inundación de cientos de viviendas por las lluvias.

Se han registrado otros eventos de menor magnitud que, si bien no llegan a causar inundaciones, sí generan inquietud y zozobra entre los habitantes de zonas que generalmente se ven afectadas por estos fenómenos hidrometeorológicos.

Se sabe que las características del territorio municipal, ubicado tanto al sur del Atlántico como al sur del Pacífico, lo exponen a fenómenos hidrometeorológicos con una frecuencia prácticamente anual.

De acuerdo con información brindada por las autoridades de protección civil municipal, la mayoría de las inundaciones que se registran en la cabecera municipal se derivan del desbordamiento del río Los Perros a la altura del puente “Rubén Jaramillo”, ubicado entre las calles F. Gómez y Rubén Jaramillo, comunicando las secciones 5ª y 9ª, que son las primeras zonas en inundarse. Este puente fue construido en 1989 sin un estudio hidrológico adecuado, toda vez que el rodamiento vehicular está por debajo del nivel máximo del río, originando que en las crecientes, este puente funcione como gran obstáculo en el cauce natural del río y ocasione el desbordamiento del mismo en esa zona y en aguas arriba.

Otro fenómeno perturbador de ocurrencia frecuente es el de los vientos fuertes. En la localidad denominada La Ventosa se registran, casi de manera permanente, vientos que pueden alcanzar velocidades superiores a los 100 kilómetros por hora, generando un peligro latente para los vehículos que circulan sobre el tramo 185 – 190 de la carretera federal número 200. En esta localidad se encuentra un complejo de generadores eólicos de energía eléctrica.

Dentro de los peligros de origen geológico a los que se encuentra expuesto el territorio municipal de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, sobresalen los sismos de magnitudes importantes en la escala Richter, ya que la región se encuentra emplazada inmediata a la zona de subducción y convergencia de las placas tectónicas de Cocos y Norteamérica, a 80 kilómetros del municipio sobre el litoral; y está clasificada dentro de la zona sísmica tipo D, de acuerdo con la clasificación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Esta zona tiene la característica de presentar enjambres de epicentros sísmicos y por tanto, la ocurrencia de sismos frecuentes, de los cuales, varios son de gran magnitud, con aceleraciones de terreno superiores al 70%.

En los estados de Oaxaca y Chiapas se concentran los epicentros de la mayor parte de los terremotos de gran magnitud en México, los cuales han llegado a superar los 7 grados en la escala de Richter, ocasionando daños materiales de consideración, e incluso pérdida de vidas humanas.

De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional, en el Golfo de Tehuantepec se han registrado los epicentros de 477 sismos mayores a 3.5° Richter, entre 1998 y 2011. De este universo, 403 han sido mayores de 4°, llegando 110 de ellos a alcanzar más de 4.5° y otros 7 han sido mayores de 5°, todos en la escala de Richter.

Según el testimonio de la población, algunos de los sismos mencionados se han dejado sentir con gran fuerza, pero no han causado daños notables o de consideración; mientras que otros solamente han provocado temor y hasta pánico entre la población, como el que ocurrió en septiembre 1999, cuyo epicentro se registró en la región costera del estado de Oaxaca, colindante con el Golfo de Tehuantepec y que llegó a alcanzar los 7.4° en la escala de Richter.

El 12 de febrero de 2008 se registró el epicentro de un sismo de 6.6° de magnitud en la escala de Richter en el municipio de Unión Hidalgo, que colinda con Juchitán de Zaragoza por su flanco este.

Fundamentos jurídicos del Atlas de Riesgos

Tener conocimiento del marco jurídico que respalda la formulación del Atlas de Riesgos Municipal constituye el mejor instrumento con el que la administración pública municipal cuenta para promover un esquema de trabajo apegado al derecho, razón por lo cual se hará referencia a los preceptos más importantes.

El Atlas de Riesgos Municipal tiene como referentes las siguientes bases legales:

- Ley General de Protección Civil
- Ley General de Asentamientos Humanos
- Ley de Aguas Nacionales

- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Ley de Protección Civil del Estado de Oaxaca.
- Ley Orgánica Municipal del Estado de Oaxaca.
- Reglamento de Desarrollo urbano y obras públicas municipales.
- Reglamento de Protección Civil Municipal

1.3. Objetivos

A continuación se presentan los objetivos planteados en la elaboración de este Atlas Municipal de Riesgos.

1.3.1. Objetivo general

Elaborar un documento que permita identificar de manera clara y precisa los diferentes peligros y riesgos, que por acciones del medio ambiente, puedan afectar el territorio del Municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, a sus habitantes, sus recursos naturales y su infraestructura, con la intención de implementar estrategias de prevención y mitigación de los mismos a nivel integral.

1.3.2. Objetivos específicos

- Compilar la documentación técnica aplicable en la prevención de desastres a nivel municipal.
- Realizar detalladamente un análisis histórico, bibliográfico y fotointerpretativo de los elementos que conforman el medio natural del Municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.
- Describir las características sociodemográficas del Municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.
- Ubicar el origen y componentes de los peligros naturales a los que se encuentra expuesta la población del Municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza.
- Identificar las Zonas de Riesgo (ZR) existentes.
- Ubicar las zonas de conflicto en las que la ocupación y el aprovechamiento del suelo resulten incompatibles con los peligros detectados.
- Generar las recomendaciones y propuestas de obras y acciones de mitigación y gestión del riesgo en el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza.

1.4. Alcances

Con el Atlas de Riesgos del Municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, las autoridades tendrán a su disposición un instrumento con el cual podrán tomar las decisiones más acertadas en materia de prevención y mitigación de los riesgos provocados por los fenómenos perturbadores de origen natural.

Asimismo contarán con los mecanismos que les permitan normar los distintos usos actuales y futuros del suelo, señalando los límites de crecimiento, estipulando los programas prioritarios para que el centro de población tenga un proceso de crecimiento ordenado, seguro y estable, con la finalidad de alcanzar las mejores condiciones de vida para los habitantes de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza.

1.5. Metodología general

La base fundamental para poder realizar un diagnóstico conveniente de los riesgos presentes en los asentamientos humanos y su entorno, es el conocimiento científico de los fenómenos que afectan una región, además de poder realizar una estimación del impacto y consecuencias que éstos pueden ocasionar. Dichas consecuencias dependen de la infraestructura existente en la zona, así como las características sociodemográficas de los asentamientos en el área de análisis.

Debido a la importancia que conlleva ejecutar acciones que coadyuven a preservar el bienestar de los habitantes de una región, se menciona a continuación de manera general el proceso metodológico utilizado en la elaboración de este Atlas Municipal de Riesgos:

1. Recopilación de información bibliográfica e histórica del municipio en estudio.
2. Análisis detallado de las características del medio natural que conforman el territorio municipal y su entorno.
3. Estudio minucioso de las condiciones sociodemográficas de los habitantes del municipio en estudio, destacando los procesos de expansión de las áreas urbanas y de ocupación de las zonas de riesgo.
4. Identificación del origen de los peligros del medio natural que afectan al municipio en estudio.
5. Análisis detallado de las zonas afectadas por los diferentes peligros identificados en el punto anterior. Dicho análisis se hará realizando mediciones de campo utilizando dispositivos de posicionamiento global, análisis de imágenes de satélite, fotografías aéreas y con evidencia cuya fuente sean los habitantes de las zonas en estudio.
6. Elaboración de cartografía digital con las diferentes Zonas de Riesgo (ZR) identificadas ante los diversos peligros o fenómenos perturbadores que afecten el territorio municipal.
7. Estudio de vulnerabilidad hacia los diferentes fenómenos identificados.
8. Determinación de los niveles de riesgo y grado de exposición de la población hacia los diferentes riesgos identificados.
9. Cálculo de los niveles de riesgo ante los diferentes peligros encontrados, tomando como base los niveles de exposición, peligro y vulnerabilidad social identificados en los pasos anteriores.
10. Elaboración de cartografía digital con los niveles de riesgo ubicados en el territorio municipal.
11. Diseño de propuestas de obras y acciones de mitigación para los riesgos identificados en pasos anteriores.
12. Elaboración de cartografía digital con la ubicación de las obras y acciones que mitiguen los riesgos estudiados en pasos anteriores.

1.6. Contenido del Atlas de Riesgos

El Atlas Municipal de Riesgos de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, se conforma de la siguiente manera:

- **Introducción y antecedentes**

Contiene una breve explicación de las problemáticas relacionadas con los peligros de origen natural que a nivel histórico y a la fecha se presentan en el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.

- **Determinación de la zona de estudio**

Delimitación de la zona en estudio a través de la descripción de la región a la que pertenece el municipio a nivel de cuencas hidrológicas, a nivel de definición poligonal de

los límites y ubicación dentro del estado, y finalmente a través de la descripción de las localidades por medio de la traza urbana. Para cada uno de los niveles mencionados anteriormente se presentan mapas que permiten identificar cada uno de los elementos explicados.

- **Caracterización de los elementos del medio natural**

En este apartado se analizan los elementos que conforman el medio físico de la zona de estudio, a partir de las características naturales de la zona. Los temas descritos son: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas y problemática ambiental. Para cada uno de los temas citados anteriormente se presenta un mapa con su descripción detallada.

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

Esta sección del documento integra una breve caracterización general de la situación demográfica, social y económica de la zona de estudio con indicadores básicos que revelan las condiciones generales del estado que guarda el municipio. Para los diversos factores de la dinámica social descritos en este apartado se incluye un mapa que los describe.

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

Contiene la información sobre el análisis de cada uno de los fenómenos perturbadores de origen natural, área de ocurrencia y grado o nivel de impacto, determinando la vulnerabilidad social de las poblaciones expuestas a esas amenazas; una vez ubicadas las zonas de riesgo se presentan las propuestas de obras y acciones que coadyuvarán a disminuir el riesgo, así como los estudios que detallen los niveles de riesgo o peligro.

2. Determinación de la zona de estudio

En este apartado se describe la escala de análisis y el nivel de profundidad metodológica utilizado en este Atlas de Riesgos. Se describen brevemente la localización del área de estudio y posteriormente se mencionan los riesgos identificados y el nivel de estudio que se utilizó para abordarlos.

El territorio del municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza se encuentra en la región del Istmo de Tehuantepec, al suroeste del estado de Oaxaca, en las coordenadas 16° 26' latitud norte y 95° 01' longitud oeste, con una altitud promedio de 30 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Asunción Ixtaltepec, El Espinal y San Miguel Chimalapa, al sur con San Mateo del Mar, Santa María Xadani y La Laguna Superior, al oeste con Asunción Ixtaltepec, El Espinal, San Pedro Comitancillo, San Blas Atempa y San Pedro Huilotepec, y al este con Santo Domingo Ingenio, Unión Hidalgo y San Dionisio del Mar. En el siguiente apartado se describen con detalle los elementos del medio natural.

A continuación se describe la escala de análisis y se mencionan los niveles metodológicos utilizados para cada fenómeno perturbador:

Peligros geológicos

Para los fenómenos perturbadores de origen geológico se abordaron dos escalas de aproximación: el nivel regional y el nivel municipal. El tema de fallas y fracturas fue abordado a escala regional, ya que las principales evidencias de dicho fenómeno se encuentran fuera del área municipal; mientras que los temas de sismos y tsunamis, flujos y erosión, se estudiaron a escala municipal.

El nivel de análisis metodológico, de acuerdo con las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo (BEEARCDGRR) de SEDESOL (2011), fue de cuarto grado para el tema de sismos, de segundo nivel para tsunamis y también para el tema de flujos, y de primer nivel para los temas de fallas y fracturas y erosión.

Peligros hidrometeorológicos

En el caso de los fenómenos perturbadores de origen hidrometeorológico, se estudiaron a nivel municipal los huracanes, la temperatura máxima extrema y los vientos. Para las inundaciones, el estudio alcanzó un nivel de detalle más amplio, al describir los diferentes escenarios de inundación a nivel localidad.

De los peligros mencionados anteriormente, los huracanes y las inundaciones se estudiaron con un nivel 2 de profundidad metodológica, de acuerdo con las BEEARCDGRR. En el resto de los fenómenos se alcanzó un nivel 1 de profundidad en el análisis.

3. Caracterización de los elementos del medio natural

En este apartado se analizarán los elementos que conforman el medio físico del municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza. Para cada uno de los elementos descritos se puede encontrar en el apartado 6.3 del capítulo de Anexos, un mapa que muestra la distribución de los componentes mencionados.

2.1. Fisiografía – Morfología

El análisis fisiográfico en el municipio Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, ha sido realizado mediante un método de clasificación sistemático, que se caracteriza por establecer una jerarquización integrada de los aspectos de relieve, formaciones geológicas, características geomorfológicas, clima y altimetría.

El municipio Juchitán de Zaragoza se encuentra clasificado por cinco unidades fisiográficas; éstas se encuentran determinadas por la presencia de la Sierra de Oaxaca, que se eleva desde la planicie costera, creando una morfología relativamente heterogénea.

Pre-montaña

Esta región se caracteriza por localizarse fisiográficamente debajo de la región montañosa de la sierra de Oaxaca; la zona de pre-montaña para el municipio se encuentra ubicada al norte, y está constituida por formas del relieve como: lomeríos, valles aluviales y terrazas aluviales. Abarca un área de 10 km² al norte del municipio, aproximadamente 1.1% del total del territorio, y sus límites se encuentran definidos entre las curvas de nivel de 340 y 380 msnm, lo que hace a esta zona la más alta (Mapa 2.2). El drenaje de esta unidad es desarrollado, por ser un relieve sinuoso y que además, funge como zona de transición y de recarga secundaria en el ciclo hidrológico.

Piedemonte erosivo acumulativo sedimentario

El piedemonte del municipio se despliega desde el norte de la ciudad de Juchitán hasta la población de La Venta. Esta unidad fisiográfica está conformada por un relieve ligeramente escarpado y está formada por una acumulación de materiales sedimentarios, que se han ido depositando desde alturas que varían de 20 a 120 msnm. Abarca un área de 119 km², aproximadamente 13% del territorio del municipio de Juchitán (Mapa 2.2). En esta unidad fisiográfica el drenaje es más desarrollado, constituyendo una zona de abastecimiento hídrico para la Laguna Superior.

Piedemonte erosivo acumulativo volcánico

Esta región se encuentra al este del municipio, físicamente fuera del límite municipal, pero influye directamente en el transporte de materiales sedimentarios, así como procesos hídricos en la localidad de Chicapa de Castro. Esta unidad fisiográfica presenta diferente génesis con respecto al piedemonte anterior, ya que compete a un origen volcánico.

Planicie fluvio-lacustre

Región de menor altitud en el municipio, ya que varía de 0 a 20 msnm. Se encuentra desplegada por toda la línea de la Laguna Superior, presenta una pendiente máxima 6° y dentro de ella, se depositan todos los materiales fluviales provenientes del piedemonte y de la pre-montaña, formando depósitos sedimentarios que a la postre, adquieren características lacustres. Abarca 295 km², lo que equivale el 32% del territorio del municipio, y sobre el área de esta unidad se encuentran asentadas las localidades de Juchitán de Zaragoza, Chicapa de Castro y Álvaro Obregón (Mapa 2.2).

Barra de conexión

Esta unidad o región fisiográfica se encuentra ubicada al sur del municipio. Ocupa un área de 8.5 km², aproximadamente el 1% del territorio de Juchitán, y está formada por una barra costera que va de este a oeste, uniendo tierra firme con la isla Punta Sangre, al otro extremo del municipio. Está conformada por materiales sedimentarios lacustres y depósitos marinos provenientes de la erosión y la acumulación eólica y marítima a lo largo del litoral (Mapa 2.2), de tal manera que cuenta con bancos de arena producidos por tal proceso.

2.2. Geología

En términos geológicos, Juchitán se encuentra mayormente cubierto por depósitos aluviales (arenas y arcillas) pertenecientes al periodo Cuaternario, producto de la erosión de las rocas preexistentes en la región y de la denudación de la Sierra de Chimalapa, que cubren a depósitos más antiguos, del Cretácico al Mioceno. Asimismo, todas estas rocas yacen sobre un basamento cristalino, de origen ígneo y que aflora en los alrededores del municipio, intrusionando a rocas más recientes.

De acuerdo con sus características litológicas, el territorio municipal de Juchitán puede ser dividido en tres zonas: una zona calcárea de plegamientos y cabalgaduras al norte, una región sedimentaria al suroeste, y una región ígnea oriental.

La primera de estas regiones aflora al norte, muy cerca de La Ventosa, a lo largo de la carretera que va de La Ventosa a La Venta; y está constituida por calizas y metacalizas de plataforma, del Cretácico inferior, afectadas por sistemas de fallas compresionales con estrés orientado norte-sur, ligados a procesos de colisión y subducción, que originaron plegamientos en dirección este-oeste, cabalgaduras y el subsecuente metamorfismo en facies esquistosa, evidente en algunos cerros utilizados para la extracción de material en el territorio de Juchitán y en escarpes de falla localizados al norte, en el municipio de Asunción Ixtaltepec. En la parte oeste de La Ventosa afloran calizas dolomíticas pertenecientes a la Formación Teposcolula del Cretácico inferior-superior, que dan mayor idea sobre el origen de las metacalizas; dichas rocas están intrusionadas por granitos y granodioritas que también afloran en esta zona y al noroeste de Asunción Ixtaltepec.

La región sedimentaria del suroeste se extiende entre el municipio de Santa María Xadani, la localidad de Álvaro Obregón y el municipio de San Mateo del Mar. Se encuentra constituida principalmente por depósitos aluviales y palustres del Cuaternario, que cubren a depósitos antiguos de conglomerados polimícticos del Cretácico inferior, los cuales afloran al suroeste de Álvaro Obregón y están integrados por clastos de rocas metamórficas, calizas, fragmentos de cuarzo y areniscas; y muchos son intrusionados por cuerpos graníticos y granodioríticos probablemente del basamento. Además, fueron observados algunos depósitos de cenizas riolíticas pertenecientes al Cretácico superior de la Formación Laollaga.

Finalmente, la región ígnea oriental se localiza al este de Juchitán, en torno a la localidad de Chicapa de Castro, en las islas Cerro Venado, Cerro Prieto y Cerro Cristo, y colindando con los municipios de Santiago Niltepec y San Dionisio del Mar. Se caracteriza debido a que en ella afloran depósitos volcánicos antiguos, con edades del Eoceno al Mioceno, constituidos por al menos dos unidades pertenecientes a la Formación Laollaga. Estas unidades consisten en ignimbritas dacíticas, altamente soldadas y ricas en pómez y líticos, interestratificadas con cenizas o tobas riolíticas, pseudoestratificadas y consolidadas; que posiblemente fueron originadas por erupciones de calderas y fisuras, que cubren a su vez a calizas, metacalizas y conglomerados de las dos regiones anteriores.

3.3. Geomorfología

El territorio que pertenece al municipio de la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza se encuentra dividido en una zona de características morfológicas propias de ambientes costeros y una región montañosa, relacionada a la Sierra Madre del Sur. Cada una de estas unidades es originada, y a la vez afectada, por procesos endógenos y exógenos que modelan el relieve y que, en el municipio de Juchitán, pueden ser clasificados de acuerdo al régimen orogénico, erosivo y acumulativo dominante de la siguiente manera: relieve endógeno, de carácter volcánico acumulativo y relieve exógeno, de índole erosivo fluvial o acumulativo fluvial, marino y fluvial-marino; creando, cada uno, geofomas distintivas.

Relieve endógeno

Al noroeste del territorio municipal, cerca de La Ventosa, existen pequeños cuerpos intrusivos con forma de domos, cuyo origen ígneo denota la acumulación de magma al interior de la Tierra, que posteriormente afloró en la superficie como producto de la erosión de los estratos de roca y suelo subyacentes.

Por otro lado, de este a sureste del municipio, entre los límites con los municipios de Santiago Niltepec y San Dionisio del Mar, cerca de la localidad de Chicapa de Castro, se encuentran emplazados distintos lomeríos de origen volcánico, producidos por la acumulación de cenizas a través de procesos de caída y flujo, que alcanzan alturas de hasta 140 msnm. Asimismo, ligadas a este mismo mecanismo de acumulación, se encuentran numerosas islas al interior de la Laguna Superior, cuya única diferencia respecto a los lomeríos anteriores es la interacción con el agua, con rocas sedimentarias y sedimentos, y la ocurrencia de procesos físico-químicos que derivan de este ambiente lacustre.

Relieve exógeno

Las geofomas generadas por los procesos endógenos, en la mayoría de los casos, se ven afectadas por mecanismos exógenos en el municipio de Juchitán, produciendo formas de relieve que resultan de la erosión, principalmente hídrica, de la acumulación del material denudado luego de su transporte, ya sea marina, fluvial, lacustre, eólica o mixta (fluvial), o por efecto tectónico, cuyo vínculo con procesos endógenos es invariable; como son: cauces erosivos, lomeríos, plataforma y planicies fluvio-lacustres, costas de llanuras bajas, rampas y barras, escarpes de falla y estructuras tectónicas mayores.

Los cauces erosivos se distribuyen a lo largo de todo el territorio municipal, y son el resultado de la erosión o socavamiento que los ríos ejercen sobre la mayoría de las geofomas endógenas, y algunas exógenas de acumulación marina, como los lomeríos y la plataforma calcárea; de modo que, todas las corrientes de agua, ya sean perennes o intermitentes, escurren a través de estas estructuras y modelan el drenaje del municipio.

El material erosionado es transportado hacia zonas de depositación (depocentros), de altitud menor y pendiente baja o nula, donde se distribuye y acumula de acuerdo al medio de transporte y las características orográficas. El área más importante de depositación, en la mayoría de los casos, antes de que los sedimentos lleguen al océano, está constituida por la planicie fluvio-lacustre; lugar donde se forman los depocentros de mayor espesor. Es una geofoma de escasa o nula pendiente y altitud al nivel o por debajo del mar, por lo cual, es propensa al escurrimiento de caudales de agua voluminosos, a la formación de lagunas (ejemplo Laguna Superior e Inferior) y a padecer inundaciones, aunado a la baja acción erosiva en comparación con la acumulativa. Se extiende de norte a sur por toda el área del municipio de Juchitán de Zaragoza, y abarca poblados como la Venta, la Ventosa, Chicapa de Castro, Juchitán y Álvaro Obregón principalmente.

De manera similar, las rampas constituyen zonas planas de depositación, con la diferencia que, previamente, han sido excavados por efecto de la erosión fluvial, aprovechando cauces erosivos, depresiones y zonas de bajo relieve sobre laderas en la zona montañosa de la Sierra Madre del Sur. Análogamente a la erosión, la gravedad ejerce sus efectos en algunos lugares del municipio,

produciendo grandes extensiones a lo largo de la Laguna Superior en los cuales el desprendimiento de material (derrubios) desde las laderas, una vez acumulado en las partes bajas (mantos), es removido por acción fluvial.

Por último, la zona de descarga de sedimentos hacia el océano está definida por las lagunas y la barra. La barra resulta de la acumulación de material previamente erosionado por acción del viento, se extiende a lo largo de todo el litoral de Juchitán y su única interrupción se localiza en la estrecha zona de costa al sureste colindando con el municipio de San Dionisio del Mar en el cabo Cabeza de Toro.

3.4. Edafología

El desarrollo de los diferentes tipos de suelo depende del clima, el material parental, el relieve y la actividad biológica. La acción de la meteorización sobre diversos materiales parentales origina suelos que difieren mucho en textura, saturación de bases, pH, tipo de arcilla predominante, fertilidad natural, entre otros.

El municipio de Juchitán está conformado en un 48% (434 km²) por cuerpos de agua. Del 52% del territorio restante, el 21% (192 km²) corresponde a suelos de tipo Vertisol, el 17% (150 km²) Phaeozem, el 7% (66 km²) Arenosol, el 3% (27 km²) Luvisol, el 1% (10 km²) Fluvisol, el 1% (10 km²) Cambisol, el 0.5% (5 km²) Solonchak y el 0.4% (3.5 km²) Gleysol.

El Vertisol es un suelo rico en arcillas expandibles, compuesto por partículas de grano muy fino que en su mayoría corresponden a minerales secundarios (o arcillosos) producto de la meteorización química de los cuerpos de roca circundantes. La expansión y contracción alternada de arcillas expandibles resulta en grietas profundas en la estación seca. Las localidades asentadas sobre este tipo de suelo son La Ventosa y parte de Juchitán de Zaragoza.

En la parte noreste y suroeste del municipio se observan suelos de tipo Phaeozem. Estos suelos se forman principalmente por sedimentos de la erosión hídrica, son muy fértiles, ricos en materia orgánica y aptos para el cultivo de granos, legumbres y hortalizas (FAO, 2007); sin embargo, son sumamente proclives a la erosión (Ibañez y Martínez Cosío, 2011). Su textura varía generalmente de media a fina condicionando un drenaje interno moderado. Las localidades de La Venta y Álvaro Obregón se encuentran asentadas en suelos Phaeozem.

El Arenosol se localiza principalmente a la orilla norte de la Laguna Superior, en el Cabo Santa Teresa y al sur de la Laguna Inferior. Los Arenosoles son suelos arenosos de textura gruesa, lo que explica su alta permeabilidad y baja capacidad de almacenar agua y nutrientes. En el contexto edofológico de Juchitán, se presentan suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en tierras de playa.

El Luvisol cubre la parte sur de la localidad de Juchitán de Zaragoza. Se desarrolla principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos eólicos, aluviales y coluviales. Se encuentran principalmente en tierras llanas o ligeramente inclinados (FAO, 2007). Son suelos fértiles apropiados para un rango amplio de usos agrícolas (p. ej. cultivo de granos) y tienen un alto contenido de limo (INEGI, 2004).

El Fluvisol, que presenta capas alternadas de arena con gravas redondeadas, bordea los ríos Chicapa y Los Perros, atravesando las localidades de La Venta, Chicapa de Castro y Juchitán de Zaragoza. Éste tipo de suelo es formado por el producto de la sedimentación fluvio-aluvial y se encuentra cercano a lechos de ríos (Ibañez y Martínez Cosío, 2011).

El Cambisol, a su vez, se observa al norte del municipio en los cerros La Pedrera y Llovizna (compuestos por rocas metacalizas). Son suelos formados por materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas (FAO, 2007), moderadamente desarrollados que presenta fertilidad media a baja, tienen buena capacidad de retención de humedad, alta porosidad y buen drenaje interno.

El Solonchak se localiza al sur de la localidad de Chicapa de Castro. Presenta alta concentración de sales solubles, encontrándose en zonas donde se acumula el salitre, como las lagunas costeras (FAO, 2007). Se desarrollan en llanuras que constituyen una depresión donde fluyen las aguas de escorrentías de otros suelos con sales solubles.

El Gleysol, por su parte, cubre un área comparativamente pequeña al este de Chicapa de Castro, a la orilla de la Laguna Superior. Es un suelo impermeable con una coloración condicionada por la ausencia de oxígeno (Ibañez y Martínez Cosío, 2011), pobremente drenado y con textura fina. Se forma a partir de una amplia gama de materiales no consolidados, principalmente sedimentos fluviales, marinos y lacustres.

3.5. Hidrología

El conocimiento de la disponibilidad espacial del recurso hídrico, en el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, es esencial para su desarrollo, de ahí la importancia de la descripción de las diversas cuencas hidrográficas. Una cuenca hidrográfica es un espacio geográfico que contiene los escurrimientos de agua y que los conduce a un punto de acumulación terminal. De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE, 2008), el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza se encuentra dividido por los parteaguas de seis cuencas hidrográficas: Lagunas Quirio, Río Los Perros, Arroyo Guichilona, Río Chicapa, Río Espanta Perros y Río Niltepec.

Cuenca Lagunas Quirio

La cuenca hidrológica de Lagunas Quirio está delimitada por las Lagunas Superior e Inferior, cuyos afluentes principales son los ríos Chicapa, Los Perros, Niltepec y Osuta, que escurren de norte a sur, desde la Sierra Chimalapa, aportan agua dulce y sedimentos al territorio municipal. Esta cuenca exorreica delimita el sur del municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, a través del Golfo de Tehuantepec. La población total de la cuenca Lagunas Quirio es de 19,037 habitantes en 28 localidades (INE, 2008).

Cuenca del Río Los Perros

La cuenca del Río Los Perros se localiza en el estado de Oaxaca, cubriendo parte del oeste y el noroeste del municipio de Juchitán. Se delimita al norte por una secuencia de plegamientos y cabalgaduras de la Sierra de Chimalapa, donde nace el Río Los Perros, desde el municipio de Guevea de Humboldt, atravesando el municipio de El Espinal, la cabecera municipal de Juchitán y el municipio de Santa María Xadani, hasta desembocar en la Laguna Superior. Los escurrimientos de esta cuenca representan el principal medio de transporte de sedimentos provenientes de las zonas elevadas, de manera que el territorio municipal está cubierto por dicho material aluvial, heterolitológico, principalmente detrítico y calcáreo, formando depocentros de espesores importantes que configuran la planicie fluvio lacustre y costera de Juchitán. El Río Los Perros atraviesa de norte a sur al oeste del territorio municipal, incluyendo la cabecera del mismo (Mapa 2.6), donde se registran inundaciones históricas de tipo pluviométricas y por invasión del cuerpo de agua, afectando asentamientos urbanos en regiones que delimitan la rivera, por lo que suelen inundarse áreas pobladas en zonas bajas. Por otro lado, ya que la función principal de esta zona es fungir como depósito de material denudado a través de procesos erosivos que actúan sobre la zona serrana, representa un área susceptible a movimientos de masa, principalmente flujos de escombros. Esta cuenca se categoriza como exorreica y se extiende sobre 12 cabeceras municipales en la región hidrológica de Tehuantepec, entre las que se encuentra el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, por lo que adquiere las características de una cuenca urbana o microcuenca. Dentro del municipio, su parteaguas está delimitado por la cuenca de Arroyo Guichilona al oeste y por la Laguna Superior al sur. La población total de la cuenca es de 141,502 habitantes en 241 localidades (INE, 2008). El escurrimiento de esta cuenca se presenta de norte a sur y se debe principalmente a la pendiente orográfica que se extiende desde zonas altas al noroeste del municipio hacia regiones bajas de la planicie, permitiendo que el Río de Los Perros presente un cauce continuo a través de la cabecera municipal hasta desembocar en la Laguna Superior.

Cuenca de Arroyo Guichilona

Esta cuenca se categoriza como exorreica, se ubica sobre la región hidrológica de Tehuantepec en el estado de Oaxaca y se extiende desde zonas elevadas al norte del municipio, hasta el límite con la Laguna Superior donde desemboca el Río Verde. El escurrimiento de esta cuenca se presenta de norte a sur obedeciendo principalmente a la pendiente orográfica que se presenta desde sus regiones más altas al norte, en zonas de premontaña, hasta la región de planicie al centro y sur de esta cuenca. La población total de esta cuenca es de 5,835 habitantes en 45 localidades (INE, 2008).

Cuenca del Río Chicapa

La cuenca del Río Chicapa en el estado de Oaxaca está delimitada al oriente por la cuenca del Río Espanta Perros, al occidente por el Arroyo Guichilona, al norte por la región de plegamientos y cabalgaduras de la Sierra de Chimalapa y al sur por la cuenca hidrológica de Lagunas Quirio. El Río Chicapa, también conocido como Espíritu Santo, es uno de los principales afluentes de la Laguna Superior, bordea al municipio de Juchitán por la región noreste, se desprende desde regiones altas de la Sierra Chimalapa, apoyando el transporte de sedimentos hacia regiones bajas; presenta un flujo con dirección noreste a suroeste y delimita localidades como La Venta y Chicapa de Castro, donde, en esta última, confluyen sus dos afluentes. Históricamente se han registrado avenidas tanto de los ríos como de los canales de riego que se alimentan de ella, las cuales invaden las localidades inscritas en la cuenca, ocasionando inundaciones severas y múltiples daños a la infraestructura, caminos, cultivos, viviendas y población en general. Esta cuenca se categoriza como exorreica, se extiende sobre 3 cabeceras municipales y localidades del municipio de Juchitán: La Venta y Chicapa de Castro. Su parteaguas está delimitado al oeste por la Cuenca Arroyo Guichilona, al este por la Cuenca del Río Niltepec y al sur por la Laguna Superior. La población total de la cuenca es de 28,758 habitantes en 30 localidades (INE, 2008).

Cuenca del Río Espanta Perros

Esta cuenca se categoriza como exorreica, se ubica en la región hidrológica de Tehuantepec, delimita al oeste con la Cuenca del Río Chicapa, al sur con la Cuenca del Río Niltepec, y al suroeste con la Laguna Superior. El Río Espanta Perros presenta entre sus principales afluentes los Arroyos Zanjón Visholo, Oate y La Naranja, así como un escurrimiento proveniente del norte debido a la pendiente orográfica que se establece de las regiones de premontaña y se dirige a las planicies situadas en el centro y sur de la cuenca, hasta desembocar en la Laguna Superior. La población total de la cuenca es de 2,201 habitantes en un total de 17 localidades (INE, 2008). La cuenca hidrológica del Río Espanta Perros se ubica sobre el área delimitada por la cuenca del Río Niltepec al sur y al este, y por la Cuenca del Río Chicapa al norte y al oeste. El Río Espanta Perros se extiende desde zonas más elevadas en San Miguel Chimalapa y tiene influencia en el extremo sur de la localidad de Chicapa de Castro, perteneciente al municipio de Juchitán (Mapa 2.6), desembocando y apoyando el transporte de sedimentos hacia la Laguna Superior.

Cuenca del Río Niltepec

Los límites entre la cuenca del Río Niltepec y la Laguna Superior delimitan el este del municipio de Juchitán, bordeando además, el margen este de la laguna inferior donde desemboca el Río Niltepec que nace en regiones altas de San Miguel Chimalapa y su vertiente se desplaza de norte a sur, cruzando el municipio de Santiago Niltepec. La altimetría en la cuenca varía de 0 metros, en la planicie, a 1000 metros sobre el nivel del mar hacia las zonas altas de San Miguel Chimalapa, en la porción norte de la Cuenca.

Esta cuenca se categoriza como exorreica, en ella se ubican 2 cabeceras municipales situadas en la región hidrológica de Tehuantepec, delimita al norte con la cuenca del Río Espanta Perros, al sur y este con la cuenca del Río Tamarindo, y al oeste y suroeste con las lagunas Superior e Inferior, donde desemboca el Río Niltepec, que presenta un escurrimiento de noreste a suroeste debido a la pendiente orográfica que presenta la cuenca. La población total de la cuenca es de 9,166 habitantes en un total de 15 localidades (INE, 2008).

Laguna superior e inferior

Batimétricamente, ambas lagunas son cuerpos de agua típicamente someros, excepto en los canales erosionados, modificados por procesos litorales como la actividad de huracanes, mareas, brisas y vientos, además de ser los principales depocentros de la región y por ende del territorio municipal.

La Laguna Superior delimita el sur del municipio de Juchitán, conecta con el Océano Pacífico por medio del Golfo de Tehuantepec y es el cuerpo de agua más grande de entre cinco lagunas interconectadas del istmo de Tehuantepec, en el sur del Pacífico de México.

El norte de la laguna es un valle erosivo, fluvial, de la Sierra Chimalapa, a través del cual los vientos son intensificados por la prevaleciente presión barométrica, mayor en la costa del Istmo, del lado del Golfo de México. La Laguna Superior está aislada por una laguna de área menos extensa, denominada Laguna Inferior. Ésta se ubica al extremo sureste del área de estudio, fuera del territorio municipal de Juchitán, y conecta de igual manera con el Golfo de Tehuantepec.

3.6. Climas

El municipio de Juchitán de Zaragoza está localizado en la zona costera del sureste del estado de Oaxaca (Golfo de Tehuantepec), muestra una diferencia en altitud que va desde los -20 metros a los 360 metros sobre el nivel del mar (msnm) y presenta 2 tipos de clima: semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo.

Climatología

El clima cálido subhúmedo que predomina en el municipio de Juchitán de Zaragoza responde a la precipitación promedio del mes más seco, la cual es menor a 60 mm, y a la temperatura promedio anual que va de los 20° a los 24°C (con un promedio histórico del mes más frío de 16°C (ERIC III)). Por otra parte, el clima semicálido subhúmedo, que corresponde a la región del extremo norte del municipio de Juchitán de Zaragoza, incidiendo a la localidad de Chicapa de Castro, presentan un gradiente de la temperatura promedio que va de los 18° a los 20°C y registran una precipitación promedio del mes más seco de entre 0 y 60 mm.

Temperatura

Las temperaturas registradas en el transcurso del año en el territorio municipal son esencialmente cálidas, lo cual se ve reflejado en las isotermas que muestran el promedio de temperatura de la región, las cuales varían desde los 16°C en las partes más altas del extremo norte del municipio, hasta los 24°C en el oeste, sobre la cabecera municipal.

El promedio histórico del gradiente térmico se observa en sus distintas localidades, incluyendo la cabecera municipal, donde se presenta una temperatura promedio anual de 24°C.

El viento tiene efectos importantes en la sensación térmica que se presenta sobre el territorio municipal, pues presenta valores promedio anuales de 7.2 a 18 km/hr, lo cual, puede reducir la temperatura percibida en más de 1°C.

Precipitación pluvial

La ocurrencia y distribución de la precipitación en el municipio de Juchitán de Zaragoza responde a los efectos del relieve y al flujo de humedad proveniente del Golfo de México y Océano Pacífico. Las isoyetas muestran un gradiente del promedio histórico acumulado mensual con máximos en los extremos norte y oeste que disminuyen hacia el centro del territorio, donde se presentan los valores mínimos.

El promedio histórico acumulado mensual más elevado de precipitación, con valores superiores a 80 mm, se ubica sobre los límites de la planicie con la región de premontaña en el extremo norte disminuyendo de intensidad hacia la planicie interior del municipio, donde se ubican las localidades de Chicapa de Castro, cabecera municipal y Álvaro Obregón, como se muestra en las isoyetas del mapa climatológico (Mapa 2.7).

Rapidez y dirección del viento

En el transcurso del año y principalmente durante el invierno, las masas de aire que transitan del Golfo de México al Golfo de Tehuantepec presentan una configuración de flujo entubado, es decir, se produce una intensificación de los vientos que se ve reflejado en un jet en niveles bajos producto de la interacción del flujo con un canal orográfico que existe en la región denominado Paso de Chivela, y que da lugar a los eventos conocidos como "nortes".

El municipio de Juchitán de Zaragoza se caracteriza por la presencia de vientos promedios climatológicos de componente norte a nivel de superficie y niveles bajos de la atmósfera, siendo fuertemente influenciados por los eventos de nortes. En la porción norte y sur del municipio, región que es delimitada por orografía accidentada en sus periferias, se ubican las localidades de La Venta y La Ventosa, donde se presentan valores climatológicos promedio del viento superiores a 3 y 4 m/s, que disminuyen en intensidad hacia las planicies centrales del municipio, como la cabecera municipal y Chicapa de Castro, en donde se presentan valores inferiores a 3 m/s, tal y como lo muestran las isotacas en el mapa climatológico (Mapa 2.7).

3.7. Uso de suelo y vegetación

El municipio de Juchitán de Zaragoza presenta tres distintos tipos de uso de suelo: agricultura de temporal, agricultura de riego y pastizal cultivado.

En lo que respecta al tipo de vegetación destacan: el pastizal primario, selva caducifolia, selva espinosa, vegetación hidrófila, vegetación inducida y sin vegetación aparente.

La mayor parte del territorio municipal se halla en una región de planicie por lo que el uso de suelo predominante es la agricultura de riego. Se determinó que el pastizal cultivado en su mayoría predomina en la zona norte y en las localidades de Chicapa de Castro y Álvaro Obregón. En el mapa 2.8 (Mapa de uso de suelo y vegetación del municipio de Juchitán de Zaragoza) se determinan escasas áreas con selva caducifolia, en los relieves más abruptos y de mayor pendiente dentro de la zona de estudio con una altitud de 380 msnm.

Por lo que concierne a la vegetación espinosa, se ubica en la parte centro del municipio y cerca de la Laguna Superior. Dado que el área de estudio se sitúa cerca de dicha región, se observan áreas sin vegetación aparente destacando cerca de la localidad de Alvarado Obregón. Es importante resaltar que esta localidad se asienta sobre el uso predominante de agricultura de temporal así como agricultura de riego y selva espinosa.

La agricultura de temporal se sitúa en la zona norte del municipio cerca de las localidades de La Venta y La Ventosa. En la Venta se puede determinar que la agricultura de riego y el pastizal primario se establecen en dicha porción. La zona de La Ventosa también destaca la agricultura de riego, temporal y selva caducifolia. Por esa misma extensión se presenta una pequeña área de vegetación hidrófila. Es importante resaltar que cerca de estas localidades se halla un parque eólico y su principal actividad es la generación de la electricidad que abastece las necesidades de varias localidades y ciudades cercanas.

Dentro de las cuatro localidades más sobresalientes que tiene el municipio (Juchitán de Zaragoza, Chicapa de Castro, Álvaro Obregón y La Ventosa), Chicapa de Castro encuentra en sus alrededores la selva caducifolia, selva espinosa y pastizal primario, dicho pastizal se halla en su mayoría en el sur del municipio.

El municipio presenta un crecimiento de su área urbana en gran medida la localidad de Juchitán de Zaragoza y dicho crecimiento va dirigido especialmente hacia las zonas norte y sur de la localidad sobre todo en zonas de agricultura de riego.

Dentro de Juchitán de Zaragoza los principales cultivos que predominan son el maíz, sorgo y pastos de acuerdo al INEGI (2009), esto debido a que en la mayoría del municipio predomina el suelo tipo vertisol, el cual es apto para los cultivos antes mencionados y abarca una amplia área del municipio.

Este municipio también cuenta con otros tipos de suelos como el phaeozem, arenosol y luvisol entre otros, estos se pueden apreciar en el mapa 2.5 (Mapa edafológico de Juchitán de Zaragoza).

3.8. Áreas naturales protegidas

En el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza no existen áreas naturales protegidas.

3.9. Problemática ambiental

El municipio de la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza presenta un área total de 915.34 km², de los cuales 440 km² son ocupados por cuerpos de agua, 279.13 km² de área sin vegetación aparente, 11.66km² pertenecen al área de vegetación densa y lo restante, 184.55 km², pertenecen a áreas de cultivo.

De lo anterior, se concluye que parte de la problemática del territorio municipal es la falta de reforestación para la cercanía de las localidades, así como, las riveras de los diversos escurrimientos hídricos, lo cual aparte de dar soporte al terraplén del borde del río, capturaría la humedad y alimentaría al ambiente de oxígeno.

3.10. Pérdida del recurso

El aumento constante de la población ha ocasionado el incremento de la traza urbana llegando de 1.6x10⁶ m² en 1960 a 25x10⁶ m² en 2010, lo que significa un incremento por arriba del 150%. Causando la pérdida de suelo y de la biodiversidad asociada.

En lo que respecta a emisiones, generación de residuos y explotación de recursos, se observa que el municipio cuenta con un basurero a cielo abierto en la localidad de Juchitán, un desagüe en la localidad de Álvaro Obregón y una fábrica de hielo cerca de la localidad de Chicapa de Castro (Ver mapa 2.10).

4. Características demográficas

En este capítulo se muestran las características generales de la situación demográfica, social y económica del municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.

La información contenida muestra a través de indicadores, la dinámica demográfica, las características sociales como escolaridad y marginación, las principales actividades económicas que se llevan a cabo en este municipio, además se ofrece una descripción de las condiciones de la población económicamente activa y de la infraestructura urbana del territorio municipal.

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

Población total

De acuerdo a los resultados del conteo de población y vivienda 2010 del INEGI, la población del municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza es de 93,038 habitantes, de los cuales 45,210 son hombres y 47,828 son mujeres.

En lo que respecta a la dinámica demográfica las tablas 1, 2 y 3 (Apartado 6.1), muestran las relaciones de crecimiento quinquenal y el grado de variación de la población del municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza. En estas tablas se observa que en los últimos años el crecimiento poblacional ha tenido un avance importante posicionando al municipio como el tercer municipio más poblado del estado.

Dinámica demográfica

Datos estadísticos del Censo de Población y Vivienda 2010, indican que en el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, la mayoría de la población se concentra en los rangos de edades de 15 a 19 y de 10 a 14 años, siendo en su mayor proporción mujeres. A continuación se muestra un gráfico que permite observar la distribución de la población por rango de edades y género.

Gráfico 1. Población por grupo quinquenal de edad

Mortalidad

La tasa de mortalidad en el municipio es de 14 defunciones por cada 2,211 niños nacidos vivos, lo cual representa un índice de mortalidad del 0.63%. La tabla 4 del apartado 6.1 muestra la información mencionada anteriormente.

Localidades y densidad de población

El municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza se encuentra conformado por 35 localidades, de las cuales 4 son urbanas.

Las localidades más importantes dada su concentración poblacional son: Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza (cabecera municipal), La Ventosa, Álvaro Obregón y Chicapa de Castro.

La densidad de población municipal es de 101.64 habitantes por cada kilómetro cuadrado. Esto se debe principalmente a la gran cantidad de localidades de baja concentración poblacional, sobre todo en localidades rurales.

Población indígena

En relación a la población indígena, datos del censo de población y vivienda 2010 revelan que en todo el territorio municipal, existen 54,023 hablantes de lengua indígena. Esta cifra indica que los hablantes de alguna lengua indígena alcanzan el 58% de la población total del municipio.

Los mapas 3.12, 3.21 y 3.30 correspondientes a las localidades de Álvaro Obregón, Chicapa de Castro y La Ventosa tienen una distribución de población predominantemente indígena. En el caso de la cabecera municipal, se observa que la gran mayoría del centro de población es predominantemente indígena, sin embargo, pequeñas zonas de la parte norte se clasifican dentro de la población predominantemente no indígena.

4.2. Características sociales

Escolaridad

El grado promedio de escolaridad de la población mayor a 15 años es de 7.7 años, lo cual refleja una escolaridad sensiblemente superior al promedio estatal (6.9). En el mapa 3.1 se muestra la distribución de la población de acuerdo a su grado promedio de escolaridad en la cabecera municipal. En este mapa se observa la heterogeneidad del nivel educativo de esta localidad dado que existe una distribución muy diversa de los años promedio de escolaridad que van desde la no escolaridad hasta 9.9 años de escolaridad.

El mapa 9.10 muestra que la población de la localidad de Álvaro Obregón tiene una escolaridad promedio de 3.3 a 5.4 años en promedio. Por otro lado, es posible observar que el grado promedio de escolaridad de la localidad de Chicapa de Castro está entre los 5.5 y los 7.6 años. Esta misma situación se aprecia en La Ventosa (mapa 3.28).

Por otro lado se tiene que el porcentaje de la población analfabeta alcanza el 10%. Esta última cifra incide directamente en el grado de vulnerabilidad de la población.

Los mapas 3.3, 3.12, 3.21 y 3.30 muestran la distribución de la población según la presencia de analfabetismo en las localidades de Juchitán de Zaragoza, Álvaro Obregón, Chicapa de Castro y La Ventosa, respectivamente. En todos los mapas se presenta la ausencia de analfabetismo.

Vale la pena señalar que el 95.36% de la población que se encuentra en un rango de edades entre los 6 y los 14 años asisten a la escuela. En el caso de la cabecera municipal, la distribución por medio de AGEBS indica que el 100% de los habitantes entre el rango de edades mencionado, asiste a la escuela. Lo mismo sucede con localidades como Álvaro Obregón y La Ventosa. La información antes mencionada se puede apreciar en los mapas 3.2, 3.11 y 3.29.

En el caso de la localidad de Chicapa de Castro, gran parte de la región oeste de esta comunidad carece de la asistencia a los servicios de educación. Lo anterior puede corroborarse en el mapa 3.20.

Nivel de marginación

El municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza tiene un grado de marginación medio. El índice de marginación es de -0.6254; en escala de 1 a 100 el índice tiene un valor de 20.6062.

El lugar que ocupa el municipio dentro del contexto nacional es el 1,724. Estos índices son el resultado de múltiples factores entre los que destacan la falta de servicios en las localidades.

Entre la población marginada se encuentra la comunidad de discapacitados, la tabla 5 muestra el número de personas con discapacidad para las localidades más densamente pobladas.

Pobreza y rezago social

El estado de Oaxaca es considerado por el INEGI como el más pobre de toda la República Mexicana.

Esta condición deriva de diversos factores sociales, políticos y económicos que han incidido desde hace mucho tiempo en el estado y que no le permiten crecer y posicionarse en un esquema de desarrollo regional y nacional que le proporcionen mayores oportunidades de constituirse en un estado productivo y competitivo.

El municipio de Juchitán de Zaragoza presenta una actividad económica de las más importantes en la región y el estado, ya que de acuerdo al registro del Consejo Nacional de Población (CONAPO), el PIB per cápita, que actualmente se presenta en el municipio es de \$ 46,390.00, no obstante esta cifra, el municipio no deja de ser un reflejo de la situación de pobreza que prevalece en el estado; con un sector primario que ya se ha visto rebasado por los sectores secundario y terciario, por la falta de apoyo integral al campo y a la ganadería; con una industria apenas perceptible y el comercio establecido superado por el comercio informal.

Con pocas oportunidades de empleo, la alternativa más real y factible es el autoempleo mediante la prestación de servicios o el ambulante.

Sin embargo, las expectativas son promisorias en razón de que la construcción y operación de las plantas eolígenas de energía eléctrica sustentable, han atraído una inversión importante.

Índice de Desarrollo Humano

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México (PNUD), la población del municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza cuenta con un Índice de Desarrollo Humano de 0.8040, lo que lo ubica en el lugar número 58 a nivel estatal. Esto se refleja debido a sus índices en los rubros de educación, salud y fuentes de ingreso.

Principales actividades económicas en la zona

De acuerdo con las cifras del año 2010 que presenta el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 36,238 personas, de las cuales 34,576 se encuentran ocupadas, de las cuales el 14.10% se dedica a las actividades del sector primario como la Agricultura y Ganadería. Dentro de los principales productos que se cultivan en el territorio de Juchitán se encuentran: sandía, maíz, frijol, ajonjolí, calabaza, cacahuate, jitomate y chile.

Entre las variedades de ganado que se crían en la región se encuentran el vacuno, porcino, caprino y aves de corral.

Otro 30.33% de la población económicamente activa se ocupa de las actividades del Sector Secundario (Energía Eléctrica, Construcción, Industria Manufacturera) y el 53.88% de la población ocupada realiza actividades del Sector Terciario (Comercio, Turismo y Servicios).

Las actividades del sector terciario son las que predominan en el municipio, sobre todo con las actividades de Comercio y finalmente la construcción.

4.3. Características de la población económicamente activa

Según los datos del último Censo de Población y Vivienda del INEGI, la población mayor de 15 años es de 66,358 habitantes, entre los cuales se encuentra la población económicamente activa, misma que alcanza la cifra de 36,238 habitantes.

Dentro de la población ocupada se encuentra que el 14.10% se dedica a actividades del sector primario, 9.29% a la construcción, 20.30% a la industria manufacturera y el 19.91% dedicado a las actividades comerciales.

4.4. Estructura urbana

Vivienda

La mayoría de las viviendas del municipio se encuentran elaboradas de materiales para la construcción como es el cemento, tabique y ladrillo. De acuerdo a los datos estadísticos del Censo de Población 2010, el municipio de Juchitán de Zaragoza cuenta con 22,385 viviendas.

Conforme a los bienes y características con que cuentan los hogares, el censo de la población INEGI 2010 ofrece datos importantes sobre las viviendas, sus bienes y servicios, mismos que se encuentran en la tabla 6.

En cuanto a los aspectos estructurales de la vivienda, el 93.09% de las viviendas de la cabecera municipal cuentan con piso diferente de tierra, lo cual permite identificar un adecuado nivel de vida y evita problemas de salud ocasionados por la falta de este material en el piso.

Un servicio importante para toda la población es el de agua entubada. En este aspecto, la cobertura a nivel municipal es del 90.21% del total de las viviendas. Haciendo mención a las localidades más importantes de acuerdo a su número de habitantes, la localidad de Álvaro Obregón se encuentra cubierta con este servicio en un 100% (mapa 3.15) al igual que la localidad de Chicapa de Castro (mapa 3.2). Dentro de la cabecera municipal, el servicio de agua entubada abastece a la mayor parte de la población (mapa 3.6), existiendo un pequeño grupo de viviendas al norte de la localidad del cual se desconoce su estatus. Dentro de la localidad de La Ventosa podemos observar que la mayoría de la población cuenta con éste servicio; sin embargo hacia el este de la localidad existe un segmento de viviendas del cual no se encuentra información sobre su cobertura del servicio (mapa 3.33).

Sobre el tema del servicio por drenaje, los mapas nos permiten observar una cobertura total en la localidad de Chicapa de Castro (mapa 3.25). Por otro lado, la localidad de Álvaro Obregón se encuentra cubierta casi en su totalidad, ya que en el centro norte de la localidad existe un grupo de viviendas del cual se desconoce su cobertura, de igual manera esto ocurre en la cabecera municipal (mapa 3.7) y en la localidad de La Ventosa (3.34).

Los mapas de abastecimiento de energía eléctrica nos muestran que la localidad de Chicapa de Castro se encuentra cubierta en un 100%, por otro lado las localidades de Álvaro Obregón (3.16) y la cabecera municipal (3.7), presentan una variación al centro norte de las localidades. Dentro del mapa de La Ventosa, se puede observar una gran proporción de la localidad con este servicio, existiendo al este del mismo, una parte de la población sin información sobre su abastecimiento de energía eléctrica (mapa 3.34).

Hacinamiento

Un aspecto que habla de la calidad de vida de los ciudadanos de cualquier territorio es el grado de ocupación de las viviendas por parte de los habitantes de las mismas. En el caso de México se considera que existe hacinamiento cuando existen más de 3 ocupantes por cada dormitorio de la vivienda. A nivel municipal el grado de hacinamiento equivale a 1.4 habitantes por cada habitación, por lo tanto, se concluye que en el municipio de Juchitán de Zaragoza no existe hacinamiento.

Espacios culturales y deportivos

Para fomentar la cultura y el deporte, el municipio cuenta con espacios que permiten el desarrollo de habilidades académicas, como las bibliotecas públicas. Juchitán de Zaragoza cuenta con 7 bibliotecas públicas, de las cuales las más importantes son la biblioteca pública municipal "Gabriel López Chinas" y la biblioteca de CONACULTA "Guadalupe Hinojosa de Murat". A su vez, el municipio cuenta con espacios deportivos, una alberca, 25 campos de fútbol, 3 campos de béisbol y 80 canchas de básquetbol.

Reserva territorial

El municipio de Juchitán de Zaragoza no cuenta con una Reserva Territorial legalmente declarada.

Educación

Con base al Anuario Estadístico del INEGI 2010, en el municipio de Juchitán de Zaragoza, se registraron un total de 128 centros educativos, de los 47 son a nivel preescolar, 56 son primarias, 18 secundarias, 2 centros que ofrecen carreras profesionales técnicas y 5 bachilleratos.

La tabla 7 muestra el número de centros educativos en el municipio por nivel académico y el total de estudiantes reales en cada unidad académica en el periodo 2010-2011.

Como se puede ver en la tabla, el mayor número de estudiantes se concentra en la educación primaria, representando en promedio el 50% del total de estudiantes en el periodo de 2009.

El nivel educativo que la precede es el de secundaria, representando un porcentaje promedio del 19.81% del total de los jóvenes estudiantes en cada periodo. En orden de mayor demanda y quien ocupa el tercer lugar, es el nivel medio superior, donde la población de estudiantes por cada periodo representa un porcentaje promedio del 7.8%.

Salud

En el municipio de Juchitán de Zaragoza, la atención de los servicios médicos es proporcionada por dieciocho unidades médicas, las cuales se describen en la tabla 8, localizada en anexos.

Población derechohabiente

La población de Juchitán de Zaragoza que tiene derechos a servicios médicos asciende a 51,275 personas, esto equivale a un 55.11% del total de la población.

De la población total de derechohabientes, aproximadamente un 27.4% está adscrito al IMSS y un 20% al ISSSTE. Un dato importante por mencionar es el número de familias que tienen la oportunidad de contar con el seguro popular, el cual asciende a 11,557.

Dentro de las principales localidades de este municipio, Álvaro Obregón presenta en su mapa 3.13 una cobertura al 100% sobre su derechohabiencia a servicios médicos. De igual forma, en la localidad de La Ventosa (mapa 3.31), quienes son derechohabientes son la mayor parte de los habitantes, existiendo en el centro este un grupo de habitantes de los cuales no se tiene registro. Por otro lado, en la cabecera municipal (mapa 3.4) se aprecia la mayor parte de personas derechohabientes que se encuentran al centro de la localidad y al oeste.

Población no derechohabiente

La localidad de Chicapa de Castro, muestra que existe una nula adscripción a los servicios médicos antes mencionados por parte de sus habitantes (mapa 3.22).

5. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

5.1. Peligros geológicos

A continuación se presentan los peligros geológicos encontrados en la Heroica ciudad de Juchitán de Zaragoza.

5.1.1 Fallas y fracturas

El municipio de Heroica ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, se encuentra ubicado geográficamente sobre una zona de confluencia de tres placas tectónicas: la placa de Cocos, la placa del Caribe y la placa Norteamericana, las cuales aportan considerables elementos y evidencias sobre la organización de la corteza terrestre.

Las fallas y fracturas son algunas de las evidencias producidas en superficie por la dinámica de las placas. De acuerdo a RESNOM (Red Sísmica del Noroeste de México, 2012), una falla es una fractura que separa dos bloques de rocas, los cuales pueden deslizarse uno respecto al otro en forma paralela a la fractura, provocando un temblor; mientras que una fractura es el rompimiento de un bloque.

Al oeste del municipio se encuentra la falla Tehuantepec, que es una falla mayor, con rumbo general N45°W. Esta falla atraviesa los municipios de Santa María Jalapa del Marqués, Santa María Mixtequilla, Santo Domingo Tehuantepec y San Pedro Huilotepec, y tiene un movimiento lateral derecho que afecta a rocas intrusivas del Cretácico superior, con reactivación a falla normal durante el Terciario.

La falla de Villa Alta se encuentra al este de Juchitán y recorre los municipios de Asunción Ixtaltepec, Santo Domingo Ingenio, Santiago Niltepec y Santo Domingo Zanatepec. Tiene un rumbo general NO65°SE y es lateral dextral, con reactivación a falla normal en la región del Istmo. El área de estudio se encuentra rodeada por pequeñas fallas secundarias.

Mientras que la falla Valle Nacional se encuentra al norte de Juchitán, recorre los municipios de Santo Domingo Petapa, el barrio de la Soledad y Asunción Ixtaltepec, y junto con la falla de Villa Alta, conforman una zona de cizalla en la región del Istmo.

La zonificación de áreas afectadas por peligros es el resultado del movimiento de fallas y fracturas, categorizadas de acuerdo al grado de intensidad del fenómeno en cuestión (muy alto, alto, medio y bajo). Esta clasificación fue realizada a partir de la distribución de los sistemas de fallas identificados.

Para determinar el nivel de intensidad de la amenaza se realizaron buffers (radios de 500-1500 m) en torno a la evidencia de falla y/o fractura en el terreno, corregidos en función de la identificación de cambios altimétricos abruptos y niveles de pendiente, según la susceptibilidad al movimiento de la falla en turno, sin considerar peligros subsecuentes como derrumbes, flujos, avalanchas o deslizamientos.

De esta manera, las zonas más susceptibles (Mapa 5.1.1), donde el peligro es muy alto y por lo tanto se presenta con mayor intensidad, no coinciden con el territorio de Juchitán. En estas zonas el movimiento de una falla es altamente perceptible, ya que produce notorios desplazamientos del terreno y todo lo que existe sobre él, ya sea suelo, vegetación o cualquier elemento de carácter antrópico, modificando incluso la morfología del lugar.

Inmediatas a las anteriores se localizan las zonas de alto peligro, la percepción del movimiento es similar al de las zonas más peligrosas, sin embargo, la amenaza más frecuente se encuentra asociada a fenómenos secundarios que resultan del movimiento inicial de fallas (Mapa 5.1.1).

Las zonas de peligro medio (Mapa 5.1.1) son las que presentan condiciones más diversas, ya que mientras algunas incluyen evidencias de fallas y/o fracturas, pero pendientes bajas y cambios

hipsométricos poco significativos, otras carecen de dichas evidencias, puesto que únicamente se localizan cercanas a ellas y la susceptibilidad, en este caso, está en función de pendientes pronunciadas y elevaciones con cambios repentinos.

Las zonas de peligro bajo o nulo coinciden con el territorio de Juchitán (Mapa 5.1.1). Ello no significa que estén exentas de los efectos de fenómenos peligrosos subsecuentes, detonados por el movimiento y la inestabilidad creada en el terreno, si no que la susceptibilidad al desplazamiento de fallas y la generación de fracturas es baja, en función de la presencia o ausencia de evidencias en la superficie.

Finalmente, de acuerdo con el análisis de riesgo, una vez integrado el grado de vulnerabilidad de las localidades más importantes del municipio de Juchitán, fueron identificados focos de riesgo de intensidad media y baja (Mapa 5.1.1b), de acuerdo con la proximidad a evidencias de falla y/o fractura, y la distribución y características generales de los sistemas de fallas dominantes.

Las localidades de La Venta y La Ventosa al norte, y Álvaro Obregón al suroeste del municipio, se encuentran en riesgo de intensidad media, ya que a pesar de que la vulnerabilidad en estas poblaciones es relativamente baja, cerca de ellas afloran las fallas mayores de Valle Nacional, Villa Alta y Tehuantepec, pudiendo generar desplazamientos de la superficie, fracturas y amenazas colaterales (Mapa 5.1.1b). Mientras que en la ciudad de Juchitán y en el poblado de Chicapa de Castro el riesgo es aparentemente bajo, puesto que, además de la baja vulnerabilidad, no existen evidencias claras de falla y/o fractura cercanas a dichos sitios (Mapa 5.1.1b).

5.1.2 Sismos y tsunamis

Oaxaca es uno de los estados con mayor sismicidad en el país. Esta sismicidad tiene lugar debido a la liberación súbita de energía que se concentra a partir de los esfuerzos acumulados por la interacción de las placas tectónicas. Frente a las costas de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, en el océano Pacífico, la placa de Cocos (compuesta por corteza oceánica) se encuentra en contacto convergente con la placa de Norteamérica (compuesta principalmente por corteza continental de menor densidad). Debido a la diferencia de densidad, la primera de estas placas es subducida bajo la placa Norteamericana a lo largo de la trinchera mesoamericana. Los sismos se generan por una liberación de energía luego de la ruptura de la corteza durante la fricción ocasionada por el hundimiento de una placa bajo la otra.

El municipio de la Heroica Juchitán de Zaragoza está localizado en la planicie costera del Océano Pacífico y, de acuerdo con la clasificación para las regiones sísmicas de México realizada por la Comisión Federal de Electricidad, en la región sísmica D (Mapa 5.1.2 A). Esta región se caracteriza porque las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad y porque en ella, el número de epicentros registrados por la red del Servicio Sismológico Nacional (SSN) es mucho mayor con respecto a las zonas A, B y C. De acuerdo con los registros sísmicos de 1998-2011 del SSN (www.ssn.unam.mx), al menos seis sismos de magnitud mayor a 6, con epicentros localizados al sur de Veracruz y en las costas de Oaxaca y Chiapas, han afectado el municipio durante ese periodo, presentándose el epicentro de uno de ellos a una distancia menor a 50 km de Juchitán, en el municipio contiguo de Unión Hidalgo. Así mismo, se registraron por lo menos 40 sismos de magnitud 5-6 con epicentros en el istmo de Tehuantepec y en las costas de Oaxaca y Chiapas (Mapa 5.1.2 A).

La evaluación de peligros sísmicos se realizó a partir del cálculo de las aceleraciones que afectan y podrían ocurrir en un lugar determinado en un intervalo de tiempo específico. Para efectuar dicho análisis se utilizó la metodología propuesta por Campbell (1981), y la base de epicentros sísmicos registrados en el catálogo del SSN. Para ello, se tomaron en cuenta la magnitud y la distancia de los epicentros con respecto a distintos puntos del municipio (sin discriminar entre sismos de origen volcánico y tectónico), seleccionados con base en cambios litológicos y cambios en la aceleración natural del terreno. La información sobre la aceleración natural sirve para estimar la susceptibilidad del terreno a moverse ante fenómenos capaces de proporcionar la energía suficiente para generar vibraciones en la corteza.

De los eventos registrados en el intervalo de 1998-2011 por el SSN se obtuvieron aceleraciones sísmicas de menos de 1% de la gravedad ($<0.01\text{ g}$; $100\% = 1\text{ g} = 9.8\text{ m/s}^2$) hasta 55%, corregidas en función de la aceleración natural del terreno en Juchitán, mayor a 0.17 g en general (Mapa 5.1.2 B), para el análisis de peligros. Con dicha muestra se efectuó un análisis estadístico no paramétrico, empleando el método de distribución de valores extremos generalizada para modelar aceleraciones sísmicas en periodos de retorno de 10, 100 y 500 años; y una interpolación “Spline” para calcular áreas e isolíneas por periodo.

Para cada punto muestreado en campo con fines de cálculo de aceleraciones sísmicas se obtuvo una muestra de sismos con aceleraciones menores a 0.01 g y aceleraciones máximas distintas: de 0.2 g el punto 1, 0.12 g el punto 2, 0.18 g el punto 3, 0.53 g el punto 4, 0.15 g el punto 5, 0.13 g el punto 6, 0.54 g el punto 7, 0.14 g el punto 8, 0.52 g el punto 9, 0.18 g el punto 10 y 0.55 g el punto 11.

En un periodo de retorno de 10 años, el análisis estadístico y la interpolación de aceleraciones por punto de muestreo arrojó isolíneas de aceleración de 0.012 a 0.017 g distribuidas de sur a norte del municipio (Mapa 5.1.2 B); significando que en un periodo de 10 años a partir de 2011, en condiciones físicas ideales, se espera la ocurrencia de un sismo cuya energía produzca aceleraciones semejantes. De acuerdo con dicho escenario, el peligro sísmico en este periodo es relativamente bajo e incluso nulo en algunas zonas del territorio, ya que las aceleraciones se encuentran muy por debajo de la aceleración natural de terreno más susceptible, de 0.17 g .

A 100 años, las isolíneas interpoladas coinciden con aceleraciones de 0.04 a 0.06 g , siguiendo una orientación semejante a la anterior (Mapa 5.1.2 B). En este caso, las aceleraciones continúan por debajo de la vibración natural del terreno más susceptible, sin embargo, es factible que las aceleraciones produzcan movimientos sísmicos perceptibles, principalmente en la parte centro y sur del municipio (Mapa 5.1.2 B), debido a su litología sedimentaria.

Por último, en un periodo de retorno de 500 años, se esperan aceleraciones de 0.05 a 0.15 g , de acuerdo a las isolíneas distribuidas de sur a norte del municipio de Juchitán (Mapa 5.1.2 B). Dichas aceleraciones alcanzan niveles altos al norte del territorio, que alcanzan la aceleración natural del terreno más susceptible a moverse e incluso pueden producir vibraciones de alto peligro en las zonas donde la aceleración sísmica es media, de $\sim 0.10\text{ g}$.

Una de las características más importantes identificadas en el municipio es el hecho de que los periodos de retorno, cuyas isolíneas reproducen un modelo hipotético de la trayectoria de las ondas sísmicas, coinciden con la orientación NO-SE y la distribución del sistema de fallas y fracturas identificados (Mapas 5.1.1 y 5.1.2 B).

Asimismo, alrededor de la Laguna Superior y a lo largo del litoral, fue delimitada un área de 82 km^2 identificada como zona de licuación o licuefacción de arenas ante movimientos sísmicos (Mapa 5.1.2 B); con un elevado potencial para generar “arenas movedizas”, dado que se trata de acumulaciones de material arenoso sobre depósitos sedimentarios, con un drenaje pobre y por tanto, altamente susceptibles al movimiento ante sismos con aceleraciones como las que fueron modeladas en periodos de retorno de 100 y 500 años.

Al respecto, cabe añadir que las evidencias sísmicas más notorias (fracturas transversales en casas) fueron observadas en las localidades de Álvaro Obregón, Juchitán de Zaragoza, Chicapa de Castro y La Venta (Mapa 5.1.2 B; Mapa 5.1.2b B), que junto con el poblado de La Ventosa, constituyen focos de riesgo sísmico de intensidad media (Mapa 5.1.2b B), de acuerdo con el análisis efectuado al integrar las condiciones físicas del lugar y la vulnerabilidad social de estas poblaciones, además de una serie de epicentros sísmicos de 3.3 a 4.7 grados de magnitud Richter que se distribuyen a lo largo y ancho del territorio, con mayor concentración en la parte central del mismo.

Tsunamis

Los tsunamis constituyen grandes olas originadas por perturbaciones tectónicas, que transmiten su energía al agua en el lecho oceánico. El agua actúa como un freno en la parte baja de la columna de la ola, pero la superior continua empujando y creciendo, hasta que se derrumba sobre la costa con una fuerza devastadora. Si bien cualquier océano puede experimentar un tsunami, en México es más frecuente que ocurran en el Océano Pacífico, cuyas márgenes son más comúnmente asiento de terremotos de magnitudes considerables.

La altura que alcanzan los tsunamis en la costa depende de las características de sus olas en mar abierto, de la batimetría, la pendiente del fondo, y la configuración del contorno de la costa, de la difracción, la refracción, la reflexión, el esparcimiento (scattering) y el atrapamiento de sus ondas en las diversas formaciones fisiográficas costeras (bahías, golfos, penínsulas, islas, deltas, cabos, plataformas, etc.), de los modos normales de resonancia de dichos elementos fisiográficos y de la formación de bores en playas, estuarios y lagunas costeras. La multiplicidad de los factores anteriores hace que la evaluación de la respuesta local al arribo de un tsunami sea un problema complejo, y que las alturas máximas de trepado (runups) de las olas varíen considerablemente a lo largo de la costa (Farreras, 1997). De esta manera, la línea de costa lagunar correspondiente al municipio de Juchitán no corre el peligro de sufrir algún tsunami, sin embargo, sólo una pequeña fracción de costa marina abierta hacia el Golfo de Tehuantepec, en este caso correspondería a la localidad de Santa María del Mar, podría ser receptora de algún tsunami (Mapa 5.1.2 B; Mapa 5.1.2b B).

Con base en los registros que se tienen en México sobre los tsunamis acaecidos en la costa de Oaxaca (Sánchez y Farreras, 1993), han ocurrido 16 de estos eventos en la historia. De esos 16, 9 son de origen lejano, posteriores a 1950, y han sido registrados en Salina Cruz, con alturas máximas que van de los 0.2 a 1.6 m; y 7 son de origen local, posteriores a 1787, registrados en Pochutla, Puerto Escondido, Puerto Ángel y Salina Cruz, con alturas máximas de 0.2 a 4 m. Todos estos tsunamis han sido producto de sismos con magnitudes mayores a 7° Richter.

Aunque en la costa de Juchitán no se tiene registro oficial de algún tsunami, no se puede prescindir de este fenómeno, ya que como se mencionó anteriormente, con base en la fisiografía y en los registros cercanos al sitio, cabe la posibilidad de ocurrencia de alguno, sin embargo, ninguno de los tsunamis registrados ha alcanzado a tener una altura considerable como para presentar una amenaza significativa.

5.1.3 Peligros y riesgo volcánico (no aplica)

En el municipio de Juchitán, e incluso en la región dentro de la cual se encuentra en el estado de Oaxaca, de acuerdo con el mapa 1.1, no existe vulcanismo reciente (estratovolcanes, domos, conos, etc.) y mucho menos activo, ni tampoco hay registros históricos que indiquen afectación por erupciones de los volcanes más cercanos, como por ejemplo, del volcán Chichonal en Chiapas (erupción de 1982; Macías et al., 2008), a 216 km en línea recta de la ciudad de Juchitán; o del volcán San Martín en los Tuxtlas, Veracruz (erupción de 1973; Espíndola et al., 2009), a 234 km. Únicamente existen depósitos volcánicos antiguos que no tienen relación con la ocurrencia de eventos recientes.

Asimismo, a pesar de que dichos volcanes se localizan a distancias que posibilitarían afectaciones en Juchitán, de ocurrir erupciones explosivas de muy alta intensidad, tipo plinianas, la dirección de los vientos predominantes por encima de la superficie, a una presión de aproximadamente 300-400 mb (7-10 km sobre el nivel del mar) es contraria a la ubicación del municipio en cuestión, preferentemente orientada hacia el este (Macías et al., 2008), en el caso del volcán en Chiapas, y hacia el sureste (Espíndola et al., 2009), en el caso del volcán en los Tuxtlas. Los productos derivados de una erupción de este último, además, requerirían sortear la barrera orográfica que representa la Sierra de Oaxaca, por lo tanto, es muy poco probable que depósitos de ceniza de intensidad importante puedan llegar a Juchitán o representar una amenaza para la población.

5.1.4 Deslizamientos (no aplica)

Únicamente existen zonas susceptibles a deslizamientos al norte del municipio, cerca del parque eólico de La Venta, debido a la erosión y transporte de materiales calcáreos desde la sierra, donde la inestabilidad en la superficie, ocasionada por las características litológicas del área y del gradiente mayor de la pendiente, lo permite.

No obstante, no hay poblaciones cercanas que pudieran verse afectadas por tal fenómeno, puesto que, prácticamente, todas las localidades del municipio de Juchitán están asentadas sobre la planicie costera, que abarca más del 90% del territorio municipal y que se caracteriza por tener pendientes muy bajas, menores a 10° de inclinación y suelo bastante desarrollado producido por el constante arribo de sedimentos; lo cual constituye evidencia de ser un área, más que de transporte y generación de movimientos en masa (ej. deslizamientos), de depósito de material (depocentros).

5.1.5 Derrumbes (no aplica)

El caso de los derrumbes es muy similar al de los deslizamientos, ya que al no haber áreas con cambios altitudinales importantes, ni cambios significativos en la pendiente, por tratarse de un municipio asentado casi en su totalidad sobre la llanura costera del Pacífico; no existen zonas propensas a desprendimientos de material, ni por inestabilidad de la superficie (deslizamientos), ni por efecto de la gravedad (derrumbes).

La única porción del municipio que pudiera ser considerada como susceptible a derrumbes se localiza al norte, en torno al parque eólico de La Venta y sin afectar a la localidad del mismo nombre; de manera que no hay poblaciones en Juchitán que puedan verse afectadas por este fenómeno.

5.1.6 Flujos

En el territorio municipal de Juchitán fueron identificados algunos depósitos de flujo de lodo y material gravo-arenoso originados en las partes altas y de pendiente más pronunciada del territorio. Las evidencias de estos fenómenos se encuentran distribuidas en la zona serrana hacia el noreste del territorio, ocupando los cauces formados por la erosión hídrica (Mapa 5.1.6).

Los escurrimientos de la cuenca del Río Los Perros representan el principal medio de transporte de sedimentos provenientes de las zonas elevadas, de manera que el territorio municipal está cubierto por dicho material aluvial, heterolitológico, principalmente detrítico y calcáreo, que se deposita a lo largo y ancho del municipio, formando depocentros de espesores importantes que configuran la planicie fluvio lacustre y costera de Juchitán. Sin embargo, la disminución abrupta en el gradiente de la pendiente al salir de la sierra para entrar en la planicie costera, hace que el cauce y el caudal del río principal de esta cuenca no representen un medio eficaz de transporte y generación de flujos capaces de alcanzar el municipio de Juchitán, a diferencia de lo que podría ocurrir en Ciudad Ixtepec, por ejemplo.

Así entonces, las pruebas más notorias de flujos observados en campo fueron registradas al noreste de Juchitán, en torno a la localidad de La Venta (Mapa 5.1.6), donde las áreas de emisión se restringen a laderas formadas por rocas sedimentarias fracturadas, expuestas (sin vegetación significativa) y erosionadas, de pendiente abrupta, mayor a 45°, que se localizan fuera del territorio municipal y desde donde escurren corrientes de agua cargadas de material y suelo.

Dichos flujos implican una intensidad alta y un riesgo igualmente elevado en torno a la localidad de La Venta, ya que esta población se ubica en una zona susceptible al transporte y a la depositación de los mismos (Mapa 5.1.6b), cerca de laderas montañosas que permiten un transporte considerable hacia partes de menor elevación, donde los flujos se expanden y depositan formando abanicos menores.

Mientras que el riesgo para el resto de las localidades estudiadas de Juchitán es de intensidad baja y probablemente nula en gran parte del territorio (Mapa 5.1.6b), salvo la localidad de Álvaro Obregón, que aunque aquí se considera como una población en riesgo de baja intensidad ante

flujos de origen natural; si se toman en cuenta flujos ligados a acciones antropogénicas, el riesgo sería mucho mayor, ya que se ubica al pie de la presa Benito Juárez, localizada en el municipio de Santa María Jalapa del Marqués y desde la cual se desprende un abanico de depósitos sedimentarios que llega hasta la Laguna Superior de Juchitán.

Finalmente, las zonas más susceptibles a la generación y transporte de material configuran un área mayor, desde la Sierra de Chimalapa, siguiendo el trayecto de corrientes de agua locales, afluentes del Río Chicapa, muy cerca de La Venta, con una orientación general de norte a sur. Y el área de recepción de material está cubriendo la mayor parte del territorio municipal de norte a sur, hasta llegar a la Laguna Superior (Mapa 5.1.6).

5.1.7 Hundimientos (no aplica)

En general, dos condiciones físicas del medio se requieren para considerar la probable ocurrencia de hundimientos en un área específica: la presencia de formaciones calcáreas (karst) en la zona, de espesor importante (mayor a 20 metros) y altamente susceptibles a la erosión hídrica, como ocurre en la península de Yucatán; o la urbanización de áreas cubiertas por sedimentos aluviales y lacustres, principalmente en altitudes importantes por encima del nivel del mar, que potencien el socavamiento y en consecuencia, el hundimiento de la superficie frágil, como sucede en la ciudad de México.

El municipio de Juchitán se encuentra asentado sobre una planicie costera al nivel o apenas por encima del nivel del mar, cubierta por depósitos aluviales mayormente edafizados, que yacen sobre un basamento ígneo cristalino; y aunque existen formaciones de rocas calizas aflorando en el territorio, la mayoría presenta metamorfismo en facies esquistosa que las hace menos propensas a la erosión hídrica, y además, ninguna de ellas coincide con la ubicación de alguna localidad. Por lo tanto, no existe población susceptible a hundimientos, considerando los dos escenarios físicos planteados.

5.1.8 Erosión

La erosión es la denudación, el transporte y la depositación de material o sustrato del suelo por medio de un agente dinámico, como es el agua, el viento o el hielo, dependiendo de la presión y la temperatura. Puede afectar a la roca o al suelo e implica movimiento, es decir, transporte de granos, limos, arcillas y materiales líticos (sedimentarios).

Las principales características físicas y morfológicas en el territorio municipal de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza relacionadas con la erosión, se encuentran determinadas por agentes modeladores del relieve de índole marítima, eólica e hídrica (Mapa 5.1.8 B). Estos mecanismos han creado una morfología variable y cuya transformación ocurre de modo progresivo y continuo, de forma que es fácil reconocer evidencias en la superficie.

Las corrientes de agua y viento juegan un papel trascendental en Juchitán, ya que arrastran parte del suelo y sedimentos de un lugar a otro, como es evidente a lo largo del litoral lacustre de la Laguna Superior (Mapa 5.1.8 B), donde depósitos de material arenoso son formados y a su vez, permiten el desarrollo de arenales. Asimismo, los ríos desempeñan un papel fundamental en la remoción y transporte de rocas provenientes de las regiones más altas de la Sierra Madre del Sur, las cuales, además, chocan durante su trayecto, se esparcen, modifican el cauce y socavan nuevos lechos que llegan hasta el municipio de Juchitán

De manera semejante, la formación de cárcavas se relaciona con la erosión hídrica; no obstante, se encuentra principalmente vinculada y potenciada por el deterioro del suelo, a causa de factores antropogénicos como la deforestación, la ganadería extensiva y el uso desmesurado e irregular del recurso, generando factores importantes de peligro, debido a la escasez de la cubierta vegetal y el empobrecimiento del mismo suelo, por ejemplo, para el desarrollo de actividades agrícolas.

Por su parte, el viento es un agente erosivo eficaz, puesto que es capaz de arrancar, levantar y transportar partículas, no obstante que su acción puede verse interferida por rocas y material compacto y duro cuya energía de cohesión supera la energía eólica, por barreras topográficas o

por la misma cubierta vegetal. Sin embargo, este tipo de roca es prácticamente inexistente en el municipio, la topografía, contraria a ser una barrera, constituye un factor que incrementa la velocidad del viento en la parte norte, y la cubierta vegetal, además, es muy escasa; así que el viento puede desplegar todo su potencial erosivo.

Así entonces, la erosión eólica en Juchitán es morfológicamente determinante y actúa en la superficie total del municipio, ya que ésta no contiene factores inhibidores significativos, como sí ocurre con la erosión hídrica. En espacios amplios, el viento excava depresiones poco profundas, cuencas o depresiones de deflación, como por ejemplo, en la Laguna Superior (Mapa 5.1.8 B); creando áreas más o menos llanas y desprovistas de vegetación, en donde el suelo se encuentra expuesto a la misma acción modificadora del relieve.

Finalmente, la acción erosiva marítima, de la mano con la erosión eólica y con la acumulación de material transportado por los ríos, han creado formas características en el litoral costero de Juchitán y sus alrededores, como la barra que separa la Laguna Superior de la Inferior, de la cual forma parte la localidad de Álvaro Obregón (Mapa 5.1.8 B), y la parte sur del municipio, donde se localiza la población de Santamaría del Mar (Mapa 5.1.8 B).

Por lo tanto, de acuerdo con los procesos erosivos dominantes en Juchitán, el mayor peligro está ligado al desgaste y la erosión del suelo, a la degradación de la cobertura vegetal y a la ampliación de cauces erosivos y generación de cárcavas; todos relacionados con agentes antropogénicos y no únicamente con fenómenos naturales. De acuerdo con el análisis de riesgo, considerando la vulnerabilidad de las localidades más importantes, el riesgo por erosión que presenta la intensidad más alta corresponde a las poblaciones de Chicapa de Castro y La Venta (Mapa 5.1.8b B), debido a que se encuentran alineadas en la zona donde la velocidad del viento es mayor en todo el municipio; mientras que La Ventosa, la cabecera municipal y Álvaro Obregón, a diferencia de las anteriores, se ubican en una zona donde la intensidad del viento es menor en comparación, y por tanto, disminuye la intensidad del riesgo a un nivel medio (Mapa 5.1.8b B).

Todas estas localidades se encuentran asentadas en lugares donde ocurren procesos erosivos hídricos similares (Mapa 5.1.8b B), de manera que el agente eólico es el factor de mayor peso en la evaluación de riesgo.

5.2. Peligros hidrometeorológicos

A continuación se presentan los peligros hidrometeorológicos encontrados en la Heroica ciudad de Juchitán de Zaragoza.

5.2.1 Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales (CT) son sistemas meteorológicos de baja presión asociados a perturbaciones en latitudes tropicales que pueden presentar una circulación cerrada definida y convección de masas de aire en superficie, provocando fuertes vientos en sentido ciclónico y otros efectos que continuamente ocasionan afectaciones a la sociedad en general, aunque también se sabe que las lluvias asociadas benefician la recarga de mantos acuíferos, la agricultura, actividades ganaderas y el control de incendios forestales.

Aunque el litoral oaxaqueño es relativamente bajo en frecuencia de impactos de CT, es susceptible a recibir sus efectos como mareas, precipitaciones y vientos fuertes asociados, debido a su proximidad con el Golfo de Tehuantepec, y a que durante el verano se forma en sus aguas una especie de “alberca caliente” dando lugar a la principal región ciclogénica de CT en el Pacífico Nororiental, la cual se activa en la última semana de mayo, marcando el inicio de la temporada de lluvias (Luna, 1994), mientras que la temporada de CT para el Pacífico concluye oficialmente el 30 de noviembre. A partir de su formación, los CT presentan tres posibles trayectorias de desplazamiento: una hacia el norte que es la que indica un inminente impacto al territorio oaxaqueño, otra paralela a las costas del estado y otra mar adentro, siendo estas últimas las que aportan efectos indirectos de lluvia y humedad (Ávila, 2009).

Durante la generación de CT en el Golfo de Tehuantepec, las zonas de inestabilidad convectiva o zonas de perturbación tropical, condicionan el desarrollo de fuerte convección con lluvias torrenciales en Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Michoacán, que resultan de la localización en el semicírculo norte de la circulación ciclónica y el efecto de intensificación de la convección por efectos orográficos (Hernández y González, 2005). Además, vientos generados por este fenómeno, superiores a los 60 km/hr, pueden presentarse en radios cercanos a 100 km o más, a partir de su centro, por lo que sus efectos se pueden presentar en regiones costeras aunque el CT no impacte de manera directa.

El mapa de peligros por ciclones tropicales (Mapa 5.2.1) señala áreas con potencial de afectación por vientos de entre 70 y 80 km/hr para el extremo sureste del territorio municipal, abarcando principalmente regiones costeras y oriente de las Lagunas Superior e Inferior. Por otra parte, vientos de categoría de tormenta tropical, con intensidades de 60 a 70 km/hr, presentan potencial de afectación para las porciones norte, centro, este y sur del municipio, donde se ubican localidades como La Venta, Chicapa de Castro, La Ventosa y Santamaría del Mar. Por último, las regiones situadas en el extremo occidente del territorio municipal presentan peligro por vientos asociados a CT, con rachas menores a 60 km/hr, donde se sitúan la localidad de Álvaro Obregón y la cabecera municipal de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza.

5.2.2 Tormentas eléctricas (no aplica)

Debido a que la mayor parte del territorio municipal se encuentra dentro de las planicies aluviales, se observa una baja ocurrencia de este tipo de fenómenos que generalmente son generados a partir de la ionización de las masas de aire por la orografía.

5.2.3 Sequías

Las sequías se presentan en épocas del año donde la precipitación disminuye significativamente al igual que la temperatura, y con esto, los niveles de humedad en la atmosfera decrecen. La sequía es “un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico” (SEMARNAT, 2009). La presencia de éste fenómeno se debe principalmente a las manchas solares que alteran la cantidad de energía que llega a la superficie de la tierra; las alteraciones de la circulación de los vientos generadas por modificación en el albedo superficial o por cambios en la temperatura superficial en los océanos (Magaña *et al.*, 1997, Estrada, 2001 y Contreras, 2003).

Para México la sequía se ha intensificado de manera acelerada ya que ha sufrido desde 1996 hasta 2003 decrementos pluviométricos, lo anterior se debe a que desde 1993 hasta la fecha se ha presentado uno de los periodos más drásticos y prolongados de deficiencia de agua (Poliopro, 2007).

En Oaxaca hay pequeñas porciones del territorio que presenta lluvias con una distribución de entre 400 a 600 mm acumulados (Ruiz y Febles, 2004), además de que existe canícula grande, que en promedio empieza en la semana 28 (julio 9 a julio 15), y canícula chica que dura de 2 a 4 semanas y se presenta en la semana 32 (6 a 12 de agosto) (Ruiz, 1998).

Para el Municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, el viento representa un factor importante en la generación de la sequía (Mapa 5.2.5), ya que la intensificación de éste se puede observar hacia el suroeste del mismo, donde los índices de severidad son incidentes (Mapa 5.2.3).

La distribución espacial de la sequía meteorológica, en el territorio municipal, es para el suroeste del mismo, incidiendo en las localidades de Álvaro Obregón, Heleodoro Charis Castro, Emiliano Zapata y el oeste del Cabo Santa Teresa. El índice de severidad se intensifica desde la localidad de Emiliano Zapata, en donde se observan valores que van desde -1.5 a -1, disminuyendo hacia la localidad de Álvaro Obregón con un intervalo del índice de -1 a -0.5. Para la temperatura mínima en el Municipio se observa que el gradiente decrece para la región del este y suroeste, siendo que ésta última coincide con la sequía meteorológica, observándose valores de la temperatura por debajo de los 12°C que a su vez inciden en las mismas localidades. También se puede observar

(Mapa 5.2.3) que la distribución de la vegetación característica de la sequía dentro del territorio municipal coincide, en algunos casos, con los índices de severidad característicos de la misma.

5.2.4 Temperaturas máximas

De acuerdo con datos del SMN (ERIC III), el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza ha registrado temperaturas máximas históricas cercanas a 40°C, lo cual puede ser un factor determinante en problemas de salud pública durante esos eventos, debido a que la población es susceptible a ser afectada por golpes de calor, agotamiento, casos de deshidratación, e incluso muertes asociadas a enfermedades cardiovasculares, respiratorias e insolación, siendo los ancianos y niños pequeños los más vulnerables (WHO, 2009). Por otra parte los residentes de las ciudades corren riesgos particulares por las temperaturas elevadas conocidas como “isla de calor”, la cual se presenta bajo la combinación de estabilidad atmosférica y la gran absorción de calor por materiales de construcción empleados en las urbes (Oke, 1982), mientras que áreas verdes, bosques y campos destinados a la agricultura pueden ser perjudicadas por incendios y un aumento en la evaporación de cuerpos de agua, afectando fauna silvestre y animales de producción.

El mapa de temperaturas máximas de Heroica Juchitán de Zaragoza muestra valores que van de los 28°C a los 30°C para regiones del interior y norte del municipio, donde se ubica la localidad de La Ventosa, mientras que valores superiores, en el rango de 30°C a 32°C se extienden sobre parte del oriente y occidente del territorio municipal, donde se sitúan las localidades de La Venta y Santamaría del mar, así como la cabecera municipal de Juchitán. Temperaturas máximas más intensas, con valores entre 32°C y 34°C e incluso superiores, se distribuyen hacia las periferias oriental y occidental del municipio, donde se encuentran las localidades de Álvaro Obregón y Chicapa de Castro. Al ser una región donde predomina un alto contenido de humedad, la vegetación favorece una gradual transición hacia ambientes más secos.

5.2.5 Vientos fuertes

Los Nortes son eventos de tiempo extremo caracterizados por la presencia de fuertes vientos en superficie que corren en dirección norte-sur, forman parte de ondas de escala sinóptica de latitudes medias y se encuentran asociados con altas presiones que se originan al este de las montañas rocallosas en los Estados Unidos, siendo el resultado de intensos gradientes meridionales de presión en la tropósfera baja, asociados al contraste de temperaturas entre la superficie continental y la superficie oceánica del Golfo de México, resultando en irrupciones de aire frío hacia los trópicos (Hastenrath, 1991). Las circulaciones anticiclónicas asociadas a la onda ocasionan a menudo, en el Golfo de México e istmo de Tehuantepec, vientos del norte superiores a los 20 m/s, descensos de temperatura desde 2° hasta 15°C en 24 horas, nubosidad baja y en ocasiones precipitaciones sobre las cordilleras del este de México y Centroamérica (Schultz *et al.*, 1998).

Por otra parte, la intensificación de los Nortes en la región del istmo de Tehuantepec se produce cuando masas de aire que transitan del Golfo de México al Golfo de Tehuantepec presentan una configuración de flujo entubado, es decir, se produce una intensificación de los vientos que se ve reflejado en un jet de niveles bajos producto de la interacción del flujo con un canal orográfico que existe en la región denominado Paso de Chivela (Vázquez, 2000), con rachas equivalentes al de ciclones tropicales, pudiendo ocasionar afectaciones.

El mapa de peligros por vientos señala importantes áreas de vientos máximos del norte en zona de premontaña, al norte y occidente del municipio, mientras que áreas con intensidades por debajo de los 2 m/s se sitúan hacia las planicies y regiones costeras, esto es, al oriente, centro, y sur del territorio municipal, donde se ubican las localidades de Chicapa de Castro, Santamaría del Mar y La Venta. Valores de rapidez del viento máximo de entre 4 y 8 m/s, de componente predominante norte, se presentan en las localidades de La Ventosa y Álvaro Obregón, así como en la cabecera municipal de Juchitán, mientras que magnitudes superiores a 8 m/s se presentan en regiones elevadas al noroeste del municipio.

5.2.6 Inundación

El tirante de inundación esperado para el territorio municipal observa valores de 0 a 20 cm para la zona de premontaña mientras que para la región de planicie fluvio-lacustre los valores esperados son desde los 20 cm hasta los 60 cm con una intensidad de peligro medio.

La región donde se observan valores que conllevan una intensidad de peligro muy alto es al sur, en la planicie fluvio-lacustre y la barra de conexión del municipio (Mapa 2.2) en donde se observan valores de hasta 180 cm (Mapa 2.2).

5.2.6.1 Inundación de la cabecera municipal (norte)

La localidad de la cabecera municipal se encuentra situada en el oeste del centro del municipio a 7.47 km de la laguna superior. Es diseccionada al oeste por el río Los Perros en donde se localizan, a lo largo del mismo, 4 puentes que atraviesan su cauce.

El tirante norte de la inundación histórica registrada, se extiende desde el este de la avenida Álvaro Obregón del lado oeste de la rivera del río hasta el oeste de la calle Industria, al centro de la localidad, mientras que para el lado oeste de la rivera se distribuye desde el centro de la calle Ignacio López Rayón hasta la región sur de la calle 3 de mayo.

La distribución espacial del tirante de la es provocada por el atasco de la escorrentía del flujo hídrico en los diversos puentes, provocando con esto, una presa temporal y el desborde del cuerpo de agua.

El tirante de la inundación que presenta una intensidad de peligro muy alto se encuentra a la altura de la calle 1o. de Mayo, al este de la misma, donde el registro indica valores por arriba de los 200 cm de profundidad, disminuyendo hacia el este y oeste, afectando con esto, el este de las calles de Santos Degollado, Saúl Martínez, Venecia, el callejón Francisco Javier Mina y la calle Negrete, en donde el tirante de la inundación va disminuyendo desde los 180 cm hasta los 30 cm, ya llegando a la calle 3 de Mayo.

Otro de los máximos registrados para esta inundación se encuentra a la altura del oeste de la calle Industria con la calle José F. Gómez, en donde se obtuvieron valores del tirante de la inundación por arriba de los 200 cm, con una intensidad de peligro muy alta. (Mapa 5.2.6.1).

5.2.6.2 Inundación de la cabecera municipal (sur)

Para el sur de la cabecera municipal la distribución espacial del tirante de inundación se encuentra definida por el puente que conlleva a la calle Rubén Jaramillo en donde se observa una intensidad de peligro muy alta con valores del tirante de inundación que van desde los 180 hasta los 200 cm, disminuyendo hacia el oeste en el Callejón Lázaro Cárdenas y al sur en el este de la calle Albino Jiménez, todo esto para el lado oeste de la rivera del río.

En el este de la rivera del río del sur de la cabecera municipal la inundación registrada se distribuye desde el oeste de la calle Industria, con valores del tirante de inundación que van desde los 90 hasta los 150 cm, con una intensidad de peligro alto.

El registro del tirante de inundación disminuye hacia el sur de las calles Constitución y Adolfo López Mateos en donde se observan espesores desde 0 hasta 60 cm de inundación (Mapa 5.2.6.2).

5.2.6.3 Inundación localidad Chicapa de Castro

La localidad de Chicapa de Castro del municipio de la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza se encuentra en la región este del municipio.

El río Chicapa es de los principales afluentes de la Laguna Superior y bordea el oeste de la localidad, la cual está incorporada en su totalidad a la cuenca del río Chicapa.

Al encontrarse a 1.73 km de la laguna antes mencionada, y con una misma altimetría, la localidad de Chicapa de Castro es una zona propensa a inundación, al acumularse de manera transitoria y por escurrimiento la recarga de la cuenca del río Chicapa.

La distribución espacial de la inundación histórica dentro de la localidad es desde el centro de la misma, al oeste de la calle Independencia, hasta el suroeste donde termina el límite de la localidad. Esta situación puede frecuentarse en la temporada de ciclones tropicales, que es cuando el tirante observa valores que van desde 20 cm de profundidad en las zonas más altas como lo es, el cruce entre las calles Venustiano Carranza y 16 de Septiembre, alcanzando una profundidad de hasta 125 cm en la terminal oeste de la calle 16 de Septiembre. (Ver mapa 5.2.6.3). También se observan valores de 65 a 80 cm de espesor del tirante de inundación para la región oeste de las

calles Ruíz Cortines y Niños Héroes, además de que la mayor parte de la calle Juárez se registró inundada.

5.2.6.4 Inundación localidad La Venta

La localidad de la Venta se encuentra al noreste de la cabecera municipal partiendo por la carretera Panamericana. Esta localidad se encuentra bordeada al este por el río Espíritu Santo.

En temporada de ciclones tropicales la invasión tanto del escurrimiento hídrico como del canal de riego es inminente ya que se ven afectadas partiendo desde el sur de la localidad las avenidas Aldama, Zapata, Galeana, Lázaro Cárdenas, calles Venustiano Carranza, Francisco I. Madero e Independencia. Para el sur de la calle Francisco I. Madero el tirante de inundación registra valores de 95 a 125 cm de espesor con una intensidad de peligro muy alta. Toda esta inundación es alimentada por los escurrimientos orográficos y por el azolve de los ríos que ocasiona la disminución de la profundidad del cauce (Mapa 5.2.6.4).

5.2.6.5 Inundación localidad La Ventosa

La localidad de La Ventosa se encuentra al noreste de la cabecera municipal, está bordeada al este por el río Lagartero. En temporada de ciclones tropicales el afluente invade la localidad al norte de las calles Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón y Heliodoro C. Castro que en su recorrido hacia el sur, al llegar a la avenida 16 de Septiembre, alcanza un registro del tirante de inundación de 60 a 100 cm, considerándose con una intensidad de peligro alto. Al sureste de la localidad, al este de las avenidas Lázaro Cárdenas y 16 de Septiembre, la inundación alcanza un tirante que va de los 100 a 120 cm con una intensidad de peligro muy alto. Además, se puede observar que con la carretera Transísmica se ha formado una barrera que impide el trayecto del agua. En paralelo a la carretera, la calle Álvaro Obregón alcanza un espesor de 60 a 80 cm de espesor con una intensidad de peligro alto (Mapa 5.2.6.5).

5.2.6.6 Inundación localidad Álvaro Obregón

La localidad de Álvaro Obregón se encuentra al suroeste de la cabecera municipal y este de la Laguna Superior es bordeada al norte por el río Viejo.

El peligro por inundación para la localidad está sujeta a las variaciones pluviométricas derivadas de la temporada de ciclones tropicales en los meses de septiembre y octubre. El río Viejo es el principal causante de la inundación, éste invade la población desde el noroeste, tomando las calles como canales, desde la avenida Juárez distribuyéndose por las calles Plutarco Elías Calles, Cantarana, Joaquín Amaro y calles paralelas. Al centro de la localidad a la altura de la avenida Benito Juárez alcanza un tirante de inundación de 40 a 80 cm con una intensidad de peligro alta. El tirante de inundación más elevado, con valores que van desde los 80 a más de 100 cm, se localiza al este de la localidad, con una intensidad de peligro muy alto (Mapa 5.2.6.6).

5.3 Vulnerabilidad social

Para poder obtener el grado de vulnerabilidad social se tomaron en cuenta tres factores:

- Indicadores socioeconómicos
- Capacidad de respuesta
- Percepción local

El primer apartado se centra en identificar la cantidad de personas con necesidades básicas insatisfechas en los rubros de: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingreso y otras características de la Población; respecto al segundo apartado, se busca conocer la capacidad de respuesta de los órganos de protección civil en el caso de los municipios; y finalmente, en obtener

la percepción de la población sobre los peligros a que ha estado o podría estar expuesta en su comunidad.

A continuación, se presenta los indicadores socioeconómicos del municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza. Posteriormente, se encuentra la evaluación de la capacidad de respuesta de las autoridades de dicho municipio, la cual fue tomada al Director de Protección Civil. Finalmente, se encuentra el procesamiento de los datos obtenidos en la encuesta que fue aplicada a una muestra de la población que habita en las localidades seleccionadas con algún tipo de peligro en el municipio; con la finalidad de obtener la percepción que tienen los habitantes sobre los peligros a que están expuestos y que pueden originar un desastre.

5.3.1 Indicadores socioeconómicos

A continuación se presentan los resultados de los indicadores socioeconómicos:

Salud

El resultado obtenido para este indicador es de **0.25**

Educación

El resultado obtenido para este indicador es de **0.25**

Vivienda

El resultado obtenido para este indicador es de **0**

Empleo e Ingresos

El resultado obtenido para este indicador es de **0.5**

Población

El resultado obtenido para este indicador es de **0.25**

Una vez que se han obtenido las calificaciones de cada rubro: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingreso y Población; se procede a obtener el promedio de cada uno.

Para la obtención de la calificación final de las características socioeconómicas, se procede a sumar los promedios de cada rubro, para el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza el resultado final es **0.333** y el resultado de esta suma total dividirla entre 5, que es el número total de rubros que se han analizado.

Calificación final de las características socioeconómicos del Municipio Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza 0.08

5.3.2 Capacidad de respuesta

Con el objetivo de reducir el riesgo y así evitar desastres ante el acontecimiento de fenómenos naturales, se aplicó un cuestionario como propuesta para evaluar la capacidad de las autoridades para implementar actividades de prevención y mitigación, así como ejecutar tareas para atender las emergencias.

Esta parte consta de un cuestionario cuya importancia radica en el conocimiento de los recursos, programas y planes con los que dispone la Unidad de Protección Civil Municipal en caso de una emergencia, por lo que va dirigido al responsable de ésta¹.

En lo que respecta al municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, y de acuerdo al resultado obtenido de la suma total que es **9**, podemos ver que de acuerdo a los valores establecidos corresponde un grado de vulnerabilidad de **0.5**, con una capacidad de prevención y respuesta **Media** por parte de las autoridades.

¹CENAPRED (2006).Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, *Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social*, México, pág. 88

Las actividades que realiza normalmente el personal de protección civil es: acciones preventivas o de emergencias para dar atención a las necesidades prioritarias de la población, coordinar acciones contra los peligros que pudiera presentar la población en la eventualidad de un desastre.

5.3.3 Percepción local

A continuación, se procede a la asignación de un valor final a la percepción local del riesgo, se visitaron las localidades de: Juchitán de Zaragoza, Álvaro Obregón, Chicapa de Castro, La Venta y La Ventosa, teniendo un valor promedio de 10.1 a 15.0. La percepción local del riesgo nos da como resultado local **0.5**, que en la tabla de rangos se ubica en un nivel **medio**, es decir, de manera general se puede considerar que la población tiene una percepción media de los peligros a que se encuentran expuestos, debido a que anteriormente han pasado por eventos desastrosos.

5.3.4 Grado de vulnerabilidad social

Una vez obtenida la calificación final de los tres aspectos a evaluar (Características socioeconómica, capacidad de respuesta y percepción local de riesgo), se procedió a ponderar cada uno los rasgos considerados; en donde las características socioeconómicas determinaron un 50%, la capacidad de respuesta un 25% y la percepción local de riesgo un 25%.

Resultado final de grado de vulnerabilidad social en el Municipio Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza

Localidad	Valor Final	Grado de Vulnerabilidad Social
Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza	0.29	Bajo
Álvaro Obregón	0.29	Bajo
Chicapa de Castro	0.29	Bajo
La Venta	0.29	Bajo
La Ventosa	0.29	Bajo

Fuente: BC Consultores Ambientales y de Riesgos S.C.

El mapa 5.3.1 Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, 5.3.2 Álvaro Obregón, 5.3.3 Chicapa de Castro, 5.3.5 La Venta y 5.3.4 La Ventosa presenta las localidades donde se obtuvo el grado de vulnerabilidad social, teniendo un valor final de 0.29 obteniendo un Grado de Vulnerabilidad Social Bajo. Con lo que finalmente podemos concluir que el municipio de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza se encuentra preparado para enfrentar una situación de desastre.

6. Medidas estructurales de mitigación para riesgos geológicos e hidrometeorológicos

Acciones de mitigación social

Acciones de mitigación social en el municipio de Juchitán de Zaragoza, para la prevención de amenazas de inundación y de sismo.

Las presentes acciones que se proponen, se realizan con base a los resultados que se determinaron en el desarrollo del Atlas de Riesgo municipal. Se sugiere que las siguientes recomendaciones sean realizadas en el idioma castellano y zapoteco.

Protección civil

- Llevar a cabo un programa de capacitación periódica para la Unidad Municipal de Protección Civil que incluya talleres, diseño de estrategias de difusión, educación y sensibilización para la prevención de desastres naturales.
- Llevar a cabo una campaña de difusión del Atlas Municipal de Riesgos en las dependencias públicas y centros educativos del municipio. La campaña deberá contener una explicación clara sobre el manejo y utilidad del Atlas de Riesgos.
- Realizar cursos, talleres y estrategias de difusión y sensibilización para la prevención de desastres entre la población en general.
- Establecer un esquema de alertamiento y comunicación que permita enlazar a la cabecera municipal con las localidades.
- Elaborar planes de emergencia ante los distintos peligros que pueden embestir el territorio municipal.
- Ubicar mediante cartografía y un documento formal las rutas de evacuación, helipuertos, refugios temporales y albergues que puedan ser utilizados en caso de desastre.
- Establecer brigadas de protección civil en cada colonia y/o localidad del municipio, con el objetivo de apoyar a la difusión de información sobre prevención de riesgos a la comunidad.
- Desarrollar un esquema de alerta temprana ante la aparición de peligros de origen natural.
- Llevar a cabo simulacros entre la población, estableciendo parámetros de medición que permitan evaluar el grado de aprendizaje de la población y desarrollar estrategias de mejora ante dicho aprendizaje.
- Elaborar un documento que formalice la participación ciudadana en conjunto con la autoridad municipal para las labores de protección civil.
- Establecer esquemas de cooperación y coordinación con dependencias como la Comisión Nacional del Agua, la Secretaría de Salud del Estado, el Servicio Meteorológico Nacional, el Servicio Geológico Mexicano y otras que permitan tener conocimiento oportuno de los fenómenos naturales que puedan embestir el territorio municipal y llevar a cabo las labores de prevención correspondientes.

- Firmar convenios de colaboración con los municipios vecinos con la intención de emprender estrategias regionales de protección civil.

Equipamiento de la unidad municipal de Protección Civil:

- Equipar a la Unidad de Protección Civil con el equipo necesario para realizar sus labores. Entre los utensilios necesarios se encuentran:
 - Cuerdas especiales para rescate con capacidad de hasta 4 toneladas.
 - Chalecos salvavidas y boyas de flotación.
 - Equipo de radiocomunicación base y portátiles.
 - Botiquín de primeros auxilios equipado para dar atención en situaciones de emergencia y rescate ante los diferentes peligros identificados.
- Adquirir una lancha con motor que permita realizar labores de prevención, monitoreo y rescate en los ríos que se encuentran en el territorio municipal.
- Elaboración de estudios especiales para la identificación, evaluación, análisis de peligros y evaluación de vulnerabilidad ante los peligros identificados de forma específica y por localidad en particular.
- Elaboración de reglamentos de construcción que establezcan la tipología y técnica constructiva que deba utilizarse de acuerdo a los peligros y características del suelo del territorio municipal.
- Realizar estudios para la reubicación de asentamientos humanos hacia zonas aptas.

Restauración morfológica y ambiental

- **Inundación, Sequías, Temperatura máxima extrema, Erosión y Flujos:**

Se sugiere:

- Reforestación: En las riveras de los escurrimientos hídricos, las colinas aledañas, periferia de la mancha urbana y en las zonas sin vegetación aparente.

Barreras físicas

- **Inundación, Vientos Fuertes y Fallas y Fracturas y Flujos:**

Se sugiere:

- Barreras físicas: Construcción de muros de contención, gaviones, guarniciones a la altura de la inundación histórica y recubrimientos de malla en laderas inestables y riveras de ríos invasores de los espacios poblacionales.
- Reubicación de zonas urbanas con inundaciones por arriba de los 150 cm.

Reforzamiento especializado

- **Sismos:**

Se sugiere:

- Ingeniería sísmica: en escuelas, centros de asistencia médica, templos y edificios públicos en general, además de postes de líneas eléctricas y de transmisión.
- Reforzamiento estructural (obras de ingeniería civil) en casas, principalmente aquellas con cimientos débiles o mal construidos, además de bardas y techos.
- Reubicación de áreas urbanas con densidad alta de población y con presencia de peligro sísmico alto.

Drenaje y alcantarillado

- **Inundación y Flujos:**

Se sugiere:

- Reconstruir o construir una red de drenaje pluvial periférico creando cauces de alivio expuestos y subterráneos. Evitar la urbanización informal.

7. Anexos

7.1 Tablas de información sociodemográfica

Tabla 1. Evolución demográfica²

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Población total	66,414	75,946	78,512	85,869	93,038
Hombres	32,720	37,165	38,052	41,826	45,210
Mujeres	33,694	38,781	40,460	44,043	47,828

Tabla 2. Tasa de crecimiento medio poblacional³

Tasa de crecimiento media	
Periodo	Tasa (%)
2005-2010	8.3
2000-2005	9.3
1995-2000	3.3
1990-1995	14

Tabla 3. Tabla de mortalidad⁴

Mortalidad			
Periodo	Nacimientos	Defunciones	Índice de mortalidad
2010	2,211	14	0.63%

Tabla 4. Tabla de discapacidades

	Localidad	Población con alguna discapacidad
1	Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza	3,012
2	La Ventosa	166
3	Álvaro Obregón	128
4	Chicapa de Castro	162
5	La Venta	108
6	Santa María del Mar	33
7	Charis	20
8	Emiliano Zapata	16

² Fuente. Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos. Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza. Consultado el día 22 de noviembre de 2011 del sitio <http://sc.inegi.org.mx/sistemas/>

³ Ídem.

⁴ Fuente. Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda INEGI 2010.

Viviendas particulares, 2010	22,385	%
Viviendas particulares que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda, 2010	20,194	90.21
Viviendas particulares que disponen de energía eléctrica, 2010	21,744	97.13
Viviendas particulares que disponen de drenaje, 2010	21,509	96.08
Viviendas particulares con piso diferente de tierra, 2010	20,840	93.09
Viviendas particulares que disponen de excusado o sanitario, 2010	21,494	96.01

Tabla 5. Características de las viviendas

Tabla 6. Número de centros educativos y alumnos

Periodos	No. Total de escuelas	Nivel académico	Número de escuelas por nivel académico	Número total de estudiantes
2009	128	Preescolar	47	4658
		Primaria	56	11902
		Secundaria	18	4682
		Profesional técnico	2	539
		Bachillerato	5	1849

Tabla 7. Unidades médicas en Juchitán de Zaragoza

Institución	Tipo de Unidad	Número de unidades
IMSS	De consulta externa	1
ISSSTE	De consulta externa	1
PEMEX	De consulta externa	1
SSO	De consulta externa	14
SSO	De consulta externa	1

7.2. Anexo fotográfico



Imagen 1. Toma del tirante de la inundación. Localidad de Álvaro Obregón, Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 2. Evidencia sísmica. Fractura transversal en vivienda en la localidad de Álvaro Obregón, Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 3. Canal de riego. Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 4. Alteración hidrotermal en Metacalizas, localidad de La Venta, Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 5. Muestra de Metacaliza. Localidad la Ventosa, Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 6. Río los Perros. Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 7. Toma del tirante de la inundación. Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 8. Afloramiento de Toba riolítica. Localidad Álvaro Obregón, Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 9. Erosión del suelo por Ganadería extensiva, La Ventosa, Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



**Imagen 10. Toma de muestra geológica de Toba riolítica. Localidad Álvaro Obregón
Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.**



Imagen 11. Afloramiento de Toba riolítica. Cerca de La ventosa, Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 12. Laguna Superior. Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 13. Algunas geoformas del relieve al norte del Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 14. Parque eólico. Localidad La Ventosa. Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.



Imagen 15. Camión de carga volcado por acción de los vientos fuertes (vista frontal), Localidad La Ventosa, Municipio de Heroica Ciudad Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.

8. Glosario de términos

Afluente: corresponde a un curso de agua que desemboca en otro río más importante.

Altimetría: parte de la Topografía que se encarga de estudiar los métodos e instrumentos necesarios para determinar la situación de puntos del terreno sobre la vertical y con respecto a una superficie de comparación.

Antropogénico: de origen humano o derivado de la actividad del hombre.

Biodiversidad: variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente.

Ciclón tropical: un ciclón tropical es un fenómeno meteorológico que se caracteriza por vientos fuertes, marejadas y tormentas acompañadas de fuertes lluvias. Es un sistema de bajas presiones que se origina sobre aguas oceánicas templadas, generalmente entre las latitudes 30° N y 30°S.

Conglomerado polimíctico: compuesto por fragmentos de rocas y minerales diversos.

Costas de emersión: se forman por elevación de la costa con respecto al nivel del mar.

Cuenca exorreica: cuenca cuya corriente principal descarga al mar.

Cuenca hidrográfica: espacio geográfico que contiene los escurrimientos de agua y que los conduce a un punto de acumulación terminal.

Deslizamiento: movimiento de una masa de roca, detritos o tierra pendiente abajo, bajo la acción de la gravedad.

Depósito: conjunto de materiales sólidos acumulados. De acuerdo a las características del tipo de deposición se les puede llamar depósitos aluviales, glaciares, coluviales, fluviales, etc.

Depósitos aluviales: son materiales transportados y depositados por el agua. Su tamaño varía desde la arcilla hasta las gravas gruesas, cantos y bloques. Las facies más gruesas presentan bordes redondeados.

Depocentro: Área o lugar de una cuenca sedimentaria en la que una unidad estratigráfica concreta alcanza el máximo espesor

Derrubios: Acumulación de fragmentos de roca desplazados de su localización inicial debido a la gravedad, corrientes de agua, viento, etc.

Detritos: término colectivo para rocas y materiales minerales fragmentarios sueltos, tales como arenas, limos y arcillas, derivadas de rocas anteriores por medios mecánicos, principalmente abrasión y desintegración.

Dunas: resultan de la acumulación de material previamente erosionado por acción del viento.

Edafización: procesos de intemperismo y erosión mediante los cuales las rocas o sedimentos se convierten en suelo.

Edafología: ciencia que estudia la composición y la naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea.

Epicentro: Es el punto de la superficie terrestre, directamente arriba del hipocentro, donde se origina un temblor.

Erosión: es la degradación y el transporte de material o sustrato del suelo, por medio de un agente dinámico, como son el agua, el viento y el hielo.

Escala de Richter: esta escala logarítmica asigna un número para cuantificar la magnitud de un terremoto. Mide los terremotos en términos de la energía liberada y la intensidad crece de forma exponencial de un número al siguiente. Está numerada del 1 al 9 y la potencia aumenta conforme la numeración.

Escala de Saffir Simpson: es una escala que clasifica los ciclones tropicales, en una escala de cinco niveles, basada en la velocidad del viento y la presión atmosférica.

Escarpes de falla: pendiente o acantilado desarrollado directamente por el movimiento de un bloque a lo largo de la falla, y representa la superficie expuesta de la falla antes de ser modificada por la erosión y el intemperismo.

Fallas: una falla geológica es una fractura en la corteza de la tierra que separa dos masas de roca y donde una de las masas se ha desplazado con respecto a la otra.

Fluvial: se utiliza para referirse a los procesos asociados a los ríos y arroyos, y a los depósitos y relieves creados por ellos.

Fracturas: rompimiento generado por intenso plegamiento a fallamiento.

Fisiografía: ciencia que estudia las modificaciones y evolución de los relieves terrestres.

Flujos de detritos: se componen de una mezcla de materiales clásticos, incluyendo grandes piedras, troncos, etc,

Fractura: Rotura o abertura producida por esfuerzos.

Fragmentos volcanosedimentarios: relativo a los materiales de origen volcánico cuyo medio de transporte y sedimentación presenta gran similitud con los depósitos de origen detrítico.

Geoforma: se refiere a cualquier componente o rasgo físico de la superficie terrestre que ha sido formado por procesos naturales y que tiene una forma o cuerpo diferente.

Granulometría: es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

Hidrología: ciencia que estudia la distribución, cuantificación y utilización de los recursos hídricos que están disponibles en el planeta.

Hipocentro: zona profunda de la corteza terrestre donde se inicia un sismo.

Holoceno: última y actual época geológica del período Cuaternario. Periodo interglaciar que abarca desde finales del Pleistoceno hasta la actualidad (aproximadamente últimos 11,000 años).

Interpolación: se denomina interpolación a la obtención de nuevos puntos partiendo del conocimiento de un conjunto discreto de puntos. Consiste en hallar un dato dentro de un intervalo en el que conocemos los valores en los extremos.

Isolínea: curva que conecta los puntos en que la función tiene un mismo valor constante.

Isotacas: líneas que unen puntos donde el viento sopla con la misma intensidad.

Isoyeta: es una línea trazada sobre un plano cartográfico con la que se unen puntos donde se registra igual cantidad de precipitación.

Mioceno: primera época del período Neógeno. Comenzó hace 23,03 millones de años y terminó hace 5.32 millones.

Oligoceno: época final del Paleógeno y comprende entre los 33.9 a 23 millones de años.

Placa Norteamericana: placa tectónica que cubre América del Norte, los archipiélagos de Cuba y las Bahamas en el mar Caribe, la parte occidental del océano Atlántico Norte, una parte del océano Glacial Ártico y el territorio siberiano al este de la cordillera Verjovansk.

Perenne: que dura indefinidamente o se mantiene completo o con vida durante un periodo de tiempo largo.

Permeabilidad: capacidad de un cuerpo de permitir el flujo de un fluido a través de él.

Periodos de retorno: también llamado de recurrencia, intenta explicar, en términos de un determinado período habitualmente expresado en años, una idea de hasta qué punto un suceso puede considerarse raro.

Planicie: espacio o accidente geográfico con poca o ninguna variación en la altura de la superficie o terreno con respecto al nivel del mar

Pleistoceno: época geológica que comienza hace aproximadamente 2.5 millones de años y estuvo caracterizado por la presencia de diversas glaciaciones.

Procesos endógenos: se originan en el interior de la Tierra debido a las altas temperaturas y presiones que ahí se generan.

Procesos exógenos: la Tierra está sometida a una serie de procesos que tienden a allanar relieves, a destruir rocas creando cosas nuevas, etc. Los ríos, las aguas subterráneas, los glaciares, el viento y los movimientos de masas de agua son agentes geomorfológicos primarios. Puesto que se originan en el exterior de la corteza, estos procesos se llaman exógenos.

Procesos sedimentarios: básicamente, corresponden a erosión (mecánica, química y biológica) en áreas fuente continentales; transporte por corrientes de agua (ríos), hielo (glaciares), o atmósfera (viento), depósito en cuencas deprimidas (lagos, deltas, estuarios, plataformas marinas relativamente someras, fosas y cuencas abisales), y compactación y diagénesis durante la formación en estas cuencas de pilas sedimentarias estratificadas que pueden llegar a tener miles de metros de espesor.

Rocas detríticas: Todas las rocas detríticas presentan textura clástica, esto es, formadas por clastos embutidos en una matriz de grano más fino, y pueden estar cementadas o no por material ortoquímico y/o diagenético (formado con posterioridad al depósito del sedimento). El cemento suele estar formado por material carbonatado, silíceo o ferruginoso como casos más generales.

Sensación térmica: es la sensación aparente que las personas tienen en función de los parámetros que determinan el ambiente en el que se mueven (p. ej., temperatura, velocidad del aire)

Sismo: movimiento vibratorio que se origina en el interior de la Tierra y se propaga por ella en todas direcciones en forma de ondas

Sistemas de baja presión: sistema de isobaras (curvas de igual presión) cerradas concéntricas en el cual la presión mínima se localiza en el centro. La circulación es en sentido contrario a las manecillas del reloj. Este fenómeno provoca convergencia y convección por lo que se asocia a la presencia de gran nubosidad y chubascos.

Subducción: La subducción de placas es un proceso de hundimiento de una placa litosférica bajo otra en un límite convergente. La causa de la subducción es la diferencia de densidad entre la

litósfera oceánica, de mayor densidad, la que subduce y se introduce por debajo de la continental, menos densa.

Topografía: ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie terrestre, por medio de medidas según los tres elementos del espacio. Estos pueden ser: dos distancias y una elevación o una distancia, una dirección y una elevación.

Orogénesis: sistema montañoso edificado sobre una porción inestable de la corteza terrestre que ha sufrido un importante acortamiento y presenta pliegues y mantos de corrimiento.

Orografía: parte de la geografía física que describe y clasifica las formas de la superficie terrestre y las sistematiza según los rasgos extremos, con independencia de su origen.

9. Bibliografía de consulta y fuentes de información

- Ávila M., 2009. PROPUESTA OAXACA, <<http://propuestaoaxaca.blogspot.com/2009/05/ciclones-tropicales-amenazan-oaxaca.html>>, consulta: diciembre 2011.
- Campbell, K., 1981. Near source attenuation of peak horizontal acceleration. Bull. Seism. Soc. Am., 71: 2039-2070.
- Elliot, D., Shwartz M., Scott G., Haymes S., Heimiller D. y George R., 2004. Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oaxaca. National Renewable Energy Laboratory. E.U. WF7C0310, WF3N1030, 138 pp.
- Espíndola, J.M., Zamora-Camacho, A., Godínez, M.L., Schaaf, P., Rodríguez, S.R., 2009. The 1793 eruption of San Martín Tuxtla volcano, Veracruz, Mexico. J. Volcanol. Geotherm. Res., 197: 188-208; doi:10.1016/j.jvolgeores.2009.08.005.
- FAO 2007. Base referencial mundial del recurso suelo, 2007. <<http://www.fao.org/docrep/011/a0510s/a0510s00.htm>>, consulta: diciembre 2011.
- Farreras S., 1997. Tsunamis en México. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana. Lavin M. (ed). Cap. 4, 73-96.
- Hastenrath S., 1991. Climate Dynamics of the Tropics. Ed. Kluwer Academic Press, 488 pp.
- Hernández A. y González I., 2005. Variabilidad temporal de la zona ciclogénica del Golfo de Tehuantepec. Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana A.C. Editorial GEOS. Vol. 25, No. 1, 245-246.
- Ibañez y Manriquez Cosío. Gleysoles, WRB 1998, <<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/02/16/138132>>, consulta: diciembre 2011.
- Instituto Nacional de Ecología (INE), 2008, < <http://cuencas.ine.gob.mx/cuenca/>>, consulta: enero 2012.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafología, 27 pp.
- Macías, J.L., Capra, L., Arce, J.L., Espíndola, J.M., García-Palomo, A., Sheridan, M.F., 2008. Hazard map of El Chichón volcano, Chiapas, México: Constraints posed by eruptive history and computer simulations. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 175: 444-458.
- Magaña, 1997. Estrada, 2001 y Contreras, 2003, <<http://www.cm.colpos.mx/meteoro/progde/palm/seq1.htm>>, consulta: enero 2012.
- Martínez A. y Polioptro F., 2007. Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Jiutepec, Mor. SEMARNAT. IMTA, 58 pp.
- Mosiño P. y García E., 1974. The climate of Mexico. World Survey of Climatology, Vol. 11, New York, USA.
- Oke T., 1982. The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorology Society. 108: 1-24.
- Ruiz T. y Febles G., 2004. La desertificación y la sequía en el mundo. Avances en Investigación Agropecuaria. Universidad de Colima. Colima, México. vol. 8, número 002.
- Sánchez A. and Farreras S., 1993. Catalog of Tsunamis on the Western Coast of Mexico, World Data Center A for Solid Earth Geophysics, Publication SE-50, National Geophysical Data Center, NOAA, Boulder, Colorado, U.S.A., 79 pp.

- Schultz D., Bracken W., Bosart L., Hakim G., Bedrick M., Dickinson M. and Tyle K., 1997. The superstorm Cold Surge: Frontal Structure, Gap Flow, and Tropical Impact. *Mon. Wea. Rev.*, 125: 5-39.
- Servicio Sismológico Nacional, 2011. Catálogo de sismos 1998-2011, <<http://www.ssn.unam.mx/>>, consulta: enero 2012.
- Vázquez J., 2000. Caracterización objetiva de los nortes del Golfo de México y su variabilidad interanual. Tesis de Licenciatura en Ciencias Atmosféricas de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México, 62 pp.
- World Health Organization, 2009. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, 70 pp.
- SEDESOL, 2011. Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo.

Atlas de Riesgos elaborado por BC Consultores Ambientales y de Riesgos S.C, con el apoyo de los siguientes profesionales:

L.C.A. Abraham Hernández García

M.C.A. Abraham Vásquez Cruz

L.G. Emma Cesa Arrieta

L.G. Heriberto Oliva del Moral

L.G. Iris Magdalena Arroyo Jiménez

L.G. María de Lourdes Cabrera Aguilar

M.C. María del Mar Sánchez Córdova

L.G. Nora Nereida Domínguez Murrieta

M.C. Pasquinel de la Fraga Chávez

M.C. Rafael Torres Orozco

M.C. Roberto Ramírez Villa

L.G. Saira Edith Gómez Ávila

M.C.A. Sylvana Ruby Balán Cáceres

L.G. Ulises Galván del Moral

■ ■ ■



BC Consultores Ambientales y de Riesgos S. C
Olmos No. 1, Fraccionamiento fuentes de las Animas
C.P. 91190
Xalapa, Veracruz.



Propiedad del H. Ayuntamiento Constitucional de Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, 2011- 2013.