

Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tlayacapan, Morelos



Municipio de Tlayacapan, Morelos

Número de obra: 117026PP061703



Página intencionalmente en blanco



Créditos

H. Ayuntamiento Municipal de Tlayacapan, Morelos 2009-2012.

Lic. Rodolfo Juan Ramírez Martínez
Presidente Municipal

Ing. Cándido Rivera Pedraza
Secretario General del Ayuntamiento

Gelacio Ortiz Saldaña
Director de Protección Civil

Gustavo Tlacomulco González
Gerardo Reyes Santamaría
Personal de apoyo de la Dirección de Protección Civil del Municipio de Tlayacapan, Mor.

Secretaría de Desarrollo Social

Lic. Omar DarioLasse Cañas,
Delegado Federal de la SEDESOL en Morelos

Arq. Patricia Méndez Flores
Enlace del PRAH en el Estado de Morelos

Geog. Guillermo Pérez Moreno
Subdirector de Gestión de Riesgos de la SEDESOL y revisión técnica

Información e Innovación Tecnológica, S.A. de C.V. (infinIT)

Ing. Ángela Solís Manzano
Directora General

M. en SIG Antonio Iturbe Posadas
Coordinador de Proyectos Geoespaciales y Coordinador Técnico del Atlas de Riesgos

Ing. José Antonio Nava Vélez
Coordinador de Proyectos de Integración Tecnológica

Geog. Carlos Alberto Sara Gutiérrez
Geog. Raúl Sara Gutiérrez
Desarrollo Geográfico y Cartográfico

Ing. Katia Hernández Salinas
Ing. Luis Toro Japón
Programación del Servidor de Datos Geoespaciales



Biol. Gustavo Rodríguez Gallegos
Biol. Jorge Alberto Erazo Plascencia
Biol. Daniel Alatorre Morales
Rodrigo Flores Rodríguez
Biol. Marciano Torres Yépiz
Biol. José Carlos Villalba Murrieta

Equipo de trabajo para levantamiento de datos en campo y realización de encuestas

D.U.A. Karla Teresa Rojas Moreno
Captura y proceso de datos

Equipo técnico y de especialistas que apoyaron a la empresa infinIT en la elaboración del Atlas de Riesgo

Ing. Oscar Pohle Morales
Análisis especializado en Geología e Hidrología

Arq. Armando López Gasca
Arq. José Aníbal Miranda Ocampo
Análisis especializado en Arquitectura y Evaluación de riesgos estructurales

Dr. Valentino Sorani Dalbón
Responsable del Laboratorio Interdisciplinario de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Apoyo y Vinculación Académica

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TLAYACAPAN, MORELOS.
REALIZADO EN EL MARCO DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA SEDESOL, CON 80% DE APORTACIONES DEL GOBIERNO FEDERAL Y 20% DE APORTACIONES MUNICIPALES.

Diciembre de 2011

Esta publicación es propiedad del Ayuntamiento de Tlayacapan, Morelos. Los derechos de propiedad intelectual sobre los contenidos son del dominio de Información e Innovación Tecnológica, S.A. de C.V. y los autores de los mismos.

Cuando se hagan referencias a esta publicación, deberá ser citada de la siguiente manera:

Iturbe Posadas, Antonio; Nava Vélez, José Antonio y Sara Gutiérrez, Carlos Alberto (2011), *Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tlayacapan, Morelos*. México, Ayuntamiento Municipal de Tlayacapan, Morelos. Secretaría de Desarrollo Social.



Página intencionalmente en blanco



ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. Introducción y antecedentes	9
Introducción	9
Antecedentes	10
Fenómenos geológicos	10
Actividad volcánica	11
Inestabilidad de laderas	12
Hundimientos y agrietamientos	12
Fenómenos sísmicos	12
Incendios forestales	13
Fenómenos hidrometeorológicos	13
Temperaturas mínimas extremas	13
Inundaciones	13
Granizo	14
Heladas	15
Vientos	15
Objetivo	15
Alcances	15
Metodología general	15
Primera etapa	16
Segunda etapa	17
Tercera etapa	17
Contenido del Atlas de Riesgos Naturales	18
Marco legal	19
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio	21
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural	23
Fisiografía	23
Geomorfología	23
Geología	24
Edafología	26
Recursos hídricos superficiales	27
Clima	27
Uso de suelo y vegetación	27
Áreas Naturales Protegidas	28



Problemática ambiental	29
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos demográficos, sociales, económicos y urbanos	31
Elementos demográficos	31
Dinámica demográfica	31
Distribución de la población	31
Mortalidad	32
Elementos sociales	32
Escolaridad	32
Hacinamiento	32
Requerimiento de vivienda	32
Marginación	33
Población con capacidades diferentes	33
Población derechohabiente	33
Elementos económicos	33
Producción agrícola y ganadera	33
Otros sectores económicos	33
Unidades económicas y de prestación de servicios	34
Características de la población económicamente activa	34
Dinámica de la estructura ocupacional	34
Elementos urbanos	35
Electricidad	35
Agua	35
Reserva Territorial	35
Infraestructura urbana	35
CAPÍTULO V. Identificación de peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural	37
Identificación preliminar	37
Peligros geológicos	38
Fallas y Fracturas	38
Sismos	38
Vulcanismo	38
Deslizamientos y derrumbes	38
Flujos	38
Hundimientos	39
Erosión hídrica	39



Erosión eólica	39
Peligros hidrometeorológicos	41
Huracanes y ondas tropicales	41
Tormentas eléctricas	41
Sequías	41
Temperaturas máximas extremas	42
Vientos fuertes	42
Inundaciones	42
Heladas	42
Granizadas	42
Otros peligros	44
Vulnerabilidad	45
Riesgo	57
CAPÍTULO VI. Conclusiones y recomendaciones	65
Bibliografía	71



Capítulo I

Introducción y antecedentes

Introducción

El presente Atlas de Riesgos del Municipio de Tlayacapan se constituye en una herramienta para ubicar y estimar la importancia de peligros de origen natural y humano. La identificación y el conocimiento de los peligros y amenazas, y de las consecuencias de los diferentes tipos de fenómenos naturales es fundamental en la elaboración de este Atlas. Se incluyen varias etapas de trabajo que se mencionan a continuación:

- Recopilación de información en dependencias, instituciones y entidades responsables de la detección, registro, seguimiento y estudio de los diferentes fenómenos naturales que ocasionan desastres, así como en aquellas que son responsables del funcionamiento del municipio en condiciones normales y aquellas encargadas de responder ante la ocurrencia de una calamidad principalmente de tipo natural. Las fuentes de información empleadas fueron bibliografía especializada y resultados de encuestas anteriormente elaboradas en el municipio. En particular se consultaron la “Memoria de los Talleres Municipales para la identificación de Peligros del Estado de Morelos”, la Memoria Técnica y el Sistema de Información Geográfica del Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos. Se presenta en forma breve el inicio en cuanto a la construcción de un Sistema de Información Geográfica organizado para realizar proyecciones y nuevas evaluaciones temporales, de tal forma que el Ayuntamiento de Tlayacapan cuente con un instrumento de consulta y generación continua de información.
- Identificación con base en los términos de referencia de las necesidades en estudios complementarios sobre fenómenos destructivos en el municipio de Tlayacapan, que requieren de análisis teórico complementado por el conocimiento y experiencia práctica de los riesgos, en el marco espacio-tiempo. Por esto se propone una matriz general de información que sirva como referencia para el trabajo que deberá desarrollar la comunidad de Tlayacapan y sus diferentes instancias de administración pública, para la identificación precisa de los riesgos a los cuales pueden estar expuestos. Se puntualiza que para el caso del presente Atlas, solo se abordarán los fenómenos naturales de tipo geológico e hidrometeorológico y sobre los fenómenos que con más importancia y latencia se presentan en el territorio de Tlayacapan.



Antecedentes

En el presente Atlas de Riesgos del Municipio de Tlayacapan encuentra su motivación en el Programa Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos (PRAH) de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

En el Atlas se abordarán los fenómenos naturales de tipo geológico e hidrometeorológico así como otros de origen químico y humanos, tales como los incendios y sanitarios en zonas de barrancas, que con más importancia y latencia se presentan en el territorio de Tlayacapan.

La falta de documentos históricos en el municipio y de registro de antecedentes pasados ha llevado a una búsqueda de información en las diferentes dependencias, con actores claves del municipio, como autoridades de la presente y de anteriores administraciones, y a través de encuestas con personas mayores. Al mismo tiempo se ha podido utilizar parcialmente datos del Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos, así como datos provenientes del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), ajustando a la escala municipal la información cartográfica con imágenes de satélite de alta resolución.

A continuación se presentan los antecedentes municipales encontrados en materia de peligros naturales, que corresponden a una fase inicial del trabajo de identificación de peligros.

Fenómenos geológicos

Los fenómenos geológicos son procesos naturales relacionados con la dinámica terrestre, particularmente el modelado de su superficie o litósfera, en la cual intervienen formidables fuerzas internas de nuestro planeta que han dado origen a grandes cadenas montañosas, elevados volcanes, profundas simas oceánicas, creación de numerosas islas; y en general, la configuración de las masas continentales y cuencas oceánicas. Anteponiéndose a dichas fuerzas geológicas internas o endógenas, los procesos erosivos constituidos principalmente por la fuerza de gravedad y el intemperismo, tienden a nivelar la superficie, desgastando las partes altas del relieve y acumulando el material producto de dicho desgaste o erosión en los bajos topográficos o incluso en el mar, debido al transporte de los ríos.

Para efectos de identificación de peligros geológicos se pueden distinguir tres tipos:

1. Endógenos o internos. Generados por actividad tectónica (volcánica y/o sismos).
2. Exógenos o externos. Determinados por procesos erosivos, tales como deslizamientos, desprendimiento de rocas, flujos, hundimiento, reptación, compactación diferencial, etc.; generalmente relacionados con fenómenos hidrometeorológicos.
3. Asociados a fenómenos hidrometeorológicos y tectónicos. Comprenden principalmente flujos de roca y suelo, disparados por eventos volcánicos, sísmicos o la combinación de ambos y la ocurrencia fenómenos meteorológicos extremos.



De acuerdo con los conceptos anteriores, a continuación se presentan los principales fenómenos geológicos que representan un peligro y generan riesgos en el municipio de Tlayacapan, Morelos.

Actividad volcánica. La mayor concentración de volcanes en México se encuentra en el Eje Neovolcánico, del cual forma parte la Sierra de Chichináutzin, en cuyas estribaciones se localiza el municipio de Tlayacapan. Los volcanes más cercanos (C. del Agua y C. Cilcuayo), cuya actividad ha sido fechada por métodos radiométricos en aproximadamente 10,000 años (Márquez *et al.* 1999b), se localizan a 15 km al norte de la cabecera municipal, pudiéndose distinguir claramente en imágenes aerofotográficas y satelitales, los flujos de lava provenientes de dicho centro eruptivo que rodean los cerros de Ayótzin, Tepeytualco y Cuiyocuitlayo, hasta llegar a la cabecera municipal.

Actualmente, el mayor peligro de actividad volcánica es el volcán Popocatepetl, localizado a 38.7 km al NE de la cabecera municipal de Tlayacapan. Históricamente su actividad ha sido registrada desde la época prehispánica (1363, 1509, 1512 y 1519-1528), durante la colonia (siglos XVI, XVII y XVIII), habiéndose iniciado numerosos estudios científicos a principios del siglo XIX con Alexander von Humboldt (1804), los geólogos Del Río en 1842, Del Castillo (1870) y Sánchez en 1856. Después de algunos episodios eruptivos registrados a principios del siglo XX (hasta el año de 1927), el Popocatepetl permaneció inactivo durante 67 años, hasta el 21 de diciembre de 1994.

De acuerdo a diversos estudios realizados durante la última década (Siebe *et al.*, 1995a, 1995c, 1996a, 1996b, 1997; Espinasa-Pereña y Martín del Pozzo, 2006), hace aproximadamente 23,000 años ocurrió una erupción de gran magnitud que produjo el colapso de la porción sur del antiguo cono del Popocatepetl, generando una avalancha de escombros que alcanzó distancias de hasta 70 km en un área de aproximadamente 900 km². El cono actual, que ha sido construido durante los últimos 23,000 años, tiene una elevación de 5,472 metros sobre el nivel del mar y se encuentra integrado por una serie de depósitos piroclásticos y coladas de lava de composición andesítica-dacítica.

Durante los últimos 20,000 años, la actividad explosiva del Popocatepetl ha sido caracterizada por cuatro grandes eventos, indicados por depósitos de pómez de caída y flujos de ceniza (ignimbrita), datados en 14,000, 5,000, 2,150 y 1,100 años AP (antes del presente); y cuatro de menor magnitud, ocurridos hace 11,000, 9,000, 7,000 y 1,800 años AP.

De acuerdo con el Mapa de Peligros del Volcán Popocatepetl, elaborado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y retomados en el Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos (Anexo 3, imagen 5 y 5), el municipio de Tlayacapan se encuentra cerca del área 3, la cual de acuerdo a la clasificación es de Peligro Menor; y sólo podría ser afectada en caso de erupciones muy grandes, similares a las que han ocurrido al menos dos veces en los últimos 40,000 años. Sin embargo, cabe tomar en consideración que aún cuando el territorio municipal no se vea directamente afectado, la ceniza volcánica dispersada sobre la cuenca hidrográfica, puede inducir cambios importantes en las relaciones precipitación-escurrimiento. Depósitos de ceniza fina con una baja permeabilidad en temporadas de lluvias llevan a un incremento del escurrimiento, erosión acelerada, inundaciones, corrientes de lodo y modificación de los cauces. A diferencia del caso



anterior, los grandes depósitos de ceniza de grano grueso pueden incrementar la capacidad de infiltración y prácticamente anular el escurrimiento, entre algunos otros efectos directos e indirectos.

Inestabilidad de laderas. Para este peligro y de acuerdo a las fuentes consultadas, el municipio de Tlayacapan se encuentra clasificado en la categoría de moderado (Anexo 3, imagen 6). Por otra parte y con base en un análisis de las pendientes, obtenidas a partir del procesamiento de un modelo numérico de terreno, a su vez originado a partir de datos de cartográfica digital del INEGI escala 1:50,000 se definieron las áreas con laderas de menor estabilidad, el cual será analizado y expuesto a mayor detalle en el apartado correspondiente. En las entrevistas realizadas se ha señalado el peligro en las colonias El Plan, y camino a Nacatonco, con pequeños deslizamientos aparentemente resultados del movimiento originado por sobresaturación de los suelos por fuertes precipitaciones. Se señalan peligros debido a la presencia de rocas de gran tamaño ubicadas encima de un asentamiento humano irregular entre la Colonia Texcalo y Nacatonco.

Hundimientos y agrietamientos. Los suelos arcillosos con alto contenido de minerales expansivos son susceptibles a experimentar grandes cambios de volumen al modificar su humedad, llegando a generar daños a las obras construidas sobre estos suelos como son edificaciones, obras hidráulicas, caminos, puentes, etc. El municipio de Tlayacapan es considerado de bajo peligro en general en el Atlas de riesgos estatal (Anexo 3, imagen 7). Sin embargo hay que señalar dos áreas de vertisolespélicos ubicadas en la parte ya señalada al sur del municipio, al sur de la carretera Oaxtepec a Oacalco y otra ubicada en Jardines de Tlayacapan. Se han identificado también hundimientos en algunas calles de la cabecera municipal (calle Morelos y calle Insurgentes), asociadas a fallas en el sistema de drenaje.

Fenómenos sísmicos. Con base en el Atlas de Riesgos del Estado de Morelos, en la región no tan frecuentemente se registran sismos o las zonas afectadas resienten aceleraciones que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (Anexo 3, imagen 6). Por otra parte, considerando la información de CENAPRED, se tiene que, sólo en un periodo de retorno de 1,000 años se tendrá una aceleración de 150 cm/s^2 , pudiéndose presentar daños, de algún tipo, en las construcciones. En la tabla 1 se indican los sismos mayores a 5.5 grados en la escala de Richter registrados en las cercanías al municipio de Tlayacapan entre el 2000 y el 2011. Se resaltan los eventos más cercanos al área de estudio.

El primer sismo del que se tiene registro en lo que es hoy el estado de Morelos ocurrió en 1540. Éste se reportó con “bramidos subterráneos del Popocatepetl”, los cuales se escucharon hasta cuatro leguas (22.29 kilómetros aproximadamente) y fueron precedidos de cenizas volcánicas lanzadas por el volcán.

En el caso del municipio de Tlayacapan el peligro para el conjunto del municipio se considera bajo (Atlas de Peligros y Riesgos para el Estado de Morelos). Sin embargo en un fuerte temblor en el año de 1979, la punta del campanario del ex convento de San Juan Bautista se cayó. En el temblor de septiembre de 1985 se agrietaron nuevamente varias capillas.

De acuerdo al recorrido realizado en campo, se observa la presencia de depósitos aluviales en la parte sur del municipio, al sur de la carretera de Oaxtepec a Oacalco, depósitos que podrían magnificar el fenómeno sísmico cuando éste se presente. En la actualidad dicha área es de uso predominantemente agrícola, sin embargo la



presencia incipiente de asentamientos humanos (a la fecha la Unidad Habitacional Siglo XXI y Colonia El Ángel), generará en el futuro una fuerte presión para un cambio de uso del suelo a área urbana, lo que puede repercutir en una zona de peligro por los efectos sísmicos.

Incendios forestales. De acuerdo al Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos se indica que Tlayacapan está en una categoría de peligro de alto a moderado, sobre todo en la parte occidental (Anexo 3, imagen 17). De acuerdo con los registros efectuados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en el municipio han ocurrido un total de 30 incendios de 2002 al 8 de octubre de 2011. La causa más frecuente de incendios es de carácter antropogénico, básicamente debido a quemas asociadas a las actividades agropecuarias, a la cacería de conejos en las áreas de pastizal, y en menor proporción los causados por eventos naturales (Anexo 3, imagen 17).

Los meses de mayor intensidad ocurren en el periodo comprendido de enero a mayo, siendo los meses de marzo y abril en los que se han reportado la mayor cantidad de incendios, 18 y 19 respectivamente. La zona de mayor vulnerabilidad son los predios limítrofes de la frontera agropecuaria con las zonas forestales de las localidades de Tlayacapan y San José de los Laureles ya que es donde se han reportado la mayor cantidad de eventos, 17 y 10 respectivamente.

Es importante señalar en el municipio, la presencia de un equipo de 8 a 15 voluntarios que se dedican al control de incendios con equipo limitado. Ejercen también una acción preventiva con la realización de líneas negras de 10 m de ancho que han resultado más eficientes que las brechas cortafuego.

Existe una sola torre de vigilancia en el Cerro La Ventanilla, en el sur del municipio. De igual manera el tiradero municipal a cielo abierto presenta un peligro alto de incendio, ya que el mismo ha presentado varios eventos en los pasados años obligando la movilización del cuerpo de bomberos de Cuautla y numerosos voluntarios de la comunidad, así como personal de protección civil y otras dependencias del Ayuntamiento. Los eventos más recientes se presentaron en los años de 2006, 2008 y 2010.

Fenómenos hidrometeorológicos

Temperaturas mínimas extremas. Considerando las temperaturas mínimas extremas registradas en un lapso de 62 años (SRH, 1976 y García, E. 1988; en: Sánchez-Silva y Espinoza-Rodríguez, 1988) e INEGI, 1981 y 2006, se establece en el estado de Morelos valores que van de -2 a 0 °C en el periodo de 1941 a 2006, registrándose las temperaturas más bajas en la parte septentrional de la entidad (Anexo 3, imagen 14).

Inundaciones. En el municipio el periodo de mayor precipitación se presenta entre mayo y octubre. Es en este lapso en donde, en función del tiempo de duración e intensidad de la precipitación, la intercepción por la vegetación, la pendiente del terreno y la porosidad eficaz de la relación suelo-roca, agua precipitada se infiltra en mayor volumen promoviendo el incremento en la humedad de los suelos y la recarga natural a los acuíferos o bien escurre y aumenta considerablemente los caudales de arroyos y ríos. Además de la relación precipitación/escorrimento, la severidad de las inundaciones se magnifica por alteraciones de drenes naturales, la desforestación en



las partes altas de las cuencas y el establecimiento de asentamientos humanos en áreas naturalmente inundables.

El Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos califica al municipio con grado de peligro bajo y moderado (Anexo 3, imagen 9). Sin embargo de acuerdo a los cronistas del pueblo (Álvaro Rojas y Honorato Carmona), el municipio sufre de manera recurrente este fenómeno. A lo largo de la historia el desbordamiento de los ríos que cruzan a la localidad es ocasional, principalmente en los años que presentan temporadas de lluvias extraordinarias, en las que grandes volúmenes de precipitación se acumulan en temporadas cortas. Tal como pasó en los años 1980 y 1982, en los que de acuerdo a fotografías contenidas en el libro “Redescubriendo Tlayacapan” se presentaron desbordamientos de los ríos que cruzan el municipio (fotos 6 y 7) afectados el mercado municipal y en general toda la zona del centro de la cabecera.

Han sido afectadas varias de las barrancas del municipio, sin que se pueda identificar un patrón de mayor frecuencia en unas con respecto a otras. Recientemente las áreas más afectadas han sido el Barrio de Santa Ana, La Exaltación, El Rosario, Nacatongo y las colonias Las Vivianas y Centro, sobre todo la Posada San Juan, en las calles Independencia y 5 de Febrero. Árboles arrastrados por las fuertes lluvias quedan atrapados en los puentes y permiten la creación de un tapón que provoca el desbordamiento del agua por encima y a los lados de las barrancas.

De acuerdo al trabajo de campo realizado en septiembre de 2011, según la población del municipio de Tlayacapan las inundaciones constituyen el principal riesgo para la localidad. Hay que destacar que no se tratan de inundaciones permanentes donde el agua quede estancada, sino momentáneas por el efecto del desbordamiento de los ríos que atraviesan la cabecera municipal en diversos puntos y que en ocasiones se desbordan debido a la gran cantidad de agua que baja de la parte alta, eventos que se dan principalmente por la ocurrencia de huracanes que afecten por medio de grandes precipitaciones la cuenca alta.

El evento más reciente que afectó al municipio se dio el mes de agosto del año 2010, donde fuertes precipitaciones causadas por el efecto del huracán Frank provocaron la bajada de grandes cantidades de agua desde la cuenca alta provocando el desbordamiento de varios afluentes del río Yautepec, varios de los cuales atraviesan por medio de un sistema de pequeñas barrancas la cabecera municipal de Tlayacapan. El reporte oficial del recuento de daños arrojó que de 50 familias afectadas sólo trece sufrieron deterioros graves en su patrimonio, mientras que cuatro negocios reportaron pérdidas considerables, manifestando que aún cuando en un principio se reportaron extravíos, no hubo pérdidas humanas que lamentar.

Aún para estas fechas es visible el nivel que alcanzó el agua en varios barrios de la localidad; en algunas zonas de pendiente baja y que se encuentran en hondonadas el nivel del agua superó los 1.20 m de altura, y en zonas con pendientes moderadas el agua alcanzó los 70 cm de altura, en las cuales aunque el nivel no fue tan alto, la pendiente provocó corrientes muy fuertes ocasionando daños materiales a la población.

Granizo. Esta forma de precipitación se encuentra asociada a nubes de desarrollo vertical, dentro de las cuales las corrientes son de gran intensidad. En Tlayacapan se han registrado recientemente fuertes granizadas como se indica en el Atlas de



Riesgos y Peligros del Estado de Morelos (Anexo 3, imagen 10), (Atlas de Riesgo, 1997; en: CEAMA y UAEM, 2003).

Heladas. Las heladas son las que tienen una relación más estrecha con la temperatura; ocurren precisamente cuando la temperatura mínima disminuye por debajo de 0 °C como consecuencia del corrimiento hacia el sur de la zona intertropical de convergencia. Con base en el Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos (Anexo 3, imagen 11) la mayor parte de la superficie del municipio muestra un peligro muy alto por este fenómeno, sobre todo en las partes de mayor elevación ubicadas al suroeste del municipio. La población entrevistada indica que cada año hay aproximadamente 2 ó 3 heladas.

Vientos. El municipio se localiza en la zona de dominio de los vientos alisios, mismos que durante el verano son fuertes y profundos, relacionándose con el proceso de precipitación, debido a que los vientos anabáticos, son ascendentes y se producen en las laderas de las montañas, durante el día, cuando el sol calienta esas laderas más rápidamente que el valle; mientras que los catabáticos, son descendentes y se producen en las laderas de las montañas, durante las tardes, cuando dichas laderas se enfrían más rápido que el valle. Algunas partes del municipio se encuentran en peligro fuerte y muy fuerte, esto de acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos (Anexo 3, imagen 15).

Objetivo

Diagnosticar, ponderar y detectar los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos, en el municipio de Tlayacapan y contar con los elementos mínimos de conocimiento para identificar los peligros y riesgos y así fundamentar una estrategia efectiva de prevención y mitigación de los mismos.

Alcances

El presente Atlas se realiza en su primera etapa de diagnóstico e identificación de riesgos geológico e hidrometeorológico, los cuales representan el interés de las diversas autoridades por avanzar hacia la superación de los rezagos y los profundos contrastes sociales en las áreas diversas del territorio nacional, contribuyendo en la transformación de espacios seguros en términos de la mitigación de los riesgos naturales, como parte de las acciones dirigidas a promover su habitabilidad. A partir de lo anterior, establecer un Atlas de Riesgo del Municipio de Tlayacapan basado en un sistema de información geográfica dinámico, mediante el cual se puedan realizar acciones tendientes a regular el uso del suelo; así como analizar y evaluar posibles escenarios de los diferentes eventos que se pudieran presentar y con ello elaborar planes de emergencia, prevención, evacuación y líneas vitales.

Metodología general

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto consistió en varias etapas, que forman parte del trabajo multidisciplinario de los especialistas que colaboraron en el mismo, el cual se describe a continuación:



Primera etapa:

- Reconocimiento general del medio en donde se encuentra el área de estudio, con el fin de identificar las amenazas ocasionadas por fenómenos de origen geológico e hidrometeorológico, existentes en la región. Para lograrlo, se realizaron principalmente las siguientes actividades:
- Consulta de múltiples fuentes bibliográficas.
- Datos de primera mano de funcionarios públicos. Entrevistas con autoridades municipales actuales y de las pasadas administraciones y con cronistas del municipio.
- Consulta a investigadores, pobladores, cronistas, hemerotecas y diversos archivos históricos, a fin de conocer que eventos naturales han sido más desastrosos y su frecuencia.
- Consultas con investigadores y autoridades de las cabeceras municipales (comunicaciones personales), y registros en los que se definieran sus consecuencias en cuanto a daños causados a la salud (heridos y muertos), inmuebles o infraestructuras, e interrupción de servicios a la comunidad. Esto a fin de identificar y analizar estadísticamente la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los eventos naturales que pudieran representar una amenaza, además de determinar si presentan un ciclo natural.
- Información histórica de las diferentes dependencias del gobierno federal, estatal y municipal, en particular en la delegación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) de Morelos, en la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA), en la delegación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y en la delegación regional de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Cartografía del Ordenamiento Ecológico del Municipio de Tlayacapan y del Ordenamiento Ecológico del Estado de Morelos, ambos elaborados por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Tratamiento digital y análisis de mapas topográficos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) escala 1:50,000, imágenes del 2005 y 2007 de *Google Earth* y *Google Maps*, así como ortofotos catastrales digitales de la cabecera municipal.
- Consulta de cartografías del INEGI, del Servicio Geológico Mexicano, del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y de diferentes autores e instituciones, con el fin de analizar los factores del medio físico de la zona de estudio, como son: vegetación, geología (litología y estructuras), suelos, uso actual, hidrología, geomorfología, clima y geohidrología.
- Análisis de las características geológicas e hidrológicas de la región, evaluados mediante la interpretación de mosaicos fotográficos y fotografías aéreas a diferentes escalas y fechas.
- Detectar la presencia de agentes contaminantes de tipo natural que pudieran representar una amenaza para la población.



Segunda etapa

- Compilación y análisis del contenido de la documentación disponible en la identificación de riesgos en el municipio, describiendo el contenido del marco legal y programático aplicable a desastres en el estado de Morelos y el municipio de Tlayacapan.
- Identificación los peligros geológicos e hidrometeorológicos, así como los polvorines; su origen, distribución, frecuencia, topología y magnitud de riesgo.
- Cálculo y análisis de los elementos de la vulnerabilidad social y física de la población, a través de variables estadísticas identificadas en el Censo de Población, datos de marginación y de desarrollo humano, a partir de las cuales se determinaron los niveles, así como trabajo de campo.

Tercera etapa

- Identificación de las áreas de riesgo en donde es más probable la ocurrencia y afectación de amenazas de tipo natural. Se logró mediante el estudio y análisis de cada una de los peligros identificados, para lo cual se consideró la metodología utilizada por el CENAPRED, complementándola con metodología propia, realizada a través de análisis espacial mediante la aplicación de sistemas de información geográfica.



Contenido del Atlas de Riesgos Naturales

La estructura y contenido del documento que se presenta se sujeta a los lineamientos y términos de referencia establecidos por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y con algunas adecuaciones realizadas para un mejor entendimiento y lectura del mismo. Dicho contenido se divide y estructura de la siguiente manera:

Capítulo	Contenido
Capítulo I. Introducción y antecedentes	<p>En éste apartado se explica de forma breve y clara las problemáticas relacionadas con peligros de origen natural desde tiempo histórico y hasta la fecha, se han incluido fuentes documentales que se consideraron como antecedentes y evidencias de eventos desastrosos en el municipio de Tlayacapan y en la región.</p> <p>Se considera importante incluir en este apartado una reseña histórica breve acerca del proceso de ocupación de áreas de riesgo.</p> <p>En este mismo apartado se ha hecho uso de una herramienta valiosa como lo es el Atlas de Riesgo del Estado de Morelos, en el cual se presenta un análisis de los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos presentes en la entidad y que sirve como antecedente para el estudio aplicable al municipio.</p> <p>Se cuenta con un apartado sobre los lineamientos legales que sustentan la elaboración del Atlas, así como el objetivo que se persigue en la elaboración del mismo y, la metodología general que se ha empleado en el desarrollo del mismo</p>
Capítulo II. Determinación de la zona de estudio	<p>En este apartado se explican los diferentes niveles de análisis y desagregación espacial del estudio, los cuales abarcan extensiones mayores referidas al estado de Morelos, así como a límites de cuenca, el límite municipal (siendo este el de mayor frecuencia para el análisis) y finalmente a nivel urbano para la cabecera municipal y los principales asentamientos.</p>
Capítulo III. Caracterización de los elementos del medio natural	<p>En este apartado se analizan los elementos que conforman el medio físico de la zona de estudio, a partir de las características del municipio de Tlayacapan, de acuerdo a la estructura dictada en las bases para la estandarización en la elaboración de los Atlas de Riesgos: Fisiografía, Geología, Geomorfología, Edafología, Hidrología, Climatología, Uso de suelo y vegetación, Áreas Naturales Protegidas y Problemática Ambiental.</p>
Capítulo IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	<p>Se abordan de manera general las características sobre la situación demográfica, social y económica en el municipio de Tlayacapan a partir de indicadores básicos que permiten contar con un panorama sobre dichas condiciones, dando énfasis en los aspectos de dinámica demográfica, escolaridad, hacinamiento, marginación y pobreza, principales actividades económicas en la zona y estructura urbana y, de servicios.</p>



Capítulo	Contenido
Capítulo V. Identificación de peligros, vulnerabilidad y riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural	<p>En este apartado se lleva a cabo un análisis de los fenómenos perturbadores de origen natural y que son del interés para el Atlas de Riesgos, en donde se identifica el nivel de peligro que existe, así como la áreas que están expuestas al mismo, todo ello mediante el trabajo de campo y el análisis en gabinete de conjuntos de datos a través de software de sistemas de información geográfica. De gran valor, es la interpretación de los especialistas que participaron en el desarrollo del trabajo.</p> <p>La vulnerabilidad se analiza a partir de las variables sociales, económicas y de viviendas, la determinación de los grados de vulnerabilidad de la población expuesta y de la infraestructura, con el fin de utilizarlos como insumos para el cálculo del riesgo en cuanto a la población expuesta, así como de la infraestructura presente.</p> <p>Finalmente, en el de riesgos, se presenta con detalle el procedimiento diseñado y realizado para el cálculo del riesgo. Esto, a través de la aplicación de técnicas de evaluación multicriterio y el apoyo de los especialistas. Esta etapa se enriquece con la realización de talleres de participación social, así como de las revisiones llevadas a cabo con personal especializado de SEDESOL en materia de riesgo.</p>
Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones	<p>Se enlistan las conclusiones y recomendaciones derivadas del trabajo. Se definen las obras y otras acciones que el H. Ayuntamiento de Tlayacapan debe idealmente llevar a cabo para reducir la vulnerabilidad y mejorar la respuesta ante la ocurrencia de fenómenos naturales de tipo geológico e hidrometeorológico.</p>
Bibliografía	<p>Referencias de los documentos empleados para la realización de este Atlas.</p>

Marco Legal

La nueva Ley de Protección Civil para el Estado de Morelos aprobada el 13 de julio del 2010 y publicada el 25 de agosto del 2010 incluye varios artículos que hacen mención a los riesgos, y en particular a la creación de los Atlas de Riesgo. La ley define al Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos como un sistema integral de información geográfica sobre los fenómenos perturbadores a nivel estatal que se integra con la información estatal y municipal y que tiene como objetivo evaluar el riesgo mediante el análisis espacial y temporal del peligro, vulnerabilidad y grado de exposición de los sistemas afectables. Este sistema consta de bases de datos, sistema de información geográfica y herramientas para el análisis y simulación de escenarios, así como la estimación de pérdidas por desastres. Sobre la utilización del Atlas como instrumento para la planeación, citamos el artículo 12 de la citada Ley que atribuye al Ejecutivo del Estado vigilar, mediante las dependencias y entidades competentes y conforme a las disposiciones legales aplicables, que no se autoricen centros de población en zonas de riesgo ubicadas en el Atlas Estatal y los Atlas Municipales de Riesgo y de ser el caso, se notifique a las autoridades competentes para que proceda a su desalojo, así como al deslinde de las responsabilidades en las que incurren por la omisión y complacencia ante dichas irregularidades. El artículo 15, en su fracción XIII indica que los instrumentos base para alcanzar los objetivos del artículo 14 (poder asegurar la gestión integral de riesgos con base en el conocimiento del origen y naturaleza de los riesgos, además de los procesos de construcción social de los mismos, la identificación de peligro, vulnerabilidad y



riesgo, así como sus escenarios, el análisis y evaluación de los posibles efectos, la revisión de controles para la mitigación del impacto, las acciones y mecanismos para la prevención y mitigación de riesgo, el desarrollo de una mayor comprensión y concienciación de los riesgos y el fortalecimiento de la resiliencia de la sociedad) son los Atlas de Riesgo Estatal y Municipal así como los programas de Protección Civil correspondientes. El artículo 20 cita entre las atribuciones en materia de Protección Civil de la Coordinación Ejecutiva del Sistema Estatal recaerá en la Secretaría de Gobierno por conducto del Instituto Estatal de Protección Civil desarrollar y actualizar el Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos el cual constituye el marco de referencia para la elaboración de políticas y programas de la gestión integral de riesgo.



Capítulo II

Determinación de la zona de estudio

El área de estudio principal corresponde a la superficie total del municipio de Tlayacapan, el cual se encuentra ubicado al noreste del estado de Morelos entre los paralelos 18° 57' de latitud Norte y 98° 59' de longitud Oeste (Anexo 2, Mapas B-01 y B-01a). Administrativamente colinda con los municipios de Tlalnepantla al norte, al sur con Yautepec, al este con Totolapan y Atlatlahucan y, al oeste con Tepoztlán.

El límite político-administrativo que se utiliza en el desarrollo del Atlas se ha tomado del Plan de Desarrollo Urbano (PDU), publicado por la Secretaría de Obras Públicas del Estado de Morelos el cual difiere en su constitución geométrica con el límite geoestadístico que utiliza el INEGI para fines de levantamiento censal, por lo que es importante dejar claro este detalle (Anexo 2, Mapas B-02 y B-02a).

La superficie del municipio considerando el límite anterior es de aproximadamente 67.9 km². Se encuentra a una altitud promedio de 1,628 metros sobre el nivel del mar, entre los 1,242 y 2,202 msnm.

En algunos de los casos para el estudio de los análisis hidrológicos se ha considerado utilizar la extensión total de la cuenca en la que se inserta el municipio, así como la subcuenca, justificando lo anterior por el hecho de que eventos de carácter regional que puedan impactar en área diferente del municipio pueden tener efectos directos, como son los hidrometeorológicos, los cuales impactan aguas arriba del municipio y tienen efectos en Tlayacapan, resultado de lluvias extremas y acumulación de los caudales hidrológicos, los cuales pueden llegar a causar desbordamiento de los principales cauces (Anexo 2, Mapa B-03)

Otro nivel de análisis se ha centrado en las áreas urbanas de los centros de población, particularmente la cabecera municipal (Anexo 2, Mapa B-04) y en algunos de los casos de las localidades de San José de los Laureles (Anexo 2, Mapa B-05), San Andrés Cuautempan (Anexo 2, Mapa B-06) y San Agustín Amatlipac (Anexo 2, Mapa B-07). El análisis de riesgos se presenta finalmente a nivel municipal en donde las localidades son los elementos de mínima representación geográfica en la que se indica el nivel de riesgo que se calculó. Para el caso de áreas más detalladas, en función del nivel territorial de presencia de los peligros, se tienen mapas a nivel de Área Geoestadística Básica para la cabecera municipal.



Página intencionalmente en blanco



Capítulo III

Caracterización de los elementos del medio natural

Fisiografía

El municipio de Tlayacapan pertenece a la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico y a su vez a la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. La provincia fisiográfica Eje Neovolcánico se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, atravesando la franja central de la República Mexicana, incluyendo a los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Distrito Federal, Morelos, Puebla, Tlaxcala y Veracruz. Está constituida por rocas ígneas, producto de erupciones volcánicas ocurridas en distintas épocas y de diversas magnitudes, desde mediados del Terciario (35 millones de años) hasta el presente geológico. Sierras de origen volcánico, campos de conos cineríticos, coladas lávicas, escudos basálticos y depósitos conglomerados (ceniza y arena) son las topofomas típicas de esta provincia fisiográfica (Anexo 2, Mapa B-08).

Los rasgos topográficos más destacados de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac incluidos en el municipio son la sierra de laderas escarpadas, formado por una fuerte erosión de lahares (material piroclástico, flujo de pedacería volcánica).

Geomorfología

Por consideraciones técnicas, se ha dividido el territorio municipal de acuerdo a criterios geomorfológicos, ya que los rasgos del relieve determinan en gran medida la ocurrencia y magnitud de las amenazas. Por lo tanto, el municipio de Tlayacapan se divide en las siguientes regiones (Anexo 2, Mapa B-09a):

1. Sierra Amatlán-Tlayacapan (SAT). Constituida por la escarpada sierra que ocupa la parte occidental del municipio, donde se registran las más altas elevaciones y cuyas laderas presentan pendientes que llegan a la vertical.
2. Cuenca Volcánica de Amatlipac (CVA). Formado por una serie de coladas de lava basáltica, provenientes de la Sierra de Chichináutzin. Ocupa la parte central del municipio y destaca por sus frentes de lava, relictos de la Sierra Amatlán-Tlayacapan y una topografía de pendiente relativamente suave. Esta unidad se encuentra drenada por una red de corrientes efímeras que confluyen en la cabecera municipal y que en época de lluvias se convierten en un peligro para la población. Su cauce principal inicia en la población de Tlayacapan y transcurre por el contacto geológico de la Formación Tepoztlán (SAT) y el Grupo Chichináutzin, mostrando profundos cortes en algunos sitios.
3. Cuenca Volcánica Cuautempan (CVC). Integrada principalmente por los sistemas hidrológicos del volcán Zitlaltépetl y el volcán Santa Bárbara. Consiste en coladas de tipo basáltico que rodean al volcán Zitlaltépetl, de composición probablemente traqui-basáltica, que ocupan el extremo oriental del municipio y a través del cual, se desarrolla una red de drenaje



semiradialdendrítico de tipo efímero, que confluye en las inmediaciones de la Col. Santa Lucía, en los límites entre Yautepec y Tlayacapan.

4. Planicie Los Luises (PLL). Ocupa el extremo Suroeste del municipio y se caracteriza por una topografía más o menos plana, constituida por depósitos aluviales del Terciario, suelos residuales y aluviones recientes. En esta área confluyen las cuencas mencionadas (CVA y CVC) con las corrientes intermitentes provenientes del Popocatepetl. El flujo subterráneo de las cuencas CVA y CVC contribuyen principalmente a la existencia de los célebres manantiales de Oaxtepec e Itzamatitlán, cuyos caudales alimentan al Río Yautepec.

Geología

La porción de la corteza terrestre superficial que le corresponde al municipio de Tlayacapan es mayoritariamente de origen ígneo (86.7%), con rocas ubicadas en la cordillera que alberga al Corredor Biológico Chichinautzin y la Zona Núcleo Las Mariposas (poniente del municipio, colindante con Tepoztlán). Con menor cubrimiento territorial se encuentran los suelos, depositados por los escurrimientos pluviales que atraviesan el municipio en dirección norte-sur y se alojan alrededor del cauce del río Yautepec (Anexo 2, Mapa B-10 y Mapa B-10a).

Dada la naturaleza geológica de los materiales que forman la Sierra de Chichinautzin, ésta tiene una alta permeabilidad geohidrológica, permitiendo la infiltración de la lluvia y descargando, parte del volumen almacenado, en la parte baja del Valle de Yautepec a través de manantiales. La Sierra Chichinautzin descende abruptamente hacia el sur dando lugar a la formación de lomeríos ondulantes con depósitos aluviales. En la Tabla 2 del Anexo 5, se describen la composición litológica del municipio de Tlayacapan.

Andesita: Se ubica en los cerros Tepel (1,820-2,040 msnm) y Cuiyocuitlayo (1,780-1,920 msnm), al norte del municipio (localidad Amatlipac) y en los límites con el municipio de Totolapan (localidad San Sebastián La Cañada). Ocupa tan solo el 0.3% de la superficie del territorio municipal de Tlayacapan. Se trata de una roca volcánica de contenido intermedio de hierro, de ahí su color gris medio y grano fino, con pequeñas cantidades de cuarzo (Anexo 5, tabla 1). La temperatura de emisión de las andesitas es de aproximadamente 900 °C.

Basalto: Se localiza al surponiente del municipio, sobre la región del valle donde el río Yautepec sigue su curso hacia el sur del estado de Morelos. Los sitios señalados de este estrato litológico son: Colonia Las Vivianas, al poniente de la caseta de Oacalco (autopista La Pera-Cuautla); oriente del Campo El Capulín y poniente de la Ex hacienda Pantitlán, todos estos sitios cercanos a corrientes de agua superficial.

Brecha volcánica: Se trata de rocas expulsadas durante las erupciones volcánicas primigenias del génesis de la Sierra Chichinautzin. Las montañas que rodean por el poniente al municipio de Tlayacapan, son de la misma edad y origen geológico y fueron parcialmente cubiertas por las últimas coladas de los volcanes Chichinautzin y Tláloc que conformaron el relieve actual de la Sierra Chichinautzin. Corresponde al bloque litológico (1,300-2,100 msnm) con las pendientes más elevadas dentro del municipio de Tlayacapan y está incluido dentro del Área Natural Protegida Corredor



Biológico Chichinautzin. Los cerros representativos son los cerros Las Mariposas, Sombrerito y Popotlán (Anexo 5, tabla 2).

Brecha volcánica andesítica: Es el material de composición de los cerros Tonantzin (1,700-1,800 msnm) y Ayotzin (1,740-2,120 msnm), ubicados en el norte del municipio de Tlayacapan y al oriente de la localidad San José de los Laureles. Su origen se debe a erupciones andesíticas de la Sierra Chichinautzin y forman capas poco inclinadas de constituyentes del tamaño de arcilla hasta bloques cuya composición es predominantemente de andesitas, existiendo también riolitas. Esta unidad es considerada como “lahares” dentro la formación “Tepoztlán”. Su uso potencial es el relleno y es extraíble mediante el uso de explosivos. Presenta colores variados del gris a rojo con horizontes blanquiczos.

Brecha volcánica basáltica: Corresponde a una roca de color gris oscuro, mal compactada y con muchas oquedades, sobreyace a basaltos masivos con minerales observables de olivino. Es el material constituyente del Cerro Tezontlala (1,700-1,820 msnm), al sur de la localidad San José de Los Laureles. Este cerro, a diferencia de otros de origen ígneo y dentro del municipio de Tlayacapan, tiene su superficie dedicada a una actividad de aprovechamiento específica: cultivos de temporal (Anexo 5, tabla 2).

Ígnea extrusiva básica: Constituye el material geológico de mayor extensión dentro del municipio de Tlayacapan y se debe a las erupciones del volcán Tláloc, ubicado al norte del estado de Morelos y dentro del Distrito Federal. Los derrames lávicos se extienden desde su antiguo cráter, localizado 15 Km al norte del municipio de Tlayacapan, hasta la carretera libre Oaxtepec-Yautepec, donde comienza el valle que alberga el cauce del río Yautepec.

Toba basáltica - Brecha volcánica basáltica: Es un material de escaso fracturamiento y alta permeabilidad. Es el material de constitución del Cerro Mirador (1,720-1,980 msnm), ubicado al nororiente del municipio de Tlayacapan y oriente de la Colonia Emiliano Zapata, en los límites con el municipio de Totolapan. Se trata de un volcán cinerítico en etapa de juventud, constituido de brechas basálticas con algunos horizontes tobáceos de la textura piroclástica.

Arenisca - conglomerado: Corresponde a una de las rocas sedimentarias más abundantes, y se conforma por clastos de arena depositados por corrientes de agua superficial o por la acción del viento. Conforman un pequeño montículo al sur del municipio de Tlayacapan, entre las localidades de Los Arcos y Cocoyol.

Caliza: El límite administrativo de Tlayacapan incluye una mínima parte de la ladera de un cerro formado por calizas, contiguo al montículo de arenisca-conglomerado. Dicho cerro se encuentra bajo explotación para la producción de agregados para la construcción.

Aluvión: Se refiere a los depósitos finos y de partículas heterogéneas alojados alrededor del cauce del Río Yautepec y de todas sus corrientes tributarias. Este material ha cubierto el relieve aguas abajo de la Sierra Chichinautzin.

La edad de las rocas que afloran dentro del municipio abarca desde el período Cretácico Inferior (110 millones de años) al reciente; los materiales que constituyen estas unidades son rocas ígneas intrusivas y extrusivas. La aparición de la Sierra Chichinautzin ocasionó el cierre del drenaje del Valle de México, que ocurría hacia el Valle de Morelos, dando lugar a la aparición de la cuenca endorreica del Valle de



México. Las estructuras geológicas son producto de una sucesión de eventos naturales que modelaron la corteza terrestre, las cuales están constituidas por los estratos descritos en la tabla 2 del anexo 5.

Edafología

Al norte de la entidad, los suelos tienen un origen predominantemente residual y volcánico, lo que los hace ácidos y poco fértiles, por lo que su uso agrícola es muy limitado. Las superficies de cada asociación de suelo se encuentran en la Tabla. La cartografía se encuentra en el anexo (Anexo 2, Mapa B-11).

Andosoles: En Tlayacapan se encuentran andosolesótricos (Andosoles muy limoso o arcilloso a menos de 50 cm. de profundidad; tiene una capa superficial clara y pobre en materia orgánica y nutrientes) como unidad de suelo sin asociación con otras unidades o asociada a cambisolesdísticos y regosoleséutricos, y andosoles húmicos (con un horizonte superficial con alto contenido en materia orgánica). Los Andosolesótricos se encuentran en el norte del municipio (cerros Ayotzin y Tezontlala) y en el noreste (cerro Zitlaltepec). Para evitar la erosión los Andosoles en pendientes pronunciadas se mantienen mejor bajo bosque.

Este tipo de suelos se encuentra asociados a una alta vulnerabilidad por procesos de erosión hídrica, sobre todo en las áreas en donde se ha dado un proceso de deforestación, lo que asociado a grados de pendiente pronunciada, su pérdida puede ser irreversible.

Cambisoles: Se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Son suelos jóvenes que se caracterizan meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial. En la parte del municipio colindante con Atlatlahucan se encuentran cambisoleséutricos mientras los cambisolesdísticos se encuentran en asociación con Andosolesótricos en la parte norte (cerro Tonantzin). Son suelos medianamente erosionable y relativamente estables en caso de sismos.

Feozems o pheozems: Se caracterizan por presentar un color oscuro. Son ricos en materia orgánica y nutriente, presentan gran capacidad para almacenar agua. Son suelos confinados de manera casi exclusiva de superficies planas a ligeramente onduladas que se desarrollan en condiciones aeróbicas en donde hay movimiento libre de agua (a través del suelo); además, integran superficies amorfas, que son de textura fina. En el municipio se encuentran feozemsháplicos al norte del río Yautepec y en asociación con Andosolesmólicos en los límites con el municipio de Tlalnepantla o con leptosoles líticos (cerro de las Mariposas). Por ubicarse en terrenos planos y por sus características mecánicas no constituyen zonas de peligro para las construcciones.

Regosoles: se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. En el municipio se encuentran regosoleséutrico en la parte oriental, o en asociación con andosolesótricos al centro-este y con leptosoles líticos o con andosoleséutricos en el cerro Mirador. Son suelos con bajas condiciones de estabilidad y por lo tanto no son recomendados para construcciones.

Litosoles: suelos con espesor incipiente que van de los 10 a los 30 cm, por lo que se consideran de formación primaria en donde predomina la materia orgánica. Se



presenta en pendientes altas por lo que son susceptibles de erosión al perder la cobertura vegetal. En el municipio este tipo de suelos se localizan en las zonas montañosas, particularmente en el área correspondiente al área natural protegida.

Vertisoles: El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen y se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas, genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales. Los vertisoles se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. Esta propiedad hace que sean suelos de alta vulnerabilidad para construcciones. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. En el municipio se encuentran prevalentemente en la parte sur, como vertisolespélicos o en asociación con feozemshápicos o regosoleséutricos.

Recursos hídricos superficiales

El municipio de Tlayacapan se encuentra dentro de la Región hidrológica “Balsas” que incluye diez estados de la República Mexicana y descarga sus aguas en el Océano Pacífico. Así también, dentro de la Cuenca “Río Grande de Amacuzac” que deriva sus escurrimientos del Eje Neovolcánico en dirección sur, confluyendo con los propios del surponiente del Estado de México, sur del Distrito Federal, poniente de Puebla y norte de Guerrero, para desembocar en el Océano Pacífico entre las fronteras estatales de Guerrero y Michoacán. Además, el municipio forma parte de la subcuenca del río Yautepec, que nace en los Altos de Morelos (municipios de Totolapan y Tlalnepantla) en dirección surponiente (Anexo 2, mapa B-12)

El río Yautepec se origina en los manantiales El Bosque y Poza Azul en Oaxtepec, fluyendo con dirección surponiente y cuando llegan sus aguas al municipio de Yautepec, cambia de rumbo hacia el sur del estado de Morelos, hasta unirse con los afluentes de los ríos Amacuzac, Chalma, Tembembe, Apatlaco y Cuautla. Las microcuencas del municipio son presentadas en anexo (Anexo 2, mapa B-13).

Clima

El municipio de Tlayacapan se encuentra en la región climática de los tipos semicálidos A(C), ubicado entre las regiones de los climas cálidos y templados. Su delimitación se debe principalmente al intervalo altitudinal medio (1,200-2,200 msnm) donde se encuentra el municipio de Tlayacapan y comparte sus características climáticas con Cuernavaca, Jiutepec, parte baja de Tepoztlán, parte alta de Yautepec, Totolapan, Atlatlahucan, Yecapixtla, Ocuituco, Zacualpan y Temoac (Anexo 2, mapa B-14).

Además de la altitud, la presencia de la Sierra Chichinautzin al norte del municipio constituye una barrera para la humedad proveniente del Pacífico, por lo que el gradiente climático aumenta con respecto a la parte baja del estado de Morelos. Esto se traduce en una alta diversidad en la vegetación, con un gradiente que va de selva baja caducifolia a bosque templado. Los climas semicálidos también se extienden más allá de los límites administrativos del estado de Morelos, de forma a la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico, hasta los estados de Michoacán y Puebla.



Uso de suelo y vegetación

Tlayacapan se caracteriza por ser un municipio contrastante en sus diferentes regiones debido a sus múltiples paisajes y usos del suelo (Anexo 2, mapa B-15). Al poniente presenta una importante formación montañosa, representada principalmente por los cerros del Sombrerito, Popotlán, de las Mariposas o Zoapapalotl, Tezontlala, Tonantzín y Ayotzín cubierta por grandes macizos forestales de bosque de encino con algunos pequeños fragmentos de pinares y selva baja caducifolia, superando entre ambos ecosistemas el 20% de la superficie total municipal. Representa una zona muy rica en recursos naturales y de alta biodiversidad, de gran prioridad para su conservación y con alto potencial para el desarrollo de actividades ecoturísticas.

En las faldas de los cerros se puede observar una zona mixta agropecuaria forestal, donde se mezclan los últimos relictos de vegetación natural con zonas agropecuarias principalmente de temporal y pastizales de agostadero que se extienden hacia el centro, oriente y sur-oriente del municipio, cubriendo alrededor del 40% de la superficie municipal. Entre los principales cultivos se encuentra el maíz, el jitomate, el tomate, el pepino y grandes zonas de nopaleras que se han ido extendiendo por la mayor rentabilidad de este producto. De igual manera existen algunas huertas de frutales dispersas en los valles agropecuarios, pero son mínimas.

Al sur del municipio, en la región de menor altitud, se localiza un valle de muy baja pendiente con suelos muy ricos y profundos, utilizado actualmente para actividades de agricultura de riego y algunos asentamientos humanos dispersos tales como Oacalco y la Ex hacienda de Pantitlán. Los principales cultivos en la zona de riego son la caña, el maíz, aunque se han desarrollado algunos invernaderos para la producción de vegetales y flores. La zona de riego actualmente ocupa alrededor de 600 hectáreas lo que representa el 9% de la superficie municipal.

Existen numerosas barrancas que cruzan el municipio principalmente de norte a sur, ocupadas por vegetación rivereña en diferentes estados de conservación. Este ecosistema es el de menor superficie ya que está restringido a la zona de influencia de los escurrimientos y está en constante vecindad con actividades humanas tanto agropecuarias como urbanas por lo que presenta un alto grado de deforestación. Actualmente se conservan tan solo 160 hectáreas de este ecosistema de las cuales más del 70% se encuentran perturbadas.

Los asentamientos humanos se encuentran diferenciados entre los urbanos relacionados principalmente a la cabecera municipal, el corredor que se extiende de Tlayacapan a Oaxtepec y su zona de influencia y los rurales que se encuentran dispersos en varias comunidades, principalmente Oacalco, San José de los Laureles, San Agustín Amatlipac, San Andrés Cuautempan, Emiliano Zapata y la Col. El Golán. Entre ambas categorías ocupan alrededor del 8% de la superficie municipal. La superficie restante del municipio está ocupada por zonas de vegetación secundaria y sin vegetación aparente, tales como rocas las cuales son muy comunes en la zona cerril municipal.

En la tabla 5 del anexo 5, se presentan las categorías de uso de suelo y vegetación, así como el área y porcentaje de la superficie municipal que cada una ocupa.



Áreas Naturales Protegidas

La región montañosa al poniente del municipio de Tlayacapan forma parte del “Corredor Biológico Chichinautzin” (COBIO), área natural protegida federal con categoría de “Área de protección de flora y fauna”. Esta región es de gran importancia ya que corresponde en gran parte a una de las tres áreas núcleo del COBIO, conocida como “Mariposas-Chichinautzin” nombrada así por uno de los cerros del municipio “el cerro de las mariposas o Zoapapalotl” y a la fracción II del polígono general del ANP. Casi 1,950 hectáreas del municipio se encuentran dentro del ANP, lo que representa el 28.65% de la superficie municipal.

El COBIO, decretado como ANP el 30 de noviembre de 1988, se encuentra en la zona noroeste del estado de Morelos. A pesar de representar una parte reducida del COBIO (5,15%) el municipio de Tlayacapan es importante por la superficie de zona núcleo, ya que la superficie total de las 3 zonas núcleos del COBIO es de 5,348.24 hectáreas de las cuales casi el 15% se encuentran en el municipio, correspondientes a la zona núcleo “Mariposas-Chichinautzin” (Anexo 2, Mapa B-16).

Las principales problemáticas en el COBIO son la tala inmoderada de los bosques de oyamel y pino para el aprovechamiento de su madera, la sobreexplotación de tierra de monte, la tala de encinares para su transformación a carbón y los incendios tanto de origen natural como antropogénico. En la región correspondiente a Tlayacapan, la tala clandestina es mínima y principalmente la degradación de los ecosistemas se ha dado por incendios, a menudo provocados para la apertura de terrenos para el pastoreo de ganado o por quemas agrícolas que se descontrolan y se desplazan hacia las zonas forestales.

De acuerdo a recientes estudios, se sabe que existen en el Chichinautzin 785 especies de plantas que se agrupan en 135 familias. Se tienen registradas aproximadamente 190 especies fúngicas pertenecientes a 75 géneros, incluidas en 24 familias. La fauna presente en el área es muy importante y diversa. Se conocen cerca de mil 348 especies de artrópodos incluidas en 21 órdenes, de 199 familias y 748 géneros. Los anfibios de la zona están representados por diez especies pertenecientes a ocho familias y dos órdenes constituyendo el 3.5 por ciento de las especies de México y el 37 por ciento de las de Morelos. El grupo de los reptiles es más diverso que el de los anfibios y está representado en la región por 45 especies pertenecientes a siete familias. Se han encontrado 237 especies de aves, agrupadas en 41 familias. De este total 36 especies son endémicas para México, una está considerada como en peligro de extinción, 14 especies están amenazadas, cuatro están clasificadas con el estatus de protegidas y tres como raras según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies de mamíferos de la región comprenden 18 familias y están agrupadas en 60 especies, lo que equivale al 13.4 por ciento de las determinadas para la República Mexicana.

Problemática ambiental

Las problemáticas ambientales en Tlayacapan son muy variadas y se encuentran diversificadas de acuerdo a las diferentes zonas del municipio: zona urbana, zona de asentamientos humanos rurales, zona agropecuaria de temporal, zona agrícola de riego, zona mixta agroforestal y zona forestal.

La zona urbana presenta contaminación generada por las actividades humanas, principalmente concentrada en la zona de barrancas, las cuales son utilizadas en



algunas zonas como basureros y como drenaje de las construcciones aledañas a las mismas. Los residuos sólidos depositados en las barrancas son una de las principales causas del desbordamiento de sus cauces. Acumulados junto a troncos y materia orgánica son arrastrados por la corriente hasta los diferentes puentes que existen en las localidades provocando taponamientos en su parte baja y desbordamiento hacia las construcciones aledañas y vialidades. De igual manera el depósito de aguas negras en el cauce de las barrancas provoca que estas se conviertan en un foco de infecciones, transformándolas en zonas de alto riesgo sanitario.

En el caso de los asentamientos humanos rurales la problemática ambiental es muy similar al área urbana, sin embargo el problema de la contaminación de los residuos sólidos se agrava por el servicio de recolección menos eficiente, por lo que la basura es depositada de igual manera en barrancas y en algunos casos quemada provocando contaminación atmosférica.

La zona agropecuaria de temporal presenta principalmente problemas de erosión, ya que está representada por lomeríos de baja pendiente, completamente deforestados, los cuales son utilizados únicamente en algunas épocas del año, por lo que los procesos erosivos se acentúan en dicha zona. Existe erosión eólica en la temporada de estiaje y erosión hídrica en la temporada de lluvias. La zona de riego a diferencia de la zona de temporal no presenta problemas importantes de erosión principalmente por la pendiente muy baja que tiene. La principal problemática es el uso de agroquímicos de síntesis química, que provocan un deterioro del suelo y contaminan el acuífero.

En la frontera agrícola-forestal la principal causa de afectación ambiental es el avance de las actividades agropecuarias sobre zonas forestales, que provoca deforestación e incremento de la erosión por la pendiente moderada que presenta dicha región y genera importantes incendios forestales por las quemadas agrícolas que a menudo se descontrolan consumando grandes superficies de bosque.

En la zona forestal existe un uso inadecuado de los recursos forestales sin programas de manejo del bosque. Algunas de las actividades que impactan en dicha región son la tala inmoderada, la producción de carbón, el aprovechamiento de diversas herbáceas, hongos y la extracción de tierra. Sin embargo estos eventos son menos comunes que en otras áreas del estado de Morelos, principalmente por el difícil acceso a las zonas boscosas.

Finalmente existen algunas problemáticas ambientales que se dan en el límite de dos regiones, como es el caso del crecimiento de la zona urbana sobre zonas forestales, lo que provoca el cambio de uso de suelo en zonas a menudo no aptas para el desarrollo de asentamientos humanos y la generación de nuevas zonas de riesgo.



Capítulo IV

Caracterización de los elementos demográficos, sociales, económicos y urbanos

Elementos demográficos

Dinámica demográfica

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI el municipio de Tlayacapan cuenta con una población de 16 mil 543 habitantes, de los cuales 8,102 son hombres y 8,441 mujeres, con una edad promedio de 24 años (Anexo 5, tabla 6). Esta población representa el 0.94% del total estatal.

Para el municipio se registraban en total de 9 mil 868 habitantes en el año de 1990, pasando 5 años después a 11 mil 864 y en el año 2000 a 13 mil 851, finalmente en 2010 a 16,516, lo que representó en todo el período entre el 0.8 y 0.9% de la población total estatal (Anexo 5, tabla 7). La tasa de crecimiento del municipio siempre ha mostrado comportamientos medianos a bajos, pues desde la década 1950-1960 registraba 2.6 cuando la estatal estaba en 3.5. En el periodo 1970-1980, etapa de mayor incremento demográfico de Morelos, Tlayacapan y el estado de Morelos tuvieron el mismo crecimiento. Para el año de 1970 Tlayacapan tenía casi 5 mil habitantes, y 10 años después su población subió a casi 8 mil. En el periodo entre 2000 y 2010 la tasa de crecimiento fue de 1.2% (Anexo 5, tabla 8). Comparado este valor con el resto de los municipios, Tlayacapan ocupa uno de los lugares más bajos.

Distribución de la población

En el municipio, si se considera a la población según el tamaño de las localidades en que vive, se observa que, para el año 2010, un 87% vive en localidades de entre 500 a 10 mil habitantes, y el 9.67 en localidades de entre 100 a 499 habitantes (Anexo 5, tabla 10). El municipio cuenta con un inventario censal de 40 localidades, de las cuales 21 tienen de 1 a 49 habitantes (más del 50% de las localidades) y 19 entre 50 y 10 mil. Tlayacapan no alcanza la categoría de población urbana ya que su población es menor a los 15 mil habitantes (Anexo 2, mapa B-17).

Por otra parte esta dispersión de la población permite contar con una densidad de la población variable, observando que la mayor concentración de la misma se presenta en la cabecera municipal con una densidad mayor a los 1,378 habitantes por kilómetro cuadrado. En este sentido la aglomeración de la población juega un papel importante en el análisis del riesgo al constituirse como una variable importante al momento de establecer programas de atención inmediata, así como de acceso a recursos (Anexo 2, mapa B-18)

En el ámbito urbano únicamente se cuentan con datos por área geostadística básica (AGEB) para el año 2005 y solo para la cabecera municipal de Tlayacapan. La distribución de la población presenta un patrón radial con el mayor número de



habitantes en la zona del centro y disminuyendo hacia la periferia en donde se encuentran las colonias en desarrollo actualmente (Anexo 2, Mapa B-19).

Por otro lado la densificación se presenta más acentuada en la parte noroeste con más de 73 habitantes por cada 100 metros cuadrados. Esta población se encuentra en sitios que potencialmente se encuentran en áreas de peligro hidrológico ya que por la zona cruzan cauces que ante las crecidas pueden generar riesgo (Anexo 2, Mapa B-20).

Mortalidad

La mortalidad ha mostrado comportamientos en descenso, pues se ha llegado hasta 4 defunciones por cada mil. Según el Sistema Nacional de Información en Salud en el 2008 fallecieron 73 personas, de los cuales 44 fueron del sexo masculino y 29 del femenino.

El descenso de las tasas de mortalidad ha tenido como efecto complementario el aumento paulatino de la esperanza de vida. A nivel estatal, para el año de 1980 esta se situaba en 67.8 años, lo que ubicaba a Morelos en el promedio nacional; para el año de 2007 la esperanza de vida ha aumentado a 73.2 años para los hombres y a 78.3 para las mujeres, respectivamente 0.6 y 0.9 años arriba de la media nacional.

Elementos sociales

Escolaridad

En Morelos, la población de 15 años y más en promedio han prácticamente concluido la secundaria (grado promedio de escolaridad 8.9). Sin embargo en el municipio en 2010 existían 850 personas arriba de los 15 años analfabetas, que sumada a las 92 personas entre 8 y 14 años que no sabe leer ni escribir, equivalen al 5.7% de la población total municipal.

Por otra parte existe una fuerte deserción escolar en el nivel superior ya que el 59% de la población en la edad que corresponde a este nivel no estudia, no obstante que en los niveles básicos no se rebasa el 20% de personas sin estudiar.

Hacinamiento

El hacinamiento es un indicador de calidad de vida que se calcula dividiendo el número de personas en el municipio entre el número de viviendas o casas y el espacio o número de cuartos disponibles. En las franjas de población con menores recursos la ocupación de la vivienda tiende a ser poco apropiada para una apropiada calidad de vida. Tlayacapan en el 2010 tiene un índice de hacinamiento de 4.13 habitantes por vivienda. Sin embargo hay localidades como el Rancho el Bebedero y El Golán que están por arriba de esta cifra con respectivamente 6.67 y 5.06 habitantes por vivienda (Anexo 5, tabla 18).

Requerimiento de vivienda

La población propensa a formar nuevos hogares es la que se encuentra entre los 20 y 40 años. De 2010 a 2020 dicha cifra pasará (según proyecciones de CONAPO) de 5,187 a 5,993 habitantes en Tlayacapan, lo que llevará a un crecimiento en la formación de nuevos hogares a lo largo de los próximos diez años, ya que la



población en edad de formar un hogar y por consiguiente de requerir vivienda está en constante aumento.

Marginación

El índice de marginación es una medida que valora dimensiones estructurales de la marginación social. El índice identifica nueve de sus formas y mide su intensidad espacial como porcentaje de la población total no participante del disfrute de bienes y servicios accesibles a la población no marginada, cuyas cantidades y cualidades se consideran como la base mínima de bienestar y el nivel de desarrollo alcanzado por el país. Por consiguiente, el índice permite un análisis integrado y comparativo del impacto global que las carencias tienen en cada una de las localidades, las cuales son agrupadas por grados de intensidad (Anexo 2, tabla 11). Estos datos revelan la necesidad de comunicar y socializar información en materia de Protección Civil, considerando esta condición de marginalidad, sobre todo por ser un porcentaje considerable de habitantes.

Población con capacidades diferentes

Esta población de entre todas se constituye como la de mayor vulnerabilidad y por ende la que se encuentra en las mayores probabilidades de riesgo. En el municipio de Tlayacapan de acuerdo a los datos registrados en el Censo de Población y vivienda 2010 se contabilizaron 769 personas con alguna limitante, lo que equivalía al 4.6% de la población total. Por otro lado tomando en cuenta el límite oficial para el municipio se observa que la población con limitante alcanza los 923 habitantes de un total de 18,860 lo que equivale al 4.9% de la misma (Anexo 5, tabla 11).

Población derechohabiente

Para el año 2010 y acorde al Censo de población, del total de la población el 57.9% (11,798 hab.) tiene acceso a algún servicio de salud pública, destacando en este caso el correspondiente al Seguro Popular con 43.4% de la población (8,849 hab.); 983 habitantes cuentan con ISSSTE; 13 personas con ISSTE y 1,953 personas con IMSS (ver Anexo 4, gráfica 10).

Elementos económicos

Tlayacapan generó una producción bruta total (PBT) de 116.5 millones de pesos. Su contribución a la PBT estatal fue del 0.012%, ya que la PBT del estado de Morelos alcanzó 96,309.5 millones de pesos (Anexo 5, tabla 17).

Producción agrícola y ganadera

Durante el año agrícola 2008-2009 Tlayacapan generó 132.6 millones de pesos en la producción agrícola y ganadera, de los cuales el 99% corresponde a producción agrícola (131.4 millones de pesos), siendo el jitomate y tomate verde los principales productos agrícolas reportados en el municipio en el Anuario Estadístico del OIEDRUS Morelos. El desarrollo económico del municipio se debe a las actividades agrícolas desarrolladas en 629 hectáreas de riego y 2,012 hectáreas de temporal (Anexo 5, tabla 12).



Otros sectores económicos

Dentro de la economía municipal, en el 2009 el sector comercio al por menor fue el que más contribuyó a la producción en ese año, aportando poco más del 20% de la producción municipal. Le siguen en importancia los servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas, con 19.30% de la PBT, y los servicios de transportes, correos y almacenamiento 18.69% de la producción. Otros sectores relevantes fueron los de las industrias manufactureras con 15.65%, le siguen en orden de importancia, el comercio al por mayor con 5.63%, servicios inmobiliarios de alquiler de bienes muebles e intangibles (5.51%), información en medios masivos (2.96%), otros servicios excepto actividades gubernamentales (2.84%), servicios educativos (2.40%), servicios de salud y asistencia social (2.30%), generación y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final (1.45%) y servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos (1.16%) (Anexo 5, tabla13).

Para determinar las actividades que predominan en Tlayacapan, se tomaron en cuenta dos aspectos: la producción y la población dedicada a cada actividad. En primer lugar, se calculó un índice de especialización económica que indica el tamaño relativo de cada sector en el municipio, y éste en relación a la importancia del sector en el estado. Si un sector tiene un índice igual a 1, significa que el porcentaje de producción que aporta el sector al municipio es idéntico al tamaño relativo del sector para Morelos, en términos del valor de la producción. Si el índice es menor a 1, el tamaño relativo del sector en el municipio es menor que en el estado; en otras palabras, no existe una especialización en esa actividad. Por otra parte, un sector que tenga un valor mayor a 1, indica que en el municipio el tamaño relativo de este sector es mayor que en el estado en su conjunto, es decir, existe especialización en esa actividad en el municipio en cuestión. Se realizó el cálculo que toma en cuenta los datos del Anuario Estadístico de Morelos 2008.

Unidades económicas y de prestación de servicios

De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de marzo del 2011, en la cabecera municipal del municipio de Tlayacapan existían 851 establecimientos económicos, con 131 actividades diferentes siendo el comercio al menudeo el que presenta el mayor número de ellas con 88 establecimientos..

La población ocupada en dichos establecimientos es variable, siendo la mínima la que se encuentra menor a las 5 personas, con un total de 792 establecimientos. En promedio la población ocupada en estas unidades asciende a más de mil habitantes, lo que les garantiza un acceso al empleo temporal.

Características de la población económicamente activa

Con respecto a la distribución de la población económicamente activa del municipio, se observa que el 68% de la población se concentra en el sector agrícola, le sigue el sector servicios y el del comercio, ambos con un 14% de la población dedicada a estas actividades y finalmente con 4% el sector industrial.

Dinámica de la estructura ocupacional

En Tlayacapan, la tasa bruta de actividad se encuentra ligeramente arriba del promedio estatal. En cuanto a las tasas específicas de participación, es decir



aquellas definidas por género, se encuentra por arriba del promedio la de hombres. Resalta la baja participación de la mujer, aunque con un indicador cercano al promedio estatal.

A diferencia de lo que sucede a lo anterior, los hombres presentan tasas de participación económica por arriba del promedio estatal en casi todos sus grupos de edad, a excepción de los hombres de 12-19 años que muestra tasa baja. (Anexo 2, tabla 15)

Elementos urbanos

Electricidad

El municipio se abastece de energía eléctrica de la sub-estación localizada en Cuautla, a través de una red secundaria, existiendo suministro de este servicio en casi todo el municipio a excepción de las localidades de Colonia Joyas del Astillero y Colonia Tres de Mayo. En la cabecera municipal en 2010 había solamente 10 viviendas sin el servicio según reportes del INEGI. Para el año 2010 existían 3,934 viviendas con electricidad y 56 sin electricidad. Para el año de 2010 existía una cobertura del servicio del 99% del uso de energía eléctrica en el municipio.

Agua

Actualmente la cobertura del abastecimiento del agua potable para el consumo humano es satisfactoria dado que la mayor parte del municipio cuenta con este servicio, debiendo complementarse en las localidades carentes y en las cuales su dotación no cumple con los requerimientos de la población o son incipientes. Según datos del INEGI en 2010 el abastecimiento de agua potable en el uso doméstico era de 2,733 lo equivalente al 67.48% y había un déficit en 1,249 viviendas lo equivalente al 32.51%.

Reserva territorial

Con base en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Tlayacapan (carta de ordenamiento territorial 01) de fecha junio de 2011 (Anexo 2, mapa B-23), se definieron aquellas áreas que son consideradas estratégicas como reservar territoriales. Para dicha fecha el área considerada bajo reserva corresponde a 642 hectáreas distribuidas en el territorio Municipal (Anexo 2, mapa B-24). Para el caso de su representación se convino que es importante mostrar dicha área en todos los mapas que se generan, tanto aquello que se representan a nivel municipal como que representan el área urbana.

Infraestructura urbana

El municipio de Tlayacapan cuenta con 5 centros de salud pública, 24 instalaciones de educación desde el nivel básico a nivel bachillerato. Existen 3 albergues habilitados para las contingencias, una biblioteca y una casa de cultura. Cuenta con instalaciones deportivas, un mercado municipal y 2 expendios de combustibles. El 98% de a población tiene accesos a los servicios de energía eléctrica y un 90% de las viviendas cuenta con drenaje.



Página intencionalmente en blanco



Capítulo V

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

Identificación preliminar

Para poder iniciar la segunda fase del estudio se parte de la matriz de la identificación preliminar de peligros y riesgos. Como se mencionó en el capítulo de antecedentes, en el municipio existen varios peligros, que se identificaron a partir de información histórica y con entrevistas a funcionarios actuales y de administraciones anteriores y habitantes del municipio. Esto se integró en el Cuadro de Identificación Primaria de Peligros (CIPP).



CUADRO DE IDENTIFICACIÓN PRIMARIA DE PELIGROS (CIPP)*

Fecha: 04/Septiembre0/2011
 Elaboró: Infinity
 Municipio: Tlayacapan

ORIGEN	FENÓMENO PERTURBADOR	PELIGRO					OBSERVACIONES
		MEF ALTO	ALTO	MEJO	BAJO	MEF BAJO	
FENÓMENOS GEOLÓGICOS	Fallas y fracturas.						
	Sismos.						
	Tsunamis o maremotos.						
	Vulcanismo.						
	Deslizamientos.						
	Derrumbes.						
	Flujos.						
	Hundimientos.						
	Erosión.						
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS	Ciclones, Huracanes.						
	Ciclones, Ondas tropicales.						
	Tormentas eléctricas.						
	Sequias.						
	Temperaturas máximas extremas.						
	Vientos fuertes.						
	Inundaciones.						
	Masa de aire, Heladas, Granizo.						
	Masa de aire, Frentes y Nevadas.						
OTROS (OPCIONAL)	Incendios						

*El presente cuadro se elaborará en las primeras semanas de trabajo con base a información bibliográfica y entrevistas con la Unidad Municipal de Protección Civil. No identificará a detalle los peligros; sólo será un referente para la elaboración del futuro análisis-diagnóstico del Capítulo E. Representará un punto de partida para el desarrollo del resto del atlas.





Con base en dicha matriz se llevó a cabo el análisis de los peligros y su incidencia en el municipio de Tlayacapan, así como en el principal asentamiento humano que corresponde a la zona urbana de Tlayacapan, a través del proceso metodológico que se ha descrito en apartados anteriores. A continuación se describen los peligros que ocurren en el territorio de Tlayacapan, que por sus características de peligrosidad han sido trabajados en el campo y analizados los resultados en gabinete

Peligros geológicos

Fallas y fracturas. Las fallas y fracturas se encuentran ubicadas en la Sierra Amatlán-Tlayacapan que ocupa la parte occidental del municipio y a los cerros Tonantzin, Ayotzin, Tepeytualco y Cuiyocuitlayo. La presencia de estas fracturas junto con el efecto detonador de sismos podría generar flujos de roca, deslizamientos, volcamiento y desprendimiento de rocas y por lo tanto el peligro se clasifica como alto. Las fallas en el municipio son inactivas, lo que lleva a considerar el peligro por fallas como muy bajo (Anexo 2, mapa P-01).

Sismos. En la Sierra Amatlán-Tlayacapan (SAT) el peligro es alto ya que pueden constituir un detonante de flujos de roca, deslizamientos y volcamiento y desprendimiento de rocas. En la Cuenca Volcánica de Amatlipac (CVA) el peligro es mediano y puede existir afectación de construcciones por efectos de sitio en suelos arcillosos. En la Cuenca Volcánica Cuautempan (CVC) el peligro es mediano por la presencia de suelos arcillosos, lo que puede afectar las construcciones. En la Planicie Los Luises (PLL) el riesgo es alto por la acción como detonante de flujos de roca, deslizamientos y volcamiento de rocas. Además existe un peligro asociado a áreas de suelos arcillosos, lo que constituye un peligro para la estabilidad de las construcciones (Anexo 2, mapa P-02).

Vulcanismo. En la Sierra Amatlán-Tlayacapan (SAT) el peligro es muy bajo. No hay evidencias de actividad volcánica local. En la Cuenca Volcánica de Amatlipac (CVA) el peligro es bajo, asociado a una eventual lluvia de ceniza proveniente del Popocatepetl. En la Cuenca Volcánica Cuautempan (CVC) y en la Planicie Los Luises (PLL) el peligro es mediano también por lluvia eventual de ceniza proveniente del Popocatepetl (Anexo 2, mapa P-03).

Deslizamientos y derrumbes. En la Sierra Amatlán-Tlayacapan (SAT) el peligro es mediano, sobre todo en la vertiente sur donde se notan grandes deslizamientos geológicamente recientes. En la Cuenca Volcánica de Amatlipac (CVA) el peligro es alto, afectando asentamientos diseminados en pie de ladera y margen de las barrancas de esta zona. En la Cuenca Volcánica Cuautempan (CVC) el peligro es mediano, principalmente en las áreas ubicadas cerca del Cerro Zitlaltepétl y del Cerro Mirador. En la Planicie Los Luises (PLL) el peligro es alto, en las áreas situadas alrededor de los cerros Popoclan y El Sombrerito (mapa P-04 y mapa P-05).

Flujos. En la Sierra Amatlán-Tlayacapan (SAT) el peligro es mediano. Se nota acumulación de material detrítico suelto al pie de laderas a la base de Cerro Sombrerito. En la Cuenca Volcánica de Amatlipac (CVA) el peligro es alto, específicamente en el Cerro Tezontlala, y en la ladera y barranca Tezahuate, cerca de Los Laureles. En la Cuenca Volcánica Cuautempan (CVC) el peligro es mediano, sobre todo en las áreas ubicadas en el pie de ladera población Emiliano Zapata y barrancas que descienden del Cerro Mirador. En la Planicie Los Luises (PLL) el peligro es alto, en el pie de ladera Cerro Popoclan y El Sombrerito donde hay



evidencias de grandes flujos de lodo, geológicamente recientes (Anexo 2, mapa P-06).

Hundimientos. En la Sierra Amatlán-Tlayacapan (SAT) el peligro por hundimientos es muy bajo. No existen cavidades ni horizontes arcillosos. En la Cuenca Volcánica de Amatlipac (CVA) el peligro es alto. Existen áreas de acumulación de arcillas expansivas en centro de población, depresiones del terreno y áreas de cultivo. En la Cuenca Volcánica Cuautempan (CVC) el peligro es medio-alto. En la parte central del valle se presenta una zona de acumulación de arcillas expansivas en depresiones del terreno que afectan la estabilidad de las construcciones. En la planicie Los Luises (PLL), en el extremo suroeste del municipio el peligro es alto ya que se encuentra un área de acumulación de arcillas expansivas en zonas de cultivo y depresiones del terreno que afectaría eventuales construcciones (Anexo 2, mapa P-07).

Erosión hídrica. El mapa de erosión hídrica indica que las áreas con mayor peligro se ubican entre Tlayacapan y Los Laureles, en proximidad del Cerro Tonantzín y en la proximidad del Cerro Tezontlala. En general prácticamente toda la Sierra denominada Amatlán-Tlayacapan tiene alto peligro de erosión por las altas pendientes (mapa P-08a)

Erosión eólica. Este tipo de erosión se debe a la acción de remoción del material del suelo por la acción del viento y es favorecida por la aridez o falta de humedad, así como la presencia de material arenoso y arcilloso con bajos niveles de compactación. La Sierra de Amatlán, en el poniente, y el oriente del municipio tienen las categorías de erosión Alta y Muy alta, debido a las elevadas pendientes, presencia de terrenos agrícolas de temporal y la ocurrencia de precipitaciones medias anuales mayores. (Anexo 2, mapa P-08b).

Derivado de lo anterior y con base en los análisis realizados en gabinete y el proceso de trabajo directamente en campo, se definió una división geomorfológica, la cual se ha explicado en el apartado correspondiente, a partir de la cual se representan los peligros geológicos e hidrológicos al interior del municipio de Tlayacapan:

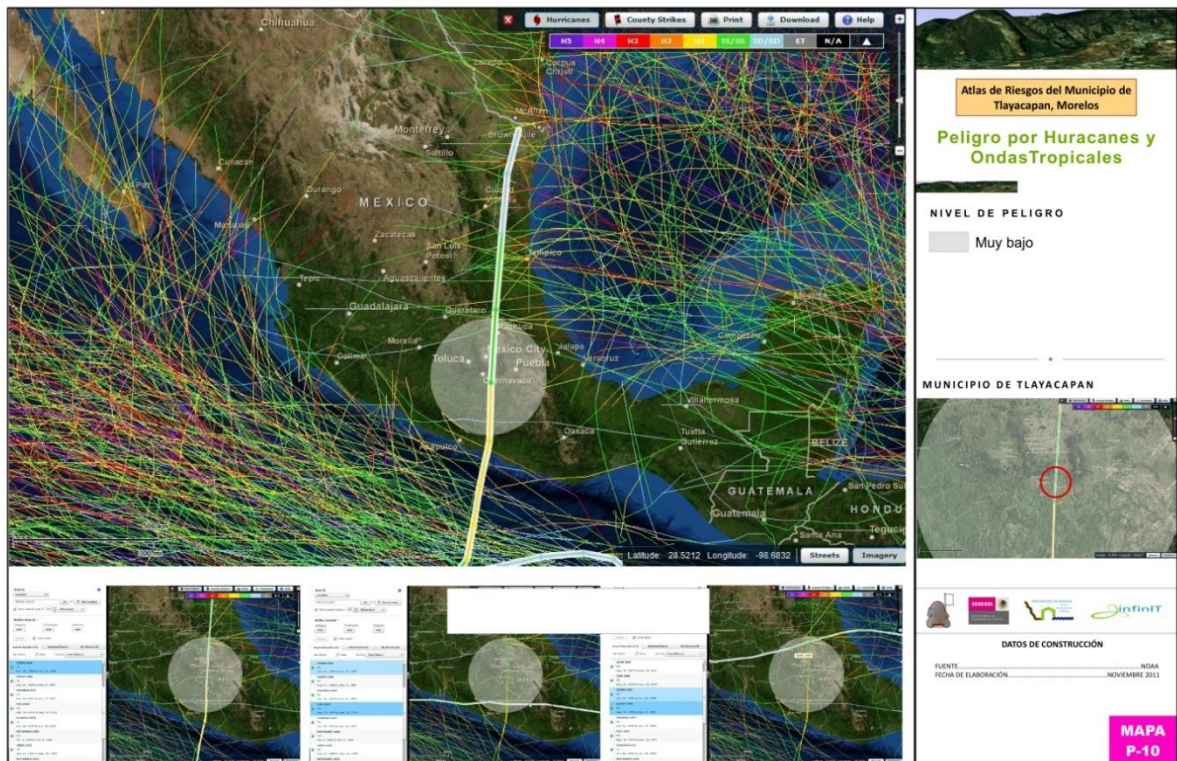


Peligros Geológicos				
Región	Flujos e inestabilidad de rocas en laderas y taludes (6 -7)	Hundimiento y compactación diferencial (8)	Vulcanismo, flujos de lava, material piroclástico (4)	Sismos(2)
SAT	<p>Moderado: Vertiente Sur de SAT, grandes deslizamientos geológicamente recientes (Necesario evaluación a detalle)</p> <p>Moderado-Alto: Vertiente NE de SAT. Evidencias de caída de rocas, acumulación de material detrítico suelto al pie de laderas (Cerro del Sombrero).</p>	<p>Muy Bajo: No existen cavidades ni horizontes arcillosos.</p>	<p>Muy Bajo: No hay evidencias de actividad volcánica local.</p>	<p>Moderado-Alto: Detonante de flujos de roca, deslizamientos, volcamiento y desprendimiento de rocas.</p>
CVA	<p>Alto: C. Tezontlala, ladera y barranca Tezahuate (Los Laureles).</p> <p>Medio Alto: Nacatongo, asentamientos diseminados en pie de ladera y margen de barranca.</p>	<p>Alto: Área de acumulación de arcillas expansivas en centro de población, depresiones del terreno y áreas de cultivo.</p>	<p>Bajo: Eventualmente lluvia de ceniza proveniente del Popocatepetl</p>	<p>Moderado-Bajo: Afectación de construcciones por efectos de sitio en suelos arcillosos.</p>
CVC	<p>Moderado: Pie de ladera población E. Zapata (C. Zitlaltepetl) y barrancas que descienden del C. Mirador</p>	<p>Medio-Alto: Parte central del valle, acumulación de arcillas expansivas en depresiones del terreno. Presencia de tubos volcánicos (no reportados)</p>	<p>Moderado-Bajo: Eventualmente lluvia de ceniza proveniente del Popocatepetl.</p>	<p>Moderado-Bajo: Afectación de construcciones por efectos de sitio en suelos arcillosos.</p>
PLL	<p>Moderado-Alto: Pie de ladera C. Popoclan y El Sombrero. Colonias: El Golán, El Ahuehuete y Puente de Pantitlán. Evidencias de grandes flujos de lodo, geológicamente recientes.</p>	<p>Alto: Área de acumulación de arcillas expansivas en zonas de cultivo y depresiones del terreno</p>	<p>Bajo: Eventualmente lluvia de ceniza proveniente del Popocatepetl</p>	<p>Moderado-Alto: Detonante de flujos de roca, deslizamientos y volcamiento de rocas.</p> <p>Moderado-Bajo: Afectación de construcciones por efectos de sitio en suelos arcillosos.</p>



Peligros hidrometeorológicos

Huracanes y ondas tropicales. De acuerdo a los datos históricos obtenidos de la *National Oceanic and Atmospheric Association* de los Estados Unidos (<http://www.csc.noaa.gov/hurricanes/#>), la presencia de huracanes y tormentas tropicales en el área central del país y en particular en el Estado de Morelos es muy baja, observando que el periodo de tiempo con que se cuentan registros, únicamente se observa que un Huracán categoría 1 ha pasado por el área y fue en el año de 1989, por lo que en todo caso los efectos que pudiera ocasionar se encuentran dentro de los peligros de inundaciones (Anexo 2, mapa P-09 y mapa P-10). A continuación se muestra en figura el mapa de peligro por Huracanes.



Tormentas eléctricas. De acuerdo a los datos históricos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de acuerdo a las 20 estaciones meteorológicas que se localizan en el área, la presencia de días con tormentas eléctricas al año es variable. De acuerdo a estos datos históricos la estación que registró el mayor número de días corresponde a San Juan Tlacotenco con 85 días. Resultado de un proceso de interpolación se obtiene que Tlayacapan esté dentro de un área de peligro muy baja y baja, por lo que este tipo de fenómenos no representa grandes amenazas (Anexo 2, mapa P-11).

Sequías. El peligro por sequías dentro del Municipio de Tlayacapan tiene una distribución similar al de las temperaturas máximas extremas, siendo la zona sur y centro las más afectadas. Las sequías no están directamente asociadas con la vegetación, sin embargo, la comunidad de vegetación predominante en el municipio de Tlayacapan es la selva baja caducifolia. Las sequías están asociadas en su



mayor parte a zonas de cultivos de temporal, aunque al surponiente del municipio existen cultivos de riego donde también sequía favorece un nivel peligro con grado alto(Anexo 2, mapa P-12).

Temperaturas máximas extremas. Las temperaturas máximas extremas están asociadas a elementos tales como la estación del año, situaciones climáticas regionales anómalas, altitud, orografía, dirección y magnitud de los vientos, entre otras variables. La distribución de las temperaturas máximas extremas es similar a la de la temperatura promedio anual más no igual. El sur y centro del municipio de Tlayacapan son las zonas más afectadas por temperaturas máximas extremas(Anexo 2, mapa P-13).

Vientos fuertes. En el municipio, la presencia de vientos fuertes es relativamente bajo, ya que en una escala de vientos de los 15m/s la presencia de estos es de los 2.5 a los 3.0 m/s, por lo que los efectos de los mismos como agentes de peligro son de muy bajo a bajo(Anexo 2, mapa P-14).

Inundaciones. Se realizó un análisis de inundaciones que conjuga la modelación de un modelo digital del terreno a escala 1:50,000 con la red hidrográfica y volúmenes de precipitación así como el ingreso de datos obtenidos en campo a partir de encuestas (Anexo 8) que determinan para la última inundación el nivel alcanzado del espejo de agua, y su localización geográfica. El mapa B-26 del anexo 2, muestra la localización de los sitios donde se aplicaron las encuestas. El mapa P-15a del anexo 2, muestra una capa generada para contribuir al análisis de inundaciones y corresponde a la interpolación de los puntos que indican el nivel de inundación promedio declarado por los encuestados. Las áreas con peligro alto se ubican en las barrancas Huitzcontzin, Tezahuates y Amixtepetl. En el mapa de inundaciones se puede observar que el peligro es alto en la confluencia de las barrancas Huitzcontzin-Amixtepetl, donde los muros de mampostería provocan acumulación de material arrastrado por corrientes. Las inundaciones en las zonas de peligro muy alto y alto son recurrentes, en promedio ocurren cada dos años y el agua alcanza en las casas en promedio una altura de 60 cm con máximos de hasta 120 cm. En las zonas de riesgo mediano, el agua inunda las vialidades y las banquetas pero no afecta las casas (Anexo 2, mapa P-15).

Heladas. Las heladas son fenómenos meteorológicos ocurridos cuando la temperatura disminuye por debajo de los 0°C. Este fenómeno ocurre en zonas de gran altitud, como lo es la zona norte del Municipio de Tlayacapan. Los meses del año cuando ocurre este fenómeno incluyen aquellos que comprenden el período de noviembre a febrero(Anexo 2, mapa P-16a).

Granizadas. Las granizadas están asociadas a las bajas temperaturas y los altos niveles de humedad, factores que se conjuntan en la parte alta del Municipio de Tlayacapan, justo sobre la Sierra Chichinautzin y el municipio de Tlalnepantla. Se espera la ocurrencia de un mayor número de granizadas en el norponiente del municipio, y un menor número de ellas al sur, donde la temperatura promedio anual es mayor por el decremento altitudinal en sentido norte-sur(Anexo 2, mapa P-16b).



Peligros Hidrometeorológicos				
Región	Avenidas súbitas (16)	Inundaciones (16)	Bajas temperaturas (10)	Altas temperaturas (14)
SAT	<p>Moderado-Alto: Vertiente Sur de SAT, evidencias de grandes flujos de lodo. (Necesario evaluación a detalle)</p> <p>Moderado: Vertiente NE de SAT. Acumulación de derrubios al pie de laderas (C. Sobrerito).</p>	<p>Muy Bajo: No presenta zonas inundables.</p>	N.D.	N.D.
CVA	<p>Bajo-Moderado: Área cercana al pie de ladera.</p>	<p>Alto: Confluencia de red hidrológica en centro de Tlayacapan, reducción de secciones hidráulicas e invasión del cauce.</p>	N.D.	N.D.
CVC	<p>Bajo-Moderado: Pie de ladera población E. Zapata (C. Zitlatpetl) y barrancas que descienden del C. Mirador</p>	<p>Muy Bajo: Zona bien drenada</p>	N.D.	N.D.
PLL	<p>Moderado-Alto: Barranca Tepecapa, Colonia El Ahuehuete</p>	<p>Moderado: Área Las Vivianas</p>	N.D.	N.D.



Otros peligros

Incendios. Las áreas de peligro están asociadas a zonas de bosques templados con elevada accesibilidad, ubicadas en la sierra Amatlán Tlayacapan. Los pastizales también a pesar de tener una menor combustibilidad son lugares de incendios por las prácticas agrícolas de quema de esquilmos (Anexo 2, mapa P-18).

Polvorines. Una de las actividades con poca recurrencia es la presencia de polvorines, sin embargo éstos representan un peligro relativamente bajo al ubicarse en áreas no expuestas a la población, salvo en el caso de las personas que se dedican a dicha actividad y que para el caso de los sitios la presencia de las mismas no es de manera permanente (Anexo 2, mapa P-19).



Vulnerabilidad

En la imagen de a continuación muestra un ejemplo de la recopilación, integración, estructuración y adecuación de los datos de vulnerabilidad socioeconómica en forma cruda, a nivel de localidad. Esta tabla se encuentra en formato de hoja electrónica y concentra los datos estadísticos en forma absoluta; con estos datos se realizaron diferentes tratamientos para convertirlos en valores que se fácilmente puedan traducirse a una escala de Likert (para este caso, muy alta, alta, media, baja y muy baja). Este insumo es importante para futuros procesos de evaluación de cambios espacio temporales y actualización del Atlas.

Nom_loc	Altitud	Pobtot	Vulnerabilidad 1		Vulnerabilidad 3		Vulnerabilidad 4		Vul_6		Vul_7		Tivparhab	Vph_no					
			No.Médicos	PM	Psinder	NPID	P_15ymas	P15ym_an	%Anaf	Grupos	Tivparhab	Vph_agua			%VDAE	Vph_no			
TLAYACAPAN	1637	7989	6	0.75	Media	3828	47.92	Baja	5844	316	5.41	Muy baja	9.03	Baja	1895	370	19.56	Muy Baja	1895
AMATLIPAC (SAN AGUSTÍN AMATLIPAC)	1779	641	2	3.12	Muy baja	172	26.83	Muy baja	431	36	8.35	Muy baja	7.29	Media	167	86	51.50	Media	167
CUAUHTEM PAN (SAN ANDR/S CUAUHTEM PAN)	1859	1320	2	1.52	Muy baja	461	34.92	Baja	900	26	2.89	Muy baja	8.88	Baja	327	161	49.24	Media	327
LOS LAURELES (SAN JOS/ DE LOS LAURELES)	1866	1377	3	2.18	Muy baja	568	41.25	Baja	998	86	8.62	Muy baja	7.36	Media	341	52	15.25	Muy Baja	341
EX-HACIENDA PANTITLÉN	1282	162	0.00	Muy alta	74	45.68	Baja	126	8	6.35	Muy baja	8.66	Baja	43	9	21.43	Baja	43	
NACATONGO	1601	840	1	1.19	Muy baja	285	33.93	Muy baja	541	65	12.01	Muy baja	6.77	Media	194	16	8.25	Muy Baja	194
EL AHUEHUETE	1305	125	0.00	Muy alta	40	32.00	Muy baja	81	14	17.28	Baja	6.1	Media	30	3	10.00	Muy Baja	30	
LAS VIVIANAS	1272	994	2	2.01	Muy baja	371	37.32	Baja	686	48	7.00	Muy baja	7.96	Baja	256	20	7.84	Muy Baja	256
EMILIANO CAPATA	1860	454	0.00	Muy alta	168	37.00	Baja	300	24	8.00	Muy baja	8	Baja	115	40	34.78	Baja	115	
JARDINES DE TLAYACAPAN	1559	129	0.00	Muy alta	57	44.19	Baja	90	3	3.33	Muy baja	10.29	Muy baja	39	11	28.21	Baja	39	
LOS CIRUELOS	1672	15	0.00	Muy alta	10	66.67	Media	12	0	0	Muy baja	9.25	Baja	4	4	100.00	Muy alta	4	
COLONIA TEXALO (LA CERÁMICA)	1584	289	0.00	Muy alta	128	44.29	Baja	211	17	8.06	Muy baja	7.94	Baja	62	24	38.71	Baja	62	
COLONIA 3 DE MAYO	1770	194	0.00	Muy alta	57	29.38	Muy baja	121	19	15.70	Muy baja	5.85	Media	45	16	35.56	Baja	45	
VALLE DE OAXTEPEC	1561	69	0.00	Muy alta	45	65.22	Media	55	4	7.27	Muy baja	8.8	Baja	21	15	71.43	Alta	21	
COLONIA PUENTE PANTITLÉN	1353	531	0.00	Muy alta	181	34.09	Muy baja	350	36	10.29	Muy baja	6.91	Media	139	136	99.27	Muy alta	139	
ZACATEPEC	1873	4	0.00	Muy alta															
UNIDAD HABITACIONAL LÓZARO CÁRDENAS	1562	46	0.00	Muy alta	13	28.26	Muy baja	31	4	12.90	Muy baja	7.55	Media	12	11	91.67	Muy alta	12	
FEDREGAL TLALI	1631	18	0.00	Muy alta	3	16.67	Muy baja	13	2	15.38	Muy baja	4.85	Alta	5	5	100.00	Muy alta	5	
RANCHO EL BEBEDERO	1326	20	0.00	Muy alta	6	30.00	Muy baja	12	2	16.67	Baja	7.42	Media	3	2	66.67	Alta	3	
FRACCIONAMIENTO TEOQTZECO LA CORTINA	1720	3	0.00	Muy alta	-99	-99		-99	-99	-99	SD	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
LA COPALERA	1571	31	0.00	Muy alta	20	64.52	Media	19	3	15.79	Muy baja	5.58	Media	9	6	75.00	Alta	9	
CRUZ BLANCA	1700	11	0.00	Muy alta	2	18.18	Muy baja	7	0	0	Muy baja	9.57	Baja	4	3	75.00	Alta	4	
COLONIA JOYAS DEL ASTILLERO	1500	62	0.00	Muy alta	27	43.55	Baja	45	4	8.89	Muy baja	7.58	Media	22	21	100.00	Muy alta	22	
PARADA CASA BLANCA	1740	1	0.00	Muy alta	-99	-99		-99	-99	-99	SD	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
RANCHO CORREA	1590	30	0.00	Muy alta	29	96.67	Muy alta	21	3	14.29	Muy baja	3.94	Alta	8	8	100.00	Muy alta	8	
RANCHO DE CARTÓN KILOMETRO 10	1319	35	0.00	Muy alta	7	20.00	Muy baja	26	2	7.69	Muy baja	9.08	Baja	11	6	54.55	Media	11	
RANCHO TEJA	1487	14	0.00	Muy alta	9	64.29	Media	12	3	25.00	Baja	8	Baja	6	6	100.00	Muy alta	6	
TEZONTLALI	1762	4	0.00	Muy alta	-99	-99		-99	-99	-99	SD	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
UNIDAD HABITACIONAL REVOLUCIÓN XXI	1317	114	0.00	Muy alta	37	32.46	Muy baja	81	10	12.35	Muy baja	6.88	Media	29	22	75.86	Alta	29	
CAMINO REAL LOS REYES	1627	5	0.00	Muy alta	3	60.00	Media	4	0	0	Muy baja	7.75	Baja	3	3	100.00	Muy alta	3	
EL GOLFIN	1349	719	0.00	Muy alta	202	28.09	Muy baja	429	53	12.35	Muy baja	6.5	Media	142	123	86.62	Muy alta	142	
COLONIA EL PARTIDOR	1299	63	0.00	Muy alta	12	19.05	Muy baja	45	4	8.89	Muy baja	9.02	Baja	15	11	73.33	Alta	15	
LA MIXTEPEC	1715	30	0.00	Muy alta	18	60.00	Media	19	3	15.79	Muy baja	7.95	Baja	8	8	100.00	Muy alta	8	
FRACCIONAMIENTO LOMAS DEL PARAISO DEL SOL	1651	2	0.00	Muy alta	-99	-99		-99	-99	-99	SD	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
COLONIA JERICÉ	1859	133	0.00	Muy alta	84	63.16	Media	82	10	12.20	Muy baja	5.62	Media	32	32	100.00	Muy alta	32	
FRACCIONAMIENTO VILLAS DE SAN JUAN	1712	37	0.00	Muy alta	13	35.14	Baja	19	1	5.26	Muy baja	7.32	Media	9	9	100.00	Muy alta	9	
3 DE MAYO	1629	28	0.00	Muy alta	21	75.00	Alta	22	2	9.09	Muy baja	6.32	Media	8	4	50.00	Media	8	

A partir de los datos demográficos, económicos y sociales recopilados, se procedió a un análisis y definición de 20 variables que conforman el marco de vulnerabilidad socioeconómica. La tabla 1 muestra cuales son los temas socioeconómicos seleccionados que permiten generar una dimensión de la vulnerabilidad completa, ya que se abarcan aspectos de salud, educación, población, vivienda y otros, que refieren principalmente a las condiciones de capacidades diferentes y hacinamiento. Para un adecuado manejo se les asignó un identificador único (campo “Código”) y en la matriz se integra una descripción de las variables, el procedimiento seguido para su cálculo y una justificación del porque se integra en el análisis de vulnerabilidad.

Hay que destacar que este marco de vulnerabilidad (20 variables) se tiene para el nivel de desagregación territorial de localidad. Para el caso de nivel de estudio más detallado a nivel de área geostadística básica (AGEB), el número de variables se reduce a 15 por la indisponibilidad de datos de las fuentes estadísticas.





TABLA 1. Marco de vulnerabilidad socioeconómica a nivel localidad y AGEB (variables disponibles a nivel de desagregación territorial de área geostadística básica señaladas en el campo código con *)

Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
SALUD	Vul1	Médicos por cada 1000 habitantes	La proporción de médicos por 1,000 habitantes se obtiene de la multiplicación del número de médicos por mil y se divide entre el total de la población.	La Secretaría de Salud indica que es aceptable que exista un médico por cada 1,000 habitantes, por lo que el indicador reporta la disponibilidad de médicos para atender a la población por cada 1,000 habitantes en un periodo determinado. La baja proporción de médicos se reflejará en las condiciones de salud de la población, lo que agudiza las condiciones de vulnerabilidad, situación que se podría acentuar en caso de emergencia o desastre.
	Vul2	Porcentaje de la población no derechohabiente	El porcentaje de la población no derechohabiente se obtiene dividiendo el total de la población no derechohabiente entre el total de la población y el resultado se multiplica por cien.	Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiente, la cual es la que menos acceso tiene a servicios de salud y en consecuencia es la que en menor medida acude a las instituciones de salud, esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.
EDUCACIÓN	Vul3	Porcentaje de analfabetismo	Se obtiene dividiendo a la población analfabeta de 15 años y más entre el total de la población de ese mismo rango de edad. El resultado se multiplica por cien.	Además de las limitaciones directas que implica la carencia de habilidades para leer y escribir, es un indicador que muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población, que refleja la desigualdad en el sistema educativo. La falta de educación es considerada como uno de los factores claves con respecto a la vulnerabilidad social.
	Vul4	Grado promedio de escolaridad	Este indicador lo proporciona el INEGI ya elaborado, lo obtiene de dividir la suma de los años aprobados desde el primero de primaria hasta el último año alcanzado de las personas de 15 años y más entre el total de la población de 15 años y más. Incluye a la población de 15 años y más, excluye a la población de 15 años y más con grados no especificados en algún nivel y a la población con nivel de escolaridad no especificado.	Refleja a la población que cuenta con menos de nueve años de educación formal, la educación secundaria es obligatoria para la conclusión del nivel básico de educación. Se considerará a la población mayor de 15 años que no ha completado la educación secundaria como población con rezago educativo.



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
VIVIENDA	Vul5	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	Los datos para obtener este indicador se obtienen del Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por el INEGI. El porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.	La falta de agua entubada en caso de desastre puede llegar a retrasar algunas labores de atención, ya que el llevar al lugar agua que cumpla con las mínimas medidas de salubridad toma tiempo y regularmente la obtención y el almacenamiento de agua en viviendas que no cuentan con agua entubada se lleva a cabo de manera insalubre.
	Vul6	Porcentaje de vivienda sin servicio de drenaje	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje. El resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien. Los datos para obtener este indicador también se encuentran en el Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por INEGI.	La carencia de drenaje en una vivienda puede llegar a aumentar su vulnerabilidad frente a enfermedades gastrointestinales, las cuales en situaciones de desastre aumentan considerablemente.
	Vul7	Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.	La falta de energía eléctrica aumenta la vulnerabilidad de las personas frente a los desastres naturales, ya que el no contar con este servicio excluye a la población de formas de comunicación, asimismo la capacidad de respuesta se puede retrasar.
	Vul8	Porcentaje de viviendas con piso de tierra	Este porcentaje se obtiene de la diferencia del total de viviendas habitadas y el total de viviendas con piso de material diferente a tierra, el resultado se divide entre el total de viviendas habitadas y se multiplica por cien.	Las viviendas de piso de tierra aumentan la vulnerabilidad de sus habitantes frente a desastres naturales, ya que el riesgo de contraer enfermedades es mayor y su resistencia frente a ciertos fenómenos es menor que otro tipo de construcciones.
	Vul9	Déficit de vivienda	El déficit de vivienda se obtiene de la diferencia del total de hogares y el total de viviendas, éste resultado representa el número de viviendas faltantes para satisfacer la demanda de hogares. A este resultado se le suman las viviendas construidas con material de desecho y lámina de cartón así como las viviendas con piso de tierra. El resultado representa tanto las viviendas nuevas que se requieren, sumados a las viviendas que necesitan mejoramiento.	El déficit de vivienda es el resultado de un explosivo crecimiento demográfico, la inequitativa distribución de la riqueza, la falta de financiamiento de algunos sectores de la población para poder adquirir una vivienda. Además el problema no sólo se remite a la insuficiencia de la vivienda sino también a las condiciones de la misma.



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
	Vul10	Razón de dependencia	La razón de dependencia se obtiene de la suma del total de las personas que por su edad se consideran como dependientes (menores de 15 años y mayores de 64 años) entre el total de personas que por su edad se identifican como económicamente productivas (mayores de 15 años y menores de 64 años).	Mientras mayor sea la razón de dependencia, más personas se verán en desventaja frente a un desastre de origen natural ya que su capacidad de respuesta y prevención prácticamente va a ser nula.
	Vul11	Tasa de desempleo abierto	Para obtener la Tasa de Desempleo Abierto es necesario dividir el número de personas desocupadas entre la PEA y multiplicar el resultado por cien.	Este indicador se refiere directamente a la situación de desempleo que influye sobre la capacidad de consumo de la población así como en la capacidad de generar los recursos que posibiliten la adquisición de bienes satisfactorios.
POBLACIÓN	Vul12	Densidad de población	Se obtiene de dividir el total de la población de un territorio determinado entre la superficie del mismo. El resultado indica el número de habitantes por kilómetro cuadrado.	La densidad, más que un problema de sobrepoblación, refleja un problema de mala distribución de la población, además de que la tasa de crecimiento es elevada, el problema se agudiza por la migración del medio rural a las ciudades. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada, una amenaza natural puede tener un impacto mayor.
	Vul13	Porcentaje de la población de habla indígena	Se obtiene de dividir a la población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena entre el total de la población de 5 años y más, el resultado se multiplica por cien. El INEGI establece que para considerar a una población predominantemente indígena al menos el 40% de la población debe hablar alguna lengua indígena.	La mayoría de los municipios donde se asienta la población indígena, presenta una estructura de oportunidades muy precaria, lo cual se refleja en condiciones de vulnerabilidad de esta población
	Vul14	Dispersión poblacional	Se consideran localidades pequeñas a las menores de 2,500 habitantes. Con lo cual se calcula el porcentaje de personas con respecto al total de la población de un territorio determinado.	La dispersión poblacional se manifiesta principalmente en localidades pequeñas cuyas condiciones de escasez y rezago en la disponibilidad de servicios públicos representan un problema. Estas localidades presentan las mayores tasas de fecundidad, mortalidad infantil y ausencia o deficiencia de servicios básicos: agua, drenaje, electricidad, telefonía y caminos de acceso.



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
OTROS	Vul15	Porcentaje de la población con limitación de actividad	Se obtiene de dividir la población con alguna limitante para desarrollar actividades cotidianas con respecto a la población total	Porcentaje de población más vulnerable a depender casi en su totalidad de terceras personas al no identificar en muchos de los casos las potencialidades del peligro.
	Vul16	Porcentaje de población con limitante motora	Se obtiene de dividir la población que presenta limitante en su movimiento motoro.	La población que presenta alguna limitación en su movimiento motor se encuentra sujeta a mayor vulnerabilidad por algunos fenómenos, así como de un grado de dependencia de terceros y de infraestructura para su desplazamiento.
	Vul17	Promedio de ocupantes por vivienda	Este valor se encuentra integrado dentro de los resultados que proporciona el INEGI	Indica un cierto grado de vulnerabilidad al mostrar la cantidad de personas viven en una vivienda, lo que dificultaría su traslado y movimiento ante una eventualidad
	Vul18	Hacinamiento en vivienda	Promedio de habitantes que habitan viviendas de un solo cuarto	Indica las viviendas que tienen una cantidad importante de habitantes, lo que se relaciona directamente con las condiciones de habitabilidad y de pobreza
	Vul19	Costo de bienes	Para la obtención de este se consideran los bienes presentes en la vivienda: radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil y computadora. A cada uno de estos se les asignó un costo promedio y la suma de todos se dividió entre la cantidad que significa que una vivienda tenga todos los bienes. El resultado se divide entre el número de viviendas y se multiplicó por 100	Entre mayor número de bienes tenga una vivienda se constituye como más vulnerable ante la pérdida de los mismos por los efectos de una amenaza, por ende es la población con mayor riesgo de perder sus pertenencias
	Vul20	Incapacidad de comunicación a través de telefonía	Se calcula considerando las viviendas que cuentan con algún medio de comunicación, siendo para este caso: Teléfono fijo, Celular e internet. Para la ponderación de la vulnerabilidad se asignó un peso a cada uno de los servicios. Tel = 0.25, Cel=0.70 e internet = 0.05. El mayor peso se asigna al celular al ser un servicio que no depende directamente de la infraestructura del municipio	La respuesta de la población ante los efectos de las amenazas se hace necesaria, específicamente en dar parte de ello a las autoridades correspondientes, así como los habitantes de las mismas localidades.

La tabla 2 que se presenta a continuación presenta la vulnerabilidad socioeconómica para las localidades de Tlayacapan en estudio. El empleo de una escala de Likert de 5 categorías nos permite analizar cómo se comporta la vulnerabilidad por localidad (renglones) o bien, en qué medida cada tipo de vulnerabilidad estudiada sobresale en el contexto de las 20 dimensiones analizadas (renglones). El uso de colores adecuados según la escala de Likert nos permite interpretar que



localidades son más vulnerables que otras en función de sus características socioeconómicas intrínsecas. Obsérvese por ejemplo como la localidad con clave oficial del INEGI 170260027, que se llama FRACCIONAMIENTO TEPOZTECO LA CORTINA, es de las más vulnerables por poseer condiciones socioeconómicas muy bajas a bajas.

Tabla 2. Vulnerabilidad socioeconómica de las localidades del municipio de Tlayacapan para la determinación de riesgos, 2010.

Cve_Loc	Nombre de la localidad	Vul 1	Vul 2	Vul 3	Vul 4	Vul 5	Vul 6	Vul 7	Vul 8	Vul 9	Vul 10	Vul 11	Vul 12	Vul 13	Vul 14	Vul 15	Vul 16	Vul 17	Vul 18	Vul 19	Vul 20
170260001	TLAYACAPAN	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	5	2	5	1	2	4	1	3	2
170260002	AMATLIPAC (SAN AGUSTÍN AMATLIPAC)	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	1	3	2	5	1	1	3	2	2	5
170260003	CUAUHTEMPAN (SAN ANDRÉS CUAUHTEMPAN)	1	2	1	2	3	1	1	1	1	2	1	4	2	5	1	1	4	1	3	4
170260004	LOS LAURELES (SAN JOSÉ DE LOS LAURELES)	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	4	2	5	2	3	4	1	2	4
170260005	EX-HACIENDA PANTITLÁN	5	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	5	2	3	3	2	3	2
170260006	NACATONGO	1	1	1	3	1	1	1	1	2	2	1	3	2	5	1	1	4	2	2	3
170260007	EL AHUEHUETE	5	1	2	3	1	1	1	1	1	2	1	2	2	5	2	3	4	1	2	3
170260008	LAS VIVIANAS	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	4	2	5	1	1	3	2	2	2
170260009	EMILIANO ZAPATA	5	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	3	2	5	1	1	3	2	2	4
170260010	JARDINES DE TLAYACAPAN	5	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	5	3	5	3	2	4	1
170260014	LOS CIRUELOS	5	3	1	2	5	1	1	1	1	1	1	1	2	5	1	1	3	1	3	1
170260017	COLONIA TEXALO (LA CERÁMICA)	5	2	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	5	1	1	4	2	3	2
170260018	COLONIA 3 DE MAYO	5	1	1	3	2	2	1	1	1	2	1	2	2	5	1	1	4	2	2	5
170260019	VALLE DE OAXTEPEC	5	3	1	2	4	1	1	1	1	1	1	2	2	5	2	3	3	2	2	2
170260020	COLONIA PUENTE PANTITLÁN	5	1	1	3	5	2	1	1	1	2	1	3	2	5	1	1	3	2	3	2
170260022	UNIDAD HABITACIONAL LÁZARO CÁRDENAS	5	1	1	3	5	2	1	2	2	2	1	2	2	5	1	2	3	3	3	2
170260023	PEDREGAL TLALLI	5	1	1	4	5	1	1	1	2	3	1	1	2	5	3	3	3	4	2	5
170260026	RANCHO EL BEBEDERO	5	1	2	3	4	1	1	2	3	2	1	1	2	5	1	1	5	2	3	1



Cve_Loc	Nombre de la localidad	Vul 1	Vul 2	Vul 3	Vul 4	Vul 5	Vul 6	Vul 7	Vul 8	Vul 9	Vul 10	Vul 11	Vul 12	Vul 13	Vul 14	Vul 15	Vul 16	Vul 17	Vul 18	Vul 19	Vul 20
170260027	FRACCIONAMIENTO TEPOZTECO LA CORTINA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	1	5	5	5	1
170260031	LA COPALERA	5	3	1	3	4	1	1	1	1	2	1	2	2	5	4	5	3	3	1	3
170260032	CRUZ BLANCA	5	1	1	2	4	2	4	3	5	1	1	1	2	5	1	1	2	5	1	2
170260034	COLONIA JOYAS DEL ASTILLERO	5	2	1	3	5	1	2	1	1	2	1	1	2	5	1	2	2	1	3	1
170260037	PARADA CASA BLANCA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	1	5	5	5	1
170260040	RANCHO CORREA	5	5	1	4	5	1	1	2	3	3	1	2	2	5	1	1	3	3	3	1
170260041	RANCHO DE CARTÓN KILÓMETRO 10	5	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	5	5	5	3	2	3	2
170260042	RANCHO TEJA	5	3	2	2	5	1	1	1	2	1	1	1	2	5	3	1	2	3	3	2
170260043	TEZONTLATI	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	1	5	5	5	1
170260044	UNIDAD HABITACIONAL REVOLUCIÓN XXI	5	1	1	3	4	1	1	1	2	2	1	2	2	5	3	5	3	2	3	1
170260046	CAMINO REAL LOS REYES	5	3	1	2	5	1	1	1	1	1	1	1	2	5	1	1	1	5	3	3
170260047	EL GOLÁN	5	1	1	3	5	1	1	1	1	3	1	3	2	5	2	2	5	1	3	2
170260049	LA MIXTEPEC	5	3	1	2	5	1	2	1	1	2	1	1	2	5	5	5	3	1	2	4
170260051	FRACCIONAMIENTO LOMAS DEL PARAÍSO DEL SOL	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	1	5	5	5	1
170260052	COLONIA JERICÓ	5	3	1	3	5	4	1	2	3	2	1	2	2	5	1	1	4	3	1	3
170260053	FRACCIONAMIENTO VILLAS DE SAN JUAN	5	2	1	3	5	2	3	1	1	5	1	1	2	5	1	1	4	1	2	4
170260054	3 DE MAYO	5	4	1	3	3	3	1	3	5	1	1	1	2	5	1	2	3	3	2	2
170260055	EL TEMAZCAL	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	1	5	5	5	1
170270020	ZACATEPEC	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	1	5	5	5	1
170290079	CORRAL GRANDE	5	2	1	3	4	1	1	1	2	2	1	1	2	5	2	2	4	2	2	3
170290102	CAMPO EL CAPULÍN	5	2	2	4	5	3	1	2	4	3	1	1	4	5	1	1	5	1	2	3
170290115	CURVA MELÓN ZACATE	5	2	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	2	5	3	3	2	3	3	3
170290158	EMILIANO ZAPATA (CASAHUATES)	5	2	1	3	5	2	2	5	5	2	1	1	2	5	2	2	3	4	2	3



Cve_Loc	Nombre de la localidad	Vul 1	Vul 2	Vul 3	Vul 4	Vul 5	Vul 6	Vul 7	Vul 8	Vul 9	Vul 10	Vul 11	Vul 12	Vul 13	Vul 14	Vul 15	Vul 16	Vul 17	Vul 18	Vul 19	Vul 20
170290161	CAMPO LOS LUISES	5	2	2	3	5	1	2	1	1	2	1	1	2	5	1	1	5	1	1	5



Durante el análisis de la vulnerabilidad, se consideró importante hacer una diferenciación (ponderación en el concepto de análisis de evaluación multicriterio) del grado de vulnerabilidad socioeconómica en función del peligro. Por ejemplo, el hacinamiento en viviendas no representa una vulnerabilidad muy alta para las heladas pero si para peligros como deslizamientos o derrumbes. Esta ponderación se hizo a partir de una reunión de expertos en el tema en la que se definieron los pesos de cada tipo de vulnerabilidad para los peligros analizados. Esto se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Matriz de ponderación de la vulnerabilidad en función al tipo de peligro

		Peligros analizados en el Atlas de Riesgos Naturales																					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8a	P8b	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16a	P16b	P17a	P17b	P18	
Vulnerabilidad	Vul1	1	3	2	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	
	Vul2	1	3	1	3	3	3	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	
	Vul3	3	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Vul4	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
	Vul5	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2
	Vul6	1	3	3	3	3	3	2	1	1	3	2	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2
	Vul7	2	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	1	2	3	1	3	3	2	3	3	3	3
	Vul8	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2	2	3
	Vul9	1	3	3	3	3	3	3	1	1	2	1	1	1	1	1	3	2	2	2	2	2	3
	Vul10	2	3	3	3	3	1	2	1	1	3	2	1	3	3	1	3	2	3	2	2	2	3
	Vul11	2	3	3	3	3	3	3	1	1	3	2	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3
	Vul12	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	3



		Peligros analizados en el Atlas de Riesgos Naturales																				
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8a	P8b	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16a	P16b	P17a	P17b	P18
	Vul13	1	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	1	3	3	1	3	2	1	2	2	3
	Vul14	1	3	3	3	3	3	3	1	1	3	2	1	3	3	1	3	3	2	3	3	3
	Vul15	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	2	1	1	2	1	3	2	1	2	2	3
	Vul16	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3
	Vul17	1	3	3	3	3	3	3	1	1	3	2	1	2	3	1	3	2	1	2	2	3
	Vul18	1	3	3	3	3	3	3	1	1	3	2	1	2	3	1	3	2	1	2	2	3
	Vul19	1	3	3	3	3	3	3	1	1	2	1	2	1	1	1	3	1	2	1	1	3
	Vul20	1	3	3	3	3	3	2	1	1	3	2	1	1	2	1	3	3	2	3	3	3

Ponderación de la vulnerabilidad:

Alto = 3

Medio = 2

Bajo = 1

Las claves de los peligros analizados en el Atlas de Riesgos Naturales son las siguientes:

1) Fallas y Fracturas	11) Tormentaseléctricas
2) Sismos	12) Sequías
3) Vulcanismo	13)Temperaturamáximaextrema
4) Deslizamientos	14) Vientosfuertes
5) Derrumbes	15) Inundaciones
6) Flujos	16a) Heladas
7) Hundimientos	16b) Granizadas
8) Erosión hídrica y erosión eólica	17a) Frentesfríos
9) Huracanes	17b) Nevadas
10) OndasTropicales	18) Incendios



A lo largo del estudio, se determinó como un factor importante el análisis de la vulnerabilidad física de infraestructura crítica, que para el caso de estudio, son los puentes existentes en la cabecera municipal. Para realizar este análisis se retomó un estudio preliminar realizado con anterioridad por la Dirección de Protección Civil del H. Ayuntamiento en el que se definen los sitios considerando como los más importantes a estudiar (Anexo 9). En el mapa27 del anexo 2, se observan los puntos de ubicación de las estructuras y de los sitios visitados.

Por otra parte y como una de las actividades importantes en el desarrollo del Atlas, se llevó a cabo el análisis de la vulnerabilidad física que presentan la infraestructura crítica, que en este caso son los puentes urbanos que se encuentran en el área correspondiente a la zona urbana del municipio de Tlayacapan, que si bien no son estructuras que en caso de ser dañados representen un problema de incomunicación para los habitantes, si se constituyen como elementos vulnerables al ubicarse sobre cauces de corriente hidrológica.

Bajo esta óptica, se revisó un estudio preliminar que realizó en el año del 2010 la Dirección de Protección Civil del H. Ayuntamiento y en el que se definen los sitios considerados como importantes a considerar. Un mapa de ubicación general de los puentes también fue realizado como parte de la actividad antes.

A partir del estudio mencionado, y que se encuentra contenido en el Anexo 6 de este documento, se realizó un análisis más detallado, el cual implicó:

- Reconocimiento en campo de los sitios anteriormente identificados en el año 2010.
- Obtención de su coordenada geodésica (Universal Transversal de Mercator(UTM), Zona 14 Norte, datum WGS84, unidades en metros).
- Obtención de fotografías por expertos en ingeniería y arquitectura.
- Evaluación *in situ* de las problemáticas, principalmente estructurales.
- Análisis de los datos, generación de reportes de vulnerabilidad de la infraestructura y elaboración de informes.



A continuación se presenta el reporte actualizado y que resume la vulnerabilidad que presentan las estructuras, así como las causas asociadas a dicho proceso.

Análisis de la vulnerabilidad física de los principales puentes de la localidad de Tlayacapan que cruzan la barranca Amixtepec	
Punto de control (PC)	Vulnerabilidad
PC-24 Felipe Neri - Carretera México 113, al PC-20-2 callejón Abasolo	Vulnerabilidad media
PC-20-2 callejón Abasolo al PC-19 calle Aldama (puente)	Vulnerabilidad alta
PC-19 calle Aldama al PC-16 calle Galeana	Vulnerabilidad media
PC-16 calle Galeana al PC-12 puente calle Emiliano Zapata (puente)	Vulnerabilidad alta
PC-12 calle Emiliano Zapata a PC-14 calle 5 de mayo (puente)	Vulnerabilidad alta
PC-15 punto cruce barranca Amixtepec-Tezahuates (finaliza análisis)	Vulnerabilidad baja
Análisis de la vulnerabilidad física de los principales puentes de la localidad de Tlayacapan que cruzan la barranca Huitzcontzin	
PC-2 calle Felipe Neri carretera México 113 al PC-11 calle Cuauhtémoc	Vulnerabilidad media
PC-11 calle Cuauhtémoc al PC-12 Emiliano Zapata	Vulnerabilidad alta

En resumen, podemos mencionar que las zonas de vulnerabilidad alta corresponden a cuatro zonas, que corresponden a los puentes ubicados en la calle Matamoros y Aldama, en la unión de las barrancas y en donde se localizan los puentes de la calle Zapata; entre la calle Cuauhtémoc y Zapata, al lado poniente del estacionamiento Palacio Municipal y la Plaza Principal. Finalmente, el puente en 5 de Mayo.

Las causas que favorecen una vulnerabilidad media en la infraestructura de puentes es:

- Azolve en el cauce; falta de protección, talud constituido por material arcillo arenoso con boleo.
- Gran cantidad de vegetación que reduce la columna hidráulica de paso del agua.
- Depósitos de basura.
- Invasión del cauce con pozos de visita y drenaje, protegidos con mampostería, piedra o concreto.



- Reducción del cauce debido a la invasión por viviendas.
- Muros colindantes con riesgo de socavación.
- Falta de mantenimiento del cauce.

Las causas que favorecen una vulnerabilidad media en la infraestructura de puentes son:

- Profundidad del cauce muy baja con respecto a terrenos y calles.
- Aumento de volumen del cauce sobre todo en la unión de las dos barrancas.
- Obstrucción del cauce debido a invasión de construcciones.
- Azolve que genera un aumento de la base del cauce que provoca sedimentación y disminuye la velocidad del mismo.

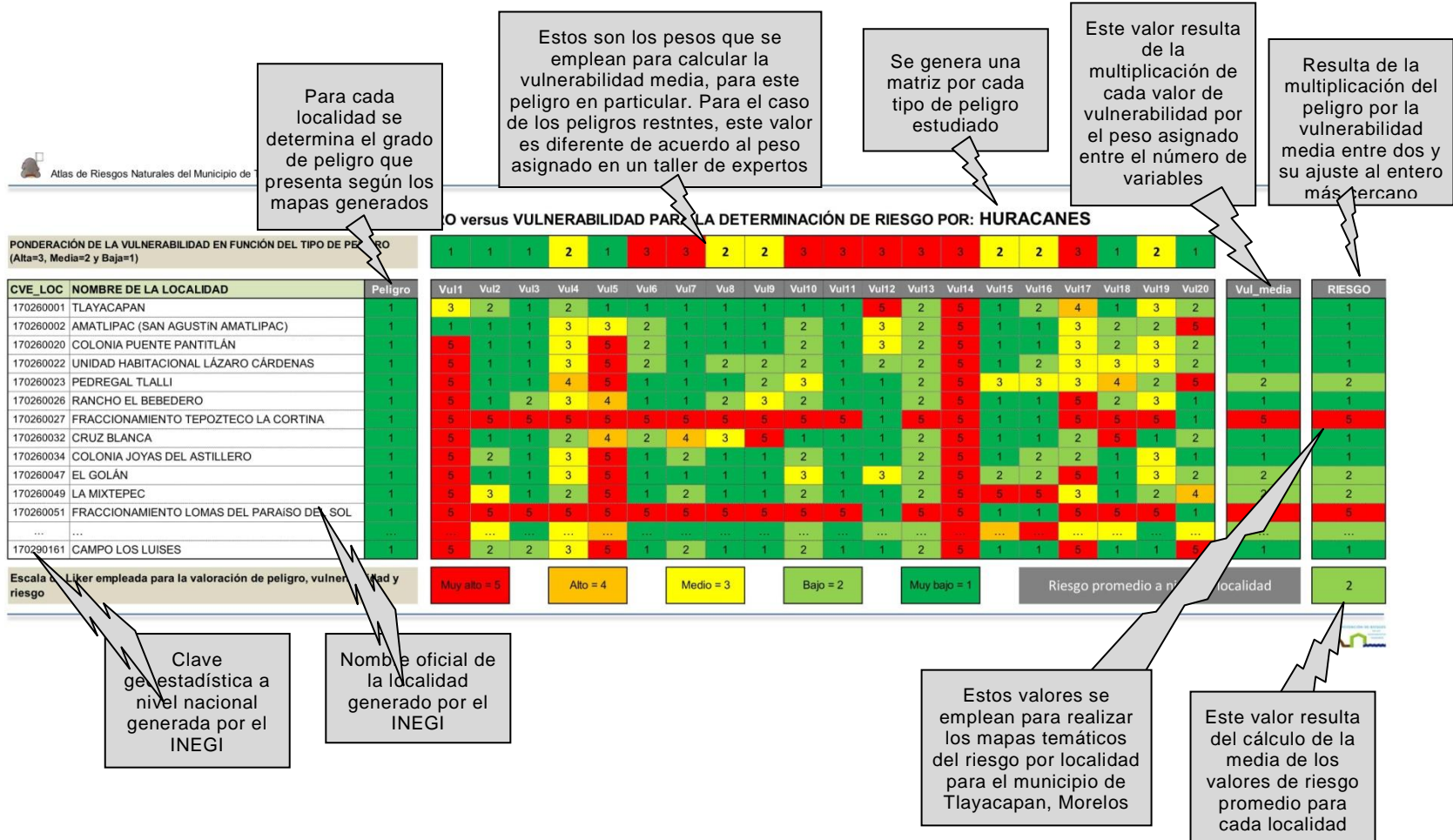
El mapa B-28 del anexo 2 sintetiza la localización de las infraestructuras actualizadas y analizadas, y su caracterización según los niveles de vulnerabilidad que presentan.



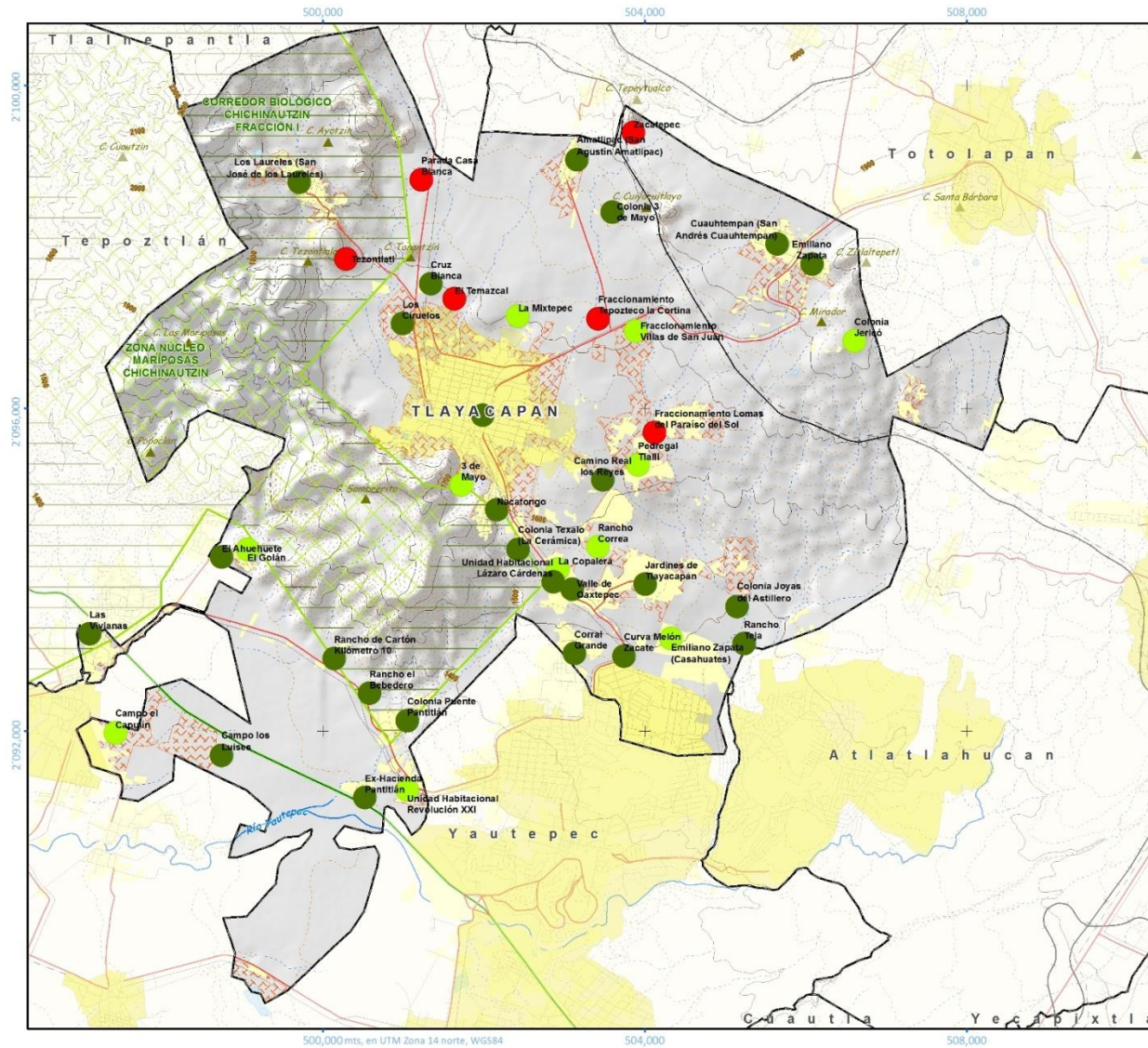
Riesgo

Para la correlación de los datos referentes a la dimensión de peligro y vulnerabilidad, y el proceso de análisis del riesgo, se procedió al diseño y elaboración de una matriz como herramienta de trabajo. Una serie de matrices serán generadas en la cual se correlacionan los diferentes tipos de peligro y la vulnerabilidad, generadas para la realización del Atlas. Es importante destacar que la vulnerabilidad será ponderada acorde a la diferente respuesta que se tiene ante cada peligro (p. ej. Las características de construcción de la vivienda se valoran en forma distinta ante heladas que ante inundaciones o sismos).

Con base a lo anterior, se tiene que cada peligro en estudio tiene un panorama de vulnerabilidad específica. Por tanto, se generaron 18 matrices a nivel localidad y 13 a nivel Área Geoestadística Básica. A continuación se ejemplifica y se explica una matriz.



A continuación se presenta el resultado cartográfico para el riesgo, que según el ejemplo, corresponde a Huracanes. En seguida, se presentan 18 matrices de riesgo a nivel localidad y los respectivos mapas y 13 matrices de riesgo a nivel de Área Geostatística Básica con sus correspondientes mapas.



Atlas de Riesgos del Municipio de Tlayacapan, Morelos

Riesgo por huracanes

SIMBOLOGÍA TEMÁTICA

Nivel de riesgo

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

Localidades y población bajo riesgo

Nivel de Peligro	No. Localidades	% Localidades	Población 2010	% Población
Muy alto	6	14.3	16	0.1
Alto	0	0.0	0	0.0
Medio	0	0.0	0	0.0
Bajo	11	26.2	2,509	13.4
Muy bajo	25	59.5	16,266	86.6
Total	42	100.0	18,791	100.0

SIMBOLOGÍA BÁSICA

Autopista	Corriente perenne
Carretera pavimentada	Corriente intermitente
Vía férrea en uso	Cuerpo de agua
Infraestructura de comunicaciones	Área natural protegida
Línea telefónica	Zona de Amortiguamiento
Línea telegráfica	Zona Núcleo
Representación del relieve	Límite ANP (Área Natural Protegida)
Curva de nivel maestra, 100m	Otros
Curva de nivel intermedia, 20m	Reserva territorial
Cerros	Área urbana
Riesgos hidrográficos	Límite municipal
Traza urbana	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

PROYECCIÓN..... UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRICULA..... 4 KMS
 DATUM HORIZONTAL..... WGS84
 REFERENCIAS DE COTAS..... NIVEL DEL MAR
 FUENTE..... ELABORACIÓN PROPIA, INEGI, PDI, CONAGUA, SEMARNAT
 FECHA DE ELABORACIÓN..... OCTUBRE 2011

Esc. 1:48,000

0 0.5 1 2 Km

MAPA R-09



Página intencionalmente en blanco



Con base en los resultados anteriores, se procedió a la realización de un taller de participación social para que habitantes y personal del H. Ayuntamiento pudieran conocer y emitir observaciones y recomendaciones para el Atlas. El día 23 de noviembre de 2011 se presentó el Atlas de Riesgos en el Auditorio de la Casa de la Cultura de Tlayacapan. A continuación, unas fotografías que pormenorizan e ilustran el evento.



El Sr. Secretario del H. Ayuntamiento, Ing. Cándido Pedraza, hace una introducción en la que describe como fue el proceso de elaboración del Atlas, desde la parte administrativa y legal hasta la parte técnica, con énfasis en la importancia que tiene este instrumento para Tlayacapan.



El M. en SIG Antonio Iturbe Posadas, Coordinador Técnico del Atlas de Riesgos, inicia la exposición de los trabajos realizados. Explica en primera instancia el proceso metodológico empleado y a continuación se presenta con detalle los contenidos del documento.



Momentos en los que se da respuesta a una pregunta sobre la relación existente entre el peligro de emisión de materiales cineríticos del volcán Popocatepetl y el peligro para la localidad de Tlayacapan.



El Síndico Municipal, Profr. Juvenal Francisco Flores Morales, hace comentarios sobre la corroboración de los datos presentes en el Atlas de Riesgos y lo que en la realidad se presenta en el territorio de Tlayacapan.



Como evidencia se presenta la lista de asistencia al evento de presentación del Atlas de Riesgos y Peligros Naturales en la Casa de la Cultura, el día 23 de noviembre de 2011.

LISTA DE ASISTENCIA REUNIÓN DE PRESENTACIÓN
DEL ATLAS DE RIESGOS Y PELIGROS NATURALES
DEL MUNICIPIO DE TLAYACAPAN, MORELOS.
23 DE NOVIEMBRE DE 2011

NOMBRE DE ASISTENTE	FIRMA
1- Esteban Abona Jardo	
2- Juvenal Fco. Flores Morales	
3- Cesar Alvarado Telléz	
4- Gustavo Martínez Pacheco	
5- Fidel Sandoval Sánchez	
6- Victor Manuel Díaz Herrera.	
7- Gustavo Hacombes González	
8- Gerardo Reyes Santamaría	
9- Gelacio Ortiz Saldaña	
10- LUISO ZAMORA ZACAPA	
11- WILBER JAIR CARDENAS HORCASITAS.	
12- Emilianio Verdiguél Olivares	
13- Humberto Mirafuentes Contreras	
14- Noe Alberto Paz Sánchez	
15- Beribaldo Pánderos Siller	
16- Rodolfo J. Ramírez Martínez	
17- Candido Rivera Pedraza	



El día 25 de noviembre de 2011, se realizó la segunda reunión de trabajo con personal de la SEDESOL; en la que participaron representantes de la sociedad de Tlayacapan, autoridades municipales y personal del H. Ayuntamiento de Tlayacapan, incluido el C. Presidente Municipal. En esta ocasión se presentaron los avances que se tienen del Atlas del Riesgo con especial énfasis en la explicación de la metodología empleada. A continuación unas fotografías que ilustran y detallan el desarrollo de la reunión.



Momento en que da inicio la reunión de revisión por parte de especialistas de SEDESOL, contando con la asistencia de autoridades y representantes de la sociedad civil de Tlayacapan.



El Mtro. Guillermo Pérez, Subdirector de Desarrollo Territorial de la SEDESOL, hace señalamientos sobre la importancia de representar a nivel urbano (AGEB) los peligros y realizar los mapas de peligro a este nivel de detalle.



Vista general de los participantes de la segunda reunión de revisión en la que participaron consultores, SEDESOL, autoridades y representantes de la sociedad de Tlayacapan.



Los materiales impresos pudieron ser examinados y revisados por todos los participantes, quienes mostraron un profundo interés por el tema.



Página intencionalmente en blanco



CAPÍTULO VI.

Conclusiones y recomendaciones

- Las diversas actividades y tareas de investigación llevadas a cabo para la realización de este Atlas de Riesgo, permitieron constatar que la falta de instrumentos normativos y regulatorios, facilita la no observancia en las medidas básicas de seguridad y de prevención por parte de la población, así como el incremento de la vulnerabilidad de los mismos habitantes, quienes incluso ponen en riesgo su patrimonio y sus propias vidas; de ahí la importancia de estos programas preventivos, que se constituyen al mismo tiempo en herramientas para coadyuvar a programas integrales de ordenamiento y regulación, que usados de manera adecuada, permitirán que coexistan de manera armónica la población con el entorno, procurando llevar al mínimo el riesgo en el caso de eventualidades.
- La problemática encontrada en Tlayacapan, se encuentra en un nivel bajo de complejidad, la cual, adoptando decididamente las medidas requeridas, puede ser minimizada y controlada de manera eficaz. El mayor problema al que se enfrenta la población y donde existe el mayor riesgo de afectación social y económica, son las inundaciones recurrentes, potenciadas por eventos principalmente de origen antropogénico y resultado del efecto del crecimiento poblacional no regulado.
- Es necesaria la inversión en programas de prevención, mitigación y contingencia con el propósito de revertir los procesos que deterioran los sistemas y potencian su nivel de peligro. De igual manera, no se encontraron indicios de iniciativas encaminadas a la construcción de un marco normativo y legal, por lo que es necesario que la comuna avance en los acuerdos para respaldar estos esfuerzos y que apoye a la autoridad a ejercer el poder coercitivo para su efectiva aplicación.
- Durante la realización de este estudio, se detectaron peligros a los que hay que prestar especial atención y que deben ser analizados con detalle, son aquellos relacionados con cuestiones sanitarias, particularmente en el manejo de las aguas residuales. Hay que destacar que este peligro se escapa de los alcances planteados.
- En la realización del presente Atlas de Riesgos Naturales se ejerció una directriz geotecnológica consistente en generar una base de datos geoespacial multifinalitaria que apoye diversos propósitos de interés para la administración pública municipal. Esto se logró y se potenció favorecido por las reglas y preceptos definidos por la SEDESOL en cuanto a la generación de resultados geoespaciales, que sin lugar a dudas servirán para otros estudios de tipo territorial. Resulta importante que el H. Ayuntamiento desarrolle capacidades para el manejo e incluso actualización de los bancos de datos y el análisis espacial.



- Resulta importante continuar con el desarrollo geotecnológico con que cuenta el municipio de Tlayacapan, Morelos. Se demuestra que la inversión en datos cartográficos y estadísticos se potencia para la generación de información y conocimiento. El contar con ortofotos digitales a escala catastral, a color y otros insumos, representa una oportunidad para realizar diferentes tipos de proyectos a una escala territorial de gran detalle con los consecuentes beneficios.
- El archivo histórico de Tlayacapan debe fortalecer la recopilación, integración y sistematización digital de una mayor cantidad de datos e información de tipo territorial. Esto favorecerá en el futuro que estudios de carácter geográfico puedan ser realizados en menor tiempo, bajo una perspectiva holística y avanzar más hacia la producción de conocimiento. Explorar la viabilidad de contar con una datoteca.
- El juego de fotografías aéreas y el aerofotomosaico georreferenciado, realizado como parte de los trabajos de la elaboración del Atlas de Riesgos, sobre las zonas de mayor peligro por deslizamientos y derrumbes, se constituye como un insumo importante para análisis territoriales que posteriormente se realicen a mayor detalle. Además, se considera que sirven como un insumo de gran valor para reportes a presentar ante FONDEN ante la existencia de una eventualidad.
- Los resultados derivados de la realización “Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Tlayacapan, Morelos. 2011” deben ser socializados hacia la población y conminar a realizar acciones y desarrollar una cultura que minimice los impactos de los peligros. Se mencionan a continuación los más relevantes:
 - No invadir los cauces de los ríos con construcciones. Respetar los umbrales de zona federal.
 - Mantener los cauces ecológicamente saludables.
 - El municipio presenta riesgos altos y muy altos en algunas localidades ante peligros como inundaciones, hundimientos, derrumbes y deslizamientos principalmente. La población debe conocer los elementos necesarios para la prevención, respuesta y mitigación.
- Preservar la condición ecológica en las partes altas de la cuenca ayudará a que no se generen problemas de azolvamiento por sedimentos acarreados debido a problemas de erosión hídrica. Por supuesto, es una tarea que involucra la participación de los municipios colindantes sobre todo aquellos localizados al norte. Una agenda para la protección ecológica de las laderas altas es altamente recomendable.
- Vinculado al punto anterior, se recomienda que el municipio de Tlayacapan trabaje en forma conjunta con los Ayuntamientos vecinos en temas tales como:
 - Protección de los cauces de los ríos en cuanto a la construcción e invasión de la zona federal.
 - Preservación de las zonas de laderas altas para minimizar la generación de sedimentos y azolvamiento de cauces de los ríos en zonas bajas.
 - Compartición de estudios, resultados de trabajos similares a este, bases de datos geospaciales y bases del conocimiento para analizar



temas de peligros, vulnerabilidad y riesgo en forma más amplia o regional.

- Monitoreo de acciones para asegurar que la apropiación del espacio natural no se traduzca en un incremento de los niveles de peligro y riesgo.
- La matriz de vulnerabilidad socioeconómica permite especificar aquellas variables estadísticas que deben ser abordadas con diferentes programas o acciones de gobierno y que conllevarán a un incremento de la resiliencia.
- El auditorio debe ser remodelado y adaptado para responder a una eventualidad. Un trabajo arquitectónico especializado en desastres debe ser considerado para que el municipio cuente con una infraestructura adecuada asociada al sistema regulador.
- Se considera acertada la capacitación que se brindará a personal del H. Ayuntamiento, particularmente de la Dirección de Protección Civil, para que esté en la posibilidad de usar y explotar los productos geoespaciales generados en este proyecto. Además, debe resaltar el empoderamiento a través de brindar herramientas tecnológicas como un receptor GPS y una cámara digital.
- Uno de los entregables del proyecto, es la realización de un servidor de datos geoespaciales, con el cual el H. Ayuntamiento no solo puede socializar los resultados sino actualizar puntos de peligro. Este es un acierto importante y que debe ser mantenido a lo largo del tiempo más aún por las ventajas que este tipo de desarrollos geoinformáticos representa en el marco de un gobierno inscrito en la sociedad del conocimiento. A Tlayacapan se le ha otorgado el reconocimiento como Pueblo Mágico por la Secretaría de Turismo del Gobierno Federal, el contar con este tipo de desarrollos favorece una imagen de tecnologización y generación de información y conocimiento en pro de la seguridad de los pobladores, y de los visitantes y apoya las posibles acciones para el mantenimiento de este reconocimiento.
- Es importante que la Dirección de Protección Civil socialice los resultados con las diferentes Direcciones del Ayuntamiento. Altamente recomendable, es la presentación de los resultados en una reunión de Cabildo.
- Hemos tenido conocimiento de que el proyecto ERMEXS (Estación Receptora México SPOT) ha evolucionado y se adquirirán los derechos por el Gobierno Federal para contar con imágenes de satélite pancromáticas de alta resolución (50 cms) derivadas del sensor WorldView. Un seguimiento de esto es importante y se recomienda trabajar para lograr que exista un convenio en el que Tlayacapan pueda tener acceso a este conjunto de datos, lo que permitiría monitorear procesos de cambio de uso del suelo, en particular los referentes al crecimiento de la mancha urbana y la pérdida de vegetación.
- La metodología empleada para el cálculo del riesgo resulta interesante por la sencillez de aplicación conceptual y los resultados que tienen gran similitud con la realidad. Una valoración de la misma por parte de expertos, incluyendo especialistas de la misma SEDESOL, y su sometimiento en eventos académicos es recomendable para que en su caso sea afinada y mejorada.
- Es importante que la Secretaría de Desarrollo Social en este tipo de proyectos pueda ayudar a que los consultores cuenten con datos socioeconómicos a nivel



de manzana, lo que representa importantes ventajas al analizar la vulnerabilidad desde un nivel territorial más detallado con las consecuentes ventajas.

- Un elemento de valor adicional incluido, es la realización de una evaluación al área de Protección Civil del Municipio. Ésta se llevó cabo mediante un cuestionario cualitativo, anexo al final de este documento, orientado a recoger los aspectos básicos y esenciales para la operación de un área operativa vistos como macro-procesos, estos son:
 - Organización y documentación,
 - Desarrollo tecnológico e infraestructura,
 - Características operativas, y
 - Percepción de la sociedad

Los aspectos se midieron en una escala de Likert con un rango de 0 (No existe), 1 (Muy bajo), 2 (Bajo), 3 (Medio), 4 (Alto) y 5 (Muy alto). Los resultados obtenidos muestran que, una debilidad que puede resultar amenazante es la baja prioridad de la cultura de la protección civil en el marco de la administración pública, así como de la divulgación y apropiación de la misma por parte de la sociedad. Estos aspectos son decisivos y preponderantes al momento de establecer lineamientos generales para el fortalecimiento de políticas de prevención de riesgos en los asentamientos humanos y facilitan la cooperación de la sociedad para su implementación y observancia. La necesidad de capacitación continúa en áreas propias de protección civil, así como de competencias que favorezcan la mejora en la eficiencia y eficacia en el desempeño de las tareas del área de protección civil, no solo es necesaria, sino fundamental; lo es también la urgencia de acciones para la difusión de la cultura de protección civil y prevención de riesgos a la sociedad.

- En relación al punto anterior, es recomendable que, de manera piramidal, se lleven a cabo acciones para dar a conocer, entender y adoptar la importancia de las acciones emprendidas en materia de prevención de riesgos y protección civil, y esto reflejarlo en compromisos de fortalecimiento a esta área, lo cual redundaría en el empleo eficiente de los recursos públicos y la disminución del riesgo de la población en sus vidas y sus patrimonios.
- Resultado de la verificación de las estructuras realizadas en campo, lo cual sirvió para determinar si las mismas presentaban condiciones de peligro, vulnerabilidad y por ende riesgo, se definieron una serie de acciones encaminadas a mitigar el proceso en el que actualmente se encuentran y que son necesarias a fin de evitar problemas en un futuro cercano ante la presencia de fenómenos geológicos e hidrometeorológicos.



Estas acciones de prevención y mitigación incluyen:

- Desazolve de barrancas
- Construcción de muro de mampostería de protección de canal
- Protección base muro mampostería
- Refuerzo de Puentes existentes
- Construcción de bordes en cauces donde no existen y para lo cual se indicarán las estructuras recomendadas.
- Refuerzo de bordes de muros de colindancia y soporte de puentes
- Mantenimiento estructural de puentes
- Reorientar salidas de drenaje
- Recolección de desechos sólidos, entre otros.



Página intencionalmente en blanco



Bibliografía

- _____ (1993), *Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo integrado*, Washington; DC.
- Atlas de Riesgos y Peligros del Estado de Morelos, 2009. Gobierno del Estado de Morelos.
- CENAPRED. (1996). *Prevención, Órgano informativo del sistema nacional de protección civil*, número 14, mayo.
- Consortio, Salvador E. (1902), *Organización local para situaciones de emergencia, Centro de Colaboración para situaciones de emergencia*, OMS-DGCS-ROMA.
- Espinasa-Pereña y Martín del Pozzo. *Morphostratigraphic evolution of Popocatepetl volcano*, México. 2006, Geological Society of America. 115-137
- Lavell, Alan, *Gestión de Riesgos ambientales urbanos*, Facultad Latinoamericana y ciencias sociales en prevención de desastres en América Latina – LA RED.
- López Rangel, Rafael. (1995), *Desarrollo sustentable y políticas regionales en América Latina*, México: UAM-A, febrero.
- Maass, José Manuel. (1995), *Referencias y criterios ecológicos en el manejo sustentable: un análisis del trópico subhúmedo en México y Centroamérica*, México: Centro de Ecología, Universidad Autónoma de México, del 13 al 17 de febrero.
- Márquez, A., Oyarzun, R., Doblas, M., Verma, S.P., 1999, *Alkalic (OIB type) and calc-alkalic volcanism in the Mexican Volcanic Belt: a case for plume-related magmatism and propagating rifting at an active margin?* Geology, v.27, p. 51-54.
- Meadows H., Donella, L. Dennis. (1994), *Más allá de los límites del crecimiento*, España: El País.
- Memoria de la Primera Reunión de Delegados y Procuradores del Ambiente*, Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa, noviembre de 1994.
- Mitlin, Diana y Satterthwaite, David. (1994), *"Documentos antecedentes"*, en *Global Forum 1994. Las ciudades y el desarrollo sustentable*, del 24 al 28 de junio, London wc1 H oDD, UK.
- OEA/DDRMA. (1991), *Desastres planificación y desarrollo: Manejo de amenazas naturales para reducir los daños*, Washington: DC.
- Redescubriendo Tlayacapan*, 1992, Alarcón Carmona A. Visibilidad Geográfica.
- SEDESOL. 2003. *Marco teórico conceptual y de criterios en torno a la gestión del riesgo de desastres en México*.
- Siebe C., Abrams, M., Macias, J.L., Obenholzner, J., 1996, *Repeated volcanic disasters in Prehispanic time at Popocatepetl, central Mexico; past key to the future?:* Geology, 24, p. 399-402.
- Comisión Nacional del Agua. Análisis de lluvias, Organismo de Cuenca Balsas, Dirección Técnica, Subdirección de redes de medición y Sistemas, 25 de Julio de 2011.