



# Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Juárez 2011



Diciembre 2011



Número de obra 16046PP068930  
Número de expediente PP11/16046/AE/1/116

Municipio de Juárez Michoacán

**Arquitectura + Ingeniería Construcciones S.A. de C.V.**  
2da Priv. de Naraxan no. 105 Edif. C – 6 Col. Félix Ireta CP. 58070  
Morelia, Michoacán.



# ÍNDICE

## CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción

1.1. Introducción. . . . .	4
1.2. Antecedentes. . . . .	5
1.3. Objetivo. . . . .	7
1.4. Alcances. . . . .	7
1.5. Metodología General. . . . .	8
1.6. Contenido del Atlas de Riesgo. . . . .	8

## CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

2.1. Determinación de la Zona de Estudio. . . . .	11
---	----

## CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1. Fisiografía. . . . .	14
3.2. Geología. . . . .	16
3.3. Geomorfología. . . . .	18
3.4. Edafología. . . . .	20
3.5. Hidrología. . . . .	22
3.6. Climatología. . . . .	25
3.7. Uso de suelo y vegetación. . . . .	27
3.8. Áreas naturales protegidas. . . . .	29
3.9. Problemática ambiental. . . . .	30

## CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población. . . . .	31
4.2. Características sociales. . . . .	35
4.3. Principales actividades económicas en la zona. . . . .	36
4.4. Características de la población económicamente activa. . . . .	37
4.5. Estructura urbana. . . . .	39

## CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico. . . . .	40
5.1.1. Fallas y Fracturas. . . . .	41
5.1.2. Sismos. . . . .	43
5.1.3. Tsunamis o maremotos. . . . .	55
5.1.4. Vulcanismo. . . . .	55
5.1.5. Deslizamientos. . . . .	56
5.1.6. Derrumbes. . . . .	60
5.1.7. Flujos. . . . .	63
5.1.8. Hundimientos. . . . .	67
5.1.9. Erosión. . . . .	73
5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico. . . . .	76
5.2.1. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales). . . . .	77
5.2.2. Tormentas eléctricas. . . . .	78





5.2.3. Sequías. . . . .	80
5.2.4. Temperaturas máximas extremas. . . . .	85
5.2.5. Vientos Fuertes. . . . .	86
5.2.6. Inundaciones. . . . .	88
5.2.7. Masas de aire (heladas, granizo y nevadas). . . . .	94
5.3. Obras y acciones para la reducción y mitigación de riesgos. . . . .	96



## CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción

### 1.1. Introducción

El presente documento es una herramienta que permitirá el análisis de los probables fenómenos perturbadores en el municipio de Juárez. A lo largo de la historia estos incidentes han alterado la superficie de la tierra, y es de su naturaleza las erupciones volcánicas, sismos, ciclones, etc., por lo tanto el estar preparados para cualquier fenómeno, debe ser prioridad para la humanidad, ya que en muchos casos los asentamientos humanos se localizan en zonas vulnerables a estos desastres. El conocer y estudiar estas zonas es parte fundamental del presente Atlas de Riesgos del municipio de Juárez, que servirá para la planeación y toma de decisiones de futuros asentamientos humanos, al igual que en los ya asentados tomar las medidas preventivas para evitar en lo posible la pérdida de vidas.

La frecuencia y gravedad de los desastres por fenómenos naturales tienen efectos importantes sobre la población, en el caso del municipio de Juárez las afectaciones por inundaciones son resultado de asentamientos humanos en zonas donde el cauce natural del agua reconoce su camino, ocasionando daños a los habitantes.

El Atlas de riesgos del municipio de Juárez ayudará a integrar los conocimientos derivados de la investigación de campo y las características de los elementos naturales del municipio en un Sistema de Información Geográfica (SIG), el cual será una herramienta en la prevención de riesgos, la planeación urbana y estrategia de mitigación de riesgos en el municipio.

La elaboración del Atlas tomará datos de riesgos de origen natural que se presenten en el municipio, por medio de información georeferenciada obtenida de diversas instituciones como lo es INEGI, todo para identificar y definir las zonas de población y viviendas expuestas a peligros.

En el municipio de Juárez se contemplan zonas de riesgo, las cuales son originadas por asentamientos humanos creados principalmente por la falta de conocimiento del peligro existente en la zona, pues influye el no tener un instrumento jurídico e informativo que limite la ocupación del suelo de acuerdo a sus riesgos.

Los principios fundamentales y referencias se encuentran redactados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012, por medio del que se precisa la realización de la estrategia, en la que se tenga la prevención de desastres y zonas de riesgos incorporando la prevención de desastres en las herramientas de planeación del desarrollo territorial, social y ambiental.

#### Marco legal

El sustento legal que dará validez jurídica al Atlas de Riesgos del municipio de Juárez, que permitirá su operación y función reguladora, de los Usos Reservas y Destinos del territorio Municipal, será basado principalmente en cumplimiento a lo establecido en el Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo y en el marco jurídico vigente.

En el ámbito Federal Constitución Política de los estados unidos Mexicanos:

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el principal instrumento que rige la ordenación y regulación de los asentamientos humanos. Concretamente en los artículos 27, en el párrafo tercero; artículo 73 fracción XXIX- C; y en el artículo 115 fracciones II, III, V y VI; donde se especifica que “la participación de la Nación en la ordenación y regulación de los asentamientos humanos dentro del país, es de competencia de los tres niveles de gobierno en la materia, la facultad de los Estados para expedir las leyes relativas al desarrollo urbano y de los municipios para expedir los reglamentos, así como las disposiciones administrativas de observancia general que se requieran”.



### Ley General de Asentamientos Humanos:

En su capítulo tercero, de la planeación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, el artículo 13 dice que el programa nacional de desarrollo urbano, en su carácter sectorial, se sujetará a las previsiones del Plan Nacional de Desarrollo y contendrá:

Así como: El Plan nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2007- 2012:

El Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (PNDU-OT) se guía por los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y los propios de la SEDESOL para sentar los principios de la acción institucional y las estrategias necesarias en la orientación del desarrollo nacional. Con la aplicación de este plan se busca la revalorización del territorio como soporte de la actividad económica y social: los objetivos de gran visión y las estrategias que se presentan se dirigen a la recomposición del territorio como el recurso prioritario para instrumentar el Desarrollo Social, en donde el vínculo con la conservación de los recursos es fundamental.

### Ley general de protección civil:

En la ley general de protección civil, la cual es encargada de integrar, coordinar y supervisar el Sistema Nacional para garantizar, mediante la adecuada planeación, la prevención, auxilio y recuperación de la población y de su entorno ante situaciones de desastre, incorporando la participación activa y comprometida de la sociedad, tanto en lo individual como en lo colectivo, dando sustento a dicho documento en su artículo 12, párrafo XVII.

### Ley de protección civil estatal:

Que este reglamento, promueve la formulación y ejecución permanente de programas de capacitación dirigidos a la población en general para acrecentar la información y educación sobre protección civil. Paralelamente, se instituye la elaboración y ejecución de diversos Subprogramas en materia de prevención, auxilio y restablecimiento. Además, de la configuración de un Atlas estatal de riesgos. Dando sustento al presente documento en su capítulo quinto; con los artículos 33, 34, 35, 36, 37.

## 1.2. Antecedentes

En el municipio de Juárez los riesgos naturales más frecuentes son las crecidas del río, inundaciones, vientos fuertes y deslaves, esto afectando principalmente a la cabecera municipal. Es este el resultado de la falta de planeación, como en muchos asentamientos de la actualidad.

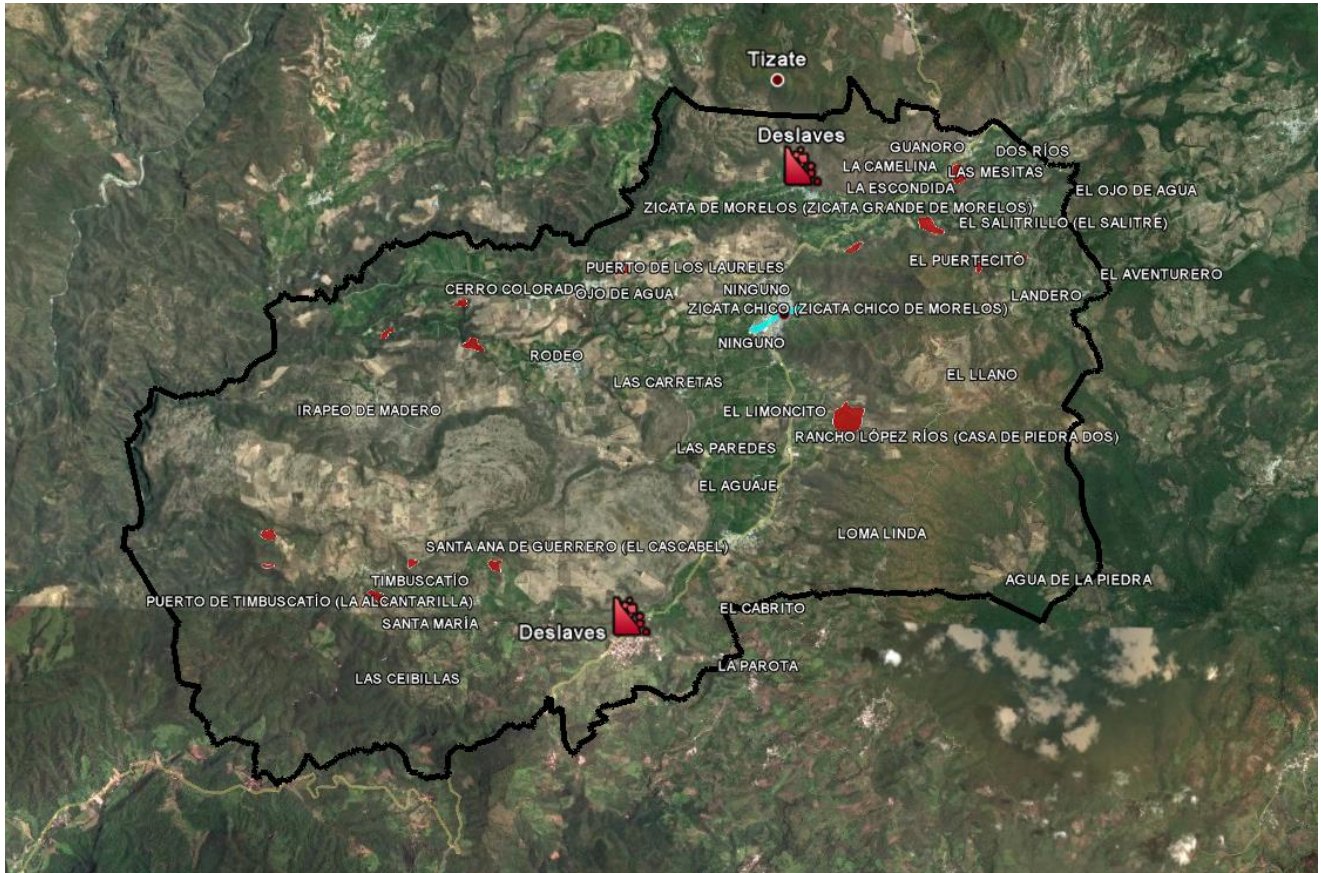
En el municipio de Juárez los últimos siniestros más relevantes han sido las inundaciones, ya que sobre el cauce del río se encuentran localizados asentamientos humanos. En consecuencia se registran desastres en la cabecera municipal, dejando grandes pérdidas materiales y económicas; como fue en los años de 1995, 2000, 2003, 2005 y 2007, estos siendo los más representativos a lo largo de su historia.

En estos años los estragos que dejaron las inundaciones en el municipio en general causaron daños reparables en la infraestructura y en los campos de cultivo, a pesar de que el cauce del río subió cerca de un metro sobre el nivel del suelo por más de 8 horas, aunque hubo sus excepciones en zonas que se encuentran en niveles de piso por debajo del de las carreteras que las atraviesan, que conjugado con el tipo de suelo sufrieron algunas afectaciones un tanto severas.

A causa de los asentamientos humanos que están sobre o cerca del cauce de ríos, se pueden presentar daños en la infraestructura del municipio, teniendo posibilidades de deslaves, fracturas o derrumbes en las construcciones y en las zonas cercanas a sistemas montañosos.

Otra de las problemáticas a considerar dentro de los antecedentes son los incendios en el basurero municipal, ubicado al suroeste de Parícuaro a borde de carretera, llegado a expandirse a terrenos cercanos al predio, provocado accidentes automovilísticos a causa de la niebla generada por el humo.

El asentamiento de comunidades en laderas hace latente el fenómeno de deslizamientos y derrumbes, como se ha observado en la comunidad de Enandio, Parícuaro, Cerro de las Cebollas; así como el lugar conocido como Puente de Fierro ubicado sobre la carretera que comunica Trincheras con Puerto de los Laureles.



Localidad de Benito Juárez



Localidad de Enandio



Localidad de Parícuaro

Mapa 1.- Elaboración propia. Desastres en el municipio de Juárez. Fuente: A+, Google Earth 2011



### 1.3. Objetivo

#### Objetivo General

Contar con un documento que aporte los lineamientos para diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y/o vulnerabilidad en el municipio de Juárez, Michoacán.

A través de un sistema estandarizado, catálogos y una base de datos homologada, compatible y complementaria a nivel nacional; desarrollada por la **Secretaría de Desarrollo Social** con referencia a criterios del **Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)** y los planteados en el **Programa de Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos** de la **SEDESOL**.

#### Objetivos Específicos

- Presentar cartográficamente los riesgos, peligros y/o vulnerabilidades del municipio de Juárez ante fenómenos perturbadores que afecten la región.
- Proporcionar los lineamientos documentados para la generación, validación y representación cartográfica de la información temática de las zonas de riesgos del municipio de Juárez.
- Que el municipio de Juárez sea capaz de identificar el tipo de grado de riesgos existentes en la región, de acuerdo con el origen natural de los fenómenos Geológicos o Hidrometeorológicos.
- Detectar, clasificar y zonificar las áreas de riesgo; identificar una correlación entre las zonas propensas al desarrollo de fenómenos perturbadores y el espacio físico vulnerable considerando aspectos tales como la infraestructura, la vivienda, el equipamiento, factores socioeconómicos, entre otros.
- Que el Atlas de Riesgos Naturales será un documento que ayudara para definir acciones a programáticas y presupuestales enfocadas a guiar el Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Juárez.

La correlación de los diversos datos evidenciará diferentes niveles de vulnerabilidad desde una perspectiva cualitativa y/o cuantitativa; con ello logrará establecer las prioridades aplicables a la relación de acciones de ordenamiento territorial, prevención de desastres, reducción de riesgos y todas aquellas relacionadas con el desarrollo sustentable de los asentamientos humanos del municipio.

### 1.4. Alcances

El presente documento tiene como intención prever los fenómenos naturales que perturben la región de Juárez, localizando las zonas de riesgos que sean vulnerables y/o susceptibles, haciendo un estudio metódico de los diferentes fenómenos tanto de origen Geológico como Hidrometeorológico.

Realizando una investigación bibliográfica y de campo del municipio por personas calificadas para la elaboración, teniendo en cuenta los antecedentes históricos desastrosos, determinando la zona de estudio, definiendo las características del medio natural y sus principales indicadores sociales, económicos y demográficos.

El documento Atlas de Riesgos Naturales de Juárez, servirá de instrumento para definir zonas de urbanización, considerando los datos generados para la prevención de los desastres.

### 1.5. Metodología General

El proceso para la elaboración del presente documento está basado en los lineamientos del **Centro Nacional de Prevención de Desastres “CENAPRED”** y el **Programa de Prevención de Riesgos en Asentamientos Humanos “SEDESOL”**. Con referencia en las **Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogos de Datos Geográficos para representar el**



**Riesgo 2011**, con la intención de identificar las zonas de peligro en el municipio de Juárez que se encuentren expuestos a fenómenos perturbadores de origen natural.

La intención de recabar, procesar y sintetizar forma parte de la primera etapa; la cual consta de un estudio general del medio y/o zona de estudio, recabando información general, de índole descriptiva del municipio. Así como resaltar las problemáticas medio-ambientales, zonas de riesgos y fenómenos naturales perturbadores del territorio, por medio de los siguientes métodos:

- I. Realizando consultas a habitantes y autoridades del municipio, para la detección y documentación de hechos históricos causados por fenómenos naturales en la región, así como sus causas y efectos colaterales.
- II. Recopilación de información a través de fuentes bibliográficas, hemerotecas e investigadores para el análisis de las características físicas y medio-ambientales del municipio.
- III. Consulta de Censos de Población y Vivienda INEGI, a fin de conocer datos relevantes del medio físico, social y demográfico del municipio de Juárez.
- IV. Estudiar las características geológicas e hidrometeorológicas del municipio, analizando los elementos del medio físico como lo son: fisiografía, geología, geomorfología, clima, hidrología, usos del suelo y vegetación.

La investigación y recopilación de datos, enfocara el estudio a los fenómenos naturales y zonas de riesgos de importancia. Con esto se da comienzo a la exploración de los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos detectándolos de la siguiente manera:

- V. Por medio de reconocimiento del área de estudio, con presencia de fenómenos perturbadores; a fin de documentar datos.
- VI. La determinación de las zonas de riesgos por fallas o fracturas y presencia de fenómenos naturales que afecten asentamientos humanos. Por medio de sistemas cartográficos realizados a precisión en base a el sistema de posicionamiento global GPS.
- VII. Documentación y análisis de los sistemas de riesgos detectados en el municipio, en base a la **Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2011.**

Por medio de la identificación de los sistemas perturbadores, así como de las zonas con riesgos en el municipio; se deberán determinar los sitios propensos a la presencia de fenómenos naturales que incidan en la población, delimitando las zonas de asentamientos humanos en situación de vulnerabilidad o riesgos.

## 1.6. Contenido de Atlas de Riesgo

El proyecto Atlas de Riesgos Naturales de Juárez, surge con la finalidad de establecer estrategias y programas de largo alcance enfocados en la prevención y la reducción de desastres. Para lo cual este documento se dividen en capítulos desarrollados en base a una metodología, dicho contenido de específica a continuación:

Este proyecto nos permitirá garantizar una sociedad más preparada y segura, y menos vulnerable frente a los fenómenos potencialmente destructivos de origen natural. La estrategia de prevención establece tres pasos.

1. Conocer peligros y amenazas, para saber dónde, cuándo y cómo nos afecta.
2. Identificar y establecer las características y los niveles actuales de riesgos ante esos fenómenos.
3. Diseñar acciones y programas para mitigar y reducir oportunamente estos riesgos a través del mejoramiento de normas y procurando su aplicación, y finalmente preparando e informando a la población para que sepa cómo actuar antes, durante y después de una contingencia.





## Capítulo I.- De los antecedentes e introducción

Los antecedentes e introducción enmarcan los desastres y hechos, así como el sentir de la población en cuanto a los efectos y daños que han causado fenómenos de origen geológico como hidrometeorológico, señalando las leyes y fundamentos jurídicos que motivan la elaboración de este documento. Así mismo se definen los alcances y objetivos que regirán los lineamientos para la elaboración del presente documento.

## Capítulo II.- De la determinación de la zona de estudio

La determinación de la zona de estudio es producida por los fenómenos que inciden en el municipio, este capítulo se definirá realizando un análisis en base a los desastres y/o riesgos que una localidad presenta, determinando el nivel de riesgo; para una zona urbana será necesario el análisis por AGEB (Área geoestadística básica), en el cual se presenten los hechos generales a tomar en consideración para los estudios previos.

Así mismo este apartado contiene información de las principales características físicas del sitio de estudio tales como límites políticos, principales accidentes geográficos; indicando las principales vialidades de la zona, infraestructura básica como lo es carreteras, caminos, líneas de conducción eléctrica y ferrocarril.

## Capítulo III.- De la caracterización de los elementos del medio natural

Para obtener un conocimiento certero de los riesgos a los cuales el municipio se encuentra expuesto es necesario conocer las características de los elementos del medio natural, los cuales son definidos por el documento tipo para la estandarización de los Atlas de riesgos 2011. Los cuales se describen a continuación:

- Descripción de la fisiografía del municipio de Juárez, donde se incluyen los elementos formadores del medio físico, provincias fisiográficas, regiones morfológicas y climáticas.
- Descripción de la geología del municipio, donde se analiza la litología (geología superficial), estratos geológicos, fallas y sismicidad del municipio.
- La descripción de la geomorfología incluye las principales formas de relieve que se encuentran en la zona de estudio.
- Edafología; análisis de los tipos de suelos en la zona del municipio de Juárez.
- La descripción de la hidrología del municipio de Juárez se basa en las redes hidrológicas que los conforman, tomando en cuenta ríos, cuerpos de agua, cuencas y subcuencas.
- Descripción de la climatología del municipio, indicando los climas en la zona, temperaturas, vientos dominantes y precipitaciones.
- Definir el uso de suelo y vegetación; como se distribuyen en el municipio.
- Definir e identificar las áreas naturales protegidas dentro del municipio de Juárez.
- Hacer un análisis de la problemática ambiental que presenta el municipio, indicando el grado de deterioro de los elementos del medio natural.

## Capítulo IV.- De la Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural. De los elementos sociales, económicos y demográficos.

Se tomarán en cuenta los datos económicos, sociales y demográficos que presente el municipio, pues son de vital importancia para conocer los niveles de respuesta de la población ante algún fenómeno natural perturbador. Por esta razón datos como hacinamiento, mortalidad, densidad de población, distribución de población, dinámica demográfica, niveles de pobreza, población con discapacidades, entre otros formaran parte de este capítulo. Todo con base a datos tomados del INEGI 2010.



Así mismo el documento contendrá datos en cuanto las características sociales de la población, niveles de educación, salud e indicadores de rezago social tomados de CONEVAL 2010.

En relación a las actividades económicas de la población, serán descritas tomando como referencia datos del INEGI 2010, describiendo y analizando los porcentajes de población que se dedican a las distintas actividades económicas, determinando los ingresos de la población en salarios mínimos y su rango edad para laborar. La estructura urbana dentro del municipio se conocerá a través de la infraestructura y equipamiento que se encuentre en la zona de estudio.

Capitulo V.- De la Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural.

Se identificarán los riesgos, peligros y vulnerabilidades ante los fenómenos de tipo natural; se estudiará y estimará el nivel de peligro en la zona, todo esto de acuerdo al documento que contiene las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos, analizándolos uno a uno de acuerdo a su incidencia. Con el análisis anterior podremos identificar el nivel de vulnerabilidad del municipio.

Los peligros más frecuentes que se puedan presentar en una localidad, se estudiarán hasta el nivel máximo para el adecuado desarrollo de la estrategia de prevención, de acuerdo al documento tipo que ha sido elaborado a través de SEDESOL y el PRAH.

Los principales riesgos a los que está expuesto el municipio de Juárez son: sismos, deslizamientos, inundaciones, flujos, derrumbes, hundimientos, estos con mayor intensidad, con menor intensidad, erosión y sequías; con menos intensidad o casi nulos, tsunamis o maremotos, vulcanismo, ciclones, tormentas eléctricas, vientos fuertes y masas de aire (heladas, granizo y nevadas).

En la siguiente tabla se presentan los niveles de metodología que se utilizara para cada fenómeno perturbador, de acuerdo a los niveles de incidencia que se presenten en el municipio.

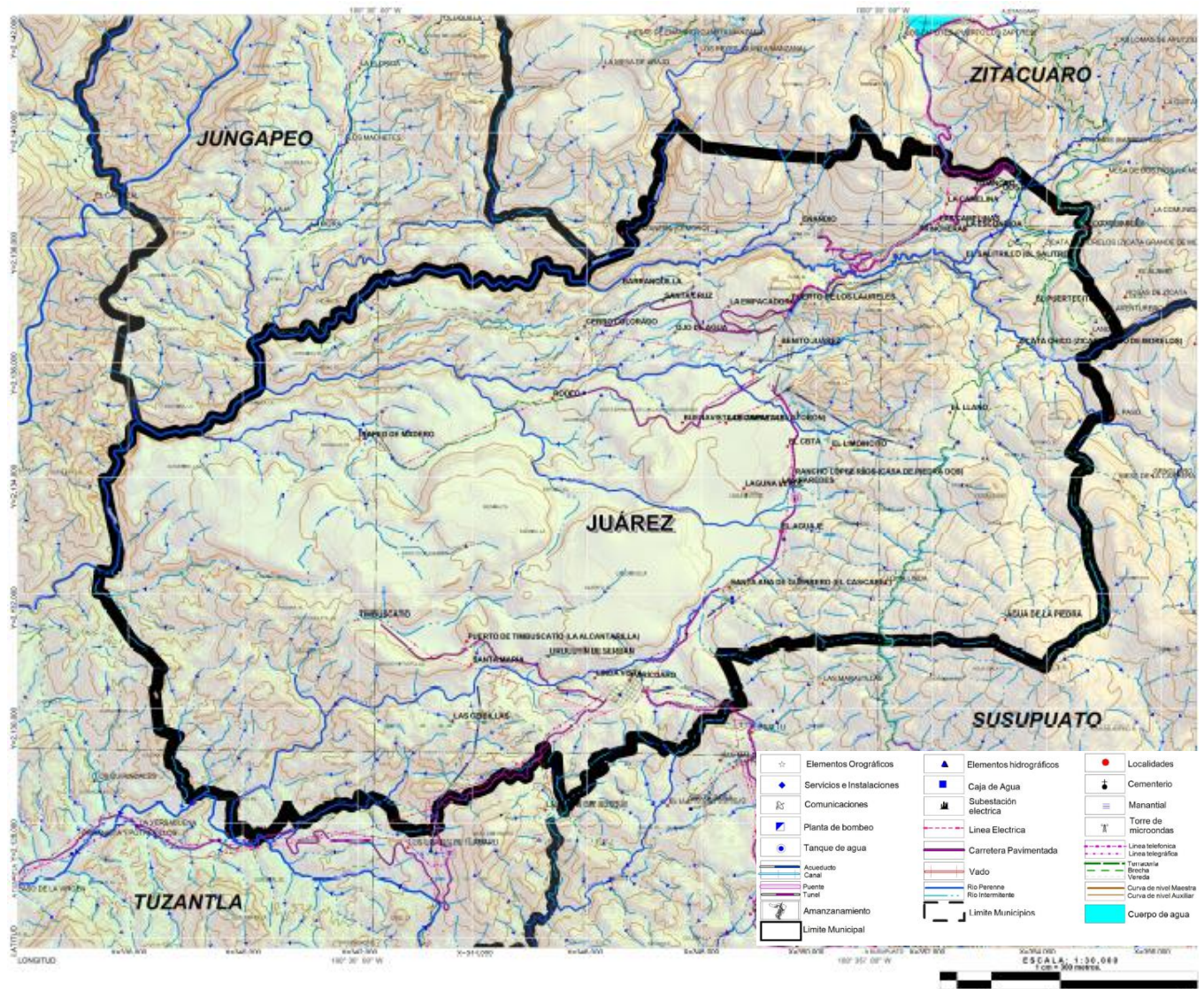
NIVEL DE METODOLOGÍA	FENÓMENO GEOLÓGICO	FENÓMENO HIDROMETEOROLÓGICO
1	-Tsunamis o maremotos -Vulcanismo -Hundimientos -Erosión -Fallas y fracturas	-Vientos Fuertes -Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) -Tormentas eléctricas -Temperaturas máximas extremas -Masas de aire (Heladas, granizo y nevadas)
2	-Derrumbes -Flujos -Deslizamientos	-Sequías -Inundaciones
3	-Sismos	-

## CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

### 2.1. Determinación de la Zona de Estudio

La determinación de la zona estudio se concretara tomando en cuenta el documento Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2011, esto con el fin de una correcta prevención y reducción de desastres cuando se presente un fenómeno que amenace al municipio.

Juárez Michoacán, se encuentra en una zona de riesgos, por su ubicación geográfica el municipio es afectado principalmente por fenómenos hidrometeorológicos, con recurrencia de fenómenos geológicos. Dichos fenómenos que inciden en el municipio son fracturas y fallas en la parte suroeste baja del municipio pegado al municipio de Tuzantla, derrumbes localizados en la parte sur del municipio en la localidad de Parícuaro (zona de La Cañada) y Enandio en la parte norte cercano a Zitácuaro, así como vientos fuertes que afectan a la mayor parte del municipio, afectando las viviendas; la temperaturas máximas extremas también se hacen presentes en Juárez que con la ausencia de lluvias en los temporales normales provocan sequía en el municipio, teniendo Juárez una sismicidad activa.

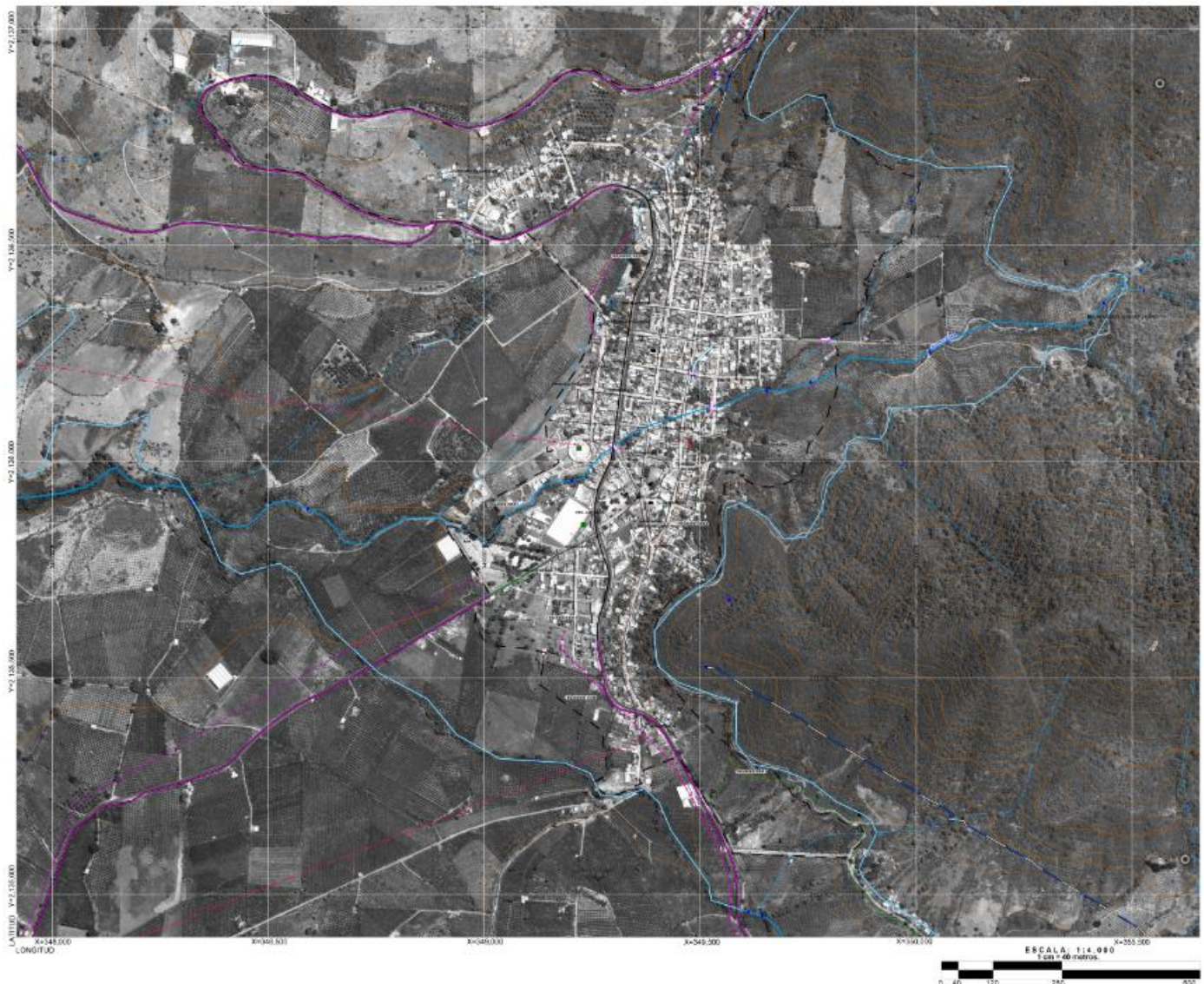


Mapa 1.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Mapa base del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; INEGI Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000

Las inundaciones representan un riesgo, ya que las localidades de Parícuaro y Benito Juárez se encuentran obstruyendo el libre paso de un escurrimiento de agua. Los vientos fuertes afectan principalmente la zona centro de la cabecera municipal, la explanada de la localidad de Cerro Colorado y la localidad de Parícuaro.

Se tiene registro de derrumbes en la parte baja de la localidad de Parícuaro, en la zona de La Cañada, así como flujos provenientes del Cerro de las Cebollas hacia el centro de la cabecera municipal. La localidad de Guanoro presenta evidencias de deslizamientos, mientras que se observan hundimientos en Trincheras.

En la cabecera municipal Benito Juárez será necesario un estudio a nivel AGEB, la zona conocida como Las Charcas (AGEB 1604600010072), es la que resulta más afectada durante la temporada de lluvias, pues es la zona más baja de la localidad.



Mapa 3.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Mapa base de Benito Juárez. Fuente: Cartogramas INEGI 2010

El municipio de Juárez Michoacán se ubica con las coordenadas  $19^{\circ}18'$  de latitud Norte y  $100^{\circ}25'$  de longitud Oeste, a una altura de 1350 metros sobre el nivel de mar. Su área territorial es de  $140.22 \text{ km}^2$ , lo que representa en un 0.24 por ciento del total del Estado. Colinda al Norte con el municipio de Tuxpan, al Este con los municipios de Zitácuaro y Susupuato, al Oeste con Jungapeo y Sur con

Tuzantla. Según Decreto de Regionalización para la Planeación y Desarrollo del estado de Michoacán de Ocampo, se localiza en la región IV, Oriente del estado de Michoacán.

## LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



Mapa 4.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Localización y delimitación Geografica del municipio de Juárez.  
Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0

El municipio de Juárez tiene registradas por el INEGI un total de 94 localidades, conformado por la cabecera municipal Benito Juárez, siendo la más grande y la localidad con mayor número de habitantes, esta se encuentra localizada a 190 km. de la capital del Estado.

Los datos otorgados por el INEGI en el conteo de población del 2010, da un total de 13,304 habitantes en el municipio, siendo la localidad de Benito Juárez la de mayor número de habitantes, con 3,639, seguido de Parícuaro con 2,284 habitantes.

La actividad económica es la agricultura, las localidades con mayor productividad en este ramo son: Parícuaro, que se encuentra a 10 km de la cabecera municipal, Cerro Colorado ubicado a 3 km de la cabecera municipal y Santa Ana de Guerrero, a 4 km de la cabecera municipal.

La distribución de las vías de transporte en el municipio, se dan de la siguiente manera, una carretera regional la cual funciona como vía de comunicación con las principales localidades del municipio. Esta cruza de Noreste a Suroeste; comunicando los municipios de Zitácuaro – Juárez; Juárez – Tuzantla. La infraestructura en lo correspondiente a electrificación, se ve concentrada principalmente en las zonas urbanas y algunas pocas rurales dentro del municipio.

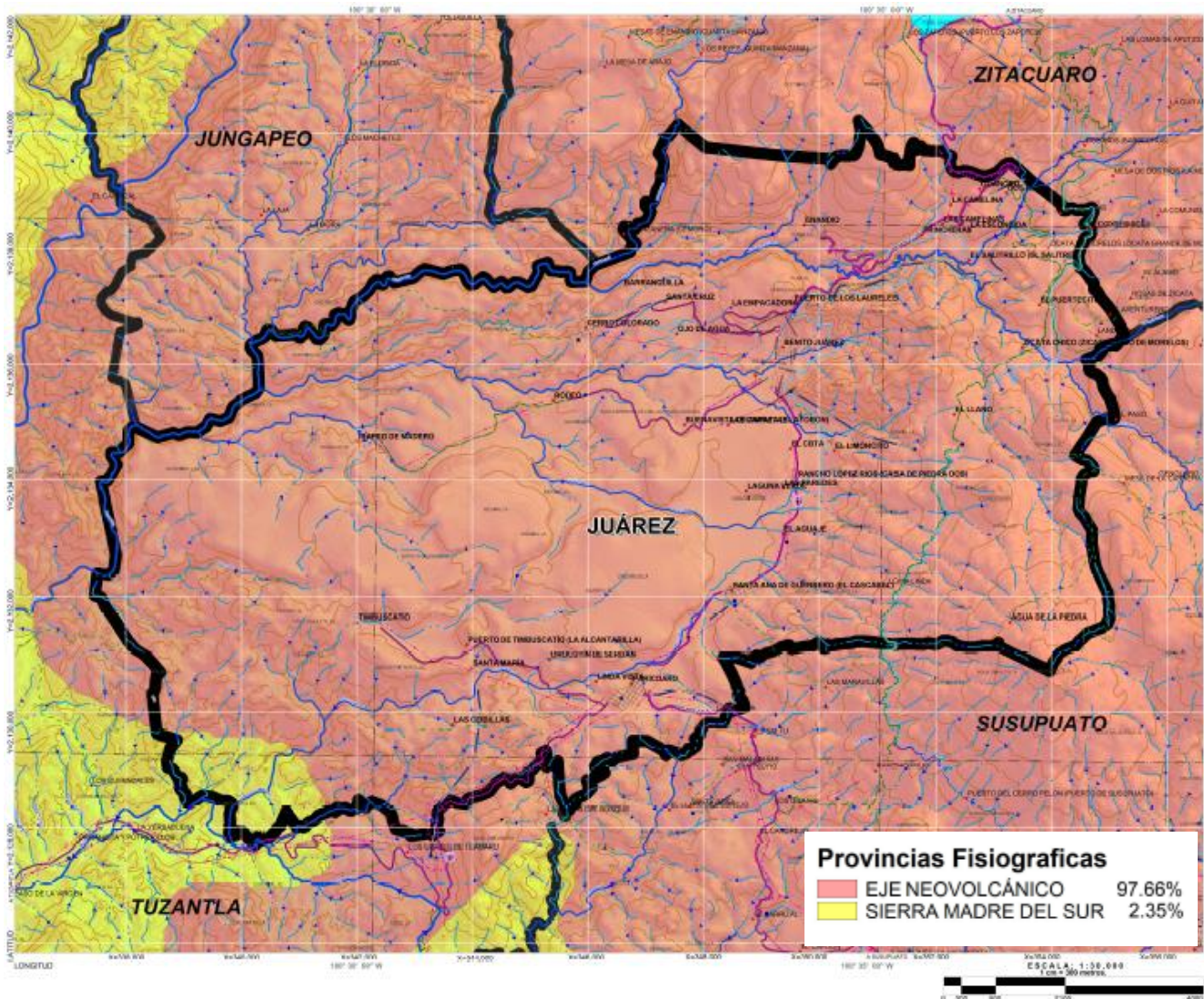
### CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

#### 3.1. Fisiografía

El territorio del municipio de Juárez en lo referente a su fisiografía se encuentra conformado por la Provincia Eje Neovolcánico Transversal en un 97.64% y la Provincia Sierra Madre del Sur en un 2.35%. Con una extensión territorial y distribución como se muestra en el Cuadro 1 – Mapa 5.

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS			
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EXTENSIÓN TERRITORIAL	PORCENTAJES %
Provincia	Eje Neovolcánico	136.91	97.64
Provincia	Sierra Madre Del Sur	3.3061	2.35

Cuadro 1.- Fisiografía del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco Geoestadístico 2010 versión 5.0; INEGI Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000



Mapa 5.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Fisiografía del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; INEGI Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000

Las subprovincias que conforman el municipio son Mil Cumbres, correspondiente al Eje Neovolcánico Transversal, y la Depresión del Balsas, que forma parte de la Sierra Madre del Sur.

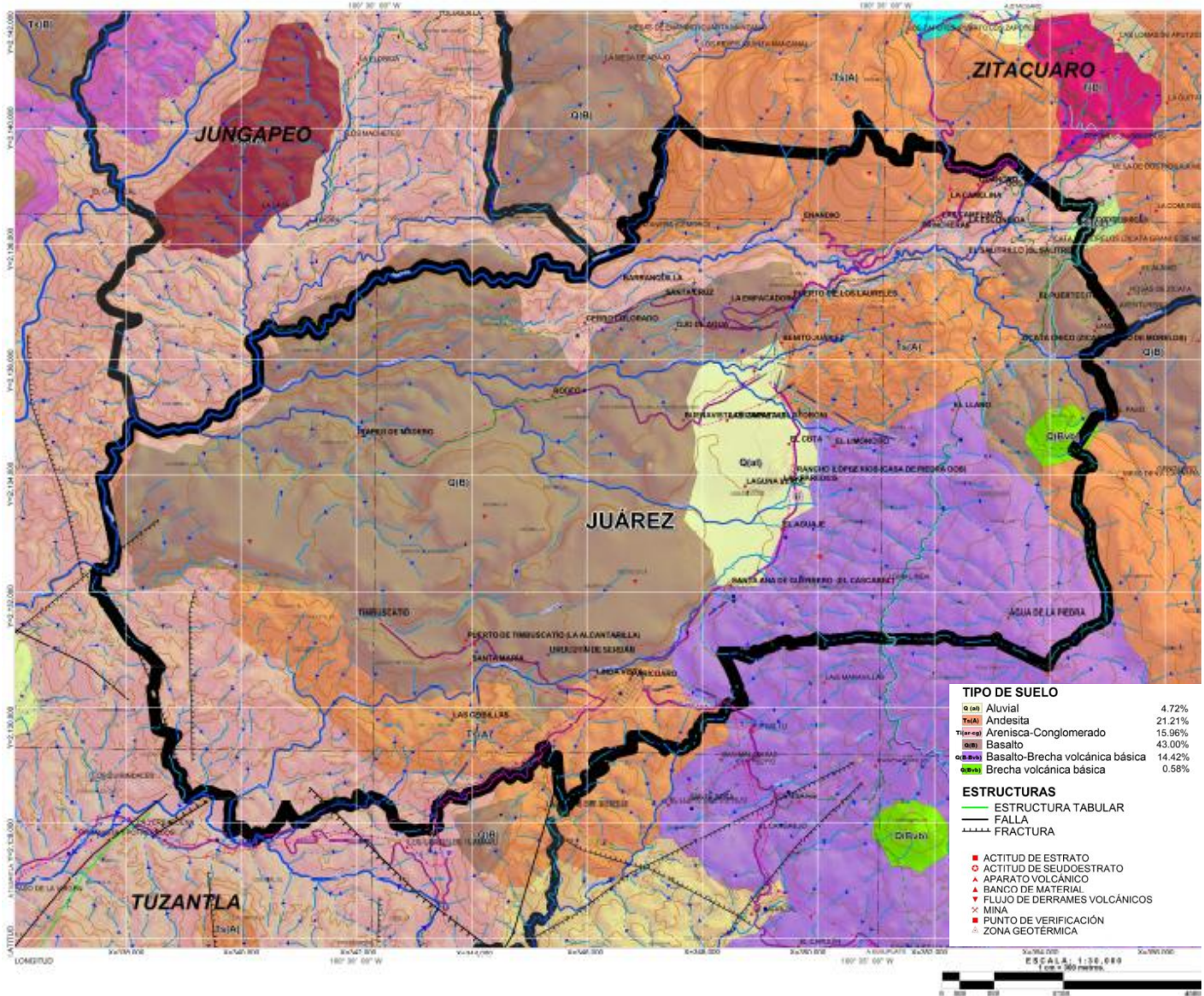


Su relieve lo constituye el sistema volcánico transversal y los cerros Cebollas, de la Cruz, y Mesa de Tiámaro. Todas las localidades se encuentran situadas sobre la provincia del Eje Neovolcánico Transversal.

### 3.2. Geología

Los suelos del municipio datan de la era cenozoico, del periodo terciario inferior y la época del paleoceno; corresponden primordialmente a los del tipo podzólico y pradera de montaña.

Está conformada principalmente por Basalto, Basalto-Brecha volcánica básica y arenisca conglomerada; teniendo en proporciones menores Aluvial, Andesita, Caliza y Brecha volcánica básica. La información antes mencionada se muestra en “mapa 6”.



Mapa 6.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Geología del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto topográfico escala 1:50 000

Los suelos que se encuentran en el municipio están conformados por rocas de distintos tipos, como se describe a continuación:

**Aluvial:** Este tipo de suelo es resultado del acarreo y depósito de materiales detríticos o clásticos de la erosión de las rocas, donde las partículas y fragmentos han sido transportados por los ríos y se fueron rellenando poco a poco por la gran cantidad de cenizas volcánicas que fueron arrastradas por agua o corrientes de lodos volcánicos y lluvia. Los sedimentos que constituyen estos suelos son gravas y arcillas.





Las localidades asentadas sobre este tipo de roca son la cabecera municipal Benito Juárez, La Obrera y parte del Aguaje; ubicadas en la parte central del municipio.

Los suelos con rocas ígneas como Andesita y Brecha volcánica básica se encuentran en las localidades de Enandio, parte de Las Parotas y Las Ceibillas distribuidos en las límites del municipio por el norte con Zitácuaro – al sur con Susupuato y Tuzantla.

Las rocas sedimentarias de tipo Arenisca-Conglomerado se localizan en las localidades de Cerro Colorado de Ocampo, Puente de Fierro, Las Trincheras, La Presa, Dos Ríos y La Escondida, localizándose al norte de la cabecera municipal.

Las rocas compuestas por Basalto, una roca ígnea volcánica oscura, se encuentran en la mayor parte del municipio, en las localidades de Zicata Grande de Morelos, El Aventurero, Andero, Zicata Chica de Morelos, La Empacadora, Ojo de Agua Grande, El Rodeo, Guadalupe, Puerto de Tumbiscatío, Tumbiscatío, Orocutín de Serdán, El Limoncito y Rapeo de Madero.

Las rocas de Basalto-Brecha volcánica se encuentran en las localidades de El Llano, Los Hernández, El Limoncito, Los Landeros y parte de El Aguaje y Santa Ana. Ubicándose en la parte sureste de la cabecera municipal hasta los límites con Susupuato.

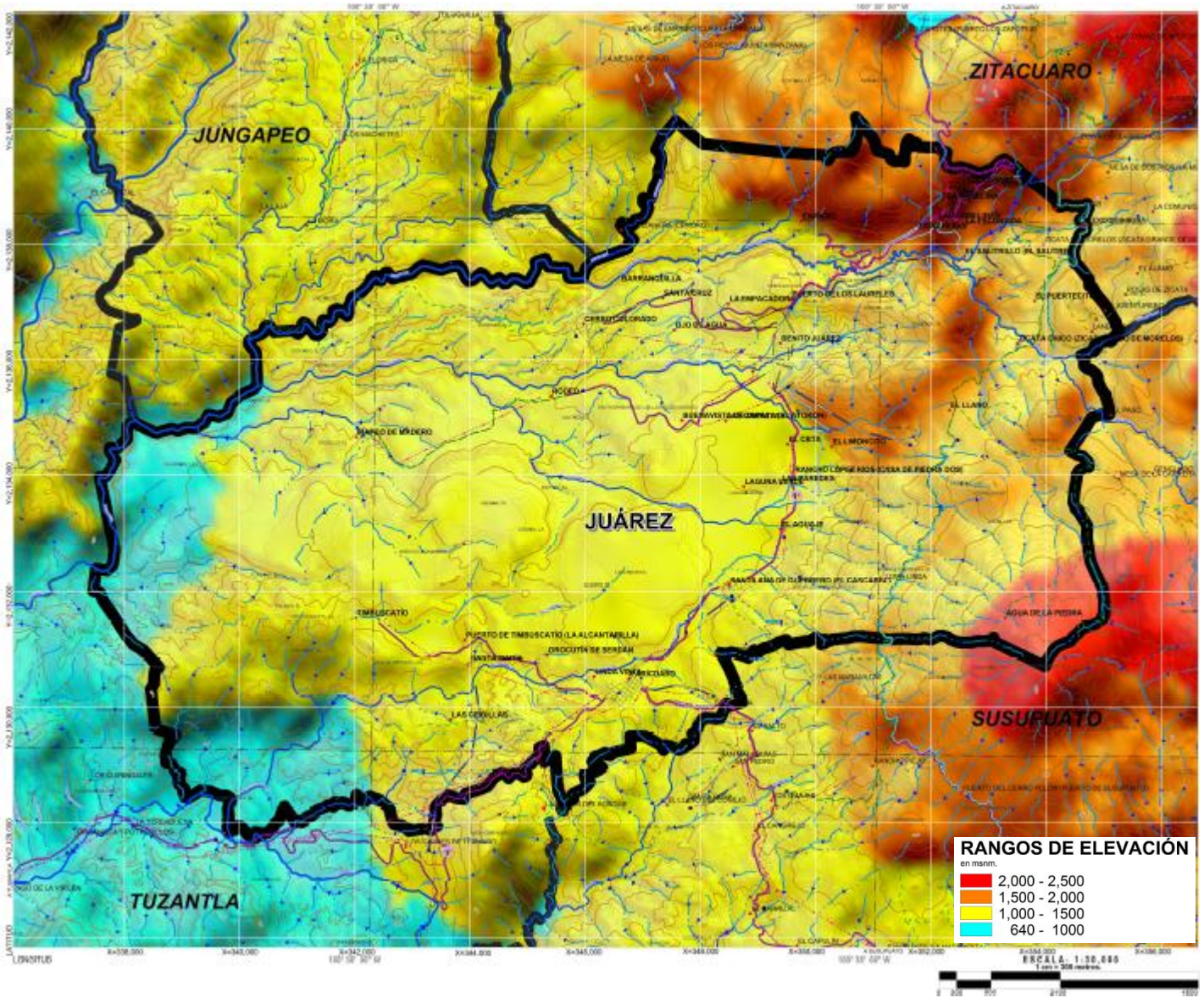
Finalmente, se tiene roca metamórfica de tipo caliza en una pequeña porción al noreste del municipio.

El Estado de Michoacán forma parte de una de las zonas con más alta sismicidad de nuestro país, donde se han generado sismos históricos de más de 8.0 grados de magnitud. En el estado, se tienen potenciales de generadores de sismos; teniendo dos orígenes, pueden ser generados por la actividad volcánica y generados por la actividad tectónica.

### 3.3. Geomorfología

Las principales elevaciones del municipio de Juárez se encuentran en la parte Noreste de la entidad cerca de la cabecera municipal “Benito Juárez”; estas estribaciones tienen una elevación que va desde los 1,190 msnm hasta los 2,180 msnm en las partes más altas del municipio.

Las zonas más bajas se encuentran en la parte suroeste del municipio con una mínima de 660 msnm. Se puede observar dichos datos obtenidos del mapa Topográfico “Mapa 7”.



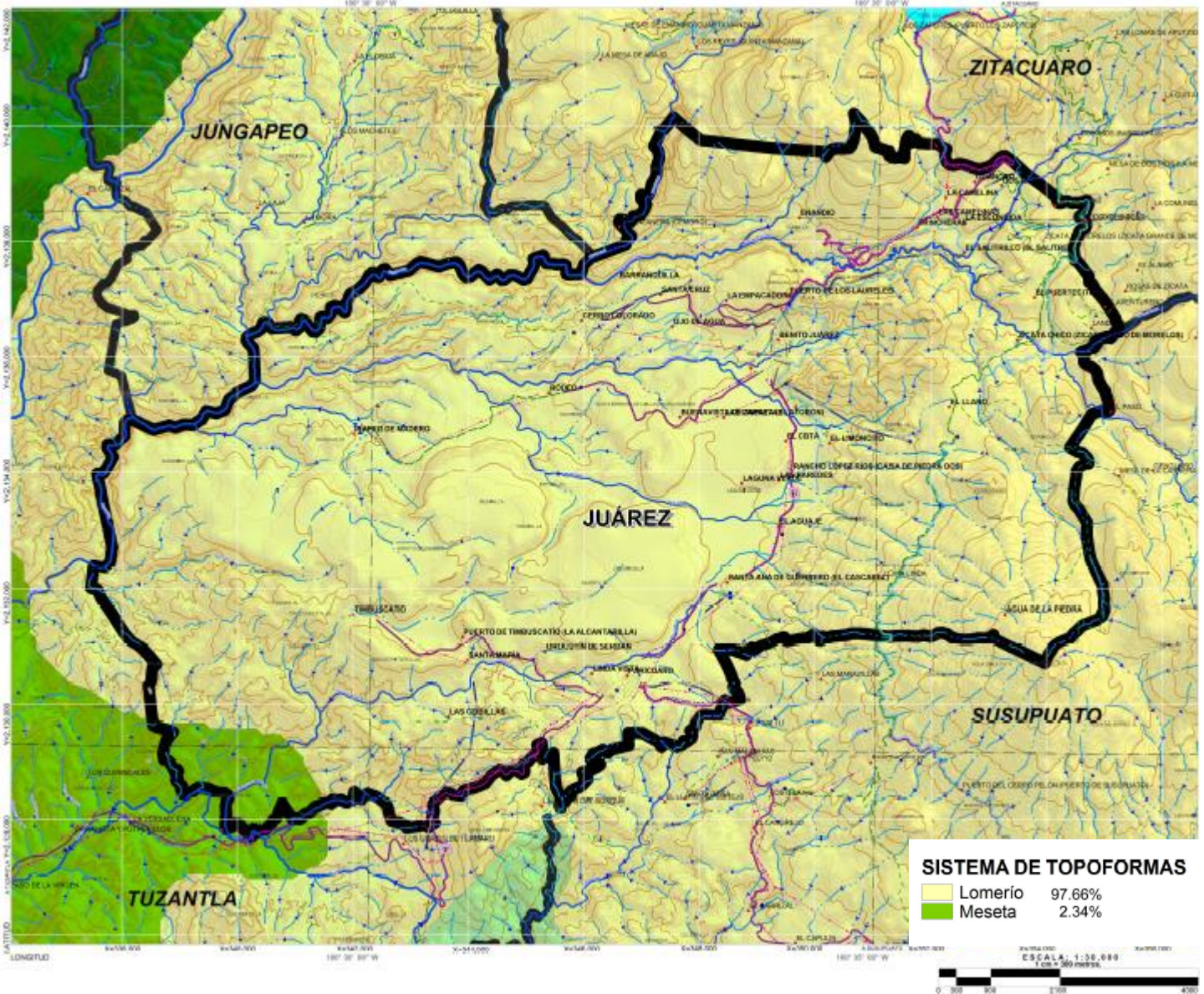
Mapa 7.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Topografía del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto topográfico escala 1:50 000

La única localidad situada sobre un rango de elevación de 2,000 a 2,500 msnm es Los Landeros.

De 1,500 a 2,000 msnm se encuentran Enandio, Guanoro, La Camelina, Dos Ríos, La Escondida, El Llano, Los Hernández, La Presa, El Aventurero, Andero, Zicata Chico de Morelos y Puente de Fierro. En el rango de los 1,000 a 1,500 msnm se ubica La Empacadora, Benito Juárez, El Limoncito, La Obrera, El Aguaje, Santa Ana, Orocutín de Serdán, Puerto de Tumbucatió, Guadalupe, Potrero Verde, Buenavista de Zapata, El Rodeo, Ojo de Agua Grande, Cerro Colorado de Ocampo, Rapeo de Madero, Timbuscatío, Paricuario, Las Ceibillas y La Ciranda del Descanso.

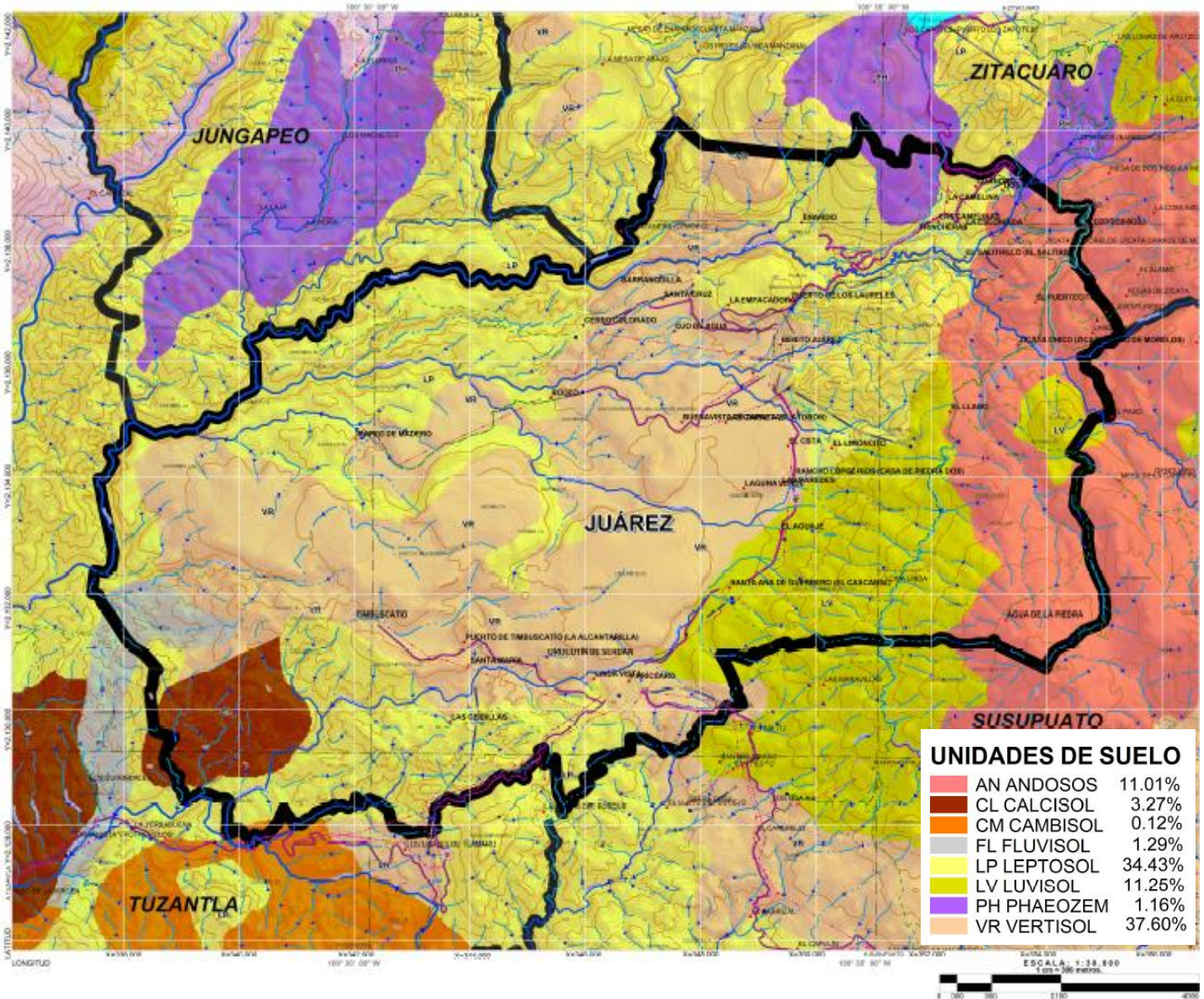
El origen y evolución de características topográficas por procesos físicos y químicos han operado cerca de la superficie del municipio, conformando así la geomorfología del municipio de Juárez.

Formado de un conjunto de montañas de poca altura, se localiza Lomerío en la mayor parte del municipio, con una pequeña proporción de Meseta ubicada en la parte suroeste de la región en los límites de Juárez y Tuzantla.



Mapa 8.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Geomorfología del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto topográfico escala 1:50 000

### 3.4. Edafología



Mapa 9.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Geología del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto geología escala 1:250 000

La edafología del municipio es conformada por los siguientes tipos de suelos, distribuidos en el mapa 9 mostrado anteriormente: principalmente se tiene LV Luvisol, LP Leptosol y VR Vertisol. En extensiones menores se encuentra AN Andosol, CL Calsisol, CM Cambisol, FL Fluvisol, PH Phaeozem.

El tipo de suelo AN Andosol se origina a partir de cenizas volcánicas, por lo que son terrenos de fácil acarreo causando inestabilidad y no lo hacen apto para el desarrollo urbano. En condiciones naturales tienen vegetación de bosque de pino, abeto y encino, principalmente. Las comunidades ubicadas sobre este tipo de suelo son El Llano, Zicata Cinco de Morelos, Los Landeros y parte de El Limoncito. Localizándose en los límites del municipio con Susupuato y Zitacuaro.

El suelo de tipo CL Calcisol es generalmente de color claro, que presenta una acumulación secundaria de carbonatos de calcio y/o una capa cementada igualmente con carbonatos de calcio mayor de 10 cm de espesor, dentro de los primeros 100 cm de profundidad del suelo. Se encuentra asentada sobre este tipo de suelo la comunidad de Laguna Seca. Cercano a los límites de Tuzantla.



El suelo FL Fluvisol se caracteriza por tener una serie de capas estratificadas de sedimentos recientes de origen fluvial, marino o lacustre, por lo menos hasta una profundidad de 50 cm. por tanto, se encuentran situados en las llanuras aluviales o fondos de valles relacionados con los ríos y arroyos de la región. Ubicado en la parte suroeste del municipio entre Tuzantla y Juárez. Tradicionalmente son suelos utilizados como zona de huerta y frutales en las proximidades de los núcleos urbanos. Sobre este tipo de suelo no se encuentra asentada ninguna localidad.

El tipo LP Leptosol es un suelo limitado en profundidad por roca dura continua dentro de los primeros 25 cm desde la superficie hasta el límite con el estrato rocoso. Sobré él se encuentran las localidades de Enandio, Guanoro, La Camelina, Las Trincheras, Puente de Fierro, parte de El Limoncito. La Ciranda del Descanso y Las Ceibas. Localizado en los límites del municipio con Susupuato, Tuzantla, Jungapeo y Zitácuaro.

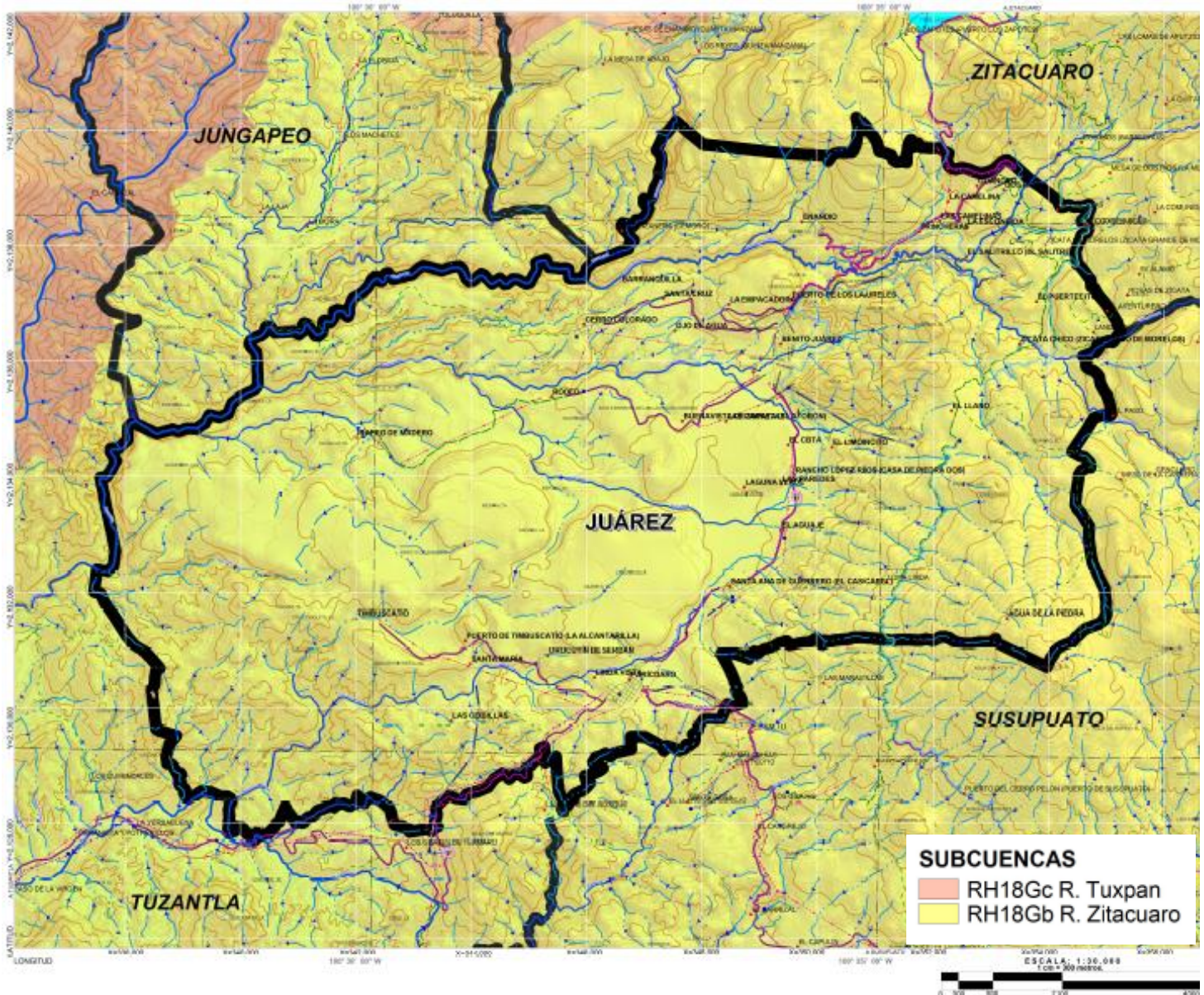
Por su parte, el LV Luvisol es un suelo que tiene un incremento de acumulación de arcilla en el subsuelo y una capacidad de intercambio catiónico mayor de 24 cmol/kg de arcilla en todo su espesor. Se encuentra en la parte sureste del municipio colindado con Susupuato. Las localidades encontradas en este tipo de suelo son: El Aguaje y Los Hernández.

Existe también dentro del municipio el tipo de suelo PH Phaeozem, que es un suelo que presenta una capa superficial de color oscuro y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación). Se localiza sobre este tipo de suelo la localidad de Cuanoro colindando con Zitácuaro.

Finalmente, el tipo de suelo Vr Vertisol se caracteriza por ser arcilloso (más de 30% en todas sus capas dentro de los primeros 100 cm de espesor). Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos, por lo que forman grietas. La dureza antes mencionada dificulta la labranza y con frecuencia existen problemas de inundación por su drenaje interno lento. Este tipo de suelo es de los predominantes en el municipio, ocupando las localidades de Rapeo de Madero, Timbuscatío, Puerto de Timbuscatío, parte de El Rodeo, La localidad de Guadalupe, Orocutín de Serdán, parte de El Limoncito, así como las localidades de Ojo de Agua Grande, Buenavista de Zapata, Potrero Verde, La Obrera y la cabecera municipal Benito Juárez.

### 3.5. Hidrología

Su hidrografía se constituye por El Rio Chiquito, Rio Las Ceibillas, Rio Los Limones, Rio El Tabanero, Rio Barranquilla, Rio Puente de Fierro, Rio la Ortiga, Rio La Cortina; así como diversos manantiales.



Mapa 10.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Hidrología del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto hidrología superficial escala 1:250 000

El municipio de Juárez, dentro de la región hidrográfica R. Zitacuaro, presenta diferentes coeficientes de escurrimiento los cuales van del 0 al 20%.

Se observa que la cabecera municipal Benito Juárez, así como las localidades de Santa Ana, Parícuaro y Cerro Colorado de Ocampo presentan un coeficiente de escurrimiento del 0 al 5%, siendo éstas las localidades de mayor importancia en el municipio.

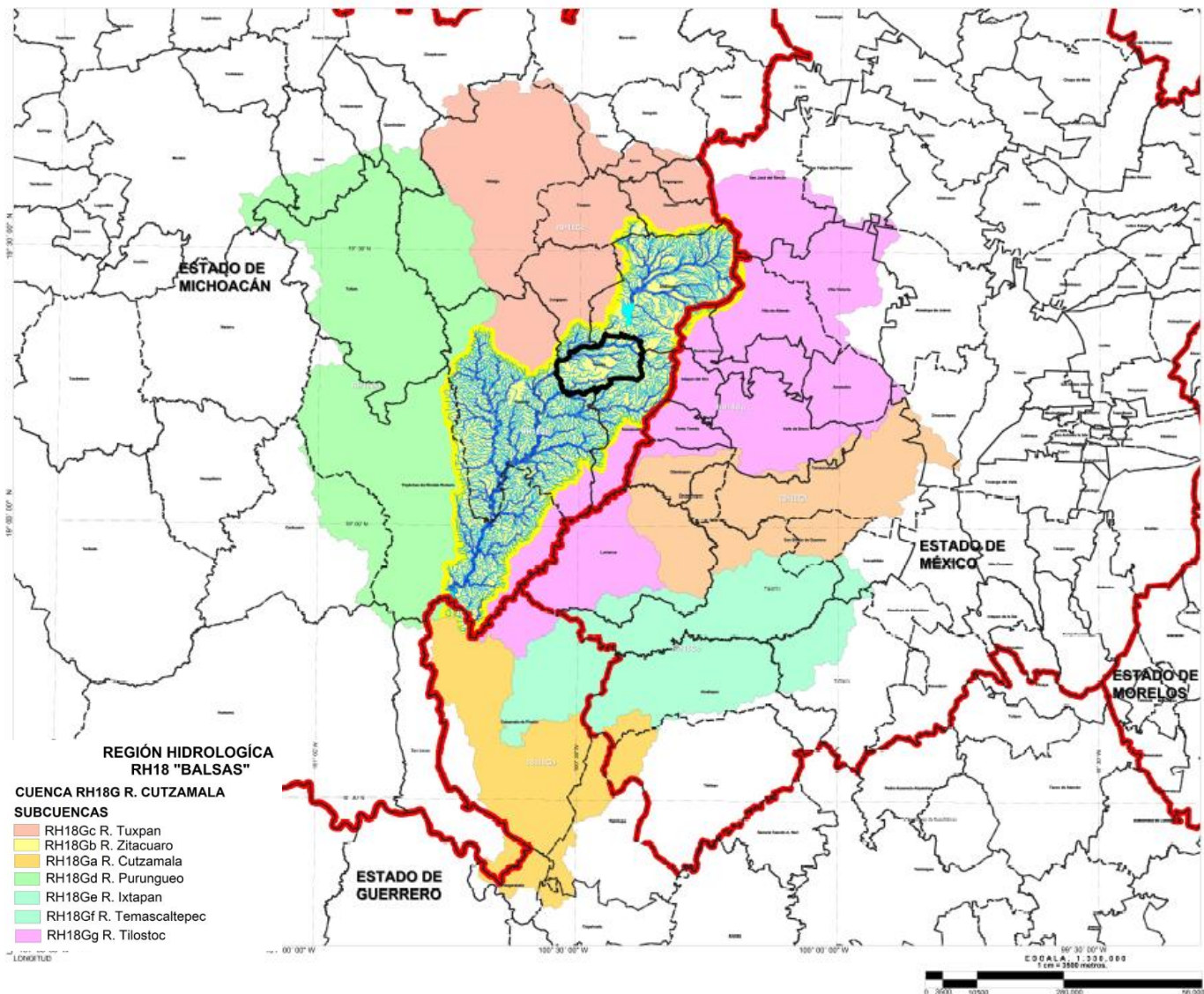
Por otra parte, las localidades de Guanoro, La Camelina, Zicata Grande de Morelos, Zicata Chico de Morelos, El Aventurero, Landero, Buenavista de Zapata, La Obrera, parte de Potrero Verde, El

aguaje, Guadalupe, Las Parotas, Orocutín de Serdán, Puerto de Timbuscatío, Las Ceibillas y La Ciranda del Descanso, presentan una coeficiente de escurrimiento igualmente del 0 al 5%.

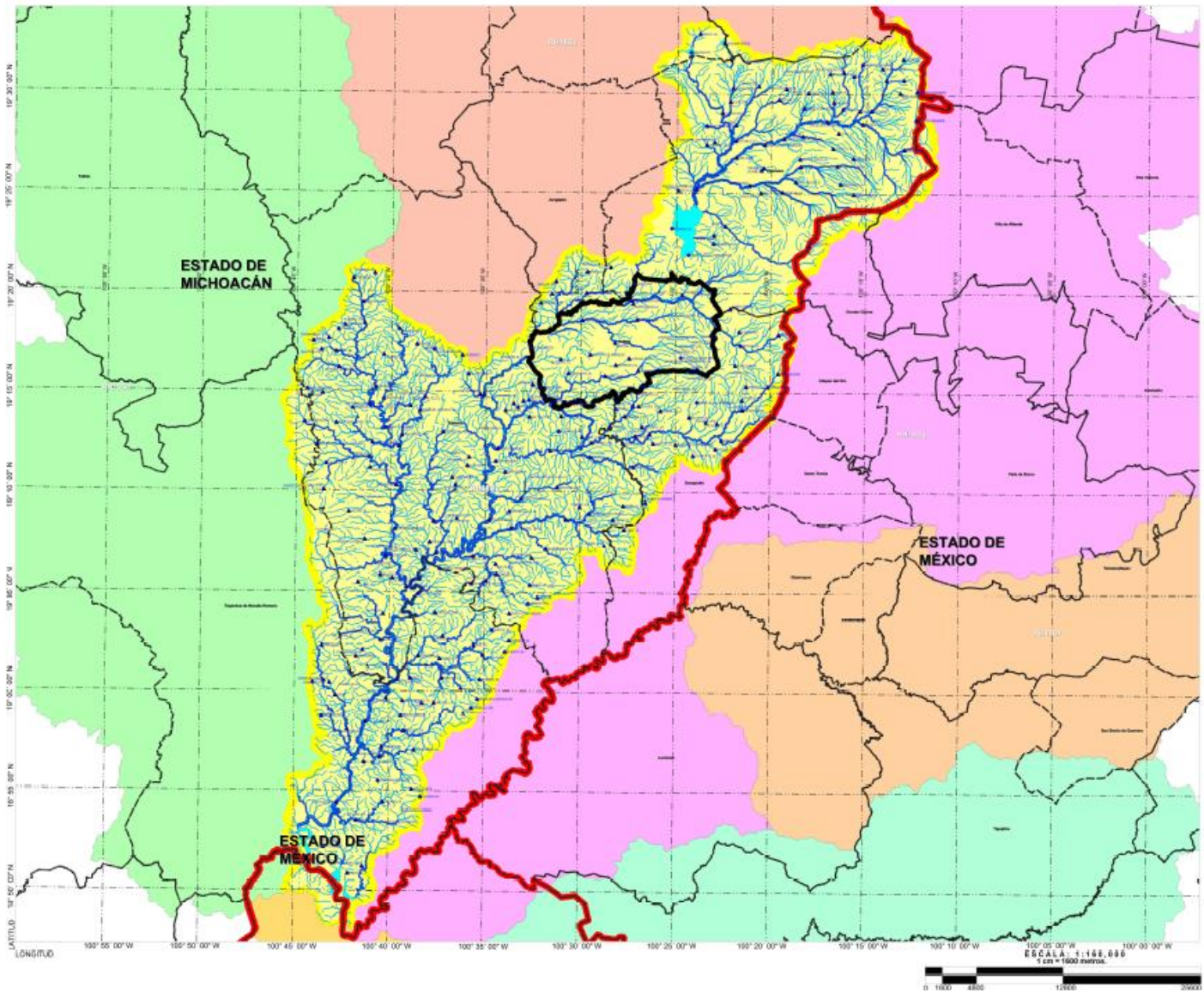
Con un coeficiente de escurrimiento del 5 al 10% se tienen las localidades de El Llano, Los Hernández, Los Landeros, El Limoncito, Potrero Verde, El Rodeo, Timbuscatío, Rapeo de Madero y La Empacadora.

Finalmente, las localidades de Enandio, Puente de Fierro, Las Trinchera, La Presa, La Escondida y Dos Ríos presentan un coeficiente de escurrimiento del 10 al 20%.

El municipio pertenece en hidrografía a la región denominada Balsas (RH 18) en la cuenca R. Cutzamala; conformada por las subcuencas RH18Gc R. Tuxpan, RH18Gc R. Zitácuaro, RH18Ga R. Cutzamala, RH18Gd R. Purungueo, RH18Ge R. Ixtapan, RH18Gf R. Temascaltepec y la subcuenca RH18Gg R. Tilostoc. Ubicándose en un 100% sobre la subcuenca RH18Gc R. Zitácuaro.



Mapa 11.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Subcuencas hidrológicas. Fuente: INEGI red hidrográfica edición 2.0

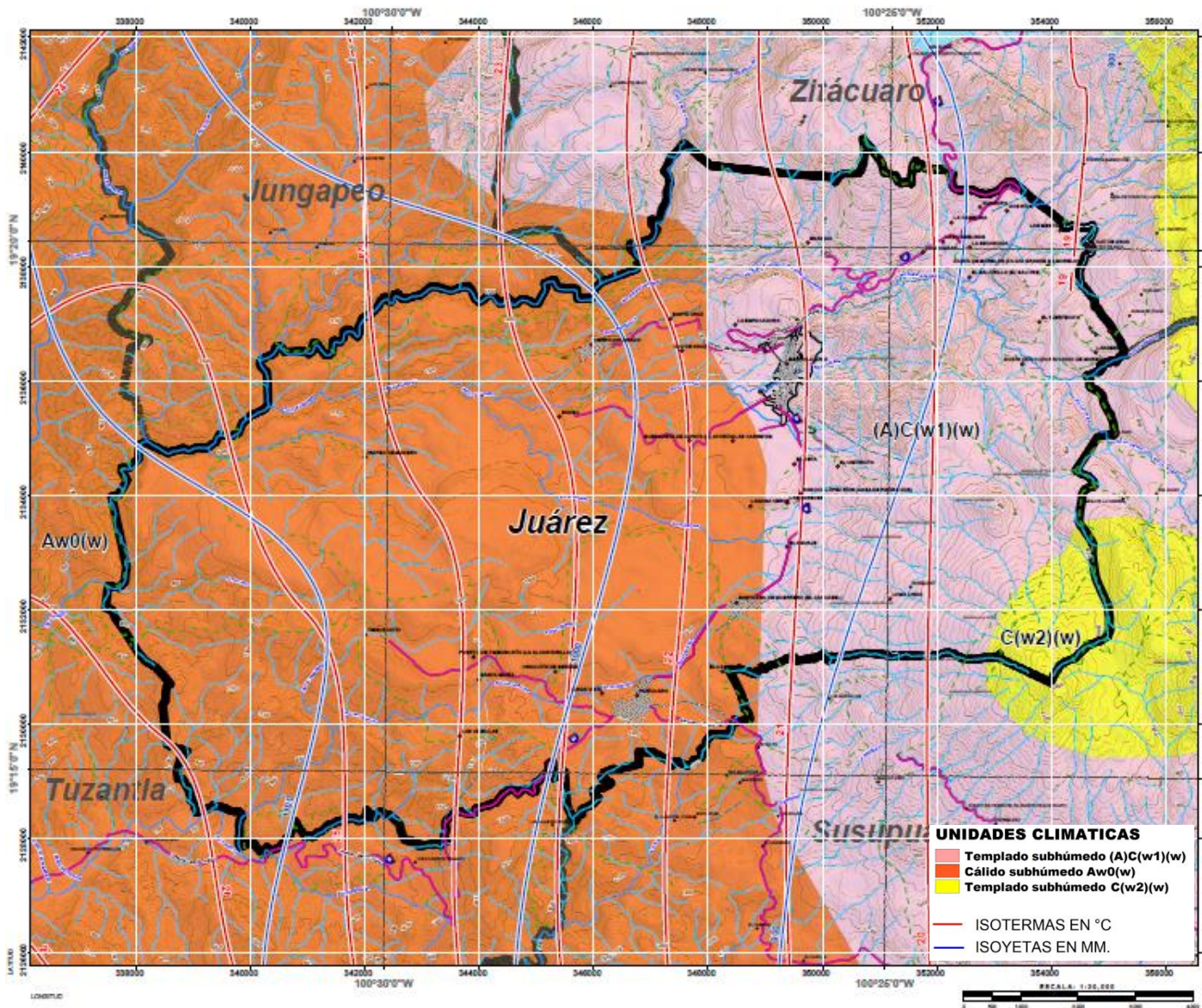


Mapa 12.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Subcuenca R. Zitácuaro. Fuente: INEGI red hidrográfica edición 2.0



### 3.6. Climatología

Su clima predominante es Templado subhúmedo con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,052.5 milímetros y temperaturas promedio que oscilan entre 13.3 y 25.3°C.



Mapa 13.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Climatología del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; INEGI Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000

Existen 3 climas en la zona de estudio, los cuales son:

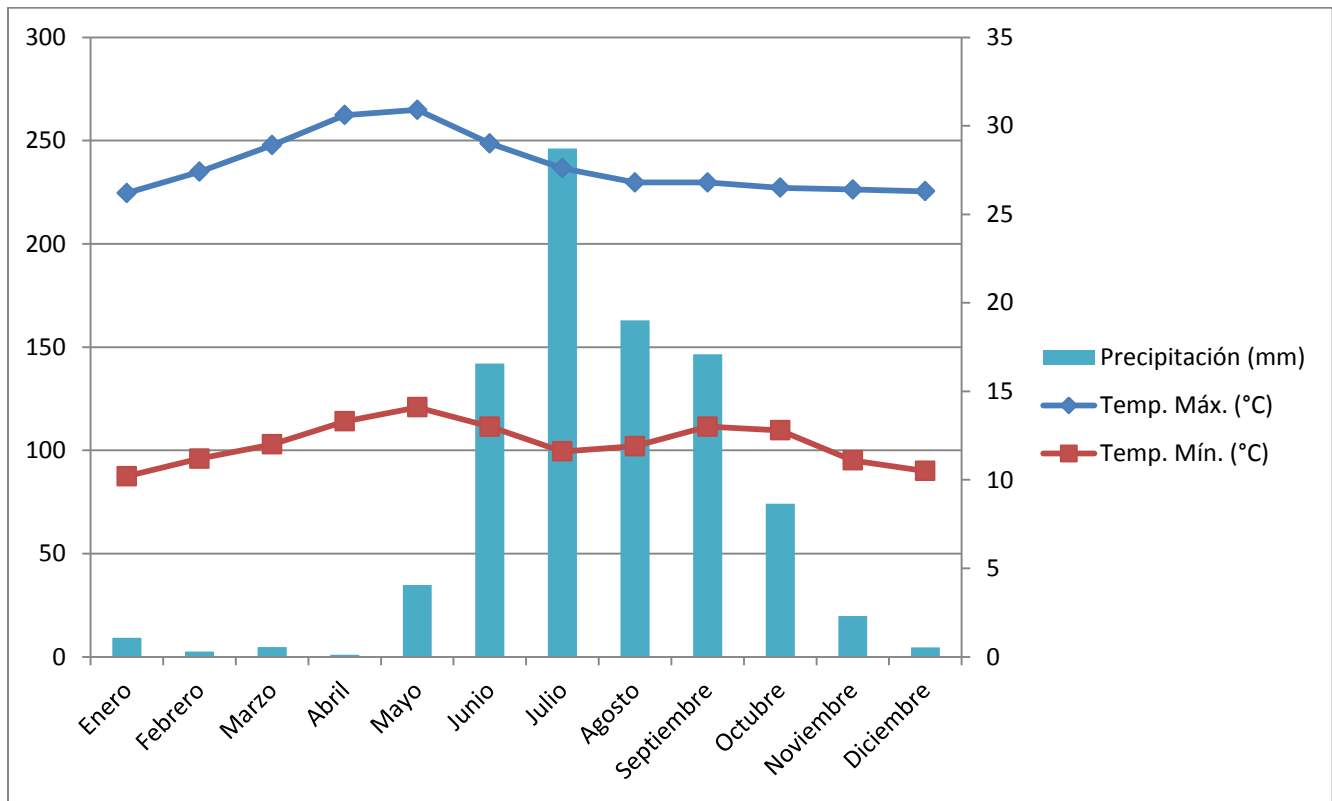
Templado subhúmedo con lluvias en verano, ubicándose en la parte noreste junto a Susupuato – de humedad media con un porcentaje del 2.28% de ocupación territorial, sobre las localidades de Los Landeros.

Cálido subhúmedo con lluvias en verano, abarcando la parte central del municipio a el suroeste - de menor humedad ocupando el 62.37% de la superficie del municipio sobre las localidades de Rapeo de Madero, Timbuscatío, Las Ceibillas, La Ciranda del Descanso, Cerro Colorado de Ocampo, Ojo de Agua Grande, El Rodeo, Buenavista de Zapata, Guadalupe, Potrero Verde, la mayor parte de Santa Ana, Puerto de Timbuscatío, Orocutín de Serdán, El Limoncito, Parícuaro, Las Parotas y Laguna Seca.

Templado subhúmedo con lluvias en verano, abarcando la parte central del municipio al noreste – de mayor humedad con un 35.35% de ocupación en el territorio, y localizado sobre las localidades de Guanoro, Dos Ríos, La Camelina, La Escondida, Zucata Grande, Las Trincheras, La Presa, Enandio, Puente de Hierro, La Empacadora, Benito Juárez, El Limoncito, La Obrera, Los Hernández, Zicata Chico de Morelos y El Aguaje.

TIPOS DE CLIMAS			
CLIMA	TIPO	EXTENSION TERRITORIAL	PORCENTAJE %
C(w2)(w)	Templado subhúmedo	3.19	2.28
Aw0(w)	Cálido subhúmedo	87.45	62.37
(A)C(w1)(w)	Templado subhúmedo	49.57	35.35

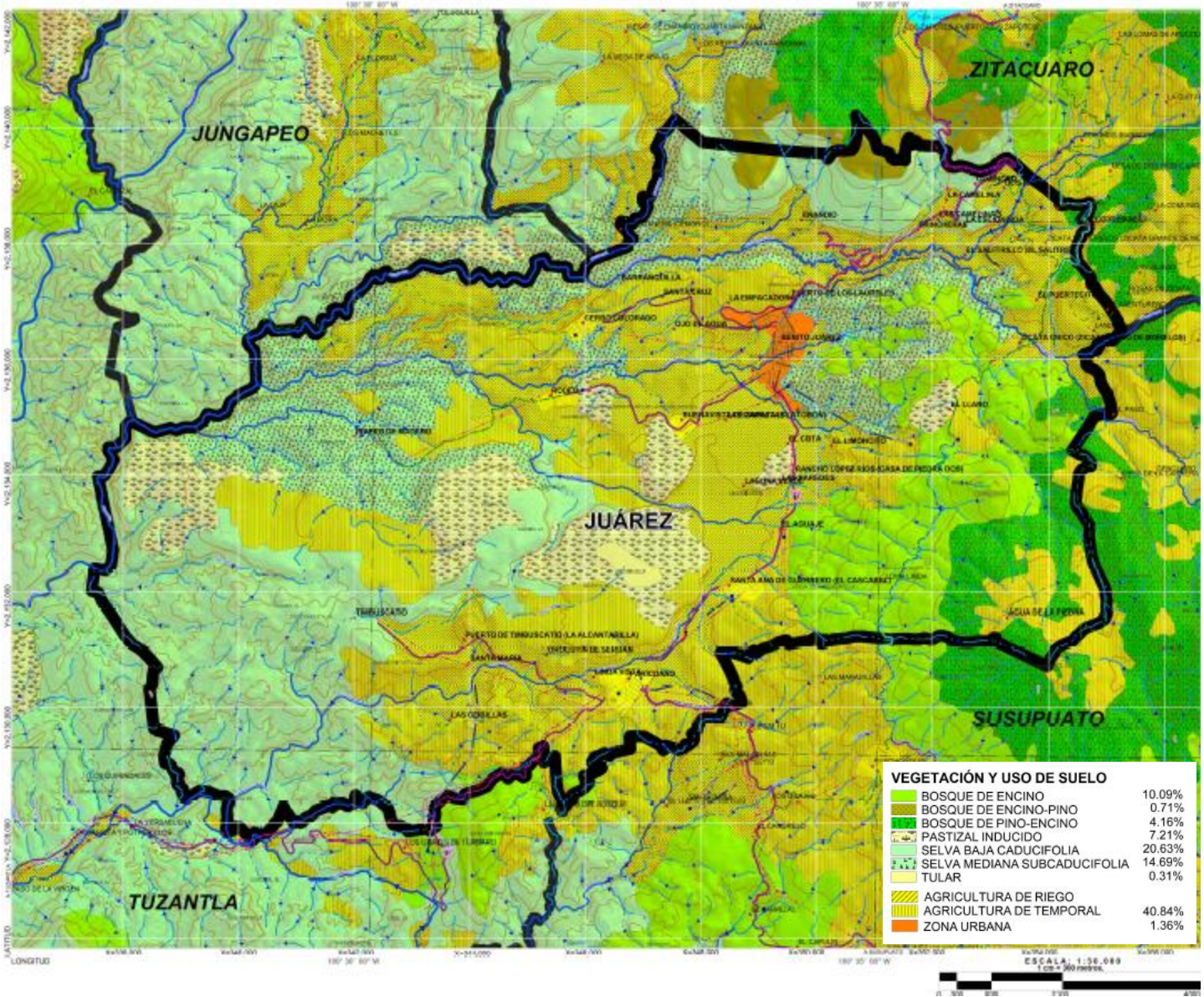
Cuadro 2.- Climas del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco Geoestadístico 2010 versión 5.0; INEGI Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales escala. 1:1 000 000.



Gráfica 1. Relación Temperatura – Precipitación en el municipio de Juárez. Fuente: Elaboración propia en base a Normales Climatológicas del SMN.

### 3.7. Uso de suelo y vegetación

La distribución del área de estudio se da principalmente por suelo para agricultura, Selva Caducifolia, Selva subcaducifolia; seguido por Pastizal, Tular, Bosque Encino, Bosque Pino – Encino, Bosque Encino – pino. Por ultimo asentamiento Humanos.



Mapa 14.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Uso de suelos y Vegetación del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto uso del suelo y vegetación escala 1:250 000

Como se observa en el mapa 14 el municipio de Juárez presenta en su mayoría un tipo de suelo agrícola con una extensión de 57.92 ha, con un total del 40.84% del municipio comprendido por las localidades de Dos Ríos, Zicata Grande de Morelos, El Aventurero, Zicata Chico de Morelos, La Presa, Puente de Fierro, La Empacadora, Ojo de Agua Grande, parte de Potrero Verde, El Aguaje, Puerto de Timbuscatío, Las Ceibillas, Los Landeros, La Ciranda del Descanso y parte de El Limoncito, distribuido en la parte del territorio municipal.

Seguido por selva caducifolia abarcando el 20.63% del territorio con sus 29.26 ha distribuidas en las localidades de Timbuscatío, Guadalupe, Guanoro y parte de La Camelina y de La Escondida. Se puede encontrar este tipo uso desde la parte central del municipio con dirección al noroeste.



Esta seguida de selva subcaducifolia, tular, bosque y pastizal, dando un total de 37.98% del territorio, ocupado por las localidades de Rapeo de Madero, parte de El Limoncito y La Obrera; y por último la zona urbana con 1.93 ha. Dando un total del 1.93 ha. del territorio que corresponde a las localidades de Parícuaro, Santa Ana, Cerro Colorado de Ocampo y la cabecera municipal Benito Juárez.

USO DE SUELOS			
ZONAS	TIPOS	EXTENSION TERRITORIAL HA	PORCENTAJE %
Área agrícola	Área agrícola	57.92	40.84
Área urbana	Área urbana	1.93	1.36
Bosque	Bosque Pino – Encino	5.90	4.16
	Bosque Encino – pino	1.01	0.71
	Bosque Encino	14.31	10.09
Pastizal	Pastizal	10.23	7.21
Selva	Selva Caducifolia	29.26	20.63
	Selva subcaducifolia	20.83	14.69
Tular	Tular	0.44	0.31

Cuadro 3.- Uso de suelos y Vegetación del municipio de Juárez. Fuente: INEGI, Marco Geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto uso del suelo y vegetación escala 1:250 000.



### 3.8. Áreas naturales protegidas

A partir del año 2008 se emite el Decreto por el ordenamiento en el que se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico del país de la Monarca, en el Estado de Michoacán de Ocampo. En este documento, el municipio de Juárez forma parte con un total de 14,018.162 km<sup>2</sup> representando el 2.11% del total de la reserva.

AREA DE ORDENAMIENTO REGIONAL DE LA MARIPOSA MONARCA			
MUNICIPIO	CABECERA	SUPERFICIE	PORCENTAJE DE SUP.
ANGANGUEO	Mineral de Angangueo	7,174.981	1.08%
APORO	Aporo	5,283.965	0.80%
CONTEPEC	Contepec	38,619.247	5.82%
EPITACIO HUERTA	Epitacio Huerta	42,406.819	6.39%
HIDALGO	Ciudad Hidalgo	115,455.325	17.41%
IRIMBO	Irimbo	12,832.829	1.93%
<b>JUAREZ</b>	<b>Benito Juárez</b>	<b>14,018.162</b>	<b>2.11%</b>
JUNGAPEO	Jungapeo de Juárez	26,111.643	3.94%
MARAVATIO	Maravatio de Ocampo	69,252.671	10.44%
OCAMPO	Ocampo	15,074.842	2.27%
SENGUIO	Senguio	25,637.936	3.87%
SUSUPUATO	Susupuato de Guerrero	26,825.907	4.04%
TLALPUJAHUA	Tlapujahua de Rayón	18,802.849	2.83%
TUXPAN	Tuxpan	24,444.600	3.69%
TUZANTLA	Tuzantla	102,338.650	15.43%
ZITACUARO	Heroica Zitacuáro	118,977.172	17.94%

Cuadro 4.- Área de ordenamiento regional mariposa Monarca. Fuente: Periódico oficial - Gobierno del Estado de Michoacán.

### 3.9. Problemática ambiental

La problemática actual del medio ambiente en el municipio de Juárez se constituye por la contaminación de los mantos acuíferos, como ríos, cuencas y cuerpos de agua, esto originado por las descargas domiciliarias de los drenajes sanitarios siendo una constante en las localidades. La contaminación en estas zonas es ocasionada por la falta de tratamiento de las aguas, pues no existe en el municipio un tratamiento de aguas residuales.

La contaminación por agentes agroquímicos, fungicidas y plaguicidas empleados como fertilizantes en el sector agrario ocasionan la contaminación de los suelos y subsuelos que reinciden a la contaminación de los mantos acuíferos pues todo desemboca en los ríos aledaños.

Por último y de consideración es el trato de la basura, que en este caso se hace uso de tiraderos a cielo abierto a bordo de carretera que contaminan, despidiendo malos olores, y fungiendo hasta cierto punto como criadero de roedores, moscas y mosquitos. Otra situación que se hace presente son los incendios descontrolados provocados por la quema de la basura, provocando accidentes carreteros por la espesa humareda.



Foto 1. Descarga de drenaje en arroyo del centro de Benito Juárez. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 2. Descarga de drenaje en arroyo del suroeste de Benito Juárez. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 3. Descarga de drenaje en la localidad de Timbuscatío. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 4. Basurero ubicado en la comunidad de Cerro Colorado, a bordo de camino. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 5. Basurero ubicado entre los límites de Tuzantla y Juárez, a bordo de carretera. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.





## CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

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

#### Dinámica demográfica.

El municipio de Juárez Michoacán en 1990 contaba con una población de 9,860 habitantes, representando el 0.27 por ciento del total del Estado, mostrando un crecimiento del 0.803 por ciento para el año de 1995. Para los años de 2000 y 2005 el municipio mostró una estabilidad en su crecimiento demográfico con un porcentaje del 0.311 respecto a los años anteriores. (Ver anexo, cuadro 5).

De acuerdo a datos del censo de vivienda y población INEGI 2010, la entidad tuvo un crecimiento de 1.248 por ciento, lo que refiere un superávit de nacimientos sobre las defunciones en los últimos 5 años, considerando que de 1 a 1.5% muestra un crecimiento medio y menos del 1%, un crecimiento natural bajo con 11,791 nacimientos y 2,030 defunciones. (Ver anexo, cuadro 6). En este sentido, se tiene una tasa global de fecundidad del 2.60% y una tasa natural de crecimiento del 1.24% (Ver anexo, cuadro 7).

Otro dato importante dentro de esta línea, son las tasas de natalidad, mortalidad y fecundidad del municipio, que según datos del censo de población 2010 del INEGI corresponde a un 17.72% en cuanto a natalidad, 11.39% en mortalidad, y 2.60% para la fecundidad; los datos para la tasa de natalidad y mortalidad fueron calculados en base la periodo 2000-2010. (Ver anexo, cuadro 8).

Datos del censo de población y vivienda INEGI 2010 hace referencia del municipio de Juárez el cual tiene una población total de 13,604 habitantes, de los cuales 6,592 son hombres, que representan cerca del 48.45% y 7,012 mujeres, que representan el 51.55% del total de la población. (Ver anexo, cuadro 9).

#### Distribución de la población.

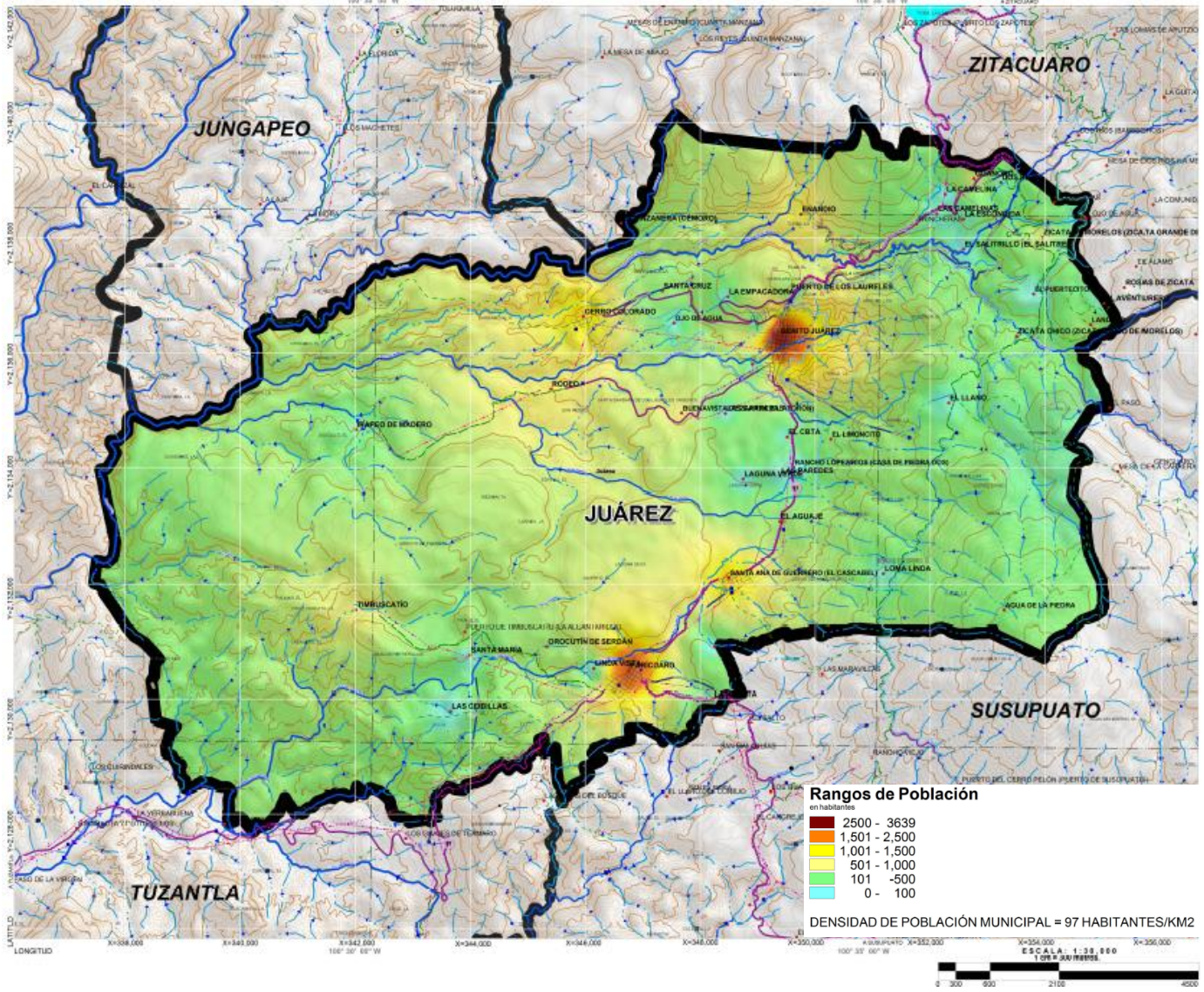
La distribución de los habitantes dentro del municipio está integrada principalmente en las zonas urbanas de Benito Juárez (cabecera municipal), Santa Ana y Parícuaro. Con una densidad municipal en el 2010 de 97 habitantes sobre km<sup>2</sup>.

#### Mortalidad.

Como se mencionó anteriormente, en el municipio de Juárez se tiene una tasa de mortalidad del 11.39% contra un 17.72% de natalidad, con una tasa de crecimiento anual 2000-2010 del 1.248%.

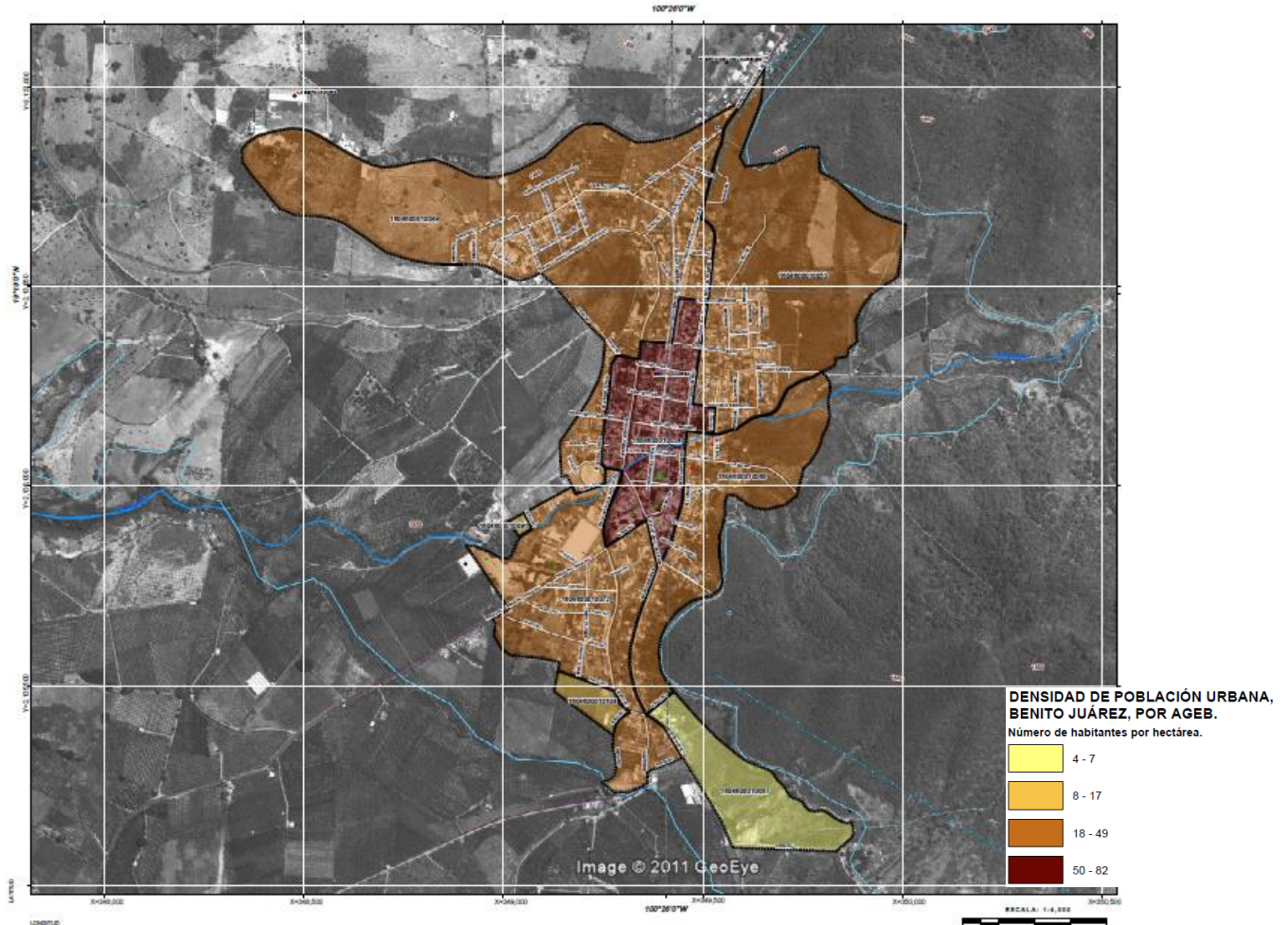
#### Densidad de población.

El municipio está integrado por 48 localidades englobadas en el “mapa 15” por densidades de población que se dividen de la siguiente manera: una de carácter urbana (la cabecera municipal y cede del desarrollo municipal) y otras de segundo orden (población entre 1,501 a 2500 hab.). Un tercer orden lo integran comunidades cuya población oscila entre los 1001 y 1500 habitantes, quedando como cuarto orden aquellas localidades que albergan menos de 1000 habitantes.



Mapa 15.-Elaboración propia en base a datos del INEGI. Distribución de la población. Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0



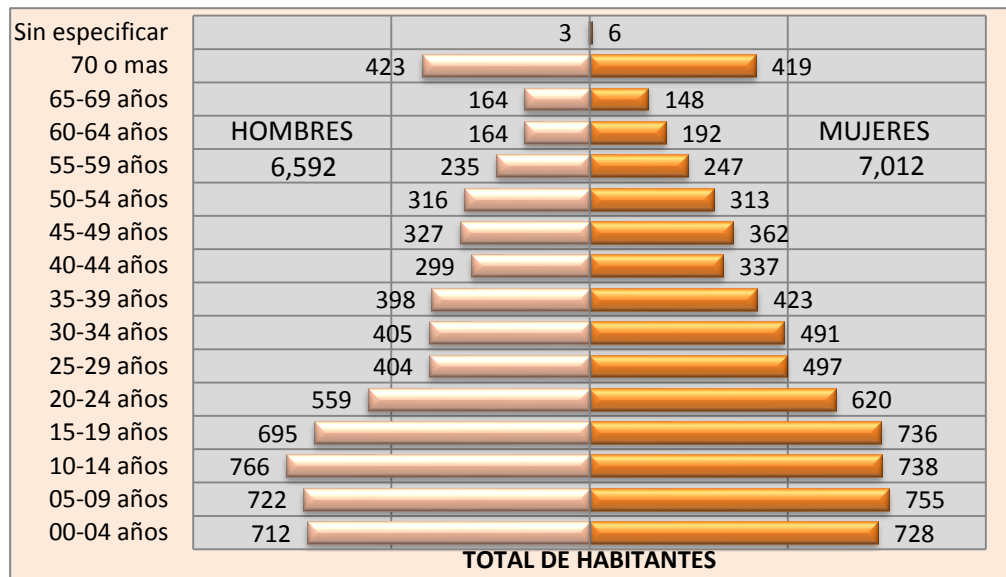


Mapa 16. Elaboración propia en base a datos del INEGI. Densidad de población de Benito Juárez. Fuente: INEGI, Carta Topográfica 1:50,000, INEGI 2005; Marco Geoestadístico 2010 versión 5.0; Cartografía Censal Urbana 2010, INEGI; Localidades INEGI 2010.

De acuerdo al cuadro 10 (anexo), los habitantes nacidos en el municipio para el año 2010 eran 11,791. 1,467 habitantes nacieron en otra entidad y 23 en una no especificada. Estos datos muestran una actividad migratoria del 10.78% respecto a los nacimientos de la localidad y los emigrados.

En lo referente al número de hombres y mujeres se mantiene la relación de crecimiento, contando con un 48.45% (6,592 hab.) de hombres y un 51.55% (7,012 hab.) de mujeres de la población total del municipio. De esta manera, se tiene una relación de hombre/mujer de un 94.01, con una edad media de 23 años y un índice de envejecimiento de 34.16. (Ver anexo, cuadro 11).

La estructura de la población por edad y sexo del municipio, mostrada en los cuadros 12 y 13 del anexo, dan a conocer que la población predominante es joven de 0 a 24 años, en donde a partir de los 15 años la población disminuye por la emigración principalmente hacia los Estados Unidos.



Cuadro 13.- Pirámide de edades quinquenales de la población de Juárez Michoacán. Fuente: Elaborado con datos de INEGI – Censo de Población y Vivienda 2010.

Es importante también hacer un análisis de la población con discapacidades o limitaciones en sus actividades, con el fin de tener un registro para el conocimiento de la población. En la tabla del anexo, se observan las cifras arrojadas por el censo de población del INEGI del año 2010, en donde de los 13,604 habitantes del municipio, 1,156 tienen alguna limitación en la actividad como puede ser ver, caminar o moverse, escuchar, hablar o comunicarse, atender el cuidado personal, poner atención o aprender, o alguna discapacidad mental; mientras que 12,356 no tienen ninguna limitación y 92 no especifican.

Municipio	Personas con limitación	Tipo de limitación							Personas sin limitación
		Motriz*	Visual	Lenguaje	Auditiva	Motriz 2**	Mental'	Mental 2''	
Juárez	1,156	703	377	102	216	46	71	59	12,356

Cuadro 14. Total de personas y tipo de limitación del municipio de Juárez. Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI 2010.

\* Personas con dificultad para caminar o moverse, subir o bajar. \*\* Personas con dificultad para bañarse, vestirse y/o comer. 'Personas con dificultad para mantener un nivel de atención en cosas sencillas. '' Personas con dificultad o con alguna limitación mental.

Municipio	Sexo	Grupos de edad	Población total	CONDICIÓN DE LIMITACIÓN EN LA ACTIVIDAD						
				Declaraciones de limitación en la actividad					Sin limitación	No especificado
				Total	Con 1 limitación	Con 2 limitaciones	Con 3 limitaciones	4 o más limitaciones		
Juárez	Total	Total	13,604	1,156	890	167	64	35	12,356	92
	Total	0-14 años	4,421	77	64	6	3	1	4,293	51
	Total	15-29 años	3,511	91	80	8	2	1	3,405	15
	Total	30-59 años	4,153	346	295	41	7	3	3,790	17
	Total	60-84 años	1,364	541	393	87	41	20	814	9
	Total	85 años y más	146	100	57	25	11	7	46	0
	Total	No especificado	9	1	1	0	0	0	8	0

Cuadro 15.- Población total por municipio, sexo y grupos de edad según condición de limitación en la actividad y número de limitaciones declaradas. Fuente: Elaborado con datos de INEGI – Censo de Población y Vivienda 2010.



Para efectos estadísticos, es de importancia plasmar el conteo de las localidades que presentan altos grados de riesgo, especificando el tipo de limitación y el número de personas que padecen cada una, lo cual se indica en la siguiente tabla.

Localidad	Personas con limitación	Tipo de limitación							Personas sin limitación
		Motriz*	Visual	Lenguaje	Auditiva	Motriz 2**	Mental'	Mental 2''	
Benito Juárez	330	209	98	33	68	18	25	25	3,294
Cerro Colorado	108	75	38	17	32	10	16	8	982
Enandío	36	17	13	2	12	0	2	2	604
Paricuaro	187	109	70	6	18	5	9	9	2073
Puerto de Timbuscatío	10	5	2	1	1	1	1	3	199
Santa Ana de Guerrero	82	57	11	11	6	1	0	2	1060
Timbuscatío	44	30	12	3	4	2	5	2	437

Cuadro 16. Total de personas y tipo de limitación de las localidades que presentan mayor grado de riesgo en el municipio de Juárez. Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI 2010.

\* Personas con dificultad para caminar o moverse, subir o bajar. \*\* Personas con dificultad para bañarse, vestirse y/o comer. 'Personas con dificultad para mantener un nivel de atención en cosas sencillas. '' Personas con dificultad o con alguna limitación mental.

## 4.2. Características sociales

La población del municipio según datos del censo de población y vivienda 2010 INEGI, tiene una cobertura en salud del 44.68% distribuido en 4 unidades de salud de primer nivel, 2 consultorios, 4 médicos, de la cual el 32.70% se atiende con Seguro popular, el 6.33% cuenta con servicios del IMSS y el 5.70% cuenta con servicios del ISSTE. En relación con el estado el municipio se encuentra por debajo de la cobertura que se tiene, mostrando un déficit en servicios de salud. (Ver anexo, cuadro 17).

En educación el municipio cuenta con un 67.43% de la población con más de 15 años de los cuales 7,689 son alfabetos y 1,418 analfabetas, lo que representa un 0.10% del total de la población con posibilidad de tener estudios (Ver anexo, cuadro 18).

De acuerdo a la tabla de indicadores y grado de rezago social del municipio del año 2000, 2005, 2010, de la CONEVAL el municipio de Juárez cuenta con grado de rezago social bajo, teniendo que la mayoría de sus localidades se encuentran en un nivel de rezago social bajo.

Son 27 de sus localidades las que tienen un nivel de rezago social (muy bajo – bajo), le siguen 8 localidades con un nivel de rezago social medio, y apenas 1 con el nivel de rezago social alto. Según el lugar que ocupa el municipio de Juárez a nivel nacional, en la tabla de indicadores y grados de rezago social, en el año 2000, 2005, y 2010, es el lugar 1505 en el año 2000, el lugar 1444 en el año del 2005 y el lugar 1439 en el año 2010. (Ver anexo, cuadro 19).

A nivel región es el municipio con el nivel más bajo de rezago social, seguido por el municipio de Irimbo, Jungapeo y Tuxpan. Siendo estos los municipios de la región IV Oriente, con menor índice de rezago social.

El municipio de Juárez cuenta con una población de 13,604 habitantes, y de acuerdo a la tabla de indicadores y grado de rezago social del municipio para el año 2010, indica que el 15.46% de la población es analfabeta, el 62.5% de la población mayor a los 15 años tienen la educación básica incompleta, el 55% de la población no cuenta con servicios de salud, el 5.5% del total de las viviendas del municipio no cuentan con sanitario; del total de viviendas el 12.6% no cuenta con agua entubada de la red pública, y el 5.7% no dispone de drenaje, de la misma manera el municipio de Juárez cuenta con un total de 98.9% de cobertura en lo que corresponde a energía eléctrica, sin embargo el 17.4% no cuentan con un refrigerador y el 34.2% no cuenta con lavadora. En base a estos datos, la tabla de



indicadores y grado de rezago social del municipio de la CONEVAL indica que el municipio de Juárez tiene un índice de rezago de -0.38162 en un grado bajo. (Ver anexo, cuadro 20).

La cabecera municipal llamada Benito Juárez es la que cuenta con la mayor población en la zona, con 3,639 habitantes de los cuales el 10% de la localidad es analfabeta, el 50% de la población mayor a 15 años tiene la educación básica incompleta, el 1.27% de las viviendas en la localidad de Benito Juárez no disponen de excusado, el 6.37% de las viviendas de esta localidad no cuentan con red pública, y en menor porcentaje con el 1.49% no disponen con drenaje; la mayor parte de la localidad cuenta con energía eléctrica con menos del 1% de viviendas sin cobertura en este servicio. En base a estos datos, la tabla de indicadores y grado de rezago social del municipio de la CONEVAL indica que la localidad de Benito Juárez tiene en un índice de rezago de -1.098849. (Ver anexo, cuadro 21).

Por otra parte, es importante mencionar el grado de hacinamiento de la población, refiriéndose este término a la situación en la cual los seres humanos que habitan o que ocupan un determinado espacio son superiores a la capacidad que tal espacio debería contener, de acuerdo a los parámetros de comodidad, seguridad e higiene. La finalidad de analizar este aspecto es para poder definir las condiciones de vida en las que se encuentra la población del municipio de Juárez. Así, en el municipio se tienen contadas hasta el censo 2010 del INEGI un total de 3,991 viviendas particulares de las cuales se encuentran habitadas 3,346 con 13,604 habitantes, generando un promedio de habitantes en las viviendas habitadas de 4.07, dando como resultado un promedio de ocupación de 1.19 habitantes por cuarto. (Ver anexo, cuadro 22).

De igual manera en el análisis realizado para la cabecera municipal, Benito Juárez, los resultados son los siguientes: de las 1,119 viviendas particulares, 942 se encuentran habitadas con un total de 3,639 ocupantes. El promedio de habitantes en viviendas particulares habitadas es de 3.86 por cada vivienda, y 1.06 por cuarto (Ver anexo, cuadro 23). Por todo lo anterior, se concluye que en el municipio de Juárez se tiene un bajo grado de hacinamiento, tanto en la cabecera municipal como en el municipio en sí.

Existe una localidad que vale la pena mencionar por ser un poblado indígena que conserva sus usos y costumbres, pero no por eso es una localidad rezagada; Enandio se encuentra a una altitud de 1397 msnm, con una población total de 645 habitantes. Se tiene un total de 175 viviendas particulares de las cuales se encuentran habitadas 152, con un promedio de ocupación de 4.24 por vivienda y 1.23 ocupantes por cuarto.

En Enandio se tiene un rezago social según la CONEVAL correspondiente a un índice de -1.045926, un grado muy bajo, ocupando el lugar 93,096 dentro del contexto nacional. Se tiene registro de que el 8.60% de la población de 15 años o más es analfabeta y el 71.25% de la población de 15 años y más no completaron su educación básica. En cuanto a las condiciones de la vivienda, el 5.92% tienen piso de tierra, 1.97% no disponen de excusado o sanitario, 2.63% de las viviendas no disponen de agua entubada de la red pública y el 0.66% no disponen de drenaje.

### 4.3. Principales actividades económicas en la zona

La actividad principal dentro del municipio es la agricultura y ganadería, seguida de la minería, extracción de petróleo y gas; como última actividad es el transporte, trabajo en el gobierno y servicios. En el cuadro 14 del anexo se muestra la manera en que está estructurada cada actividad con datos de la página oficial del municipio de Juárez, escrito el 30 de abril de 2010; a continuación se explica cada actividad desarrollada.

#### Agricultura.-

Dentro de los cultivos principales se encuentra el de las hortalizas, como es el tomate, pepino, calabaza y jitomate. Otro cultivo es el sorgo de variedad escobero o mijo, que sirve para hacer escoba



y extraer del grano otro ingrediente por su contenido en grasas. Cultivo agrícola de gran importancia es la Jamaica. Todos estos cultivos se presentan con menos comercialización en el municipio.

#### Ganadería.-

A través del tiempo se ha criado y comercializado el ganado bovino, equino, porcino, caprino y con mayor auge el ganado vacuno.

#### Explotación forestal.-

Está representado por las especies de pino, encino, guaje, ziranda, tepehuaje, cirian y parota. En el municipio existen aproximadamente 3 mil hectáreas que se puede aprovechar en la explotación forestal.

#### Comercio e industria.-

La actividad económica en el municipio está fundamentada en el cultivo de la guayaba, la que determina movimiento comercial tanto en compra y venta de productos. Con esto la instalación de productos ha crecido notablemente. En las principales poblaciones del municipio existen panaderías, tortillerías, peleterías, y talleres de diferentes tipo; negocios relacionados con la venta de abarrotes, ropa, fruta, legumbres, refacciones entre otras.

#### Estructura agraria.-

La superficie agrícola tiene un régimen de tenencia predominantemente ejidal, ya que las 2 terceras partes tienen esta característica, en tanto que el 33.8 % es privada.<sup>1</sup>

### 4.4. Características de la población económicamente activa

De acuerdo a los datos aportados por el INEGI, correspondiente a la población activa según el censo de población y vivienda 2010, los cuales son representativos de cada entidad, se presentan a continuación cifras de la población económicamente activa (PEA) con un total de 4,697 habitantes de los cuales solo el 87.46% se encontraba ocupado a la fecha del censo. Esta población representa el 46.64% del total de la población con 12 años o más.

RELACION FUNCIONAL ECONOMICA A NIVEL REGIONAL Y LOCAL EN PORCENTAJES								
ENTIDAD	POBLACIÓN DE 12 AÑOS Y MÁS	PEA	TASA DE PARTICIPACIÓN ECONOMICA	SECTOR PRIMARIO	SECTOR SECUNDARIO	SECTOR TERCARIO	NO ESPECIFICADO	TASA DE OCUPACIÓN
NACIONAL	84,927,468	44,701,044	52.63%	12.76%	23.35%	58.15%	1.26%	95.52%
ESTATAL	3,264,181	1,658,417	50.81%	21.72%	20.74%	50.20%	0.88%	93.54%
JUAREZ	10,071	4,697	46.64%	53.09%	8.38%	25.42%	5.53%	87.46%

Cuadro 25.- Relación funcional económica a nivel regional y local en porcentajes. Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Tabulados del Cuestionario Ampliado. Características económicas 1 y 2.

En el sector primario se contabilizaron 2,494 habitantes (53.09%) dedicados al sector primario, 394 en el sector secundario representando el 8.38% de la PEA, 1,194 personas en el sector terciario (25.42%), y finalmente 26 habitantes representando el 5.53% de los habitantes con sectores no especificados. En los cuadros 24, 25 y 26 del anexo se tabula lo redactado anteriormente, comparado con datos estatales y nacionales.

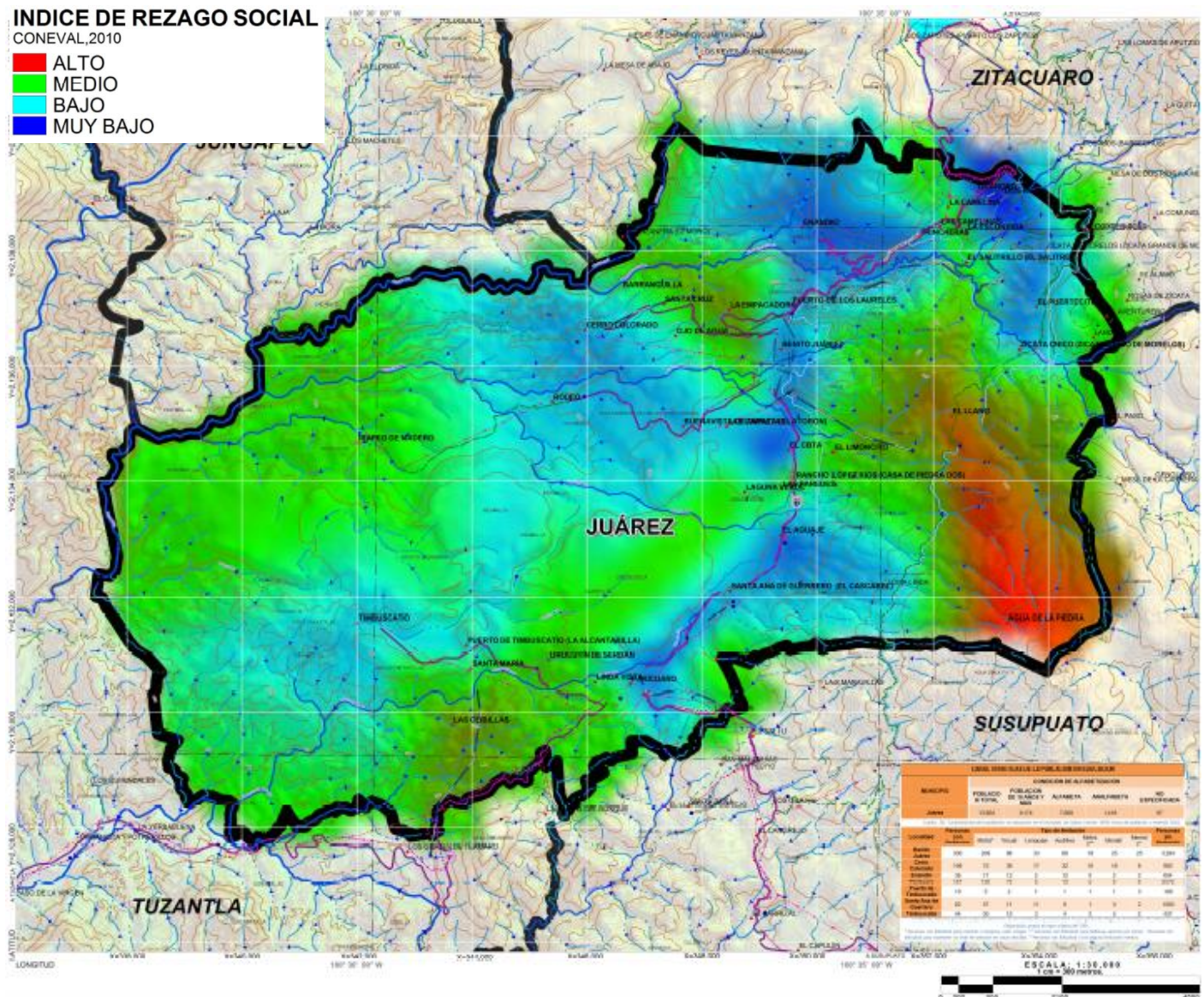
<sup>1</sup> Municipio de Juárez 2008 – 2011, <http://juarezmichoacan.com/>

Los ingresos de la población expresados en el cuadro 27 del anexo indican que del total de la población ocupada en el Censo de Población y Vivienda 2010, el 72.13% ganan de 1 a 2 salarios mínimos, el 21.71% gana de más de 2 salarios mínimos y el 6.16% no está especificado. Los datos anteriormente mencionados se ven reflejados en el grado de marginación que presenta el municipio.

INGRESOS DE LA POBLACION EN SALARIOS MINIMOS					
MUNICIPIO	POBLACION OCUPADA	INGRESO POR TRABAJO <sup>1</sup>			
		HASTA 1 S.M. <sup>2</sup>	MÁS DE 1 A 2 S.M.	MÁS DE 2 S.M.	NO ESPECIFICADO
JUÁREZ	4,108	39.80	32.33	21.71	6.16
1 Se expresa en salario mínimo mensual (s.m.).		2 Incluye a la población ocupada que no recibe ingresos.		* Municipio censado con cuestionario ampliado.	

Cuadro 27.- Ingresos de la población del municipio de Juárez en salarios mínimos. Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Tabulados del Cuestionario Ampliado. Características económicas 4

El municipio de Juárez se encuentra con un grado de marginación Medio – Alto. Tal como se muestra en el mapa de la composición de la población.



Mapa 17.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Composición de la población, Marginación. . Fuente: INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0



#### 4.5. Estructura urbana

La conformación de la estructura urbana del municipio de Juárez en lo referente a su infraestructura se mantiene en el orden que se menciona a continuación, esto con datos del año 2010 y tomados de la página oficial del municipio de Juárez Michoacán.

##### Servicios básicos.-

De las 39 localidades que tiene el municipio, 29 cuentan con población de 20 y más habitantes, de ellas 22 cuentan con servicio de educación, 19 con el servicio de agua entubada, 15 con el servicio de drenaje y 27 con energía eléctrica, las 29 localidades se encuentran comunicadas con caminos de acceso y 3 tienen servicios de salud.

##### Agua potable.-

1759 viviendas que equivalen al 65.5 % del total Municipal, que igualmente serían 19 de 29 localidades en el Municipio cuentan con agua entubada, mientras que el resto cubre sus necesidades con pozos, ríos o manantiales.

##### Drenaje.-

Este servicio se tiene en 24 localidades que equivalen al 91.73. Otro sector de la población cubre ésta necesidad en base a letrinas. El 8.27 % de las viviendas del Municipio no disponen de este servicio, afectando directamente a la población.

##### Electrificación.-

Solo 2 localidades donde habita el 2.2 % de la población y que equivalen a 33 viviendas no cuenta con energía eléctrica.

##### Abasto.-

Se tienen 6 tiendas de DICONSA, beneficiándose al 33.2 % de la población total. La distribución de leche se lleva a cabo en 2 tiendas.

##### Educación.-

En el municipio existen planteles educativos de nivel preescolar, primaria, secundaria y para el nivel medio superior cuenta con un CBTa. Actualmente todas las comunidades cuentan con algún servicio de educación que van desde preescolar y primaria general y de CONAFE hasta Telesecundaria, no hay centro de capacitación para el trabajo.

##### Salud.-

El municipio cuenta con 4 unidades médicas de salud de primer nivel, 2 consultorios, 4 médicos en servicio y 5 enfermeras. En promedio se otorgan más de 44 mil consultas generales por año.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Municipio de Juárez 2008 – 2011, <http://juarezmichoacan.com/>



## CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

### 5.3. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico

Los riesgos geológicos comprenden aquellos procesos y fenómenos relacionados con los materiales de la corteza terrestre, su dinámica y los sistemas con los que se relacionan en la superficie del planeta, tanto de origen natural como en el que interviene el ser humano.

Ubicándose nuestro país en un entorno geológico-tectónico dinámico, representado por una zona de subducción activa en su margen colindante con el Océano Pacífico, México está continuamente expuesto a peligros relacionados con actividad sísmica, vulcanismo y fallamientos tectónicos asociados, así como áreas propensas a tsunamis o maremotos en sus dos zonas costeras.

Como parte de la afectación que el ser humano origina al entorno geológico, por la extracción excesiva de aguas subterráneas, son comunes los daños ocasionados a obras de infraestructura urbana, casas habitación, e infraestructura industrial, por la aparición de fracturas y fallas, producto de hundimientos diferenciales del terreno, principalmente en valles aluviales o lacustres.

Al combinarse los factores geológicos con los atmosféricos y gravitacionales, se genera una ecuación que da como resultado fenómenos de peligros asociados, como los deslizamientos de laderas (lentas y rápidas), lahares, flujos de lodo, inundaciones, entre otros, que se han experimentado en diversos estados del país.

Para el presente documento, se considerarán los siguientes riesgos geológicos:

- Fallas y Fracturas
- Sismos
- Tsunamis o maremotos
- Vulcanismo
- Deslizamientos
- Derrumbes
- Flujos
- Hundimientos
- Erosión

Las metodologías de estudio que se presentan para los diversos riesgos, han sido desarrolladas a partir de un esquema que contempla un aumento progresivo en el grado de detalle del estudio del fenómeno perturbador, con base a la profundidad de análisis, información disponible, experiencia del personal y de recursos económicos.

El municipio de Juárez por su localización, se encuentra con presencia de diversos fenómenos que afectan e inciden directamente en los asentamientos humanos, como en la infraestructura existente, los fenómenos importantes tomados en cuenta para su estudio son, fallas y fracturas, sismos, deslizamientos, derrumbes, flujos, erosión.



### 5.1.1. Fallas y Fracturas

Una falla es una grieta en la corteza terrestre. Generalmente, las fallas están asociadas con los límites entre las placas tectónicas de la Tierra o forman parte de ellos. Las fallas pueden ser activas o inactivas: en una falla activa, las piezas de la corteza de la Tierra a lo largo de la falla, se mueven con el transcurrir del tiempo, causando estos movimientos sismos o terremotos; las fallas inactivas son aquellas que en algún momento tuvieron movimiento a lo largo de ellas pero que ya no se desplazan. El tipo de movimiento a lo largo de una falla depende del tipo que ésta presente. Con frecuencia el movimiento a lo largo de una falla no ocurre de una sola manera, y para complicar aún más estas condiciones, con frecuencia las fallas no son sólo una grieta en la roca, sino una variedad de fracturas originadas por movimientos similares de la corteza terrestre. A estas agrupaciones de fallas se les conoce como zonas de fallas.

Por su parte, una fractura es una grieta del terreno producida generalmente por fuerzas tectónicas. Muchas fracturas se deben a que el terreno carecía de la necesaria flexibilidad para plegarse al ser sometido a empujes laterales. En las fracturas simples o diaclasas, los dos bordes conservan, uno frente a otro, sus posiciones respectivas. Se distinguen de las fallas al no ser el desplazamiento de una fractura más que una mínima separación transversal.

En la zona occidental de México existe una cantidad considerable de fallas geológicas, al igual que al sur. Muchas no tienen una gran relevancia, pero hay fallas como la de San Andrés que experimentan sismos de una forma muy constante. Otras fallas como la del cañón del sumidero en Chiapas, no representan un riesgo considerable a la población.

Nivel 1, Metodología. Sistema Geológico, subsistema Fallas y fracturas.

Posterior al recorrido en campo y a los cuestionamientos a la población y a las autoridades administrativas del municipio de Juárez, no se encontró evidencia física ni verbal de actividad de fallas ni fracturas. Sin embargo, se hizo el análisis de la carta geológica del Municipio para identificar las estructuras. Se encontraron un par de fracturas en la región NW del Municipio. Las estructuras se encuentran dentro del municipio pero no perturban ninguna localidad por su ubicación.

Fractura A

Dirección NNW 24 SSE

Longitud 2.226 km

Coord.: Punto A 338000 E / 2131124 N  
Punto A' 341085 E / 2131302 N

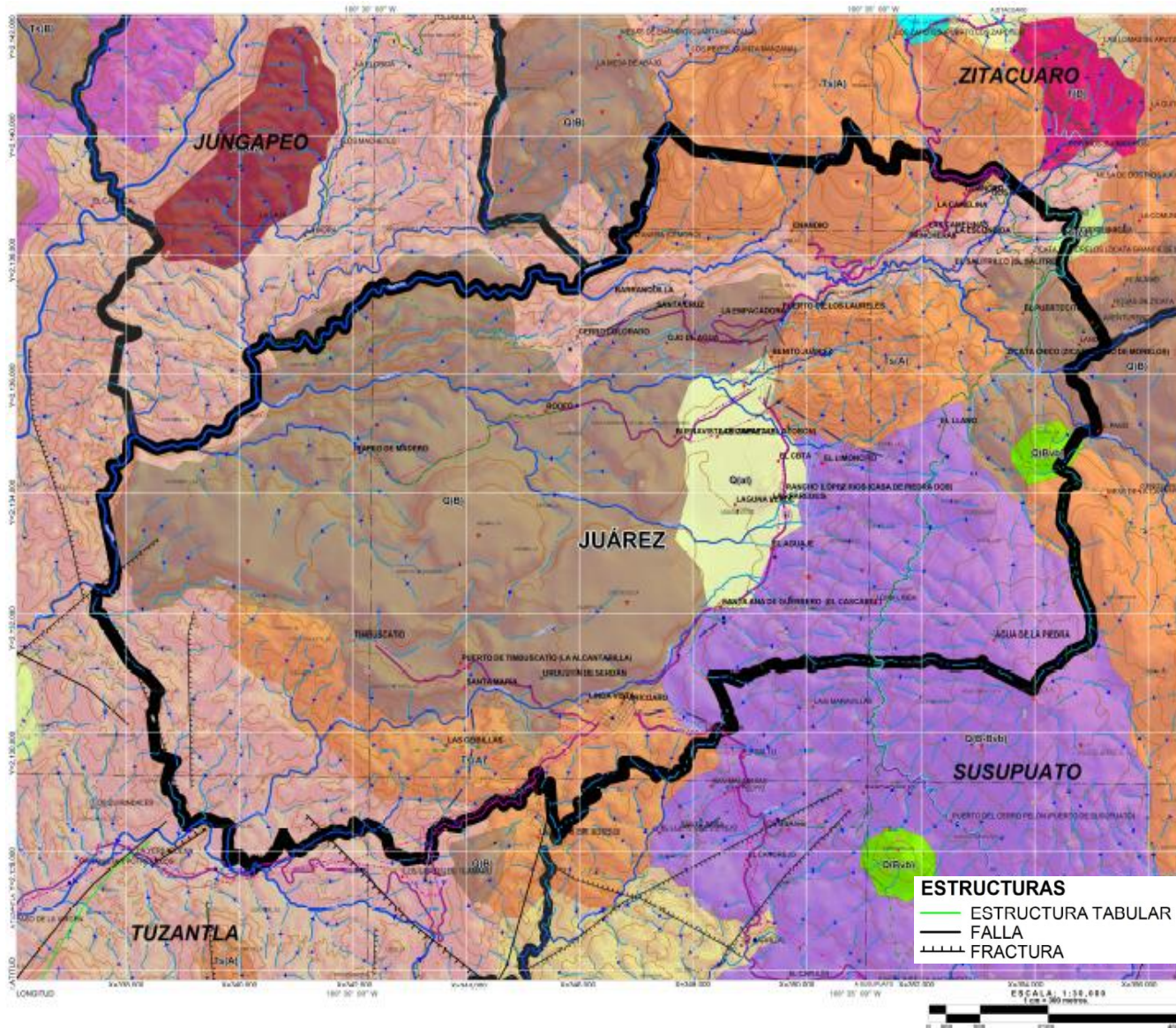
Fractura B

Dirección NE 52 SW

Longitud 3.22 km

Coord.: Punto B 337946 E / 2134130 N  
Punto B' 339671 E / 2133164 N

De igual manera se tiene la presencia de fracturas en la parte suroeste del municipio, las cuales no afectan a ninguna de las localidades de Juárez. Así, en el municipio se tiene un total de cuatro fracturas y dos fallas.



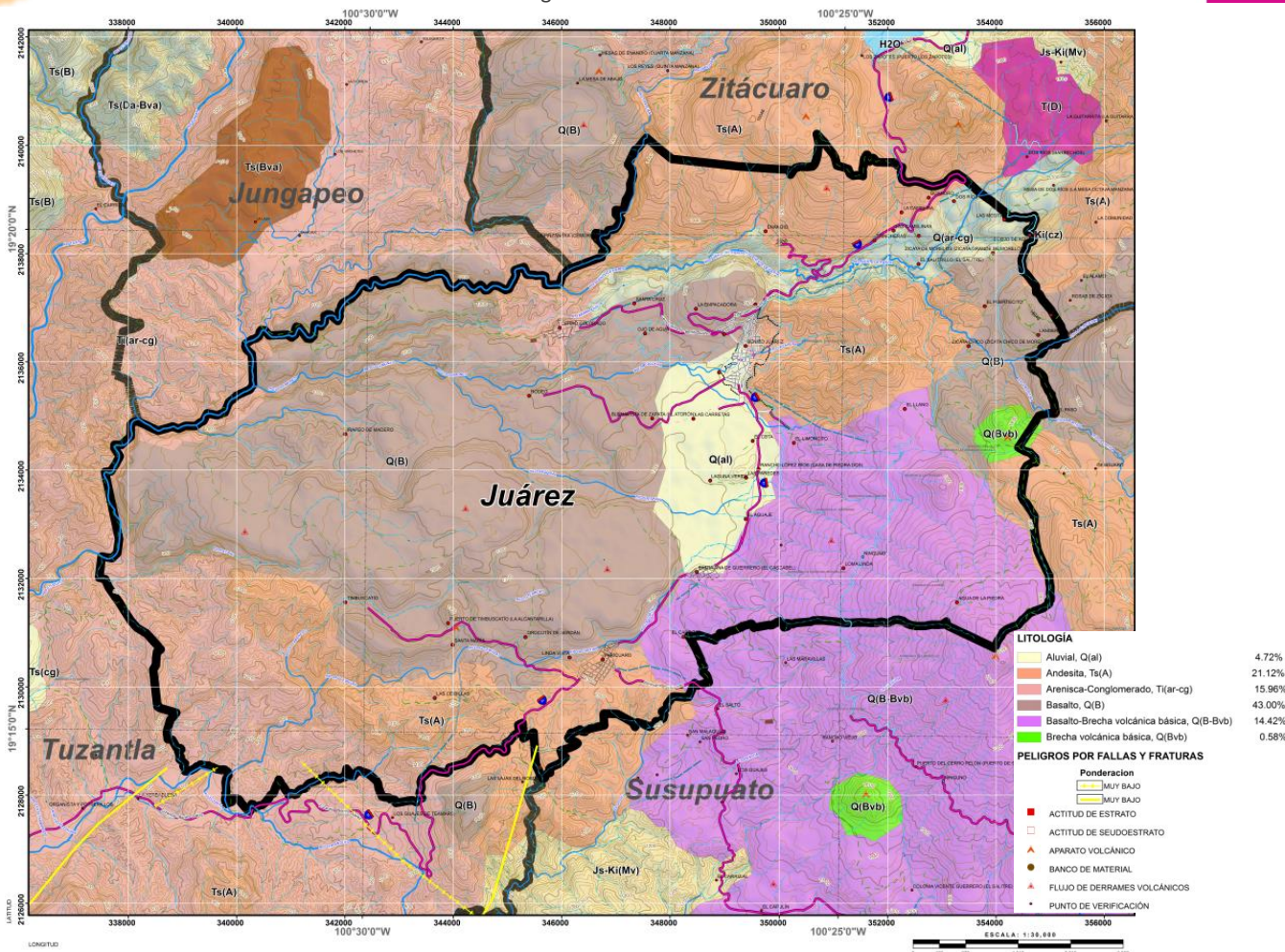
Mapa 18.- Elaboración propia en base a datos del SGM. Mapa de fallas y fracturas del municipio de Juárez.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

### Indicadores de vulnerabilidad.

Como indicadores físicos de vulnerabilidad se deben considerar las viviendas y la infraestructura localizadas por el paso de la falla, y el grado de afectación que tiene sobre ellas. Las fallas localizadas en el municipio de Juárez no tienen ninguna afectación sobre áreas urbanas, pues las dos se encuentran en la parte sur, en los límites con el municipio de Tuzantla.

La vulnerabilidad social se determina en parte por los indicadores de rezago social que se tienen en el municipio, y por la información o conocimiento la población manifieste saber sobre la presencia y efectos de este fenómeno. En Juárez, con una población total de 13,604 habitantes, el 15.46% de la población de 15 años o más es analfabeta, 6.87% de la población de 6 a 14 años no asiste a la escuela, 62.82% con 15 años y más tienen educación básica incompleta y 55.07% de la población no posee derechohabencia a la salud, indicando estos datos un alto grado de vulnerabilidad de la población hacia el fenómeno.

De esta manera, el municipio no se encuentra expuesto a un peligro por fallas y fracturas, como se muestra y pondera en el siguiente mapa:



Mapa 19.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Peligro por fallas y fracturas en el municipio de Juárez.

Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

### 5.1.2. Sismos

El Estado de Michoacán se encuentra ubicado en las costas del Pacífico, por lo que se encuentra en el margen de lo que es llamado el cinturón de fuego. Las placas que afectan tectónicamente a la República son las placas de Cocos, Pacífico, Rivera y Juan de Fuca pero esta última solo subduce bajo la zona de Baja California Norte y Sur, están subduciéndose por debajo de la Placa Norteamericana formando un margen convergente. La placa Rivera en algunos documentos ya no es considerada debido a que se encuentra casi extinta ya bajo la Placa Norteamericana. Debido a esta actividad tectónica que es consecuencia de las celdas de convección que se dan en el manto entre otros procesos complejos dan como resultado esta tectónica tan activa que ha dado como resultado estructuras como la Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y la Faja Volcánica Transmexicana, solo por mencionar las de mayor relevancia, por lo que es normal registrar sismos en el lado pacífico de la República.

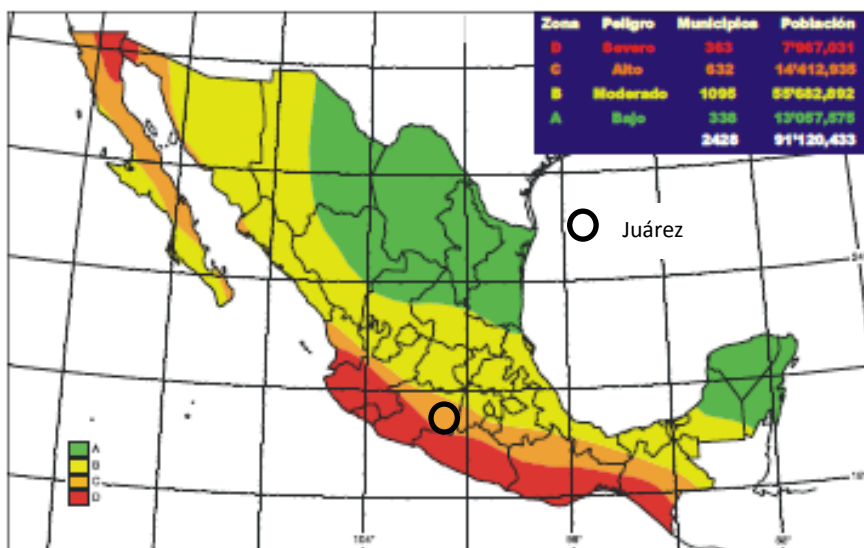
En el Estado de Michoacán existen sismos con tres orígenes distintos:

- Los sismos interplaca, ocasionados por la subducción de la Placa de Cocos, que ha sido responsable de los sismos más violentos que ha sufrido el centro de México (1845, 1985) y son también los más comunes.
- Los que se asocian a la actividad volcánica, también conocidos como temblores. Éstos son menos violentos y generan daños locales, como los producidos por el nacimiento de los volcanes Parícutín (1943) y Jorullo (1759).

c) Los sismos intraplaca, ligados a rupturas profundas de la placa o bien ligados a fallas geológicas que se generan en la corteza de la placa superior. Estos últimos sismos pueden ser sentidos con mayor intensidad y su recurrencia es superior a 1000 años.

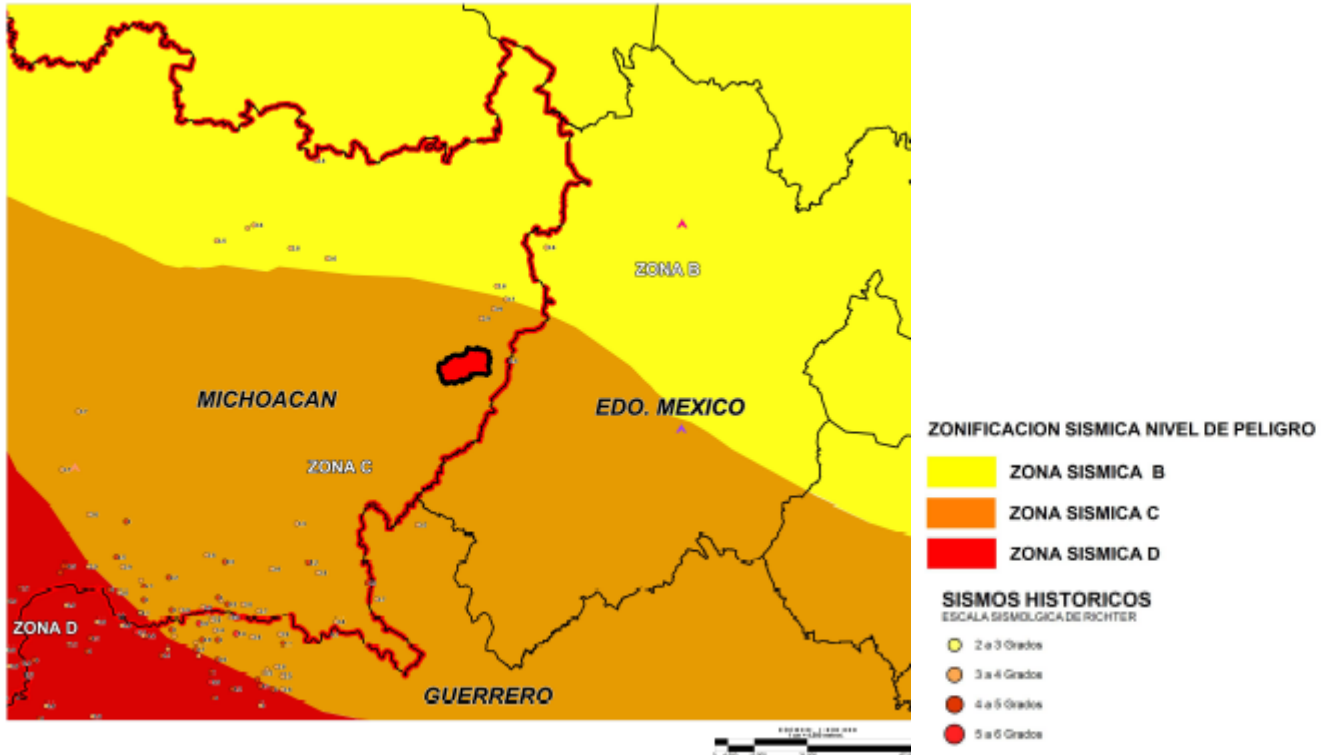
Nivel 1, Metodología. Sistema Geológico, subsistema Sismos.

Se tienen dos zonificaciones sísmicas en la República Mexicana: regionalización según CFE, en la que se tienen cuatro zonas de peligro consideradas como severo (D), alto (C), moderado (B) y bajo (A); y por otra parte la zonificación sísmica en escala de Mercalli, en el que se divide el territorio en doce zonas, indicando cada una el grado de intensidad que va desde I hasta XII, según los daños que se presenten en caso de sismo.



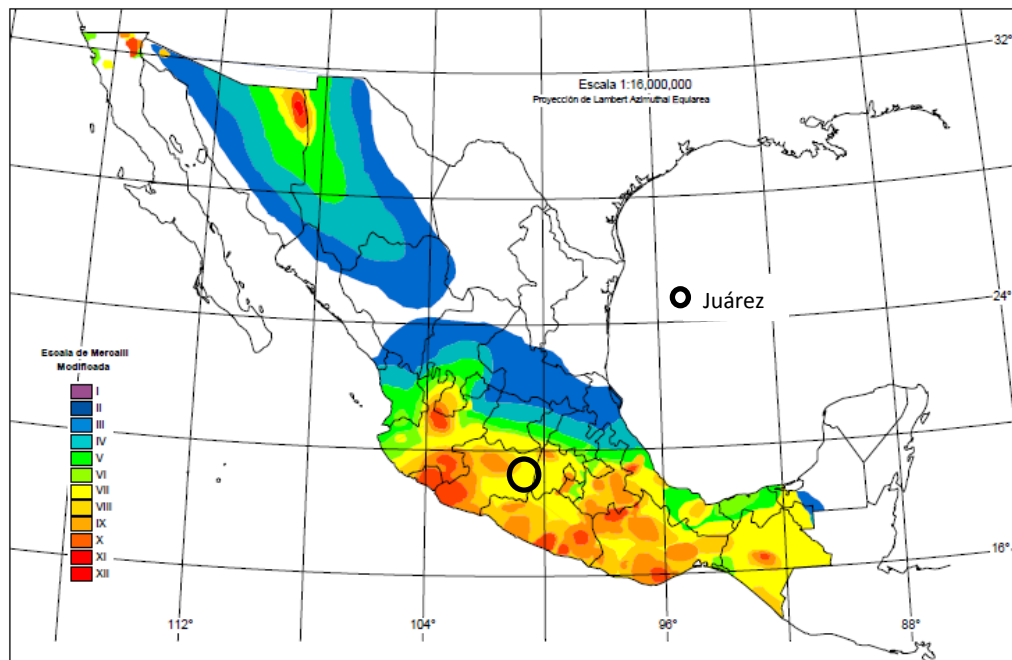
Mapa 20.- Regionalización sísmica de la República Mexicana  
Fuente: CENAPRED (2001)

Según la CFE, el municipio de Juárez se ubica en una zona de peligro C (mediano), zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.



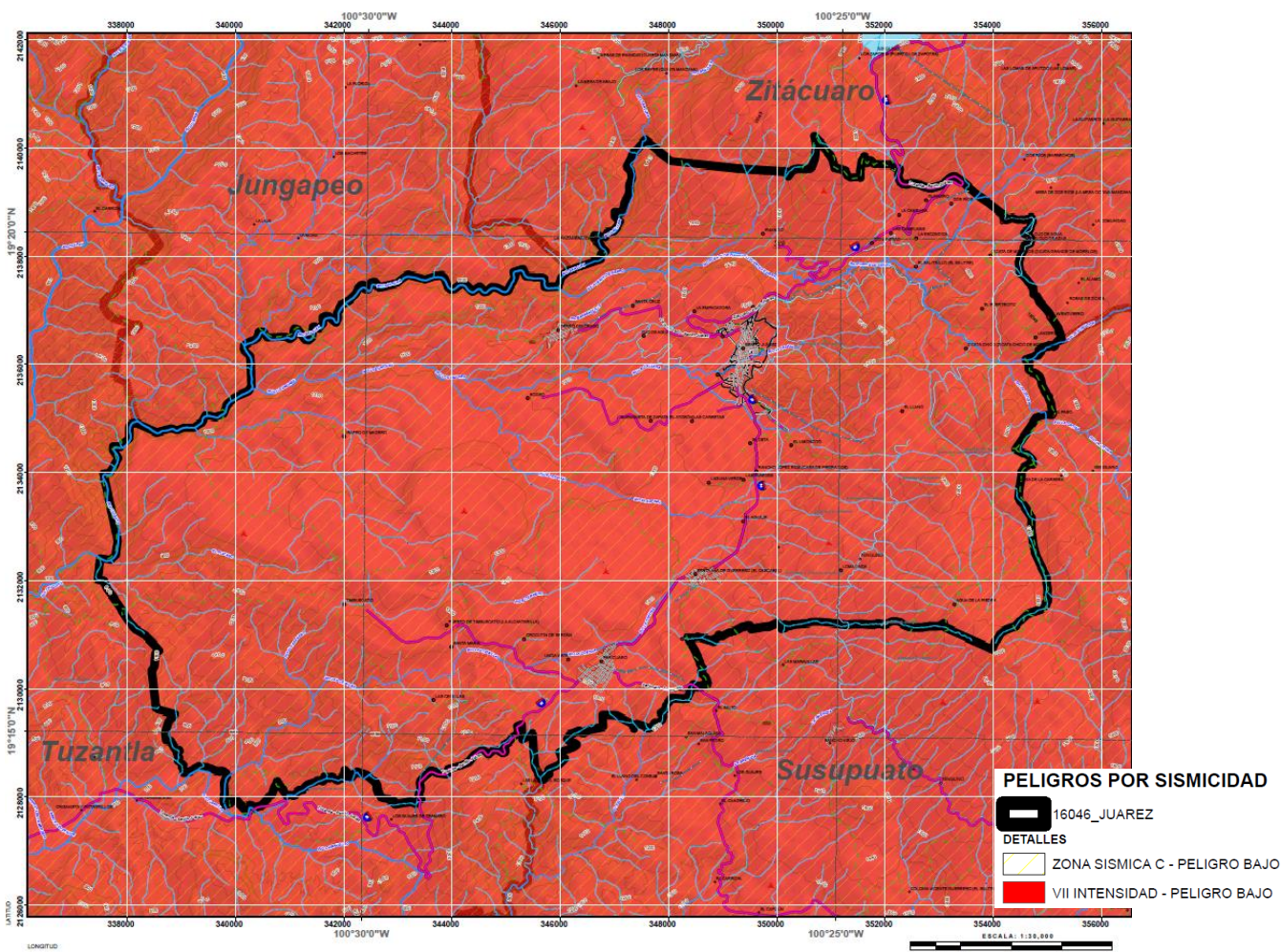
Mapa 21.- Regionalización sísmica de la República Mexicana, detalle de localización del municipio de Juárez  
Fuente: Elaboración propia en base a mapa de regionalización sísmica de la República Mexicana, CENAPRED (2001)

En cuanto a la zonificación sísmica en escala de Mercalli, Juárez se encuentra en la región de sismos con grado VII, que según el cuadro de intensidades sísmicas de Mercalli es considerado como “muy fuerte”, y al presentarse un sismo pararse es dificultoso y hay daños en muebles, se presentan daños insignificantes en estructuras de buen estado y construcción, daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas y daños considerables en las estructuras pobremente construidas, además de ser perceptible por personas en vehículos en movimiento. Esta zona cubre la totalidad del municipio.



Mapa 22.- Global de Intensidades sísmicas de Mercalli. Fuente: CENAPRED.

En el mapa que se muestra a continuación se muestran las características locales de sismicidad en cuanto a escala de Mercalli y la regionalización de CFE antes mencionadas.



Mapa 23.- Elaboración propia en base a datos de CFE y CENAPRED. Características de la sismicidad local. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

Para tener conocimiento sobre este fenómeno en el municipio de Juárez, se realizaron entrevistas a la población y a las autoridades, teniendo como resultado el desconocimiento de afectaciones por parte de los habitantes. En consulta de los registros del Sistema Sismológico Nacional, en la historia sísmica de Michoacán solo hace referencia al sismo del 19 de septiembre de 1985 el cual fue clasificado como asísmico ya que no había ocurrido algo así desde 1800. Es decir durante más de 180 años este fenómeno tenía un carácter peculiar, pues en otras regiones al sur de México los períodos de recurrencia para sismos característicos son del orden de 32 a 56 años.

De 2006 a la fecha no se ha registrado ningún sismo con epicentro en el municipio de Juárez según registros del Sistema Sismológico Nacional; sin embargo, en las cercanías se han registrado sismos de baja intensidad que no han llegado a afectar el municipio en sí, como es el caso del sismo registrado el 10 de diciembre de 2011, con magnitud 6.5 en escala de Richter, con epicentro a 49 kilómetros al noroeste de Zumpango del Río, Guerrero, con una profundidad de 68 kilómetros y una duración de 47 segundos.

#### Indicadores de vulnerabilidad

Los indicadores físicos de vulnerabilidad se determinan por la calidad que presentan en los inmuebles, que en el caso de Juárez es tabique, concreto, y algunas de lámina galvanizada. Tener conocimiento de esta situación ayuda a prever cómo resultarán afectadas estructuralmente las



viviendas en caso de presentarse el fenómeno perturbador sismos, que para el caso del municipio de Juárez se presenta una vulnerabilidad media en cuanto a daños en la vivienda. El sismo registrado el 10 de diciembre de 2010 no tuvo consecuencias estructurales en las viviendas en ninguna de sus localidades.

La vulnerabilidad social se basa en parte en los indicadores de CONEVAL, que para el municipio de Juárez son los siguientes: se tiene una población total de 13,604 habitantes, de los que el 15.46% de la población de 15 años o más es analfabeta, 6.87% de la población de 6 a 14 años no asiste a la escuela, 62.82% con 15 años y más tienen educación básica incompleta y 55.07% de la población no posee derechohabiencia a la salud. En base a esta información se puede deducir el alto grado de vulnerabilidad que presenta la población, por no tener conocimiento ni información necesarias para enfrentar el fenómeno.

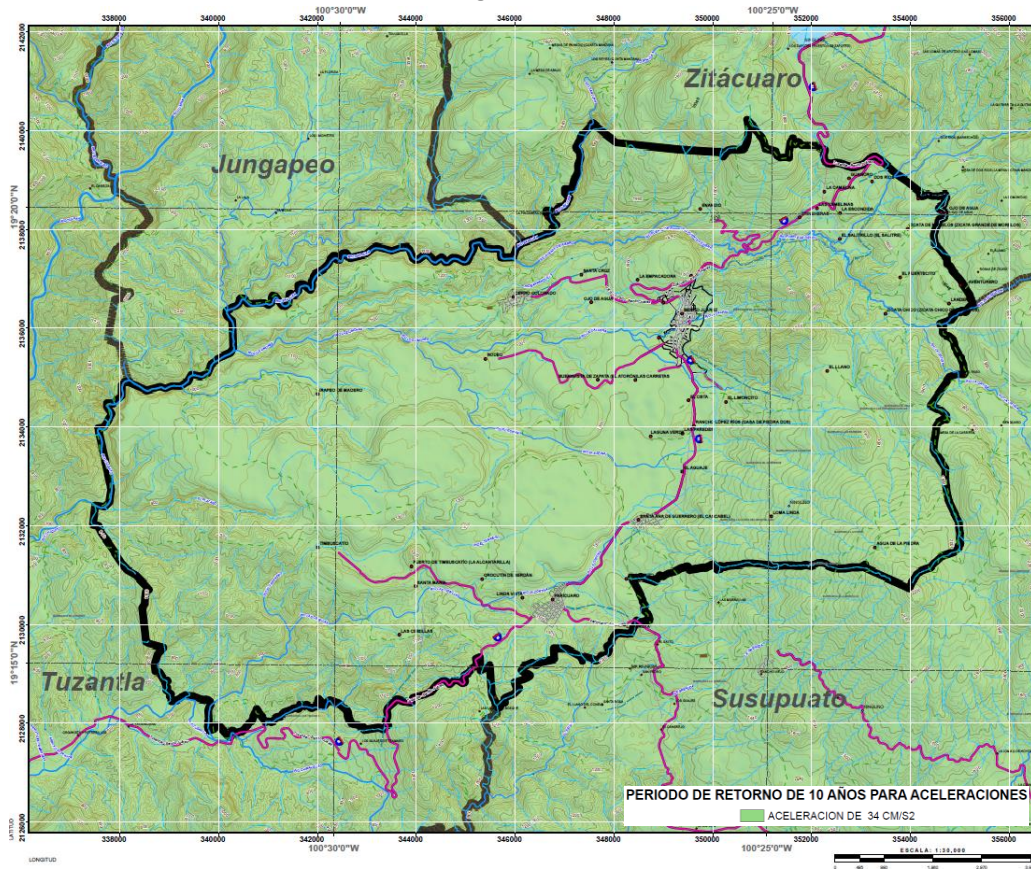
Nivel 2, Metodología. Sistema Geológico, subsistema Sismos.

Para el segundo nivel de metodología en el estudio de los sismos para el municipio de Juárez, es necesario analizar la aceleración para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

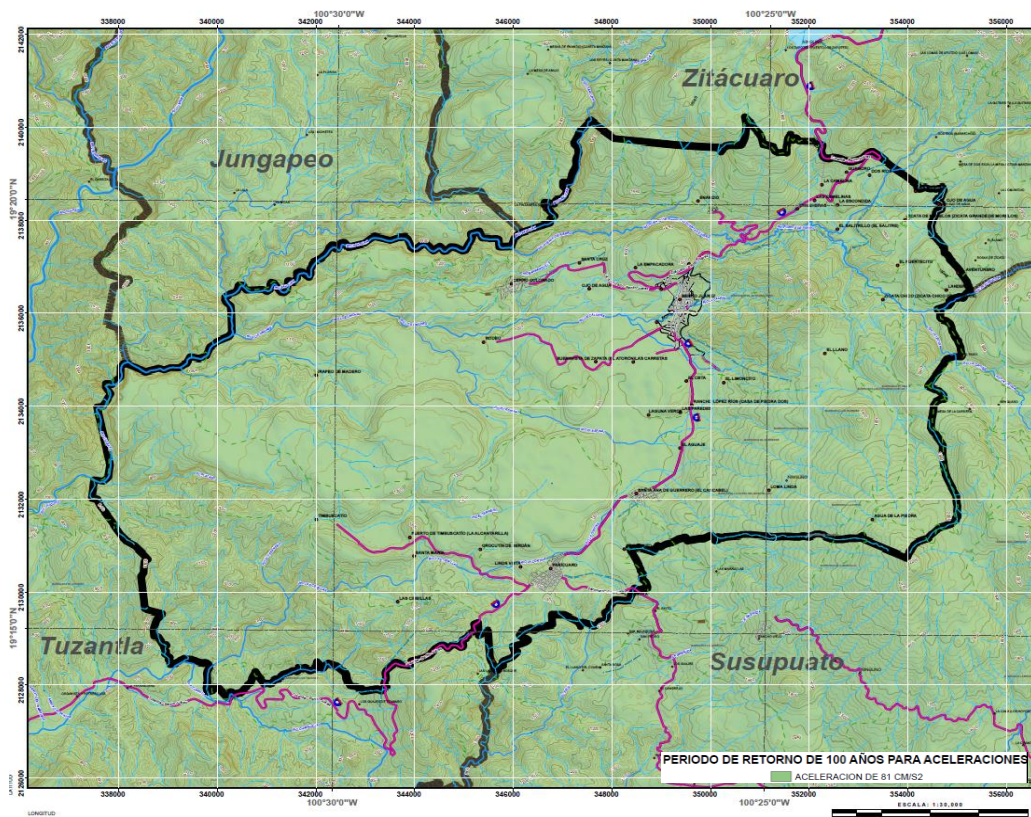
El periodo de retorno puede ser definido como el tiempo medio entre sucesos sísmicos de iguales características, y los periodos de 10, 100 y 500 años se establecen en función de la vida útil de la gran mayoría de las construcciones.

En los mapas se muestran aceleraciones máximas para terreno firme para un periodo de retorno dado, obtenidos del Programa Peligro Sísmico en México (PSM, 1996), que constituyen un sistema de información cuantitativa, sobre el peligro sísmico en la República Mexicana.

En el mapa de Periodo de Retorno de 10 años, se observa que el municipio de Juárez se encuentra en una zona de aceleración  $34 \text{ cm/s}^2$ , mientras que en un periodo de 100 años pasa a una zona de aceleración  $81 \text{ cm/s}^2$ , y para periodo de retorno de 500 años pasa a  $135 \text{ cm/s}^2$ .

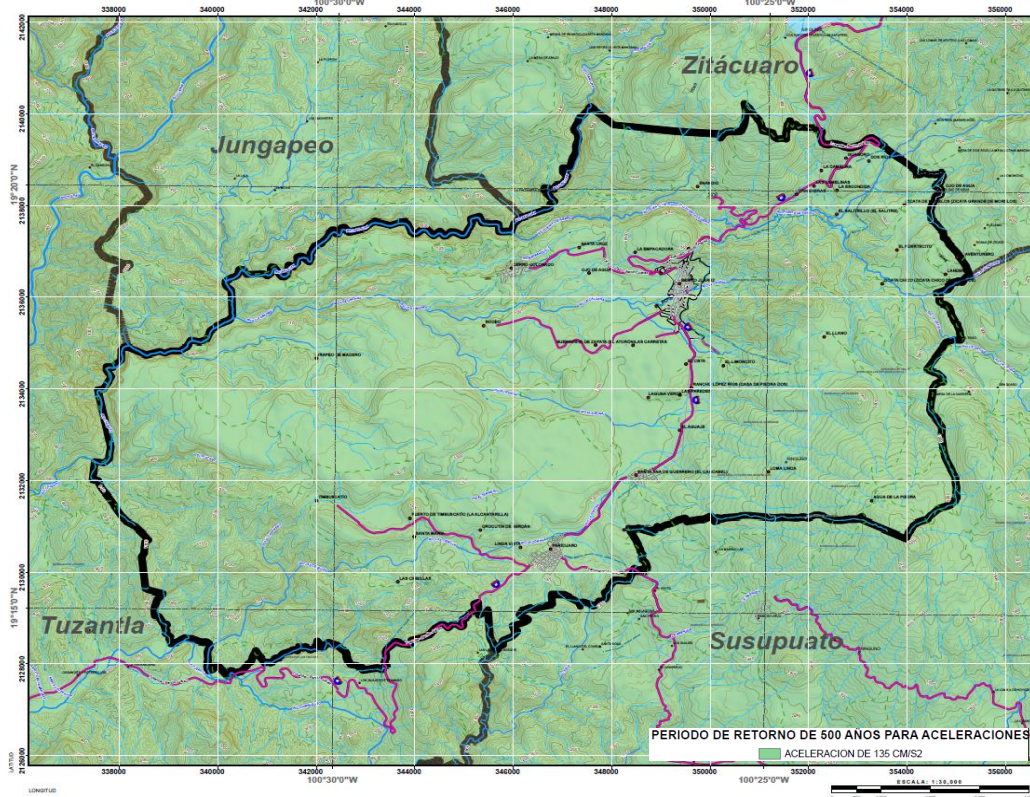


Mapa 24.- Periodo de retorno de sismos en México de 10 años. Fuente: Elaboración propia en base al Programa Peligro Sísmico en México (PSM, 1996)



Mapa 25.- Periodo de retorno de sismos en México de 100 años. Fuente: Elaboración propia en base al Programa Peligro Sísmico en México (PSM, 1996)

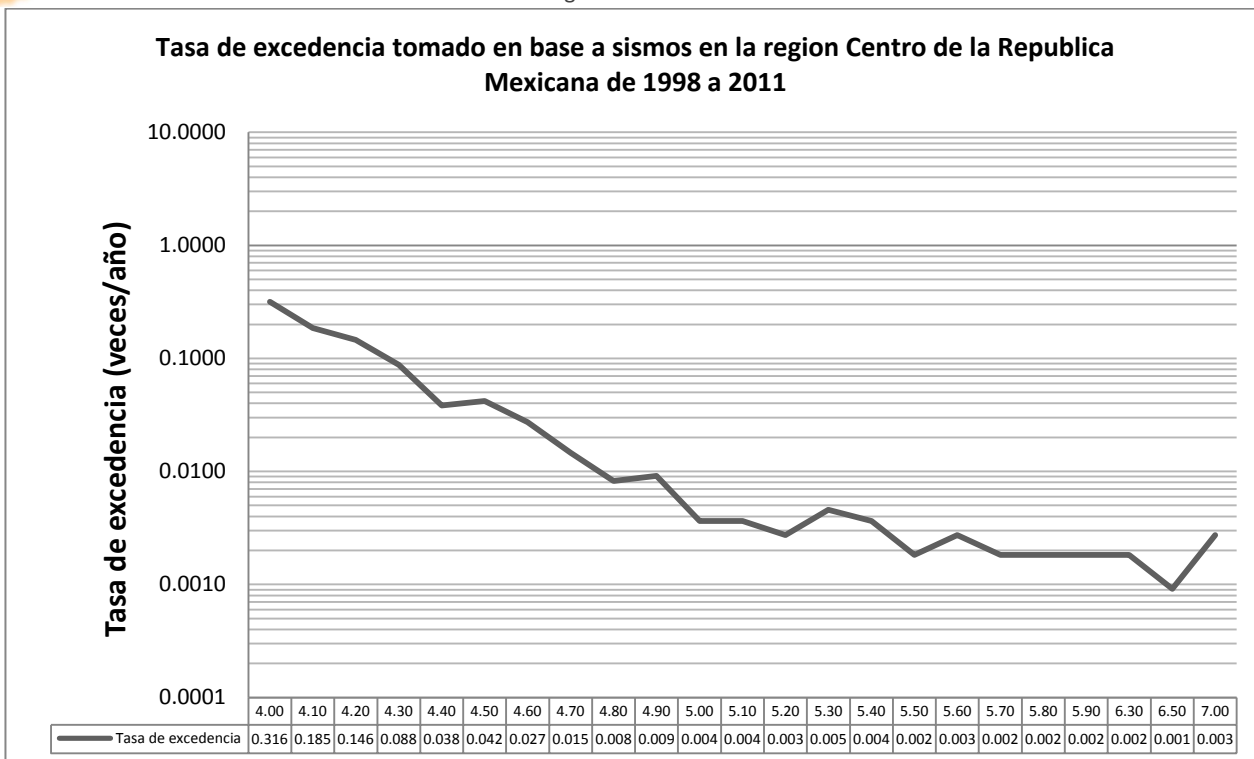




Mapa 26.- Periodo de retorno de sismos en México de 500 años. Fuente: Elaboración propia en base al Programa Peligro Sísmico en México (PSM, 1996)

Se tiene conocimiento que para los tipos constructivos que predominan en el país y en el municipio de Juárez, a partir de un nivel de excitación del terreno igual o mayor al 15% de g (una aceleración de 150 cm/s<sup>2</sup> (gal) o mayor) se puede presentar daños, de algún tipo, en las construcciones. Por la ubicación del municipio y tomando como referencia los mapas de retornos de 10, 100 y 500 años elaborados por el Programa de Peligro Sísmico en México (PPSM, 1996), Juárez se encuentra en un rango de aceleración donde los daños posibles que pudieran causar un sismo son mínimos.

De tal manera es que el municipio de Juárez se localiza en la escala de Mercalli con una intensidad VII, y con un máximo de aceleración para un periodo de retorno de 500 años de 135 cm/s<sup>2</sup>. Con una tasa de excedencia para sismos mayores a una magnitud de 5 grados en la escala de Richter por debajo de 0.01 veces/año.



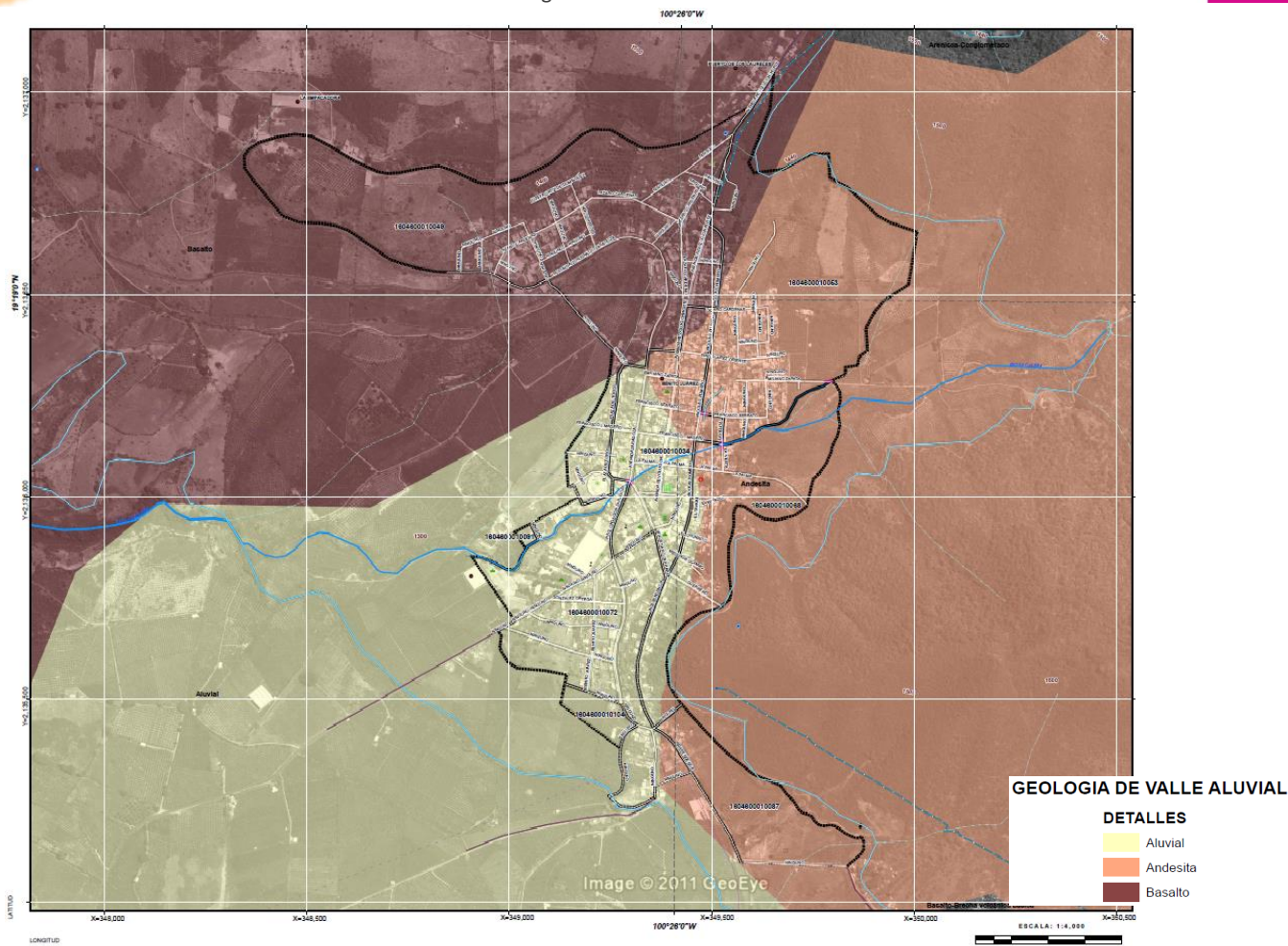
**Nivel 3, Metodología. Sistema Geológico, subsistema Sismos.**

La ubicación del municipio de Juárez en cuanto los estudios realizados con referencia a la intensidad (Escala de Mercalli), periodos de retornos (10, 100, 500 años) y la tasa de excedencia, muestran que el municipio se encuentra por debajo de las aceleraciones de 15% de g, que son en México un parámetro en cuanto a daños en las estructuras por los tipos constructivos.

Dado que los tipos constructivos en el municipio de Juárez son de concreto armado, muros de ladrillo, losas macizas y las aceleraciones dentro del territorio del municipio están por debajo de 15% de g; se puede definir que la población de Juárez no se encuentra expuesta a los efectos de los sismos directamente. Sin embargo si son un factor para el estudio de otros fenómenos como lo son deslizamientos y derrumbes.

**Nivel 4, Metodología. Sistema Geológico, subsistema Sismos.**

Para determinar la presencia de valles aluviales se hace un análisis geológico, ya que en terrenos con estas características se presenta el llamado “efecto de sitio” donde la respuesta sísmica es significativamente distinta en amplitud, duración o contenido de frecuencia de un área relativamente reducida con respecto al entorno regional, es decir se llegan a observar intensidades sísmicas notablemente distintas y bien localizadas sin que haya una correlación.



Mapa 27.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Geología de Valles Aluviales. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

La localidad de Benito Juárez, cabecera municipal, se encuentra ubicada en la parte noreste del municipio de Juárez; se encuentra asentada parte de la localidad sobre suelo de tipo aluvial, el cual es generado por el arrastre de materiales formados por corrientes de agua fluvial.

Benito Juárez se localiza de acuerdo al Mapa de Sismicidad Local de Juárez en un rango de intensidad de Mercalli VII y en una zona sísmica de acuerdo a CENAPRED ponderada como “C”, las cuales son consideradas como zonas intermedias.

En base a la realización de un estudio de suelo y roca de manera general, se determinó la geología superficial de la localidad; por medio del uso de cartografía, de manera que se obtuvieron los siguientes resultados.

En base al análisis de cartografía de la zona, se localizaron tres tipos principales de suelos y roca: aluvial, andesita y basalto, cada uno de ellos con variaciones en su composición. En la siguiente tabla se muestran las características de estas rocas que conforman el suelo de la localidad de Benito Juárez.

Tipo	Clasificación de roca	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	Resistencia a la compresión simple (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (Tm/m <sup>3</sup> )	Descripción	Huella y sonido
Aluvial	Sedimentaria de grano fino	4 - 320	80 - 2.000	1.6 a 2.9	Media	El material no se deshace con la navaja. La muestra sostenida en la mano se rompe con un golpe de martillo.

Tipo	Clasificación de roca	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	Resistencia a la compresión simple (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (Tm/m <sup>3</sup> )	Descripción	Huella y sonido
Andesita	Ígnea ácida de grano fino	40 - 320	1.500 - 2.500	2.5 a 2.8	Moderadamente dura	La muestra se rompe con varios golpes de martillo.
Basalto	Ígnea básica de grano fino	15 - 420	2.000 - 4.000	2.7 a 2.8	Dura	La muestra depositada en el suelo se rompe con un golpe.

Cuadro 28.- Características de las rocas que conforman el suelo en Benito Juárez. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

De esta manera, la capacidad de carga del suelo se dará en función de la compacidad relativa del suelo, su clasificación y su correlación con el número de golpes, generándose una diferente capacidad de carga para cada uno.

Tipo de roca	Capacidad de carga	Modificación de resistencia en presencia de agua	Compactibilidad	Alterabilidad potencial	Observaciones
Sedimentaria de grano fino	Alta	Media a baja	Media a fácil	Media	Suelen ser peligrosas se presentan en capas alternadas con arcilla o si se tienen poca cohesión.
Ígnea ácida de grano fino	Muy alta	Nula	Difícil	Muy baja	Hay que eliminar zonas meteorizadas
Ígnea básica de grano fino	Muy alta	Nula	Difícil	Muy baja	Hay que eliminar zonas meteorizadas

Cuadro 29.- Capacidad de carga de las rocas que conforman el suelo en Benito Juárez. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

En lo que respecta al estudio de licuación de arenas para la zona afectable en Benito Juárez, se revisa primeramente bibliografía, para lo que se utilizan el método de Kishida (1969) y los métodos de Ohsaki (1970).

En sus métodos, Kishida propuso que para la ocurrencia de licuación del suelo ante sismos de magnitud  $M_T 7$  es requerido el cumplimiento de condiciones específicas en el suelo como:

- Un nivel freático cercano a la superficie.
- Las características granulométricas satisfacen las siguientes relaciones:  $2 \text{ mm} > D_{50} > 0,074 \text{ mm}$ .  $C_u < 10$  Siendo  $D_{60}$  y  $D_{10}$  los tamaños efectivos que dejan pasar, respectivamente, el 60 y el 10 % en peso, de las partículas.
- El espesor del estrato de suelo no licuable, arriba del licuable, es menor que 8 m.
- La presión efectiva de confinamiento ( $U_c$ ) es menor que  $2 \text{ Kg/cm}^2$ .
- La compacidad relativa ( $Cr$ ) es menor que el 75 %.
- Para la profundidad considerada, el número de golpes ( $N$ ) de la prueba de penetración estándar (SPT), es menor que el valor límite dado por la Figura 11.

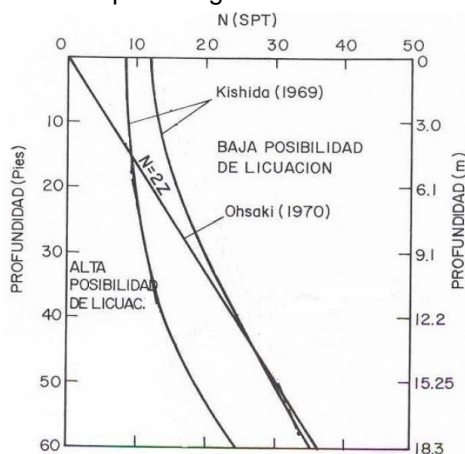


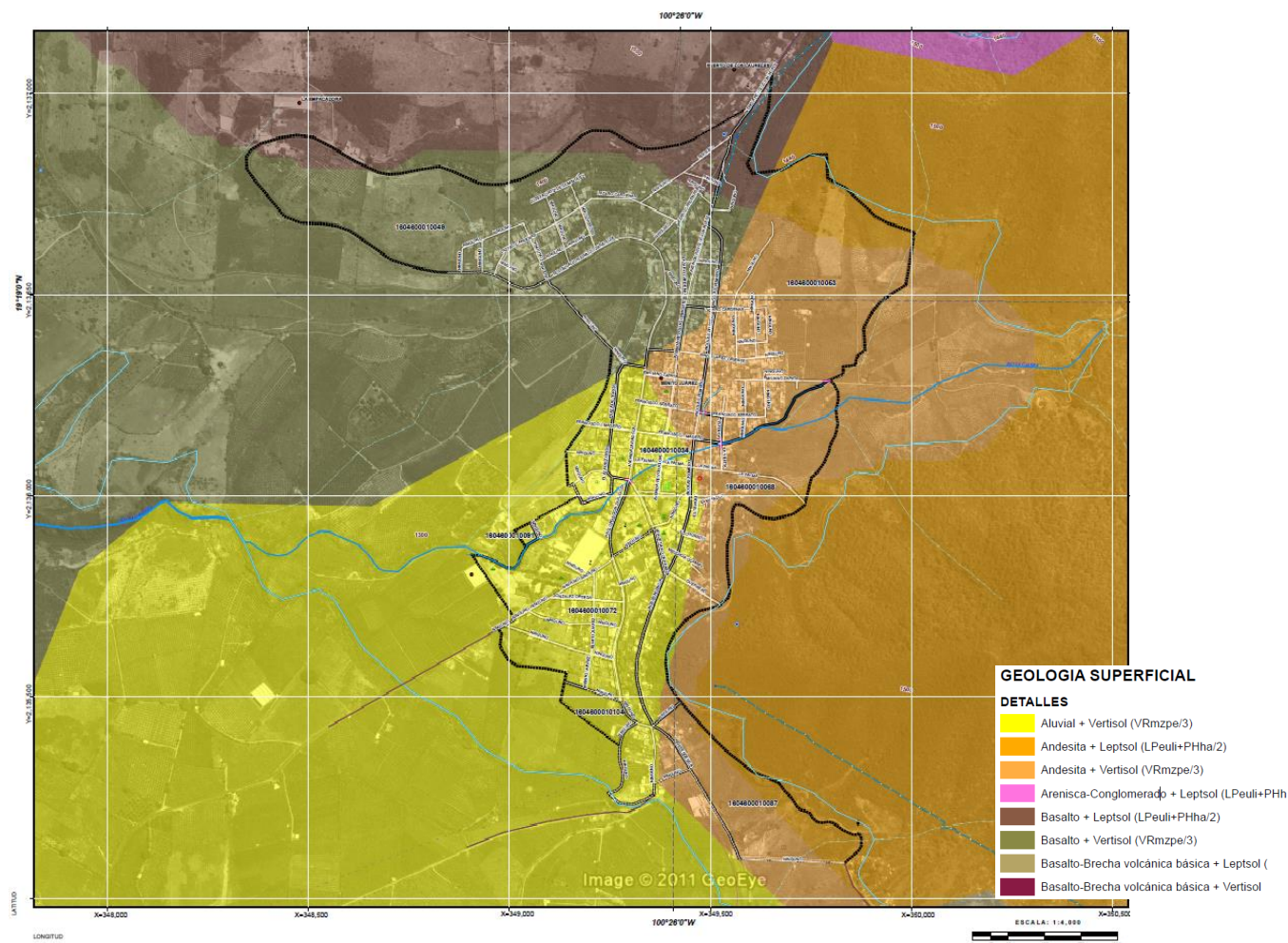
Figura 11.- Relación entre la potencial de licuación y los valores de NSPT para diferentes profundidades Z (m). Fuente: Enríquez (2007)

De la misma manera, Ohsaki consideraba que los suelos se licuan bajo las siguientes condiciones:

- El nivel freático está cerca de la superficie.
- Las características granulométricas satisfacen las siguientes relaciones:  $2 \text{ mm} < D_{60} < 0,2 \text{ mm}$
- $D_{10} < 0,1 \text{ mm}$  Siendo  $D_{60}$  y  $D_{10}$  los tamaños efectivos que dejan pasar, respectivamente, el 60 y el 10 % en peso, de las partículas.
- El número de golpes en la prueba de penetración estándar (NSPT) es menor que dos veces la profundidad  $z$  expresada en metros.

Con el previo estudio de las metodologías para la aparición del fenómeno licuación de arenas, se puede definir que no se tiene presencia del mismo ya que en campo se no tiene registro; de igual manera el suelo que se estudia no cumple con las condiciones que menciona Kishida y Ohsaki.

Para la determinación de la geología superficial de la localidad se utilizó la información obtenida de la cartografía de geología regional y edafología obteniendo el mapa que se muestra a continuación.



Mapa 28.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Geología superficial de Benito Juárez. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

La geología superficial se compone principalmente por la litología Aluvial, Andesita, Arenisca y Basalto; con una mezcla de Vertisol, Leptosol.

El Vertisol es aquel suelo en donde hay un alto contenido de arcilla expansiva que forma profundas grietas en las estaciones secas, o en años. Las expansiones y contracciones alternativas causan *auto-mulching*, donde el material del suelo se mezcla consistentemente entre sí. Su presencia en terrenos aluviales promueve su contracción y expansión según la cantidad de agua que reciban, pudiendo causar daños en viviendas e infraestructura.

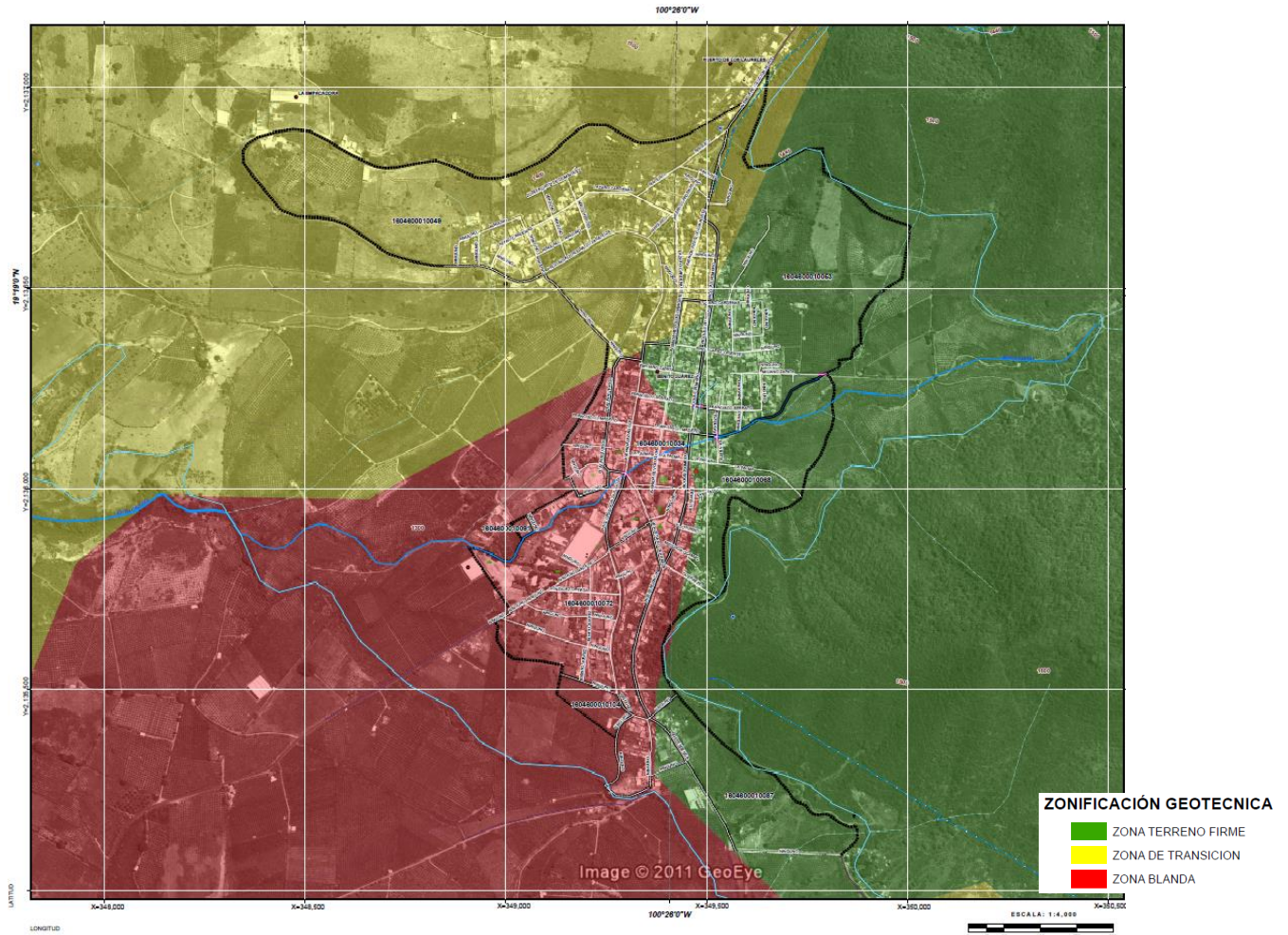
El Leptosol se caracteriza por su escasa profundidad, y tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Estas características pueden dar solidez al suelo, haciéndolo más apto para emplazar construcciones.

Con el análisis de las características del suelo según la cartografía empleada se determinaron la zona blanda, zona de transición y la zona firme, que con respecto a la geología del lugar se elabora la siguiente tabla:

Geología	Zona
Aluvial + Vertisol	Zona blanda
Basalto + Vertisol	Zona de transición
Basalto-Brecha volcánica básica + Vertisol	Zona de transición
Andesita + Leptosol	Terreno firme
Andesita + Vertisol	Terreno firme

Cuadro 31.- Determinación de zonas de acuerdo a la SUCS. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V

De esta tabla se desprende un mapa de zonificación geotécnica, en el que se denotan las zona blanda, zona de transición y terreno firme. La zona blanda se encuentra en la parte suroeste de la localidad de Benito Juárez, la zona de transición en la parte norte-noroeste, mientras que la zona de tierra firme se localiza en la parte este de la localidad.



Mapa 29.- Elaboración propia en base a datos del INEGI, Cartas geológicas. Zonificación geotécnica. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

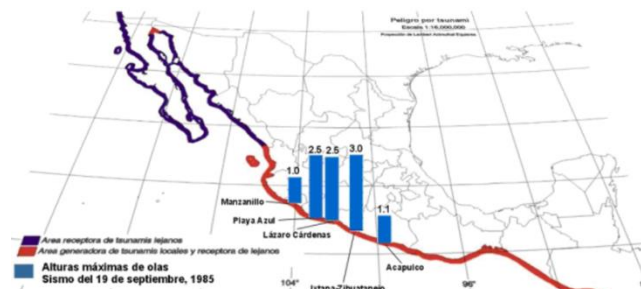
### 5.1.3. Tsunamis o maremotos

Los tsunamis, también conocidos como maremotos, constituyen amenazas grandes particularmente para poblaciones e instalaciones costeras. Los más peligrosos para nuestro país son los que se originan como consecuencia de sismos de gran magnitud cuyo epicentro se encuentra a pocos kilómetros de la costa, en el océano Pacífico.

El investigador experto en tsunami, Diego Arcas, investigador de la Agencia de Océanos y de la Atmósfera de Estados Unidos, explicó que 15 minutos después del terremoto ocurrido el 19 de septiembre de 1985 procedió el tsunami en las costas de Zihuatanejo y Lázaro Cárdenas. El fenómeno, dijo, ha sido uno de los más grandes registrados en los últimos 100 años en el Océano Pacífico, la cual es una zona de riesgo porque hay límites de placas tectónicas en el fondo oceánico que se encuentran a unos kilómetros de la costa y generan sismos que provocan tsunamis.

Nivel 1, Metodología. Sistema Geológico, subsistema Tsunamis o maremotos.

En base a la información obtenida y dada la localización del municipio de Juárez en la parte noreste del estado de Michoacán, se encuentra fuera del alcance del fenómeno Tsunami, lo cual no genera ningún riesgo hacia el municipio de Juárez.



Mapa 30. Altura máxima de las olas e incidencia del fenómeno tsunami. Fuente: SSM

### 5.1.4. Vulcanismo

Los volcanes son aberturas de la tierra generalmente en forma de montaña, algunos se forman por la acumulación de materiales emitidos por varias erupciones a lo largo del tiempo geológico llamados poligenéticos o volcanes centrales, otro tipo de volcanes que nacen, desarrollan una erupción que puede durar varios años y se extinguen sin volver a tener actividad, en lugar de ocurrir otra erupción en ese volcán puede nacer otro volcán similar en la misma región; a este tipo de volcán se le llama volcán monogénético y es muy abundante en México.

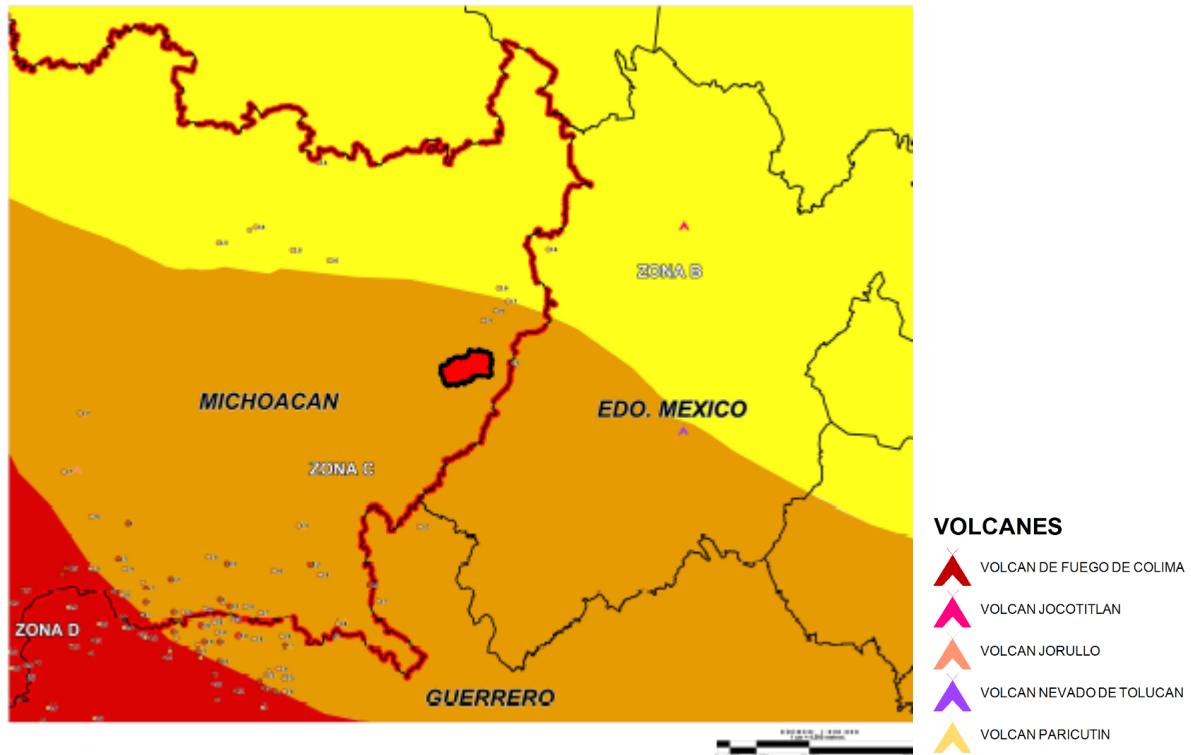
Los volcanes activos se distribuyen por diferentes regiones de México, particularmente en una faja central que se extiende desde Nayarit hasta Veracruz. La actividad volcánica puede tener efectos destructivos, pero también benéficos. Las tierras de origen volcánico son fértiles por lo general altas, de buen clima, y ello explica el crecimiento de los centros de población en esos sitios. Los habitantes de esas regiones deben adquirir entonces una percepción clara de los beneficios y riesgos que conlleva vivir allí.

Nivel 1, Metodología. Sistema Geológico, subsistema Vulcanismo.

En el aspecto volcánico, el municipio de Juárez se ve reflejado en su topografía y litología por la actividad que hubo durante la formación de dos fisiografías sobresalientes de la República, la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico, y que porcentualmente en extensión territorial del Municipio corresponde a un 97.64% de la SMS (Sierra Madre del Sur) y 2.35% ENV (Eje Neovolcánico), donde se desarrolla el campo volcánico Michoacán-Guanajuato que presenta centros monogénéticos y pequeños volcanes escudo.

## Indicadores de vulnerabilidad

Actualmente no se encuentra ningún volcán activo o de riesgo, en la zona del municipio de Juárez, sí se observan estructuras volcánicas, flujos de derrames, flujos piroclásticos, que son evidencia de que en algún momento hubo esta actividad. Los volcanes mas cercanos a los limites del municipio son el Jorullo, Nevado de Toluca, Jocotitlan, Paricutín y el volcán de Colima; siendo el ultimo el único que de acuerdo al servicio geológico mexicano se encuentra en actividad. La distancia a el volcán de Colima es de 329km por lo que se encuentra los limites de un daño directo por la explosión volcánica. Otras evidencias de actividad ígnea como manantiales calientes no se observan en la región.



Mapa 31.- Elaboración propia en base a datos del SGM. Vulcanismo.

### 5.1.5. Deslizamientos

Los deslizamientos son un movimiento de masa de tierra, provocados por la inestabilidad de un talud, se produce cuando una masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza.

Es importante considerar los temas de deforestación, erosión, degradación y abandono de suelos de cultivo, así como la presencia de agua superficial, subterránea y los desechos de aguas negras y drenajes sin tubería o superficiales, que de alguna manera contribuyen a la generación de deslizamientos.

En el campo, se observan principalmente como grandes cantidades de material desplazado hacia la parte baja en forma de montículos, quedando una sucesión de relieves cóncavos y convexos, con algunas terrazas producto de los deslizamientos secuenciales.

De acuerdo a Patricia de Jesús Alarcón Chaires, investigadora de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana, a partir del 2000 se han presentado al menos 10 deslaves, situando la entidad dentro de los 5 estados con mayor amenaza, esto por su actividad sísmica. Estos deslaves han dejado al menos 50 muertes en los últimos 10 años.



La situación que presenta el estado crea un foco de alerta en el análisis de este fenómeno, pues la actividad sísmica que se presenta en el municipio y su geomorfología es idónea para la incidencia de estos sucesos.

Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Geológico, subsistema Deslizamientos.

Posterior a un recorrido de campo, se observaron indicios de deslizamientos en la localidad de Guanoro, situada al norte del municipio, sobre suelo tipo Leptosol. Es importante analizar el suelo sobre el que está asentada la población, con el fin de prever la aparición de este fenómeno; de esta manera, las zonas urbanas del municipio están asentadas sobre suelos de tipo vertisol, que posee un alto contenido de arcilla expansiva poco favorable para los asentamientos humanos, debido a que la contracción y expansión de las arcillas del vertisol dañan construcciones y carreteras.

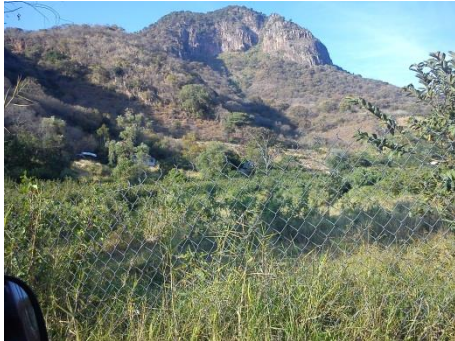


Foto 7. Deslizamiento en el cerro El Epazote, en la comunidad de Guanoro.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 8. Formación de pequeñas terrazas y acumulación de rocas al pie de las superficies afectadas por deslizamiento, sobre la carretera federal 51 en su paso por Guanoro.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



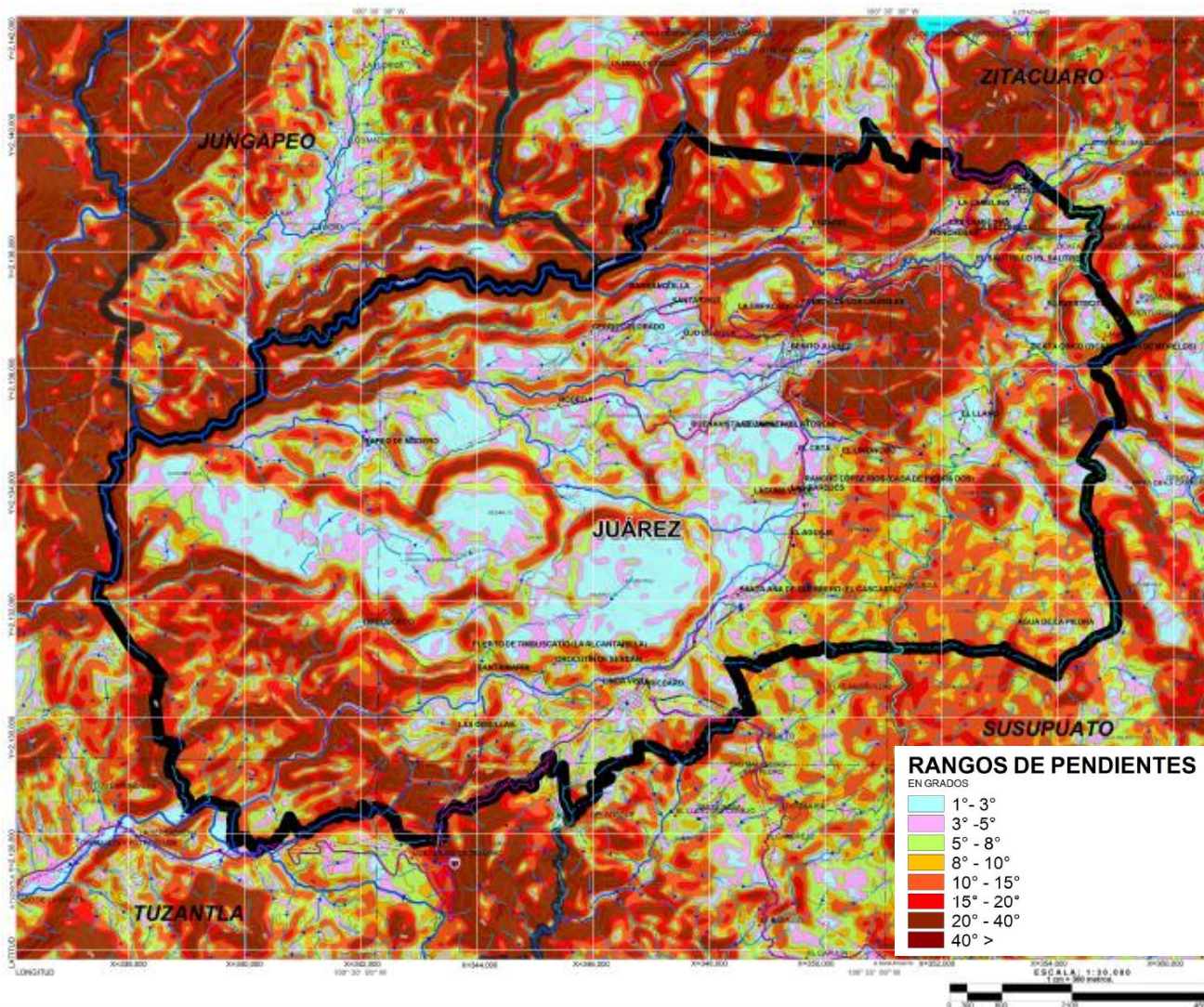
### Indicadores de vulnerabilidad

La vulnerabilidad física se deduce a partir de la observación de los sistemas constructivos de las viviendas, así como el suelo en el que se encuentran asentadas y el comportamiento que pueda mostrar ante otros fenómenos que afecten al municipio, como pueden ser sismos, erosión y lluvias. En este sentido, el municipio de Juárez se torna vulnerable a padecer deslizamientos en las laderas de las montañas, los cuales se verían provocados por el excedente de agua pluvial. Para el caso de la localidad de Guanoro, la zona norte de la localidad es la que se presenta con mayor vulnerabilidad, pues se observa una vivienda en las faldas de la zona que muestra indicios de deslizamientos, así como la presencia de un establo que igualmente resultaría afectado en caso de que el deslizamiento progresara.

Una herramienta para evaluar la vulnerabilidad social son los indicadores de rezago social que presenta la población, en base a los datos de CONEVAL, que como se mencionó anteriormente presenta un índice de rezago social de -0.38162 y un grado de rezago social bajo. Cabe señalar que se tiene un alto índice de analfabetismo, lo que hace a la población vulnerable ante la presencia sorpresiva de este fenómeno, pues al no tener la información y conocimiento necesarios puede resultar catastrófico.

Concretamente, la localidad de Guanoro se encuentra en un grado de rezago social muy bajo, y un índice de rezago social de -1.049041. La población total hasta el censo de población del INEGI del año 2010 es de 389 habitantes, de los que un 15.71% de la población de 15 años y más es analfabeta, 55% no concluyó la educación básica y todos los menores de 6 a 14 años asisten a la escuela; se tiene también que un 50.13% de los habitantes de Guanoro no cuenta con servicios de derechohabencia a la salud. Con esta información se concluye que la población de esta localidad es vulnerable ante la presencia de este fenómeno, pues no tiene información adecuada sobre el origen, desarrollo y consecuencias de los deslizamientos presentes en la zona.

Nivel 2, Metodología. Sistema perturbador Geológico, subsistema Deslizamientos.



Mapa 32. Mapa de pendientes del municipio de Juárez. Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI.

Después de analizar el mapa de pendientes, se observa que el rango máximo que se tiene en el municipio va de los 20° a los 40°, localizándose las pendientes más inclinadas en los sistemas montañosos de las localidades de Enandio, Benito Juárez y Guanoro, en la parte noroeste del municipio, así como la parte suroeste del municipio, en donde no se encuentran asentamiento humanos.

Los cerros localizados en la parte noroeste, y sus características edafológicas, litológicas y geomorfológicas son:

Localidad	Cerro	Edafología	Litología	Geomorfología
Benito Juárez	El Guaje	LP Leptosol	Ts (A) Andesita	1,500 – 2,000 msnm
	Los Amoles	LP Leptosol	Ts (A) Andesita	1,500 – 2,000 msnm
	El Moledor	LP Leptosol	Ts (A) Andesita	2,000 – 2,500 msnm
	La Cruz	LP Leptosol	Ts (A) Andesita	1,500 – 2,000 msnm
	Las Cebollas	LP Leptosol	Q (B) Basalto	1,000 – 1,500 msnm
Enandio	El Maguey	PH Phaeozem (cima)	Ts (A) Andesita	1,500 – 2000 msnm
		LP Leptosol (pendiente)		
	Hoyas de Enandio	PH Phaeozem	Ts (A) Andesita	1,500 – 2000 msnm

Localidad	Cerro	Edafología	Litología	Geomorfología
		(cima) LP Leptosol (pendiente)		
	La Ocotera	PH Phaeozem (cima) LP Leptosol (pendiente)	Ts (A) Andesita	1,500 – 2000 msnm
	Las Cebollas	LP Leptosol	Q (B) Basalto	1,000 – 1,500 msnm
<b>Guanoro</b>	El Epazote	LP Leptosol	Ts (A) Andesita	2,000 – 2,500 msnm

Cuadro 32.- Características edafológicas, litológicas y geomorfológicas de las principales elevaciones de la parte nor-noreste del municipio de Juárez. Fuente: Elaboración propia en base a las cartas vectoriales: Edafología, INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto geología escala 1:250 000 Litología, INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto topográfico escala 1:50 000; Geomorfología, INEGI, Marco geoestadístico 2010 versión 5.0; Conjunto topográfico escala 1:50 000.

Se ha mencionado que los Leptosoles aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes, los Phaeozem ocupan áreas montañosas, colinas y cerros que tienen una densa cobertura vegetal, siendo fértil, rico en nutrimentos y se desarrolla en lugares bien drenados, lo que se observa en fotografías satelitales.

Sin embargo, por los rangos de pendiente que presentan estos cerros y la falta de espesor de los leptosoles conjugados con su escasa retención de agua y de nutrientes y tendencia a la erosión, se vuelven zonas susceptibles a deslizamientos en temporada de lluvias, que es cuando el caudal de los escurrimientos aumenta considerablemente, en base a estos factores se presenta inestabilidad en las laderas, confirmando así la vulnerabilidad de las localidades de Benito Juárez, Enandio y Guanoro ante el fenómeno deslizamientos.

Cabe mencionar, que actividades como la deforestación y la pérdida de vegetación son factores que favorecen la ocurrencia de este tipo de fenómeno. Estas actividades han tenido lugar en los cerros que rodean Benito Juárez, como se observa en los historiales de fotografías satelitales.



Foto 9. Imagen satelital en Febrero/2008 Fuente: Google Earth.

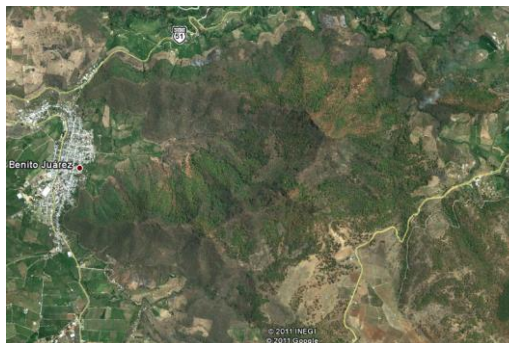


Foto 10. Imagen satelital en Mayo/2010 Fuente: Google Earth.

Se observa pérdida de vegetación principalmente en la zona interna de la formación montañosa, al este de la cabecera municipal, donde inicia el cambio en la pendiente con respecto a la planicie, lo que puede generar deslizamientos.

El mismo fenómeno se hace presente en las localidades de Enandio y Guanoro, siendo ésta última la que presenta un deslizamiento importante en el cerro El Epazote.

### 5.1.6. Derrumbes

Los derrumbes pueden ser definidos como el desplazamiento vertical de grandes masas de tierra, barro o piedra y generalmente sucede en zonas de suelos inestables, agudizándose la posibilidad de ocurrencia en épocas de lluvia. Los derrumbes de este tipo suelen ser muy violentos e implicar un gran nivel de peligro para aquellas personas o animales que se encuentren en las cercanías ya que el material que compone a las mismas se esparce de manera caótica y desordenada en la nueva superficie. Los sismos también pueden ser generadores de derrumbes. Existen muchos factores que contribuyen a la formación de los derrumbes, principalmente el clima, la topografía y el ser humano.

En México se tienen innumerables zonas de derrumbes, y por mencionar uno de los más sobresalientes se tiene el ocurrido la madrugada del día tres de junio del año 2000, donde se presentó un derrumbe súbito de roca en la cantera del cerro El Tortuguero, ubicado en el Municipio de Macuspana Tabasco<sup>3</sup>. Aunque la porción de la ladera colapsada fue relativamente reducida, este accidente afectó una superficie de siete hectáreas, donde se localiza el patio de maniobras de una empresa que se dedica a la explotación de roca caliza, para usarla en la fabricación de pavimentos.

En el estado de Michoacán los últimos derrumbes relevantes que trajeron como consecuencia pérdidas económicas y humanas se dieron durante el paso de la tormenta tropical Arlene en el pasado mes de julio del año 2011, afectando alrededor de siete mil habitantes del municipio de Aquila al dejarlas incomunicadas por al menos tres derrumbes que mantuvieron obstruida su principal vía de comunicación, la carretera federal número 200, que conecta a ese municipio de la costa michoacana con el puerto de Lázaro Cárdenas<sup>4</sup>.

Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Geológico, subsistema Derrumbes.

Producto de un recorrido en campo para verificar la presencia del fenómeno, se observó un derrumbe a un costado del entronque de la carretera Tuzantla-Timbuscatío, muy cerca de la localidad de Parícuaro en la zona de la cañada, el cual es provocado por el escurrimiento de aguas pluviales en la temporada de lluvias (mes de julio).



Foto 11. Derrumbe a pie de la carretera Tuzantla-Timbuscatío principalmente en temporada de lluvias, observándose fisuras en el escarpe. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 12. Desprendimiento de rocas de las partes altas, apareciendo como amontonamientos. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

El tramo carretero en el que se presentan episodios de derrumbes se encuentra sobre una pendiente de 8 a 10°. La cubierta vegetal se compone por árboles de baja altura y pastizales, sobre un tipo de suelo Leptosol, un suelo somero de espesor reducido que presenta afloramientos de roca basáltico-

<sup>3</sup> CENAPRED, Fascículo Laderas, 2da. Edición, México 2008.

<sup>4</sup> La Jornada Michoacán, artículo "Arlene causó derrumbes y cortes en la carretera de LC", Carlos Torres Oseguera, Julio 03-2011



andesítica en la mayor parte de su superficie, poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos, lo mejor es mantenerlos bajo bosque. La sismicidad es activa, catalogada como zona sísmica VII, que según el cuadro de intensidades sísmicas de Mercalli es considerado como “muy fuerte”, lo que puede llegar a provocar derrumbes de mayores magnitudes en caso de presentarse epicentro en la zona.

Existen viviendas cercanas a la zona de derrumbe, lo que indica vulnerabilidad de los habitantes hacia el fenómeno.

#### Indicadores de vulnerabilidad

El principal indicador físico de vulnerabilidad es la aparición de amontonamientos de roca aislada que ha caído desde ladera arriba, así como rocas fragmentadas o en forma de bloques en las partes altas como señal de que las rocas tienden a desprenderse, y rocas expuestas debido a las actividades antrópicas, las cuales tienden a desprenderse también.

Como indicador de vulnerabilidad social se tienen datos de la CONEVAL, los que indican que la localidad de Parícuaro, más cercana a la zona de derrumbes, cuenta con una población total de 2,284 habitantes, de los que casi la mitad de la población (49.82%) no cuenta con servicios de derechohabencia a la salud, 17.37% de la población de 15 años o más es analfabeta y 56.95% de las personas de 15 años y más no concluyó la educación básica. De estos datos se parte para definir que los habitantes de Parícuaro son vulnerables ante el fenómeno, pues no tienen conocimiento de su ocurrencia, y en caso de presentarse de manera súbita dentro del área poblada casi la mitad de los habitantes tendría problema para recibir atención médica.

Nivel 2, Metodología. Sistema perturbador Geológico, subsistema Derrumbes.

Para el caso de la localidad de Parícuaro, que es la que podría resultar afectada por derrumbes, se tienen rangos de pendientes que van de 1° - 3° y 3° - 5° en la parte central de la zona urbana, y del orden de 5° - 8° y 8° - 10° en zonas periféricas, aunque se presenta un cambio de pendiente en la parte oeste y noroeste, sobre el rango de los 10° - 15°, que aunque se encuentra fuera del área urbana de la localidad, podría afectar vías alternas de comunicación con la localidad de Orocutín y con el municipio de Tuzantla.

Para la determinación del factor de seguridad en la zona de riesgo ante flujos, es necesario conocer las características físico-mecánicas de los tipos de rocas presentes dentro de las localidades afectadas, así como las características geofísicas de las mismas.

Tipo de roca	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (Tm/m <sup>3</sup> )
Andesita	1,500 – 2,500	2.5 a 2.8

Cuadro 33.- Características físico-mecánicas de los tipos de rocas presentes en la zona vulnerable. Fuente: estudio Geotécnico

Con base en esta información, se observa que la andesita, se encuentra dentro de la descripción “Dura”, con una resistencia a la compresión simple de 1,000-2,500 kg/cm<sup>2</sup>, que en evaluaciones in situ de resistencia la muestra depositada en el suelo se rompe con un (1) golpe; Esta información se obtuvo según registros de la siguiente tabla:

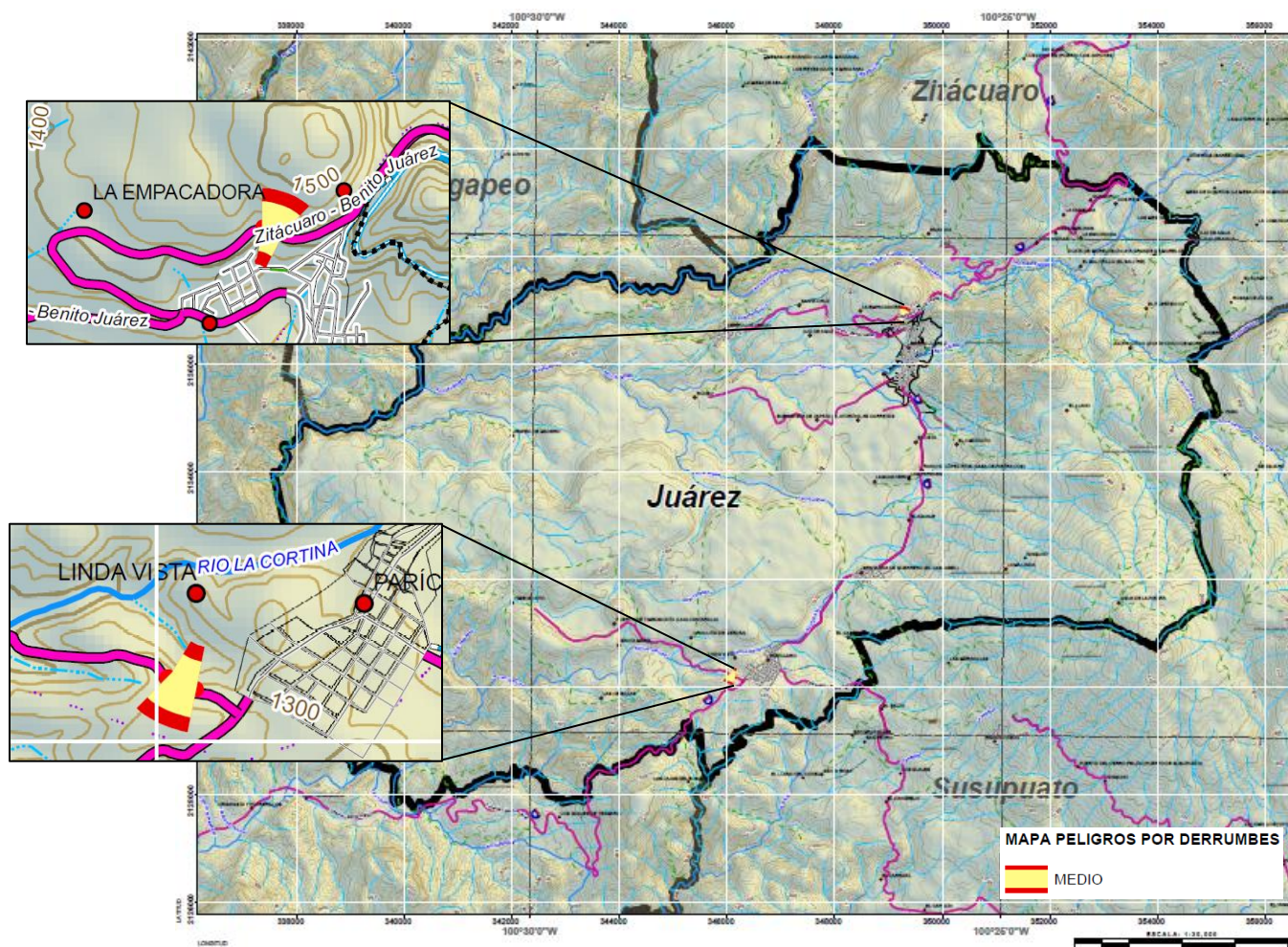
Descripción	Resistencia compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )	Huella y sonido
Muy blanda	10 – 15	El material se disgrega completamente con un golpe del pico del martillo y se deshace con navaja.
Blanda	50 – 250	El material se intenta de 1,5 a 3 mm con el pico del martillo y se deshace con la navaja.

Descripción	Resistencia compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )	Huella y sonido
Media	250 – 500	El material NO se deshace con la navaja. La muestra sostenida en la mano se rompe con UN (1) golpe de martillo.
Moderadamente dura	500 – 1,000	La muestra se rompe con VARIOS golpes de martillo.
Dura	1,000 – 2,500	La muestra depositada en el suelo se rompe con UN (1) golpe.
Muy dura	>2,500	La muestra se rompe con dificultad a golpes con el pico del martillo. Sonido MACIZO.

Cuadro 34.- Evaluación in situ de resistencia del material rocoso. Fuente: estudio Geotécnico

Al ser las rocas duras, no se tiene alto grado de peligro en cuanto al comportamiento de estas, pues por su composición y características difícilmente presentaría fracturas o desgajamientos de grandes magnitudes, a menos que se presentara un impacto fuerte sobre estas.

Para ponderar el peligro por derrumbes en el municipio de Juárez se analizan las zonas en las que se han registrado desprendimientos anteriores así como su composición en base al análisis anterior, teniendo como resultado el siguiente mapa de zonas de peligro, ponderando estas zonas con un peligro medio.



Mapa 33.- Peligro por derrumbes en el municipio de Juárez. Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI.

### 5.1.7. Flujos

Un flujo es el movimiento repentino de masa de suelo, arena, limo, arcilla y agua que fluye pendiente abajo, y cuando está asociado con actividad volcánica se conoce como lahar. El tema representa aquellas zonas en donde han ocurrido flujos de lodo saturados de agua, favorecidos por los cambios fuertes de pendiente en límites con las zonas de valles.

Los flujos se encuentran estrechamente relacionados con la morfología del territorio; sus pendientes y altimetrías son factor en este fenómeno pues aumentan el flujo y velocidad, así como fuerza del sistema perturbador. Los suelos con alta capacidad de retención de agua, genera una saturación provocando flujos de lodos.

De acuerdo con sus características, los flujos se clasifican en las siguientes categorías (CENAPRED, 2004):

- Flujos de lodo: Es una masa de tierra y agua que se desplaza a gran velocidad, y tiene material básicamente arcilloso.
- Flujos de tierra o suelo: Con características similares al anterior, aunque la textura del suelo es al menos de 50% de arena, limo y grava.
- Flujos o avalancha de detritos: Es un movimiento rápido donde se combinan suelos, fragmentos de rocas y vegetación entrampada.
- Creep: Es un movimiento muy lento, con poca diferenciación de las geoformas resultantes del flujo.
- Lahar: Flujo de origen volcánico, ya descrito en el apartado correspondiente.

Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Geológico, subsistema Flujos.

La geomorfología del municipio de Juárez se encuentra conformada principalmente por lomeríos, formados por montañas de poca altura, por lo cual se puede definir que las pendientes donde se ubican los asentamientos humanos no son pronunciadas, pues van de 1 a 15°; sin embargo, la localidad que resulta más afectada por flujos, principalmente de lodo y agua pluvial, es la cabecera municipal Benito Juárez, así como el tramo carretero en el que se encuentra el Puente de Fierro, entre la cabecera municipal y la localidad de Guanoro, sobre la carretera federal 51.

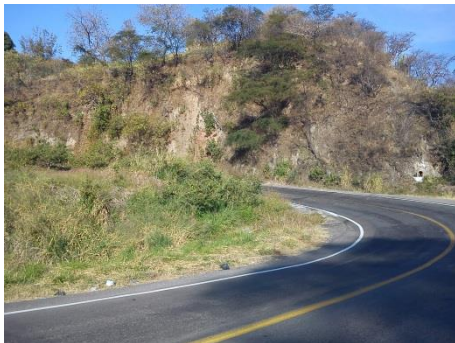


Foto 13. Pequeños canales sobre la pendiente indican cicatrices dejadas por flujos anteriores. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 14. Inclinación de la ladera correspondiente al río. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 15. Cauce del río y situación de la vegetación inclinada en sus laderas. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

En Benito Juárez, son importantes los flujos provenientes del Cerro El Guaje, los cuales afectan la antigua carretera de la localidad (ahora calle principal) en temporada de lluvias, acarreando lodo y vegetación afectando viviendas y vías de comunicación en la zona noreste de B. Juárez. La trayectoria de estos flujos está sobre una superficie con un ancho de dos metros, con 10 a 13 cm de espesor, sobre lo que era el camino viejo para llegar al centro (jardín) de Benito Juárez. También es importante mencionar la afectación en la cuneta y parte del tramo carretero de la entrada a Benito Juárez, provocando también hundimientos en esa zona.

En el tramo carretero en el que se encuentra el Puente de Fierro se tienen flujos de piedra y lodo durante el periodo de lluvias, afectando la carpeta asfáltica.



Foto 16. Flujos de piedras y lodo a consecuencia de lluvias, van del cerro El Guaje hasta el centro de Benito Juárez. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

Otros flujos importantes son los originados en el cerro La Cruz, afectando el noreste de la cabecera municipal, acarreando las aguas pluviales, lodo y vegetación afectando viviendas y vías de comunicación.



Foto 17. Flujos del cerro La Cruz, causados por precipitaciones. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

Foto 18. Sinuosidad del terreno por acción de las arcillas y variaciones de humedad. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

Foto 19. Amontonamiento de rocas producto de flujos. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

Las zonas correspondientes a la localidad de Benito Juárez y el tramo carretero en el que se encuentra el Puente de Fierro se encuentran asentadas sobre suelo de tipo Vertisol y Leptosol respectivamente, materiales inestables, pues el primero presenta impermeabilidad cuando se satura, su contracción y expansión arcillosa dañan construcciones y carreteras; el segundo se compone tanto por rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina. Estas características del tipo del suelo son los principales detonadores de los flujos que se presentan en la temporada de lluvias.

### Indicadores de vulnerabilidad

Los indicadores físicos de vulnerabilidad se reflejan principalmente en la sinuosidad, levantamientos y hundimientos del terreno debidos a efectos provocados por las arcillas contenidas en los vertisoles y a las variaciones de humedad que posee el terreno, así como vegetación densa en la estación seca del año, lo cual indica el área con mayor potencialidad a fluir en época de lluvias.

Se observa también inclinación de los árboles en las zonas afectadas por deslizamientos anteriores, así como en zonas en las que aún no se hacen totalmente presentes, lo que indica que se tiene un riesgo latente de flujos súbitos.

La determinación del fenómeno dentro del municipio se hizo a partir de entrevistas con la población y con las autoridades, teniendo un resultado negativo, pues no tienen conocimiento de la existencia del



fenómeno. La vulnerabilidad social se hace presente a través de los indicadores de rezago de la CONEVAL, que para la localidad de Benito Juárez son: una población total en el año 2010 de 3,639 habitantes, con un 10.96% de población de 15 años o más analfabeta, 5.52% de la población de 6 a 14 años no asiste a la escuela, 52.05% de la población de 15 años y más no completaron su educación básica, y 51.55% no tiene acceso a servicios de derechohabencia a la salud.

Con referencia en esta información, se entiende que el nivel de analfabetismo influye en la toma de decisiones a la hora de elegir y autorizar el emplazamiento de asentamientos humanos en zonas de peligro; teniendo desconocimiento de eventos detonadores así como el proceso y consecuencias de flujos en zonas urbanas. Por lo tanto, se tiene una sociedad muy poco preparada para identificar y enfrentar este tipo de fenómeno, lo que puede significar pérdidas económicas y humanas al presentarse flujos de mayores magnitudes.

Nivel 2, Metodología. Sistema perturbador Geológico, subsistema Flujos.

Para la determinación del factor de seguridad en la zona de riesgo ante flujos, es necesario conocer las características físico-mecánicas de los tipos de rocas presentes dentro de las localidades afectadas, así como las características geofísicas de las mismas.

Tipo de roca	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (Tm/m <sup>3</sup> )
Andesita	1,500 – 2,500	2.5 a 2.8
Basalto	2,000 – 4,000	2.7 a 2.8
Conglomerado	1,400	2.0 a 2.7

Cuadro 35.- Características físico-mecánicas de los tipos de rocas presentes en la zona vulnerable. Fuente: estudio Geotécnico

Con base en esta información, se observa que tanto la andesita, como el conglomerado se encuentran dentro de la descripción “Dura”, con una resistencia a la compresión simple de 1,000-2,500 kg/cm<sup>2</sup>, que en evaluaciones in situ de resistencia la muestra depositada en el suelo se rompe con un (1) golpe; mientras que el basalto entra en la descripción “muy dura”, pues sobrepasa los 2,500 kg/cm<sup>2</sup>, en donde la muestra se rompe con dificultad a golpes con el pico del martillo, produciendo un sonido “macizo”. Esta información se obtuvo según registros de la siguiente tabla:

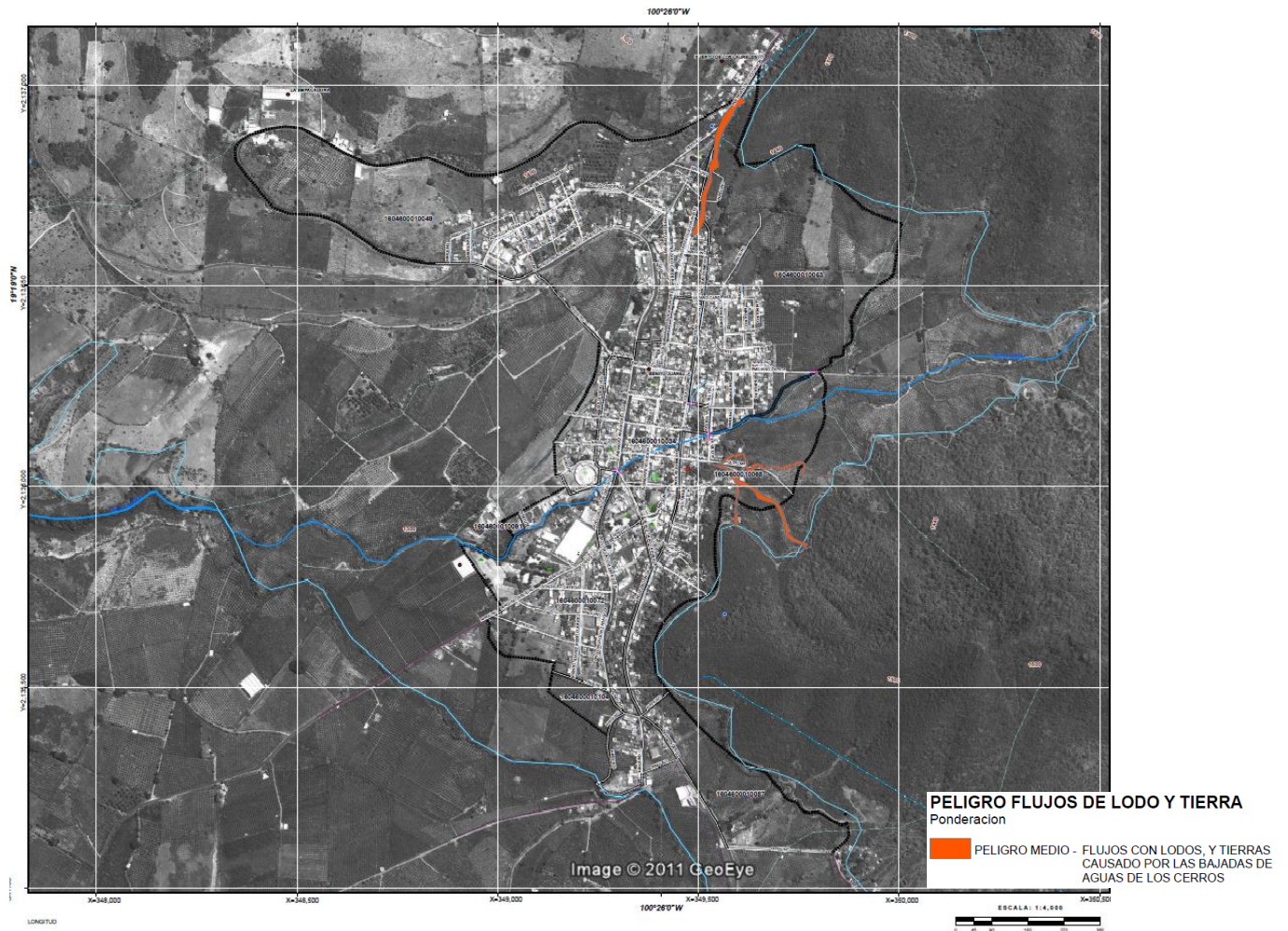
Descripción	Resistencia compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )	Huella y sonido
Muy blanda	10 – 15	El material se disgrega completamente con un golpe del pico del martillo y se deshace con navaja.
Blanda	50 – 250	El material se intenta de 1,5 a 3 mm con el pico del martillo y se deshace con la navaja.
Media	250 – 500	El material NO se deshace con la navaja. La muestra sostenida en la mano se rompe con UN (1) golpe de martillo.
Moderadamente dura	500 – 1,000	La muestra se rompe con VARIOS golpes de martillo.
Dura	1,000 – 2,500	La muestra depositada en el suelo se rompe con UN (1) golpe.
Muy dura	>2,500	La muestra se rompe con dificultad a golpes con el pico del martillo. Sonido MACIZO.

Cuadro 36.- Evaluación in situ de resistencia del material rocoso. Fuente: estudio Geotécnico

Al ser el suelo duro y muy duro, no se tiene alto grado de peligro en cuanto al comportamiento de las rocas, pues por su composición y características muy difícilmente presentaría fracturas o desgajamientos a causa de los flujos de agua y lodo que corren por su superficie.

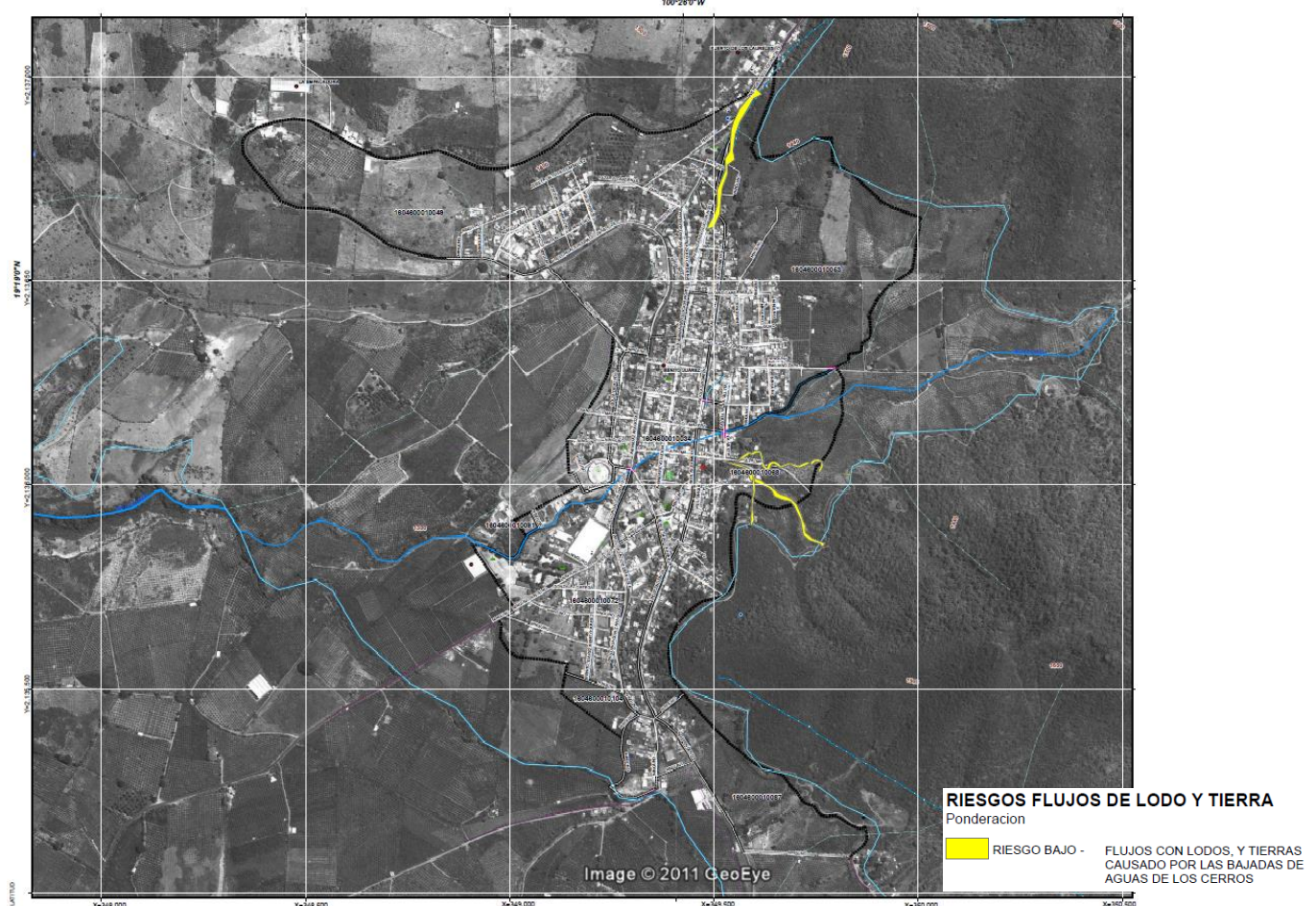
En base a los estudios anteriores y los eventos históricos de flujos, se realiza un mapa en el que se pondera el peligro por este fenómeno, mostrando su trayectoria y las zonas que afecta. La ponderación

es denominada como peligro medio pues los flujos que se han presentado no han afectado gravemente infraestructura y viviendas.



Mapa 34.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Peligro por flujos de lodo y tierra. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

Resultado de la conjugación de la vulnerabilidad social, los flujos históricos y las zonas de peligro por flujos, se tiene un mapa en el que se pondera un riesgo bajo por este fenómeno flujos en la localidad de Benito Juárez, esto por encontrarse las zonas propensas y de trayectoria en la periferia de la localidad, sin provocar daños en infraestructura importante y viviendas.



Mapa 35.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Riesgos por flujos de lodo y tierra. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

### 5.1.8. Hundimientos

El hundimiento regional se manifiesta por el descenso de la superficie de una extensión determinada del terreno natural. Este problema se encuentra asociado con la extracción de agua subterránea. Los hundimientos locales son causados por el colapso de la superficie del terreno natural en zonas donde existen cavidades subterráneas. Cuando se presenta un derrumbe de este tipo, normalmente es súbito y devastador, formando verdaderos cráteres o huecos verticales. Normalmente se presenta cuando existen túneles de minas antiguas, poco profundas, que no están detectadas ni localizadas plenamente. Estas condiciones naturales empeoran cuando hay deforestación en el lugar, intemperismo, erosión y por la alteración de las condiciones de drenaje y de equilibrio originales, ante la presencia de asentamientos humanos irregulares.

En el Estado de Michoacán, se han tenido registros de hundimientos en el municipio de Uruapan<sup>5</sup> como consecuencia de la sobresaturación que el sistema de drenaje sufrió a consecuencia de las torrenciales lluvias en los meses de junio y julio del año 2011. La longitud de los hundimientos registrados tuvo variaciones de entre los 2 hasta los 15 metros lineales, con daños en el primer cuadro de la ciudad considerados de moderados a graves.

En ese mismo año, en la temporada de lluvias, se tuvo registro de hundimientos en los municipios de Aquila, Morelia, Lázaro Cárdenas, Tuxpan, entre otros, según consulta en diferentes periódicos de circulación estatal.

<sup>5</sup> La Opinión de Michoacán, artículo “En 3 semanas ya van 20 hundimientos, principalmente en el primer cuadro de la ciudad”, publicado el 06 de julio de 2011.

## Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Geológico, subsistema Hundimientos.

Después de entrevistar a la población y realizar un recorrido por las localidades del municipio, se detectaron hundimientos en diferentes localidades, esto causado por la combinación de suelo Vertisol y los escurrimientos que mantienen la humedad de la tierra. Las localidades y sus hundimientos son:

- Parícuaro. Se tiene un tramo de la carretera principal dañado por la bajada de aguas pluviales provenientes de las partes altas de la localidad de Parícuaro, deteriorando el asfalto y provocando hundimientos. Se están llevando a cabo diversas obras, entre las que destacan un muro de contención, boca de tormentas, control de descarga de agua pluvial y rehabilitación de carpeta asfáltica.
- Santa Ana. Deterioro de calles principales por paso de aguas pluviales, provocando hundimientos en carretera principal y daño considerable en carpeta asfáltica. De igual manera se están llevando a cabo obras como mejoramiento de carpeta asfáltica, boca de tormenta y canalización de agua pluvial.
- Las Charcas. Se encuentra sobre terreno de tipo vertisol, siendo una zona altamente inundable y es considerada como un hundimiento (-3.00 m por debajo del nivel de carretera). Tiene mantos freáticos a menos de 60 cm de profundidad.
- Guanoro. Presenta hundimientos por escurrimiento de agua proveniente de las cerranías que rodean la localidad. Los daños se presentan principalmente en los bordes de tramos carreteros y en la parte sur de la localidad.
- Trincheras. Presenta igualmente hundimientos a bordo de carretera, y en los campos de cultivo ubicados del lado este de la carretera.



Foto 20. Zona de hundimiento en Parícuaro.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 21. Las Charcas, emplazada sobre un hundimiento al sur de Benito Juárez.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 22. Hundimiento en carretera al noreste de Guanoro. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

De igual manera se observaron hundimientos en el tramo carretero en el que se encuentra el Puente de Fierro, ocasionado por los flujos de piedra y lodo en el periodo de lluvias; en el tramo Trincheras-Benito Juárez, al norte del Puente de Fierro, en el temporal de lluvias.



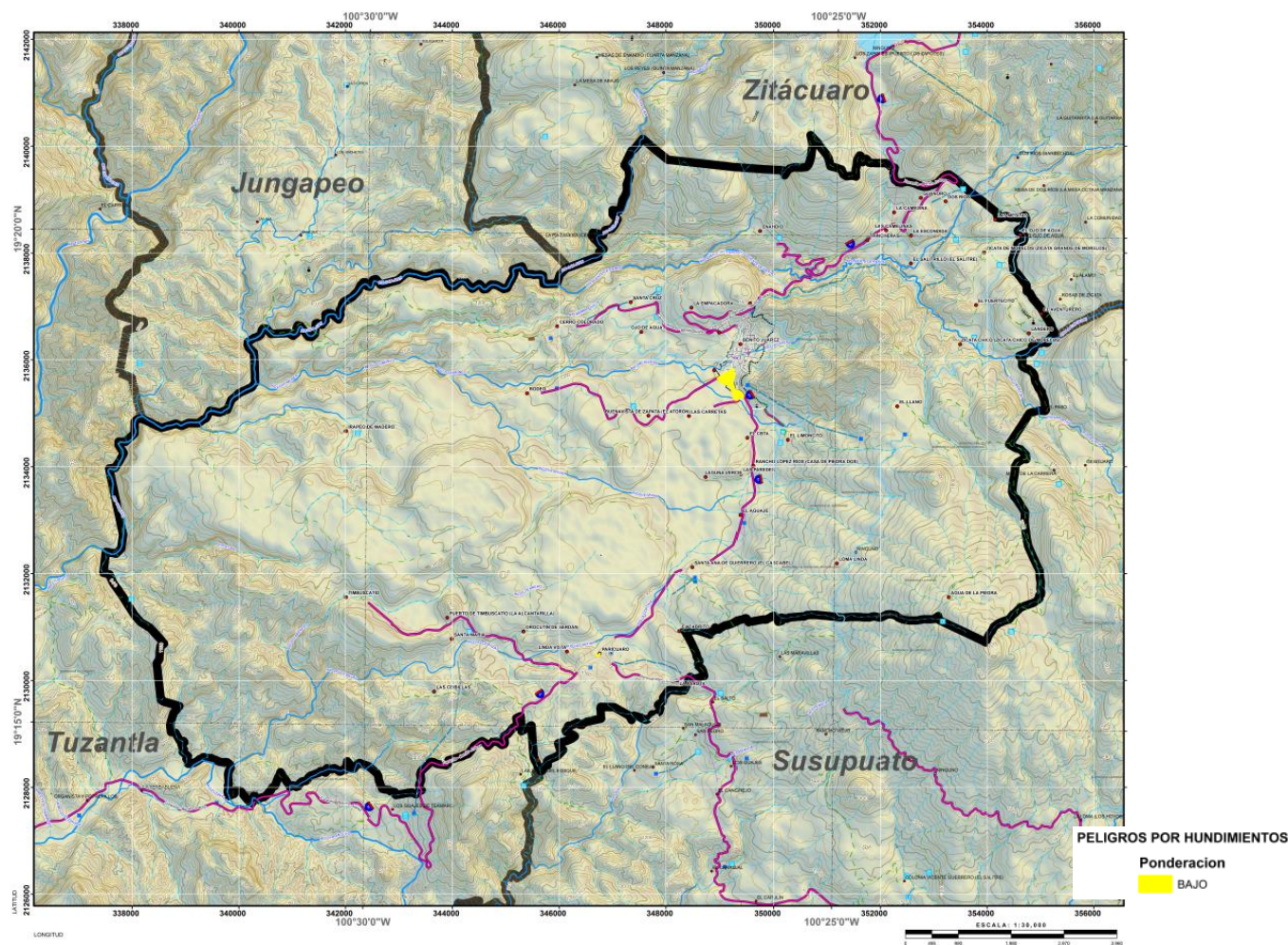
Foto 23. Hundimiento en carretera Trincheras-Benito Juárez. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 24. Hundimiento en terrenos que se encuentran en los costados de la carretera, presentando pastizales verdes sin ser temporada de lluvias, indicando la influencia de aguas freáticas en la superficie. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

La presencia de terrenos permanentemente encharcados sucede en la zona denominada Las Charcas, AGEB 1604600010072, en la localidad de Benito Juárez, indicando presencia de aguas freáticas en la superficie, así como expansión del suelo cuando se humedece; formando grietas y contracción del mismo en la época seca del año, como es el caso de las arcillas presentes en el suelo Vertisol, localizado en la mayor parte del territorio municipal, particularmente en Las Charcas, las cuales vuelven al suelo pesado e inestable y solo pueden trabajarse en un rango de humedad muy estrecho: son extremadamente duros en seco, y demasiado plásticos en húmedo.

La precipitación normal anual registrada por el SMN ha sido de 849.0 mm en el periodo 1981-2010, precipitación suficiente para que aun cuando no es temporada de lluvias se encuentren zonas encharcadas y con vegetación abundante (pastos o bosques pastizados característicos de los vertisoles). Es de importancia mencionar la precipitación máxima anual presente en la zona, que ha llegado hasta los 664 mm de precipitación en el mes de julio de 1983, concretamente el día 13<sup>6</sup>, siendo este el mes que presenta mayores niveles de precipitación, seguido de los meses de junio, agosto y septiembre.



Mapa 36.- Elab. propia en base a datos del INEGI. Hundimientos en Juárez. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

### Indicadores de vulnerabilidad

Los indicadores de vulnerabilidad física y geográfica se pueden registrar al presentarse hundimientos parciales o totales además de la inclinación de obras, hundimiento de postes, enrejados o muros, así como cambios en el comportamiento del suelo, afectando las obras de infraestructura. Estas situaciones se hacen presentes principalmente en las localidades de Benito Juárez, en la zona de las

<sup>6</sup> Dato obtenido de las normales climatológicas de la estación 00016122 Susupuato de Guerrero.



Charcas, en donde son evidentes los hundimientos e inclinaciones de postes y enrejados, así como en Parícuaro, donde resulta afectada la carretera y calles de la localidad por los cambios de comportamiento del suelo, así como algunas viviendas.

La vulnerabilidad social se relaciona con la información que tiene la población sobre la presencia del fenómeno, que en el caso del municipio de Juárez, y concretamente en las poblaciones ubicadas en zonas de riesgo, la información que se tiene es poca, pues en las entrevistas con los habitantes mencionaron no tener conocimiento de las consecuencias que podría traer permanecer en dichas zonas, principalmente las localidades de Parícuaro, Santa Ana, Guanoro y Benito Juárez, siendo los siguientes los indicadores de rezago social de la CONEVAL según el censo del año 2010:

- Parícuaro. Población total de 2,284 habitantes, de los que 17.37% de la población de 15 años o más es analfabeta, 4.86% de los menores en edad escolar (6 a 14 años) no asiste a la escuela, poco más de la mitad de la población (56.95%) de 15 años y más no concluyó la educación básica y 49.82% carece de derechohabiencia a los servicios de salud. Índice de rezago social: -0.954499; grado de rezago social: muy bajo.
- Santa Ana de Guerrero. Población total de 1,158 habitantes, de los que 17.27% de la población de 15 años o más es analfabeta, 8.22% de los menores en edad escolar (6 a 14 años) no asiste a la escuela, más de la mitad de la población (70.36%) de 15 años y más no concluyó la educación básica y 81.26% carece de derechohabiencia a los servicios de salud. Índice de rezago social: -0.715245; grado de rezago social: bajo.
- Guanoro. Población de 389 habitantes, de los que 15.71% de las personas de 15 años y más es analfabeta, 55% de la población de 15 años y más no completaron la educación básica y 50.13% carece de servicios de derechohabiencia a la salud. Índice de rezago social: -1.049041; grado de rezago social: muy bajo.
- Benito Juárez. Es la cabecera municipal, y tiene una población total de 3,639 habitantes, de los que 10.96% de las personas de 15 años y más es analfabeta, 5.52% de los menores de 6 a 14 años no asiste a la escuela, 52.05% de la población de 5 años y más no cubrió su educación básica y el 51.55% de la población carece de servicios de derechohabiencia a la salud.

Estos indicadores ayudan a determinar la preparación de la población ante los hundimientos, y dan como resultado que uno de los factores determinantes para el desconocimiento que presentaron los habitantes al ser entrevistados es el analfabetismo y la deserción escolar. Es también importante revisar la situación que se presenta con respecto a la derechohabiencia a salud, pues se observó que poco más de la mitad de la población no tiene acceso a estos servicios, lo que tendría como consecuencia problemas para estas personas al momento de recibir atención médica en caso de presentarse hundimientos súbitos que provocaran daños graves.

De las localidades vulnerables, es importante hacer un estudio a nivel AGEB de la zona conocida como Las Charcas, con número 1604600010072, pues es una zona que resulta afectada en su totalidad por hundimientos.

Las Charcas tiene una población total de 550 habitantes, de los que 285 son hombres y 265 son mujeres, con un grado promedio de escolaridad de 7.4 años.

En cuanto a población económicamente activa 200 personas se encuentran ocupadas laborando, de las que 135 son hombres y 65 son mujeres.

La cobertura de servicios de derechohabiencia a la salud no es completa, pues solo 215 se encuentran afiliados a alguna institución, mientras que los 329 restantes no cuentan con el servicio. Se tienen 144 personas con alguna limitación física, las cuales se describen en el cuadro 31.

Limitación en la actividad	Ver, aun usando lentes	Caminar, moverse, subir o bajar	Hablar, comunicarse o conversar	Escuchar	Mental
56	20	41	11	11	5

Cuadro 37.- Población con discapacidades en Las Charcas. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

En Las Charcas se tiene un total de 175 viviendas, de las cuales 153 se encuentran habitadas con los 550 habitantes de la colonia.

En lo que corresponde al fenómeno hundimientos, se ha mencionado que la zona de Las Charcas se encuentra emplazada sobre un hundimiento natural en la localidad, mostrándose a continuación fotografías de las condiciones actuales de la zona.



Foto 20. Desnivel de Las Charcas con respecto a la carretera Tuzantla-Benito Juárez. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 21. Deterioro en pavimentos provocados por cambios en el comportamiento del suelo, además de la inclinación y hundimiento de los postes. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

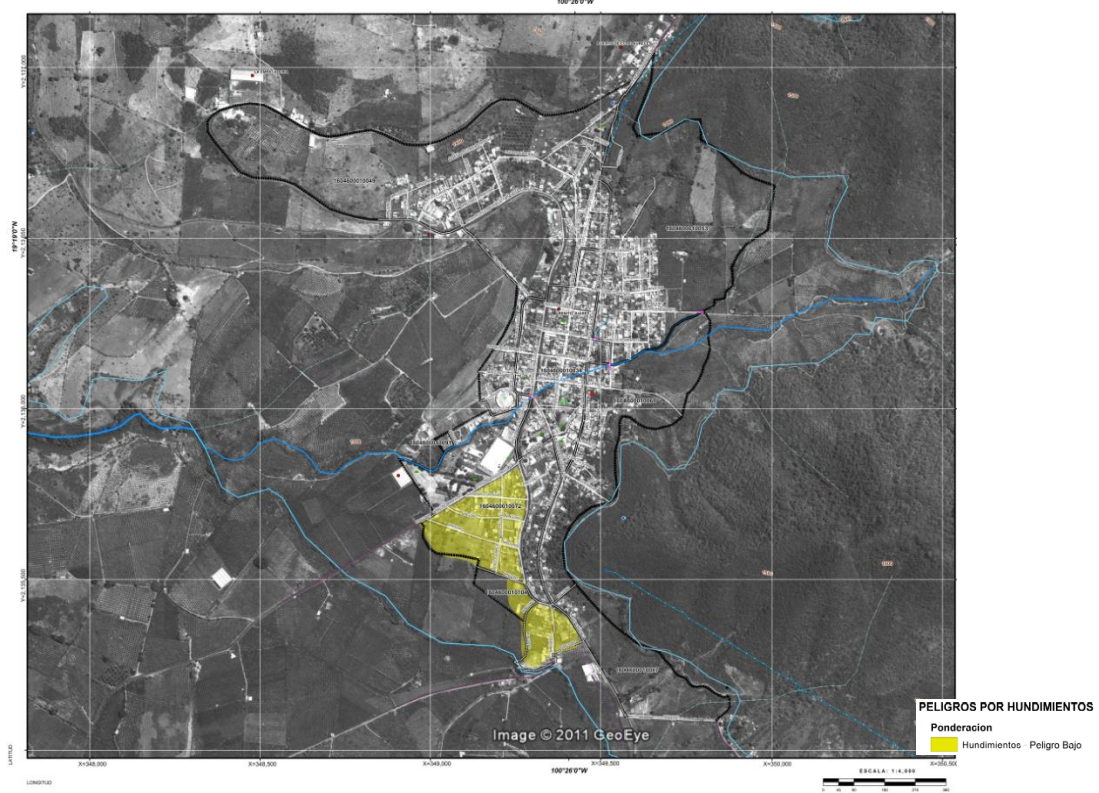


Foto 22. Inclinación de postes y elementos constructivos, además de la evidente influencia de aguas freáticas en la superficie. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 23. Deterioro y hundimiento en calles pavimentadas y de terracería. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

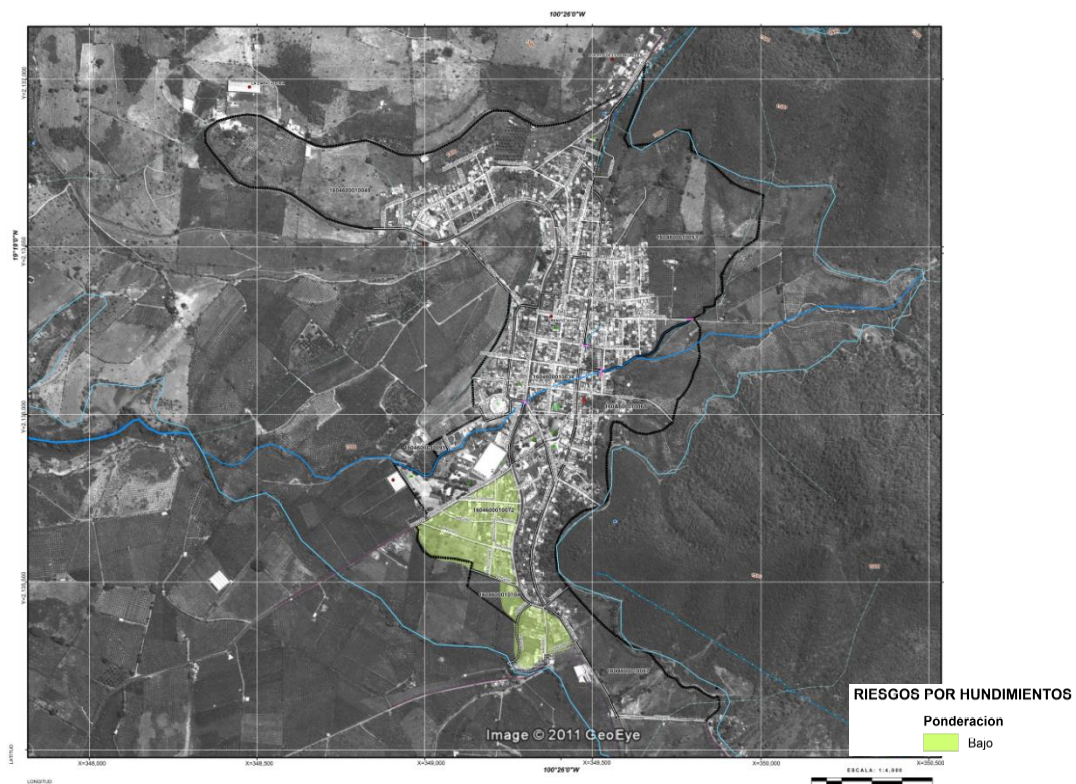
De la misma manera, se elabora un mapa en el que se pondera el peligro por hundimientos en esta zona, perteneciente a la cabecera municipal del municipio de Juárez. El peligro se encuentra ponderado como “bajo”, pues las manifestaciones del fenómeno no causan consecuencias graves.



Mapa 37.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Peligros por hundimientos en Benito Juárez.

Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

Siguiendo con la metodología, se pondera el riesgo por hundimientos en la zona afectada Las Charcas, el cual es ponderado como bajo, pues no se tienen grandes afectaciones en lo que a vivienda e infraestructura se refiere.



Mapa 38.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Riesgos por hundimientos en Benito Juárez.

Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.





### 5.1.9. Erosión

La erosión es un proceso natural por el cual las corrientes de agua o el viento arrastran parte del suelo de unos puntos a otros. Es un proceso muy útil porque permite se desplacen materiales de unos suelos a otros que recuperan fertilidad con estos aportes. La erosión es un problema cuando se acelera, con lo cual los materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que reciben los aportes no son aprovechados o se pierden, o cuando por causas ajenas al propio medio aparece en puntos que no deberían de erosionarse.

Se tiene conocimiento de 3 principales tipos de erosión: hídrica, eólica y marina. La primera se da de manera laminar o concentrada en las laderas próximas a asentamientos, pudiendo favorecer el incremento de la velocidad de escurrimiento, ocasionando inundaciones en las partes bajas: la erosión eólica puede potencialmente ocasionar derrumbes en laderas empinadas poco consolidadas, principalmente en zonas áridas; finalmente, la erosión marina puede provocar caída de rocas en los acantilados de la línea de costa.

Otro tipo de erosión es la fluvial, la cual puede ocasionar desgajamientos en las márgenes de ataque de los ríos y ocasionar problemas a la infraestructura asentada en los bordes de los lechos, situación que puede presentarse en la temporada de lluvias, al presentarse altos niveles de escurrimientos pluviales que vienen desde las zonas montañosas hasta los ríos, incrementando su caudal y velocidad, arrastrando los bordes de los lechos.

Durante su participación en la Segunda Semana Estatal del Medio Ambiente, el biólogo Miguel Bravo, citando un estudio realizado en 2002 por la Semarnat, sentenció que 45% de la superficie en México sufre diferentes tipos de erosión, y en el caso particular de Michoacán, señaló que 55.6% del suelo sufre de ello, siendo la hídrica y la química las causas más comunes de la degradación del suelo. El cambio de uso (sistemas de producción, sobrepastoreo, deforestación y urbanización), los factores socioeconómicos (densidad de población, tipo de tenencia de la tierra, políticas ambientales y públicas) y el cambio climático son los principales factores de erosión del suelo.

Al ser la erosión hídrica la causa más común de degradación de la tierra en Michoacán, el conferencista tomó como ejemplo la presa de Cointzio y refirió que la planta potabilizadora de agua de Santa María en 2006 trató un promedio de 680 litros de agua por segundo y vertió 27.1 toneladas de sedimento al río Chiquito, que por año representan 9 mil 907 toneladas, equivalentes a la pérdida de cinco hectáreas de tierra agrícola por año en la cuenca de Cointzio. Puntualizó que este nivel de erosión aún no habla de una etapa crítica; sin embargo, señaló la necesidad de emprender acciones para detener los procesos de degradación.<sup>7</sup>

#### Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Geológico, subsistema Erosión

Dado que la principal actividad económica del municipio es la agricultura, se presenta erosión hídrica a causa de los surcos de riego de los cultivos, los que con el aumento en su caudal normal pueden llegar a ensancharse o hacerse más profundos, afectando el comportamiento normal del suelo. Es importante mencionar que para el riego de las superficies agrícolas se tiene dependencia de la presa de El Bosque, ubicada al norte, dentro del municipio de Zitácuaro. De la misma manera, se presenta compactación del terreno por el pisoteo de personas, animales y vehículos.

Otra manera de erosión es la eólica, que se define como la remoción del suelo por el efecto del viento. La fuerza de arrastre del viento sobre una partícula de suelo está en función de las fuerzas cortantes (tangenciales) que favorecen la erosión y de las fuerzas normales sobre la superficie del terreno que ayudan a evitar la erosión. La cantidad de material erosionado depende de las características del suelo

<sup>7</sup> La Jornada Michoacán, artículo "Sufre erosión 55.6% de la superficie de Michoacán, afirma Miguel Bravo", publicado el viernes 13 de junio de 2008.

a ser erosionado, de la cobertura vegetal que lo proteja y de las sumas de las fuerzas antes mencionadas.

La conjugación de la erosión hídrica y eólica dan como resultado cierto grado de desgaste del suelo, mostrado en el siguiente mapa elaborado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), en donde se encuentra el estado en un grado intermedio de deterioro.



Índice de degradación del suelo en la República Mexicana,  
Fuente: SARH, inventario de áreas erosionadas y tierras clasificadas como frontera agrícola por entidad federativa

Mapa 39.- Índice de degradación del suelo en la Republica Mexicana. Fuente: SARH

### Indicadores de vulnerabilidad

La vulnerabilidad física se determina por la compactación del suelo por el paso de personas, animales y vehículos, afloramiento de rocas y raíces de los árboles, y la formación de arroyuelos y la forma en la cual el agua forma pequeños surcos. Por otra parte, en el aspecto eólico se observa el desgaste de la capa superficial del suelo. Las zonas afectadas son las planicies, así como las partes altas que carecen de vegetación.

Dentro del municipio se encuentran zonas que presentan signos de erosión, como es el caso del cerro El Moledor en Guanoro, que presenta afloramientos rocosos producto de deslizamientos y erosión hídrica; de igual manera se observan pequeños surcos provocados por el escurrimiento del agua, lo que se observa en el tramo carretero de la zona conocida como Puente de Fierro.

En Benito Juárez también se presentan zonas erosionadas, en las que se observa la compactación del suelo debido al pisoteo de personas, animales y vehículos.

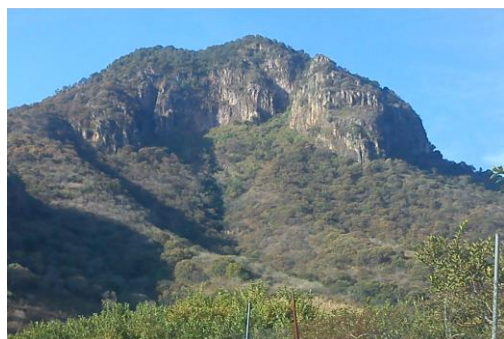


Foto 24. Afloramiento rocoso en Guanoro.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

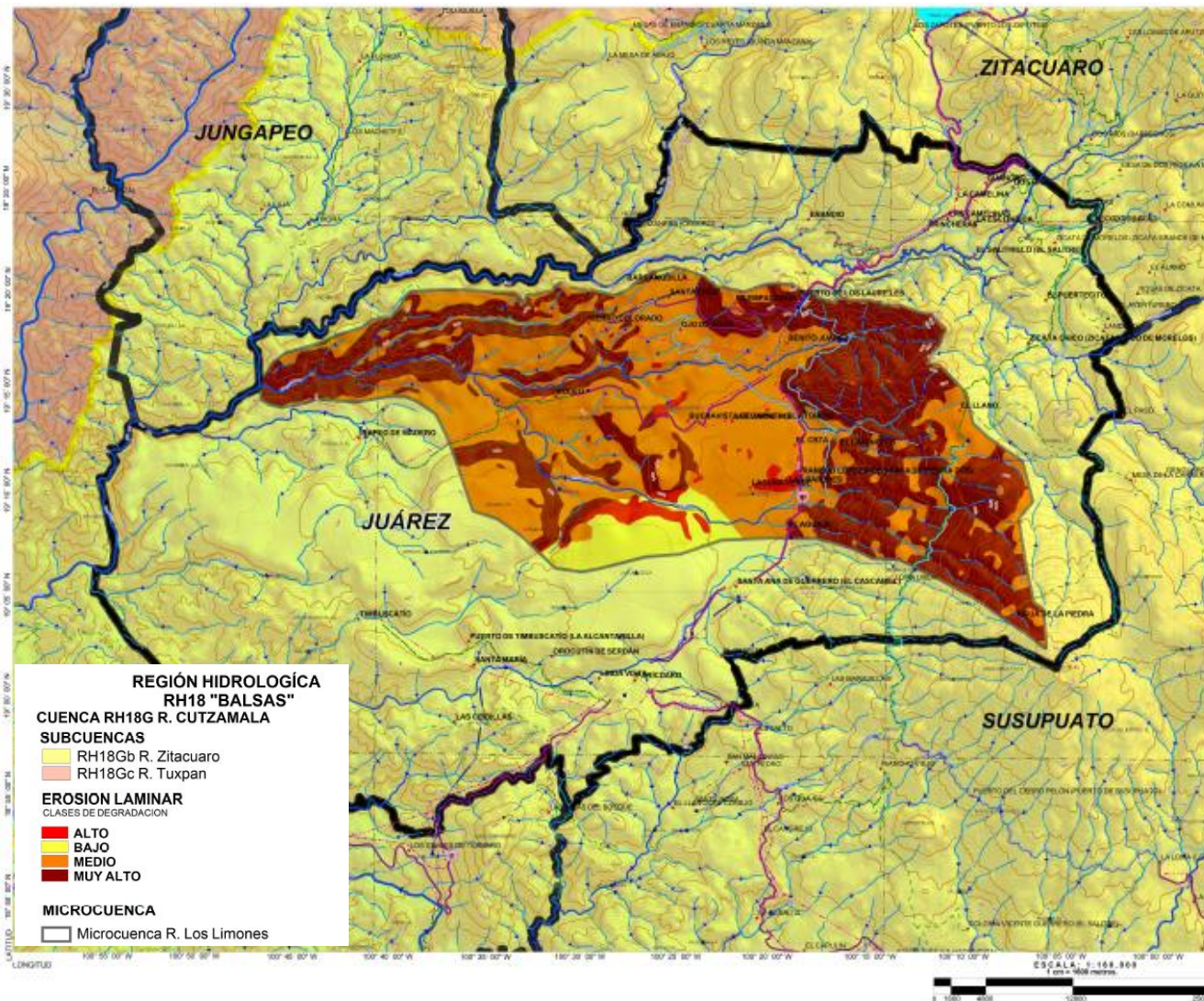


Foto 25. Surcos en Puente de Fierro.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 26. Compactación en B. Juárez.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

Por otra parte, se hace un análisis de la erosión laminar en la microcuenca R. Los Limones, pues dentro de ella se encuentran las localidades afectadas por efectos de erosión. Es de consideración que los efectos más graves de la erosión se producen aguas abajo, en las llanuras de inundación, donde la escorrentía transporta los sedimentos erosionados a través de los cauces fluviales, reduciendo su capacidad de transporte de agua. Así, la escorrentía aumenta la frecuencia y la magnitud de las avenidas en las llanuras aluviales, incrementando la superficie que corre riesgo de inundación.



Mapa 40.- Degradación por erosión laminar. Elaboración propia en base a metodología de la FAO con datos del INEGI.

En el mapa se observa que dentro de la microcuenca se tienen cuatro clases de degradación del suelo por efecto de la erosión laminar: bajo, medio, alto y muy alto, predominando en la zona de estudio la erosión de grado medio.

La cabecera municipal presenta grado medio de erosión en casi la totalidad de su superficie, cambiando a un grado muy alto conforme se modifica la pendiente en la parte norte y sur, en los cerros El Guaje y La Cruz respectivamente.

La vulnerabilidad social se determina por el conocimiento que tiene la población y la preparación ante la presencia de este fenómeno, el cual resulta desconocido para la población según el resultado de las entrevistas realizadas en campo. Esto se puede fundamentar con los indicadores de rezago social registrados por la CONEVAL en el municipio, que son del orden de un índice de rezago social de -0.38162, y un grado de rezago social bajo.



## 5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

Los fenómenos hidrometeorológicos, quizás por su frecuencia, magnitud e intensidad física y su impacto en la población y la infraestructura de las zonas urbanas, son los fenómenos de mayor recurrencia en el país. Estudiar y comprender fenómenos como las precipitaciones extraordinarias, los huracanes, las granizadas, las nevadas, las heladas, las sequías y las temperaturas extremas, permitirá evaluar su impacto no sólo desde la perspectiva de los daños posibles a causar, sino desde un enfoque de prevención y mitigación en una zona urbana o centro urbano.

Los peligros hidrometeorológicos se clasifican principalmente en tres grupos<sup>8</sup>: Sistemas tropicales, Masas de aire y sistemas frontales y Sequías y temperaturas extremas. El primer grupo se manifiesta mediante ondas y tormentas tropicales, así como ciclones tropicales, fenómenos que pueden ser la causa principal de inundaciones en centros poblacionales. El segundo grupo se presenta mediante granizo, heladas, nevadas y tormentas eléctricas, mientras que el tercer grupo tiene relación con los vientos que se presenten en cada temporal.

Las principales causas de la generación de peligros hidrometeorológicos son el ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las zonas térmicas y las variaciones de presión, los cuales son fenómenos que se presentan como parte de la dinámica atmosférica del planeta. El elemento central de estos fenómenos es la precipitación pluvial, la cual se refiere a cualquier forma de agua, sólida o líquida, que cae de la atmósfera y alcanza a la superficie de la Tierra, a través de lluvia, granizo o nieve.

México es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales importantes. Principalmente está expuesto a lluvias e inundaciones, granizadas, nevadas, heladas, tormentas eléctricas y tornados. Para el caso de estudio del municipio de Juárez, Michoacán, se pondrá singular atención en el fenómeno inundaciones, pues la parte sur de la cabecera municipal se encuentra dentro de un hundimiento, con niveles freáticos altos, lo que agudiza la situación.

El Atlas de Riesgos del Municipio de Juárez se elaborará en base a los lineamientos establecidos por SEDESOL, identificando cada fenómeno desde un grado de peligro bajo, hasta un grado máximo, lo cual se determinará después de analizar la recurrencia de cada uno de ellos. Los fenómenos que se estudiarán son: Ciclones (huracanes y ondas tropicales), tormentas eléctricas, sequías, temperaturas máximas extremas, vientos fuertes, inundaciones y masas de aire (heladas, granizo y nevadas), los cuales se desarrollarán hasta el nivel que sea conveniente para dejar en claro el grado de peligro o riesgo que representa para la población.

Es importante hacer la aclaración de que al no existir una estación meteorológica en el municipio de Juárez, se tomarán los datos registrados en la estación 00016122 Susupuato de Guerrero por ser la más cercana y tener este municipio características climatológicas similares a Juárez. Otras estaciones meteorológicas cercanas son El Bosque en Zitácuaro, con número 00016036, y La Encarnación en Zitácuaro, con número 00016192, así como la estación 00016135 Tuzantla, en el municipio de Tuzantla. Con la triangulación de estas estaciones se obtienen las isoyetas e isotermas con las que se determinan precipitaciones y temperaturas requeridas para la elaboración de diversos mapas dentro de la metodología para el estudio de cada fenómeno.

<sup>8</sup> Guía metodológica para la Elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad, SEDESOL, p. 66

## 5.2.1 Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)

Un ciclón es un remolino gigantesco que cubre cientos de miles de kilómetros cuadrados y tiene lugar, primordialmente, sobre los espacios oceánicos tropicales. Cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas propician que se genere un ciclón tropical, la evolución y desarrollo de éste puede llegar a convertirlo en huracán<sup>9</sup>.

La evolución de un ciclón tropical puede llegar a desarrollar cuatro etapas: perturbación tropical, depresión tropical, tormenta tropical y huracán, siendo este último el que presenta cambios notables en las velocidades del viento y la intensidad de la lluvia, catalogándose en 5 categorías.

En México la temporada de ciclones comienza en el mes de junio y termina por los últimos días del mes de noviembre, y en promedio penetran al territorio nacional 4 ciclones, produciendo lluvias intensas con sus consecuentes inundaciones y deslaves. La falta de regulación de los asentamientos humanos y la degradación ambiental se suman a los retrasos en acciones de ordenamiento hidrológico y de obras de protección, incrementando el riesgo en la población.

La proximidad y el tamaño del ciclón son dos variables fundamentales que deben ser consideradas para determinar la lluvia asociada a un ciclón tropical. Los ciclones tropicales que se desplazan paralelos a la costa tienen el potencial para producir precipitaciones a todo lo largo de su trayectoria. Ello se debe a que la velocidad del viento converge a lo largo de la inmediación de la costa, y a la topografía asociada con el terreno montañoso de México.<sup>10</sup>



Figura 12. Mapa de puntos de impacto en México de huracanes en el periodo 1970-2008.

Fuente: CONAGUA.

<sup>9</sup> Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua. [www.smn.cna.gob.mx](http://www.smn.cna.gob.mx)

<sup>10</sup> CENAPRED, Fascículo Ciclones 2007, p. 15, [www.cenapred.unam.mx](http://www.cenapred.unam.mx)

## Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Ciclones.

El municipio de Juárez, por encontrarse a una distancia considerable de la costa, no sufre directamente las consecuencias de este fenómeno, recibiendo únicamente lluvias moderadas y vientos ligeros, como ocurrió en 1997 con el huracán Pauline, ubicándose el municipio según el Servicio Meteorológico Nacional dentro del rango de 55-112 mm de precipitación.



Figura 13. Precipitación acumulada del huracán Pauline de 1997. Fuente: SMN

Puesto que este fenómeno tiene lugar en la costa y los remanentes son bajos en el municipio, sin representar riesgo ni peligro, el estudio de los ciclones se llevará a cabo hasta este nivel.

### Indicadores de vulnerabilidad

La vulnerabilidad meteorológica se ve reflejada en los daños que pueda experimentar la población y el ambiente por el paso de un ciclón, ya sea huracán o cualquier tipo de onda tropical. Estos daños dependen de la evolución del ciclón, con relación a la fuerza de los vientos, lluvias e inundaciones provocadas por el fenómeno, que para el caso de Juárez son solo lluvias y vientos ligeros.

### 5.2.2 Tormentas eléctricas

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar a éste, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente en grupos o en líneas.<sup>11</sup>

Los efectos de las tormentas eléctricas van desde herir o causar el deceso de una persona de forma directa o indirecta hasta dañar la infraestructura de la población, que provocaría la suspensión de la energía eléctrica, además de afectar algunos aparatos (radio, televisión, computadoras, refrigeradores, etc.). Trabajos realizados por países como Estados Unidos de América, Canadá y Reino Unido, entre otros, se enfocan a los riesgos asociados a los rayos especialmente aquellos que pueden producir heridos y decesos, referidos a la exposición de las personas durante una tormenta eléctrica y sus

<sup>11</sup> CENAPRED, Fascículo Tormentas severas, p. 14, 1ra. Edición Agosto de 2010.

consecuencias, las cuales pueden ser parálisis, quemaduras, intensos dolores de cabeza, pérdida de audición y de la memoria, hasta llegar a la muerte (Mill, *et al*, 2008, Shearman y Ojala, 1999).

Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Tormentas Eléctricas.

En México se registran, desde 1985 el número de decesos generados por el alcance de rayos (Secretaría de Salud, 2007). En los últimos 22 años se reportaron 4,848 defunciones en 31 estados del país; en promedio, al año se llegan a presentar 220 pérdidas humanas por tormentas eléctricas. El único estado que no ha registrado muertes es Baja California Sur, mientras que en el Estado de México se localiza el mayor número de casos, con 1,140.<sup>12</sup>

En lo que corresponde al estado de Michoacán, se tiene registro de 470 defunciones por alcance de rayos, ocupando el segundo lugar en la tabla.

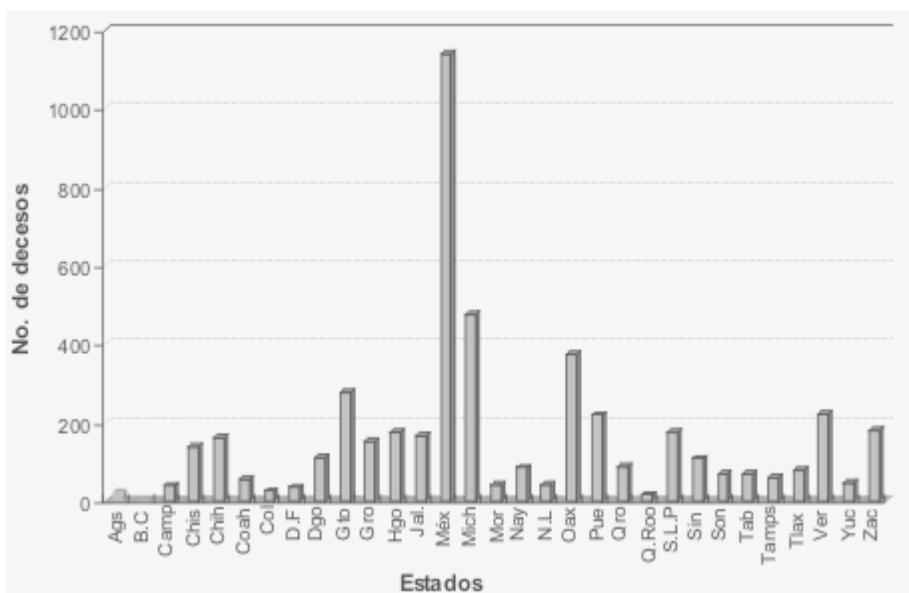


Fig. 14. Número de decesos por alcance de rayos durante 1985-2006. Fuente Secretaría de Salud, 2007.

Según registros del Servicio Meteorológico Nacional, del año 1981 a 2010 se tiene una normal anual de 0.1 tormentas eléctricas dentro del municipio<sup>13</sup>. Al no haber manifestaciones de la presencia de este subsistema en el municipio de Juárez, se considera como ausente la vulnerabilidad ante tormentas eléctricas en el territorio municipal.

#### Indicadores de vulnerabilidad

La vulnerabilidad social se ve reflejada con la destrucción de casas, edificios e infraestructura, que en caso de presentarse el fenómeno en el municipio no se presentarán daños ni pérdidas cuantiosas, pues las viviendas están construidas con tabique y concreto principalmente, existiendo también algunas construcciones con cubiertas de lámina galvanizada. Otra manera de determinar la vulnerabilidad social es a través de los índices de rezago social y grados de rezago social de CONEVAL, que para el caso de Juárez con una población total de 13,604 habitantes se tiene un 15.46% de población de 15 años o más analfabeta, 6.87% de la población de 6 a 14 años no asiste a la escuela y 62.82% no presentan educación básica completa. Con esta información se entiende que la población no tiene conocimiento suficiente sobre el fenómeno y las consecuencias que podría traer en caso de presentarse.

<sup>12</sup> Ibidem, p.16

<sup>13</sup> Dato obtenido de la tabla de normales climatológicas de Susupuato de los años 1981-2010. SMN.

### 5.2.3 Sequías

La definición de sequía depende del enfoque científico (meteorología, hidrología, geografía, etc.) o de la actividad económica que se afecta (agricultura, ganadería, industria, recreación, etc.), como se enlista a continuación<sup>14</sup>:

- Desde un punto de vista meteorológico: La sequía se presenta cuando la precipitación acumulada, durante un cierto lapso, es significativamente más pequeña que el promedio de las precipitaciones registradas en dicho lapso o que un valor específico de la precipitación.
- Desde un punto de vista hidrológico: La sequía ocurre cuando existe un déficit de agua en los escurrimientos superficial y subterráneo con respecto a la media mensual (o anual) de los valores que se han presentado en la zona.
- Desde el punto de vista agrícola: La sequía se define como el período durante el cual la humedad en el suelo es insuficiente para que un cultivo dado pueda producir una cosecha.

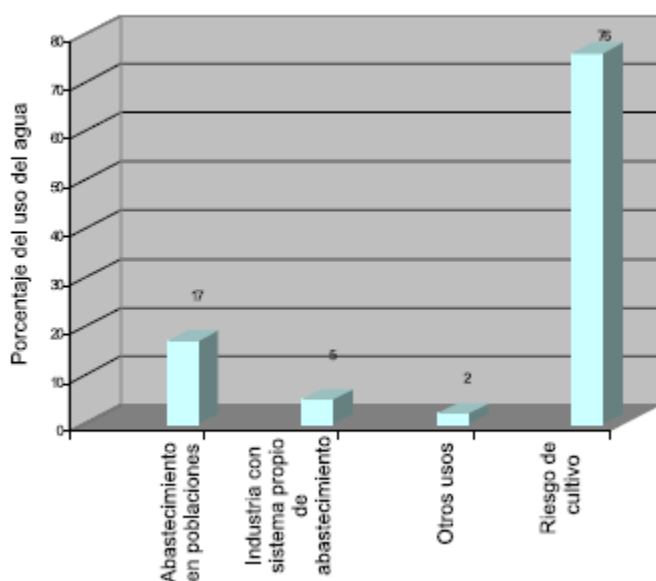


Fig. 15. Uso del agua en México. Fuente: CENAPRED.

- Desde el punto de vista económico y social: Una sequía es el tiempo durante el cual la disponibilidad del agua es menor a su demanda. La demanda depende del tipo de uso del agua (doméstico, industria, agrícola, ganadero, etc.), de la densidad y distribución de los usuarios; por ejemplo, en México más del 50% del agua se utiliza en la agricultura (CNA, 2001).

México es un país que padece sequías desde tiempos ancestrales. Recientemente se ha visto que la duración de las sequías y que sus áreas de afectación han ido en aumento (CNA, 2001a).

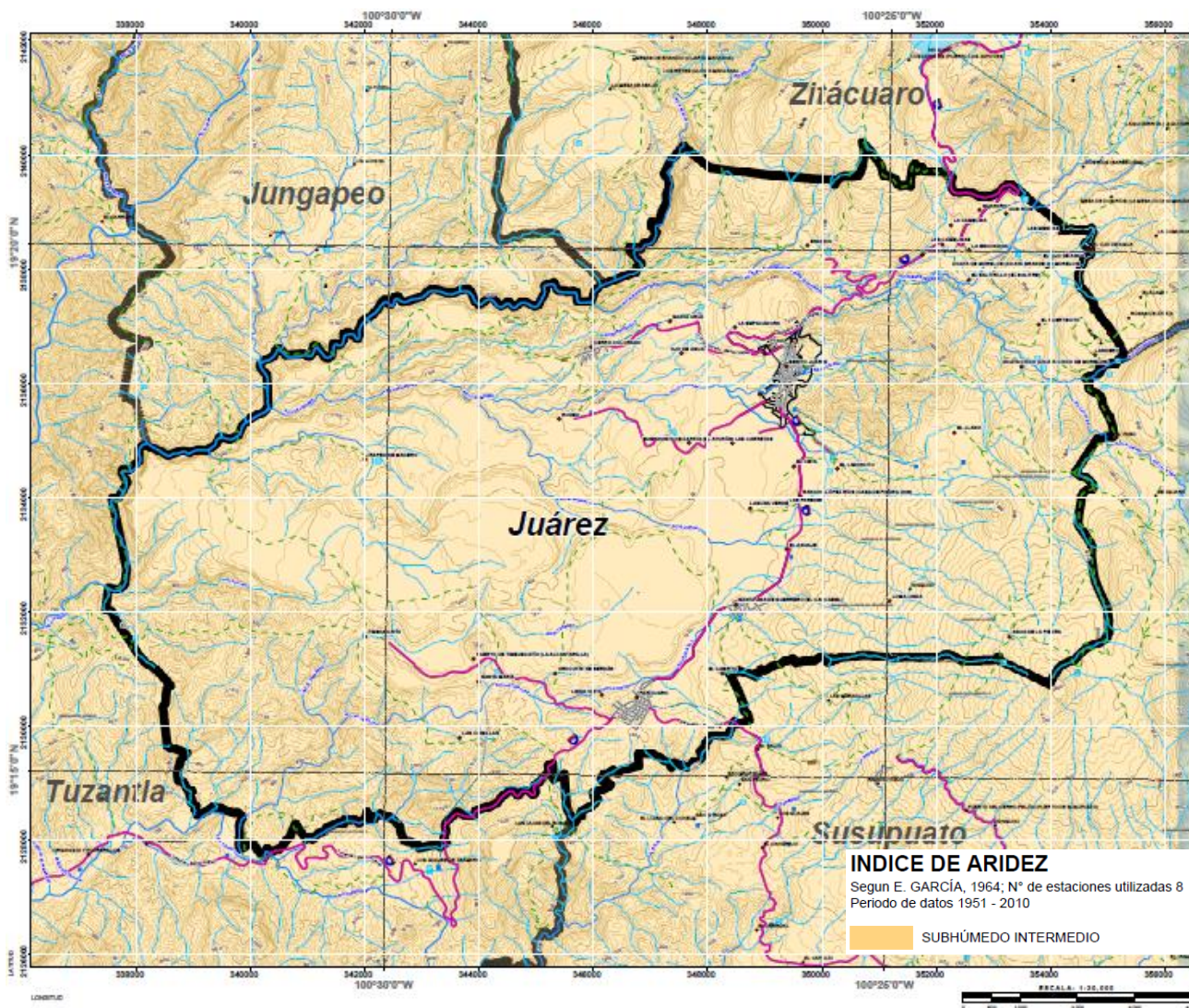
Aunque en parte del territorio nacional se tienen lluvias abundantes, existen regiones que no disponen del vital líquido en las cantidades requeridas como son los estados del norte y centro: Durango, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Aguascalientes y Zacatecas.

<sup>14</sup> CENAPRED, Fascículo Sequías, p. 5, 1ª edición noviembre 2002, 1ª reimpresión de la edición mayo 2007.



## Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Sequías.

De acuerdo a los enfoques mencionados anteriormente, el estudio de la sequía para el municipio de Juárez será desde el enfoque hidrológico. De acuerdo al cálculo del índice de severidad (I.S.) de sequía según el método utilizado por María Engracia Hernández, el municipio de Juárez presenta un I.S.= 0.643<sup>15</sup>, lo que indica que hay ausencia de sequía meteorológica ubicándose en un índice<sup>16</sup> de <0.2.



Mapa 41.- Índice de Aridez en el municipio de Juárez según E. García. Fuente: Arquitectura + Ingeniería Construcciones S.A. de C.V.

Para el escenario de los últimos cambios climáticos, María Engracia Hernández y su equipo de trabajo presentan un mapa de áreas de cambio en la severidad de la sequía meteorológica a nivel República, mostrado a continuación.

<sup>15</sup> El índice de severidad de la sequía se obtiene con la fórmula 1 del método de María Engracia Hernández,  $I.S. = (SUMY - SUMX) / SUMX$ , donde  $Y =$  Precipitación mensual registrada,  $X =$  Precipitación mensual normal (periodo 1950-1980). Si  $SUMY - SUMX$  es menor de 0.0, hay sequía meteorológica.

<sup>16</sup> El índice de severidad de la sequía meteorológica se clasificó en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2). (Sancho y Cervera, *et al.*, 1980).

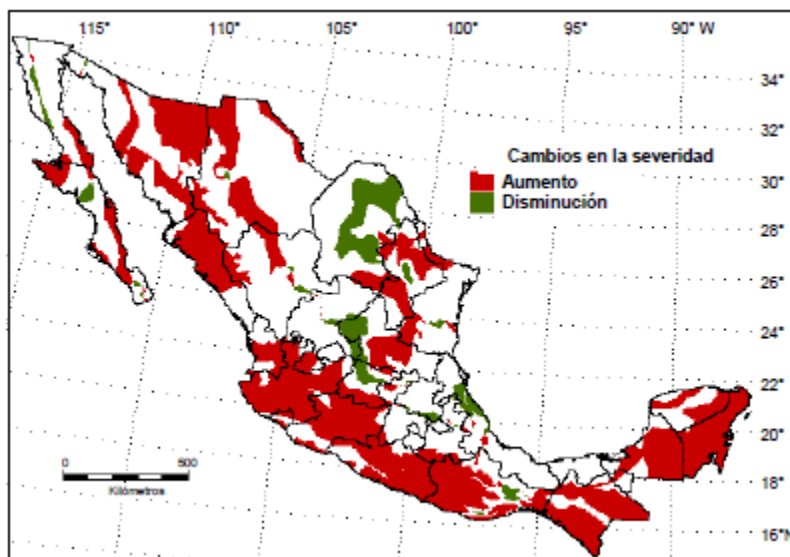


Fig. 16. Áreas de cambio en la severidad de la sequía meteorológica. Fuente: María Engracia Hernández.

Como se observa en el mapa, el estado de Michoacán presenta una vulnerabilidad alta a la desertificación en las condiciones actuales, presentándose en más de 70% de su superficie, y un aumento a la sequía meteorológica ante un posible cambio climático. El municipio de Juárez se encuentra dentro de la mancha de aumento de severidad de la sequía.

#### Indicadores de vulnerabilidad

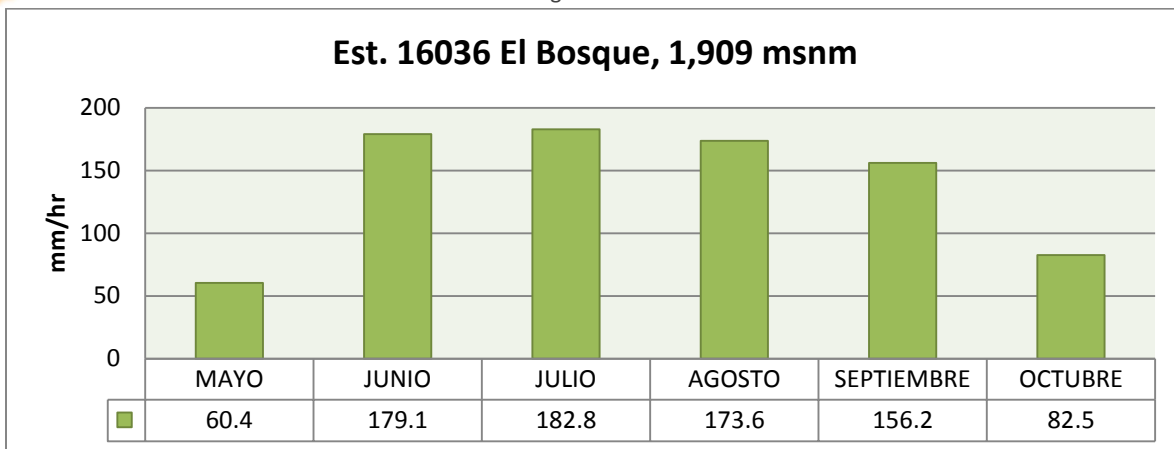
La vulnerabilidad social se mide en base a los indicadores de rezago de la CONEVAL, referidos al censo del año 2010, para con ellos determinar si los habitantes del municipio tienen la información necesaria sobre el fenómeno y las consecuencias que traerá si llega a presentarse de manera aguda. Así, el municipio presenta un índice de rezago social de -0.38162, con un grado de rezago social bajo, lo que significa que la población puede no estar adecuadamente informada sobre el fenómeno, además de los niveles de analfabetismo presentes en la población.

#### Nivel de Metodología 2. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Sequías.

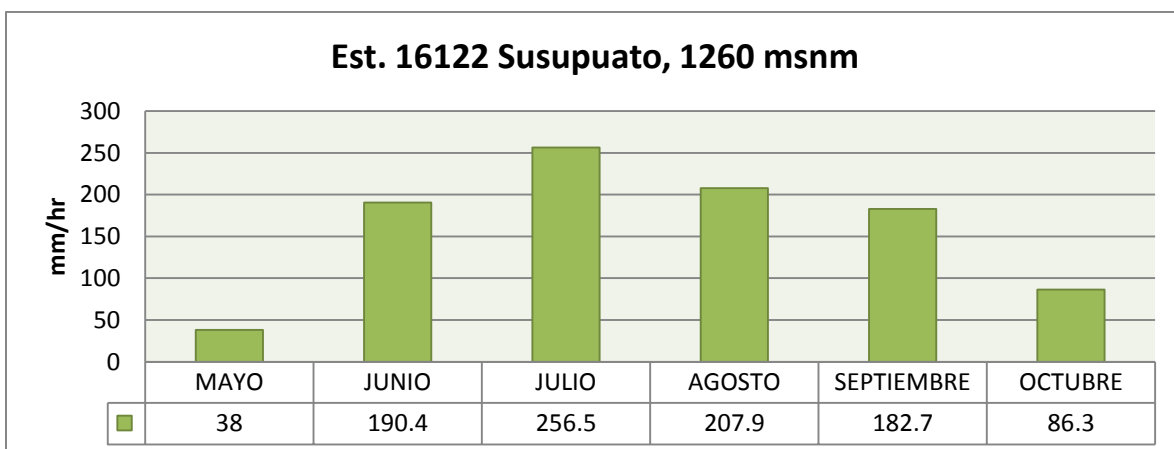
La sequía intraestival se debe a perturbaciones en la circulación de los alisios. En verano se presenta un sobrecalentamiento del mar en la porción tropical del Pacífico oriental, por debajo de la zona intertropical de convergencia, lo cual debilita el gradiente barométrico y, por ende, disminuye la intensidad de los alisios.

Lo anterior trae como consecuencia una disminución en la frecuencia y cantidad de lluvia, así como un patrón bimodal del régimen pluvial en los territorios que afecta el fenómeno antes descrito.

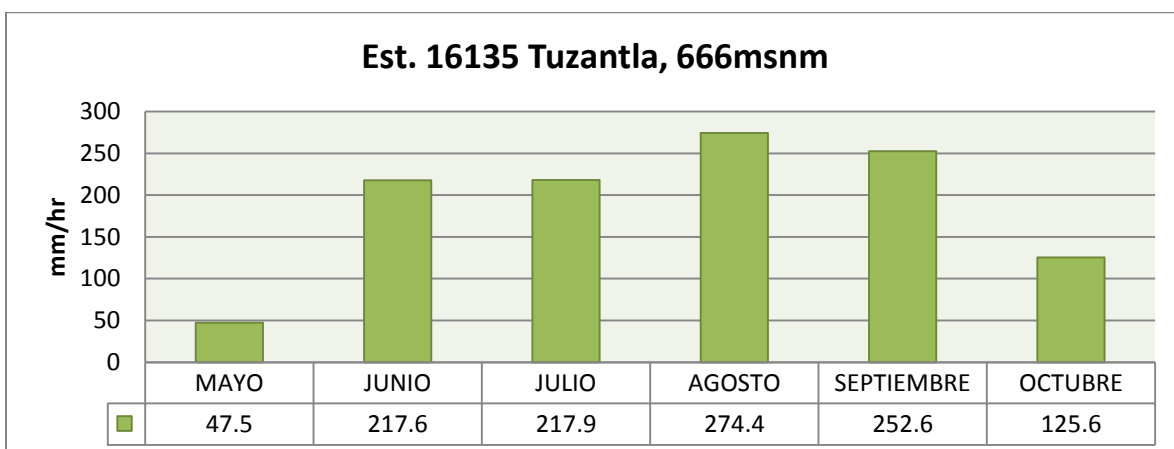
Para determinar el grado de afectación por sequía intraestival, se toman los datos de precipitación normal en los meses de mayo a octubre de las estaciones más cercanas, para posteriormente graficarlas y determinar meses con sequía intraestival, que para el caso de Juárez son las siguientes:



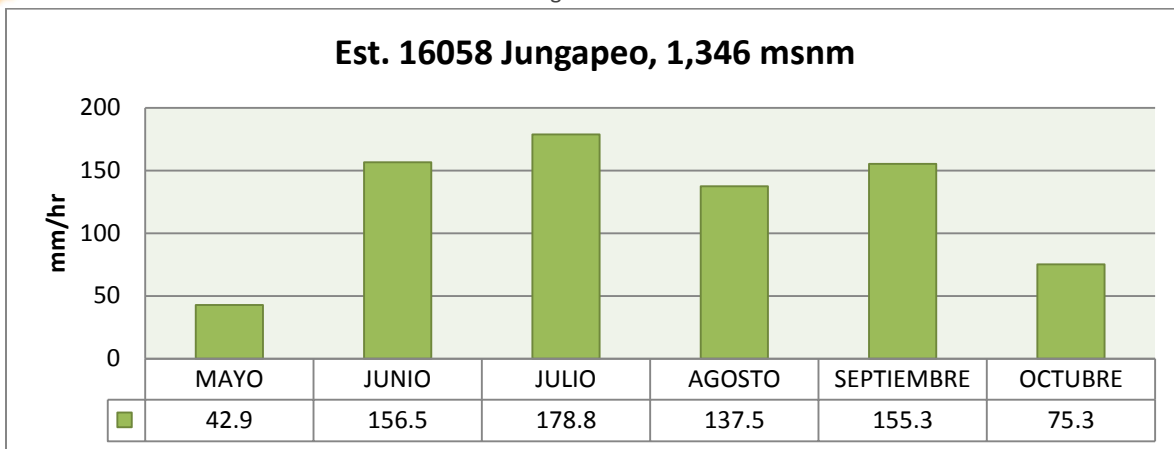
Cuadro 38.- Precipitaciones normales en los meses mayo-octubre, en el periodo 1951-2010 en la estación 00016036 El Bosque. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SMN.



Cuadro 39.- Precipitaciones normales en los meses mayo-octubre, en el periodo 1951-2010 en la estación 00016122 Susupuato. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SMN.

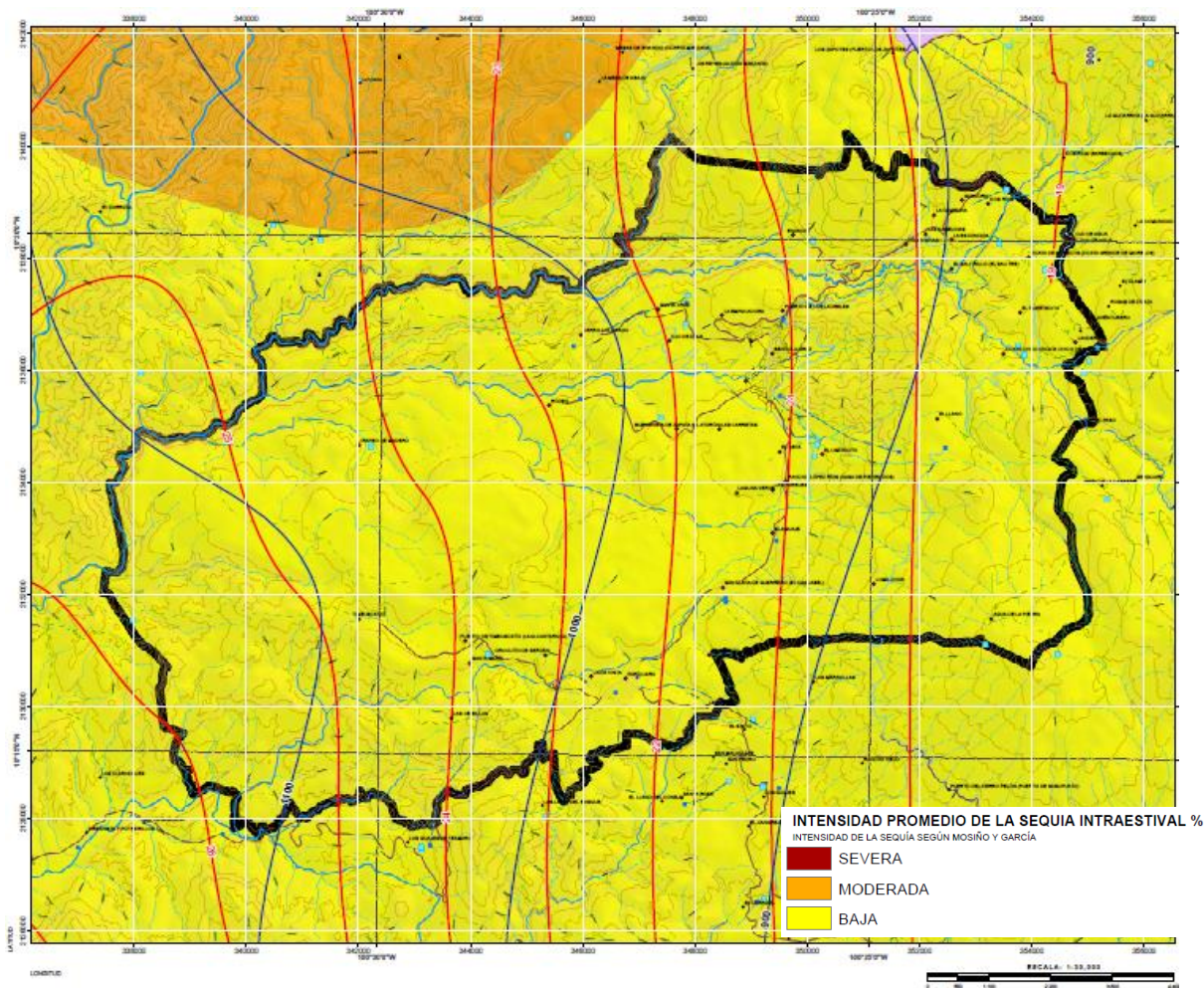


Cuadro 40.- Precipitaciones normales en los meses mayo-octubre, en el periodo 1951-2010 en la estación 0016135 Tuzantla. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SMN.



Cuadro 41.- Precipitaciones normales en los meses mayo-octubre, en el periodo 1951-2010 en la estación 00016058 Jungapeo. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SMN.

Tras el análisis de las gráficas se obtuvo como resultado que únicamente la estación Jungapeo registró sequía intraestival en el mes de agosto, y tras el cálculo de intensidad de la sequía según Mosiño y García se obtuvo una intensidad del 25% de sequía relativa para el área que cubre la ya mencionada estación meteorológica, la cual no afecta al municipio de Juárez tras llevar a cabo una interpolación sobre cartografía. De esta manera, dentro del municipio de Juárez no se tiene presencia de sequía intraestival.



Mapa 42. Elaboración propia en base a datos del INEGI. Intensidad promedio de la sequía intraestival. Fuente: Arquitectura + Ingeniería Construcciones S.A. de C.V.



## 5.2.4 Temperaturas máximas extremas

Las temperaturas extremas son un fenómeno meteorológico que se caracteriza por la presencia de temperaturas muy bajas o muy altas en una región que pueden afectar a una zona urbana. Representa las zonas o regiones en donde se han registrado daños por la presencia de temperaturas extremas.

En México se presentan ondas de calor en el verano y frentes fríos en el invierno, dando lugar a este fenómeno hidrometeorológico que afecta las condiciones de confort y salud de la población, siendo los más comunes los casos de hipotermia en temporada de frío e hipertermia en temporada de calor, resultando afectadas principalmente las personas de la tercera edad y los niños.

Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Temperaturas máximas extremas.

En el municipio de Juárez se presentan temperaturas máximas mensuales consideradas como extremas que alcanzan los 30.9°C, afectando el confort de la población y trayendo consecuencias en el sector agrícola y ganadero, aunque sin generar grandes pérdidas.

Con los últimos cambios climáticos, se ha visto afectado también el municipio de Juárez, pues en el periodo comprendido entre los meses de octubre y noviembre se llegaron a registrar temperaturas de 28-29°C a la sombra, alcanzando los 33°C, considerado como extrema porque presenta una diferencia considerable con las temperaturas máximas registradas para esos meses, que son de 29.3 y 30.4°C.

### Indicadores de vulnerabilidad

La vulnerabilidad física y social es más frecuente en los meses de marzo a julio, durante la época de primavera, por lo que se hace un análisis de las temperaturas mensuales máximas y mínimas registradas por el SMN en el periodo 1981-2010, según datos de la estación 00016122 Susupuato de Guerrero.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Máx.</b>	28.0	31.1	31.2	32.8	32.5	31.3	30.7	29.8	29.6	29.3	30.4	28.9
<b>Mín.</b>	7.2	7.1	7.1	7.7	7.8	7.3	7.2	7.2	7.7	7.5	7.2	6.7

Cuadro 42. Temperaturas mensuales máximas y mínimas registradas por la estación 00016122 Susupuato de Guerrero. Fuente: SMN

Las temperaturas máximas a lo largo del año llegan a alcanzar un grado de vulnerabilidad designado como incomodidad extrema, siendo la máxima mensual registrada de 32.8°C en el mes de abril. Esta designación se explica en la siguiente tabla.

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

Cuadro 43. Designación de vulnerabilidad por altas temperaturas. Fuente: SEDESOL.

La vulnerabilidad social se relaciona con los materiales y alturas con que estén construidas las viviendas, la ventilación que se presente en éstas y el conocimiento que tenga la población acerca del fenómeno. Las viviendas en el municipio de Juárez están construidas con tabique, concreto y losa maciza, así como con techumbres de lámina galvanizada. La población del municipio de Juárez tiene conocimiento del fenómeno en lo que se cataloga como sus estándares normales, sin embargo, pueden no estar debidamente informados sobre qué hacer en caso de incrementos considerables en la temperatura. Los datos de la CONEVAL indican que de los 13,604 habitantes contados hasta el año 2010, 55.07% no cuentan con derechohabencia a los servicios de salud, dato que refleja que de presentarse situaciones extremas poco más de la mitad de la población se vería en una situación un tanto complicada para recibir atención médica.

### 5.2.5 Vientos fuertes

El viento es aire en movimiento, especialmente una masa de aire que tiene una dirección horizontal. Los flujos verticales de aire se denominan corrientes. Las diferencias de temperatura de los estratos de la atmósfera, provocan diferencias de presiones atmosféricas que producen el viento. Los vientos pueden dar forma al relieve a través de una serie de procesos eólicos como la formación de suelos fértiles o la erosión.

Cuando la velocidad del viento es inferior a dos 2 m/s, el confort del ser humano es el adecuado, pero al aumentar la velocidad se presentan condiciones de incomodidad.

Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Vientos fuertes.

En el municipio de Juárez se ha tenido registro de vientos en la explanada de Cerro Colorado y en la cabecera municipal Benito Juárez, en donde la fuerza del viento no ha sido significativa, por lo que no se han presentado daños de ningún tipo.

Beaufort clasifica la fuerza de los vientos conforme a la siguiente tabla:

Fuerza Beaufort	Nombre	Equivalencia de la velocidad a una altura tipo de 10 metros sobre terreno llano		Características para la estimación de la velocidad en tierra
		m/s	km/h	
0	Calma	0 – 0.2	1	El humo se eleva verticalmente.
1	Ventolina	0.3 – 1.5	1 – 5	La dirección del viento se revela por el movimiento del humo, pero no por las veletas.
2	Brisa muy débil	1.6 – 3.3	6 – 11	El viento se percibe en el rostro; las hojas se agitan; la veleta se mueve.
3	Brisa débil	3.4 – 5.4	12 – 19	Hojas y ramitas agitadas constantemente; el viento despliega las banderolas.
4	Brisa moderada	5.5 – 7.9	20 – 28	El viento levanta polvo y hojitas de papel; ramitas agitadas.
5	Brisa fresca	8.0 – 10.7	29 – 38	Los arbustos con hojas se balancean; se forman olitas con cresta en las aguas interiores (estanques).
6	Viento fresco	10.8 – 13.8	39 – 49	Las grandes ramas se agitan; el uso del paraguas se dificulta.
7	Viento fuerte	13.9 – 17.1	50 – 61	Los árboles enteros se agitan; la marcha en contra del viento es penosa.
8	Viento duro	17.2 – 20.7	62 – 74	El viento rompe las ramas; es imposible la marcha contra el viento.
9	Viento muy duro	20.8 – 24.4	75 – 88	El viento ocasiona ligeros daños en las viviendas.
10	Temporal	24.5 – 28.4	89 – 102	Raro en los continentes; árboles arrancados; importantes daños en las viviendas.
11	Borrasca	28.5 – 32.6	103 – 117	Observado muy raramente; acompañado de extensos destrozos.
12	Huracán	32.7 o más	118 o más	Estragos graves y extensos.

Cuadro 44. Escala de Beaufort para inferir la velocidad del viento.

## Indicadores de vulnerabilidad

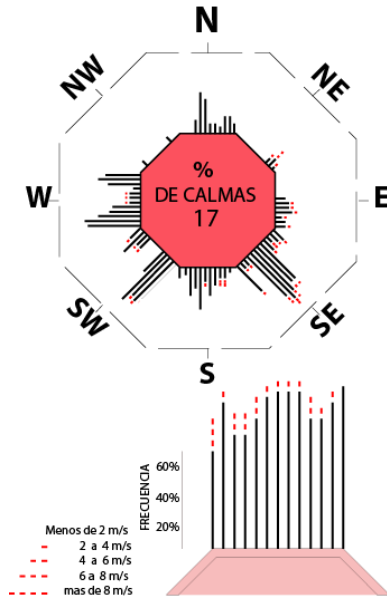


Fig. 17. Rosa de los vientos del Observatorio de Toluca.

La vulnerabilidad de la población hacia los vientos depende de la velocidad de estos, alcanzando en el municipio de Juárez velocidades del rango de los 4 a los 6 m/s según la rosa de los vientos del INEGI, del observatorio de Toluca. Se toma como referencia la estación de Toluca por ser la más cercana al municipio de Juárez, ya que no se tiene establecido un observatorio dentro del municipio. Según el análisis, los vientos proceden del suroeste y oeste en los meses de octubre a marzo, mientras que de abril a septiembre vienen principalmente del sureste, presentándose a lo largo del año un 20% o más de calmas.

La vulnerabilidad en Benito Juárez, Timbuscatío y Cerro Colorado se atribuye principalmente a los vientos anabáticos (ascendentes) y catabáticos (descendentes), esto por encontrarse en zonas consideradas como valle las dos primeras localidades mencionadas y zona de montaña la tercera.



Foto 27. Inclínación en la vegetación por efecto del viento en B. Juárez.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Foto 28. Daños en vivienda por ventarrones en la localidad de Timbuscatío.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.



Así, en una zona montañosa, durante el día el sol calienta más las laderas de montaña que el valle, de manera que se produce un flujo de aire que asciende desde el valle hasta las cumbres. Se trata del viento anabático<sup>17</sup>, que alcanza la velocidad más alta a primeras horas de la tarde. Simultáneamente se produce el movimiento del aire siguiendo el eje del valle, en el sentido en que el terreno asciende. Este viento local de valle, generalmente muy flojo, es compensado por un viento de retorno en altura que es alimentado por los vientos anabáticos, que muchas veces queda enmascarado por la circulación general de la zona. En Cerro Colorado se hacen presentes este tipo de vientos, al estar emplazada en la zona de montaña.

Durante la noche, la circulación se invierte. Las laderas de la montaña se enfrían por radiación y el aire que tienen encima, más frío y denso, desciende desde la cima y se hunde en el valle, lo que da lugar a lo que se conoce con el nombre de viento catabático. Paralelamente se forman vientos de montaña a lo largo del eje del valle, que soplan hacia las zonas más bajas, mientras que en altura aparece también una corriente de retorno que los compensa. Este fenómeno se presenta en las localidades de Benito Juárez y Timbuscatío.

<sup>17</sup> M. Carmen Casas Castillo, Marta Alarcón Jordán, "Meteorología y Clima", p. 76



De esta manera, la formación y flujo de vientos en estas zonas significa vulnerabilidad, sin embargo no se considera como un peligro puesto que las velocidades máximas alcanzadas no provocan daños de ningún tipo a infraestructura o viviendas.

### 5.2.6 Inundaciones

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas y daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.<sup>18</sup>

Entre los factores importantes que condicionan a las inundaciones están la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, el uso del suelo, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos.

El número de personas que viven o trabajan en zonas que originalmente formaban parte de algún cauce, y que ocasionalmente vuelven a llevar escurrimientos (conocidas como llanuras de inundación), se ha incrementado. A nivel mundial las inundaciones están aumentando más rápidamente que ningún otro desastre. De acuerdo con la Cruz Roja Internacional, durante el periodo 1919-2004, han colaborado con ayuda en más eventos de inundaciones que de cualquier otro tipo, en gran medida porque el acelerado desarrollo de las comunidades modifica los ecosistemas locales, incrementando el riesgo de inundación al que están expuestas muchas poblaciones<sup>19</sup>.

Una estimación de las víctimas fatales en México a consecuencia de fenómenos hidrometeorológicos arroja 2,767 personas, lo que representa un promedio cercano a los 140 individuos fallecidos anualmente. La cantidad de daños totales por este tipo de fenómenos, de 1980 a 1999, fue de 4,537 millones de dólares, lo que en promedio arroja 227 millones de dólares en pérdidas anuales.

Nivel 1, Metodología. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Inundaciones.

En el municipio de Juárez se tienen precipitaciones que alcanzan una normal anual de 849 mm, siendo los meses junio, julio y agosto los correspondientes al periodo de lluvias, presentando el siguiente registro de precipitaciones en el periodo 1981-2010 según registros del Servicio Meteorológico Nacional:

Precipitación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Normal</b>	9.2	2.6	4.8	1.1	34.8	142.1	246.2	163.0	146.6	74.2	19.8	4.6
<b>Máxima mensual</b>	63.0	18.0	41.0	15.4	95.2	407.0	664.0	390.0	388.4	194.0	68.0	40.0

Cuadro 45. Precipitación normal y máxima mensual registrada en la estación meteorológica 00016122 Susupuato de Guerrero. Fuente: SMN

Durante la temporada de lluvias en la mayor parte del municipio de Juárez se llegan a registrar incrementos en los escurrimientos de aguas pluviales por las calles, sin llegar a estancarse y generar afectaciones en viviendas; no así en la cabecera municipal en la zona de Las Charcas, en donde influyen dos factores para generar inundaciones: se encuentra emplazada sobre suelo de tipo vertisol, con muy baja capacidad permeable, y es una zona de hundimiento, con un nivel de -3.00 m por debajo del nivel de la carretera federal 51 que pasa por su lado este; en esta zona la altura de las inundaciones varía entre los 20 y los 60 cm de altura. De igual manera, la cabecera municipal sufre

<sup>18</sup> CENAPRED, Fascículo inundaciones, 1° edición octubre 2004, 1° reimpresión de la edición mayo 2007, p. 5.

<sup>19</sup> Ibidem, p. 3



inundaciones por el desborde del río La Caldera que atraviesa la localidad, en el cual se descargan los drenajes y en temporada de lluvias aumenta el caudal, arrastrando lodos, vegetación y aguas negras.



Foto 29. Agua anegada en Las Charcas, aun sin ser temporada de lluvias.



Foto 30. Áreas en desnivel dentro de Las Charcas, indicando la altura de inundaciones anteriores.



Foto 31. Nivel alcanzado por el agua en zona de viviendas habitadas en Las Charcas.



Foto 32. Paso del río La Caldera por la cabecera municipal, indicando el nivel alcanzado en episodios de inundaciones anteriores.



Foto 33. Condiciones en las que se encuentra el cauce del río durante la temporada de "secas", observándose a la derecha la propiedad que resulta afectada.



Foto 34. Altura del cauce del río La Caldera respecto al nivel de la calle y el puente que permite el paso peatonal y vehicular.

Otra localidad afectada es Timbuscatío, donde en el periodo junio-agosto el río Tabanero sobrepasa los límites máximos alcanzando los tres metros de altura en el caudal, inundando gran parte de la población, observándose que en estos episodios el agua sobrepasa la mampostería de las viviendas y los caminos de la comunidad, además de no contar con muros de contención. Sobre este río se descarga el sistema de drenaje y al mismo tiempo se captura el agua pluvial, lo que provoca su desborde en la temporada de lluvias.



Foto 35. Condiciones del río Tabanero en temporada de "secas".



Foto 36. Vista general del río Tabanero.



Foto 37. Nivel alcanzado por el caudal del río en temporada de lluvias.



Foto 38. Trayectoria del río Tabanero, observándose el desnivel y la reducción en el cauce, lo que provoca su desborde en temporada de lluvias.

Como obras civiles para enfrentar este fenómeno, se está llevando a cabo la colocación de un puente peatonal y la construcción del puente vehicular con sus correspondientes barandales y muros de contención, además de separar las tuberías de drenaje de las que están destinadas para el agua pluvial.

#### Indicadores de vulnerabilidad

Al presentarse precipitaciones intensas, se tiene acumulación de aguas pluviales en las cuencas de ríos y arroyos que se encuentran dentro de la zona urbana, que al desbordarse dan lugar a inundaciones en las zonas que no tienen pendiente adecuada para el desalojo del agua y/o se encuentran emplazadas sobre suelos impermeables o inestables, como es el caso de la cabecera municipal y la localidad de Timbuscatío, asentadas sobre suelo tipo vertisol, con muy baja capacidad permeable.

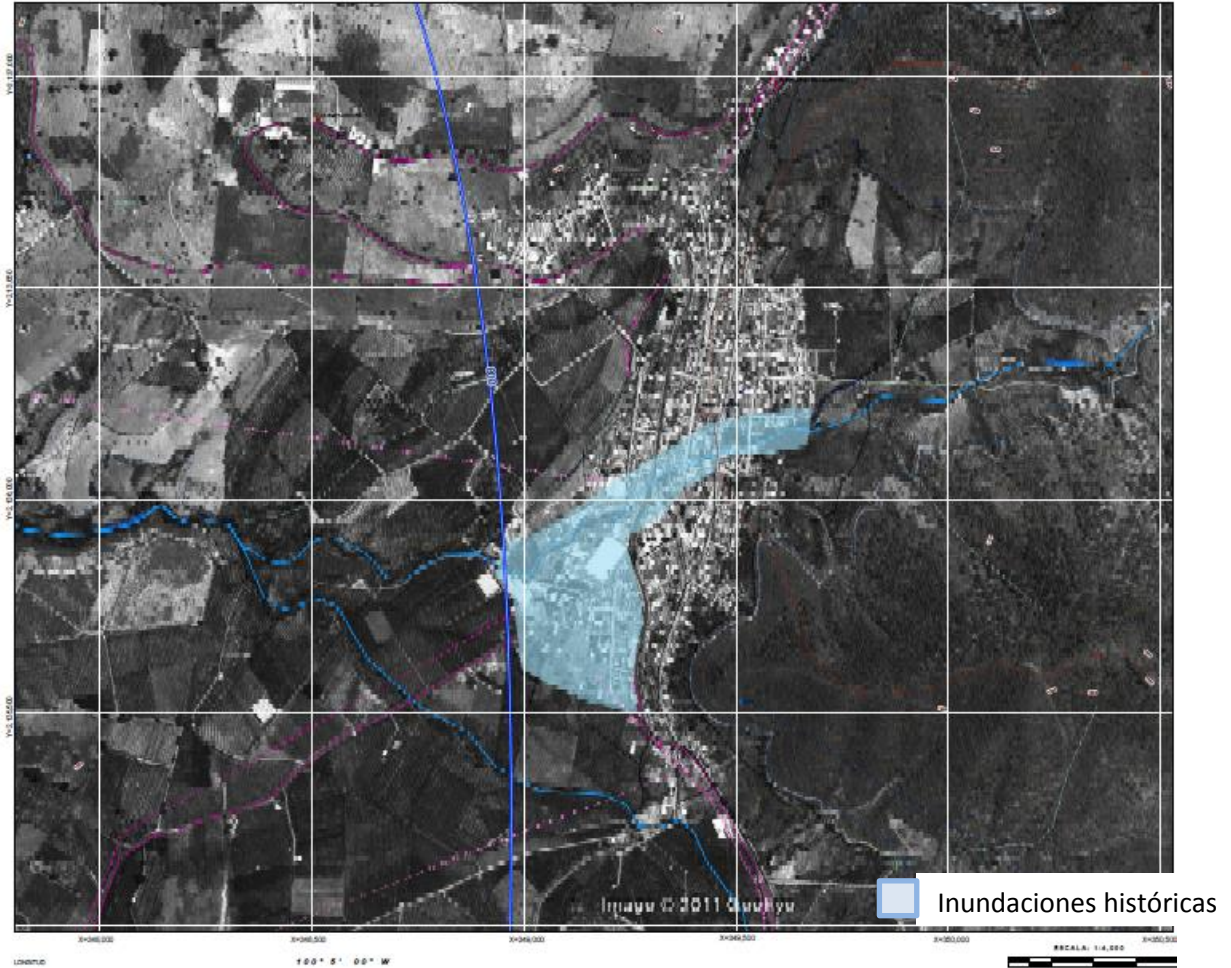
La vulnerabilidad social se relaciona con la información que tiene la población sobre el fenómeno, y el material con el que están construidas las viviendas; así, en Benito Juárez y Timbuscatío se tienen los siguientes indicadores de la CONEVAL:

- Benito Juárez tiene una población total de 3,639 habitantes, de los que 10.96% de las personas de 15 años y más es analfabeta, 5.52% de los menores de 6 a 14 años no asiste a la escuela, 52.05% de la población de 5 años y más no cubrió su educación básica y el 51.55% de la población carece de servicios de derechohabencia a la salud. En cuanto a vivienda, el 5.41% tiene piso de tierra, 6.37% de las viviendas no disponen de agua entubada de la red pública y 1.49% no disponen de drenaje; en este sentido, las viviendas son construidas con tabique y losas de concreto, y una minoría son de lámina galvanizada.
- Timbuscatío se constituye por 483 habitantes, de los que el 24.14% de la población de 15 años o más es analfabeta, 2.44% de los niños de 6 a 14 años no asiste a la escuela, 73.85% de la población de 15 años y más no terminó la educación básica y un 40.58% de la población carece de derechohabencia a los servicios de salud. En lo que corresponde a la vivienda, un 14.52% tienen piso de tierra, 19.35% no disponen de agua entubada de la red pública y 16.13% no disponen de drenaje. Las viviendas están construidas con tabique, tabicón, y losas de concreto, aunque se presentan casos de viviendas con techumbres de lámina galvanizada.

Con el análisis de esta información se concluye que la población no está debidamente informada en lo que respecta al fenómeno inundaciones, pues no se tienen las precauciones necesarias al momento de autorizar y construir nuevas viviendas en zonas de riesgo. Por otra parte, si se llega a presentar el fenómeno de manera catastrófica, cerca de la mitad de la población tendría cierta dificultad para recibir atención médica.

Nivel 2, Metodología. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Inundaciones.

Como parte del nivel de metodología 2, se hace un estudio a nivel AGEB (Área Geoestadística Básica) de los eventos de inundaciones ya mencionados en las localidades de Benito Juárez y Timbuscatío, resaltando que de estas dos, B. Juárez es la única que cuenta con mapa a nivel AGEB del INEGI por tener una población de 3,639 habitantes<sup>20</sup>, por lo que se hará la superposición de los eventos de inundaciones sobre el mapa de esta localidad.



Mapa 43.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Inundaciones históricas en Benito Juárez. Fuente: Arquitectura + Ingeniería Construcciones S.A. de C.V.

Es necesario hacer una determinación de los parámetros fisiográficos de la subcuenca por tributario de orden 2 en la clasificación de Horton-Strahler, que para el caso de Benito Juárez se determinan los parámetros del río La Caldera, que atraviesa la cabecera municipal con un tributario de orden 2, con las siguientes características:

Propiedad	Valor
Clave de la subcuenca compuesta	RH18Gb
Clave de región hidrográfica	RH18
Nombre de región hidrográfica	Balsas
Clave de cuenca	G
Clave de cuenca compuesta	G

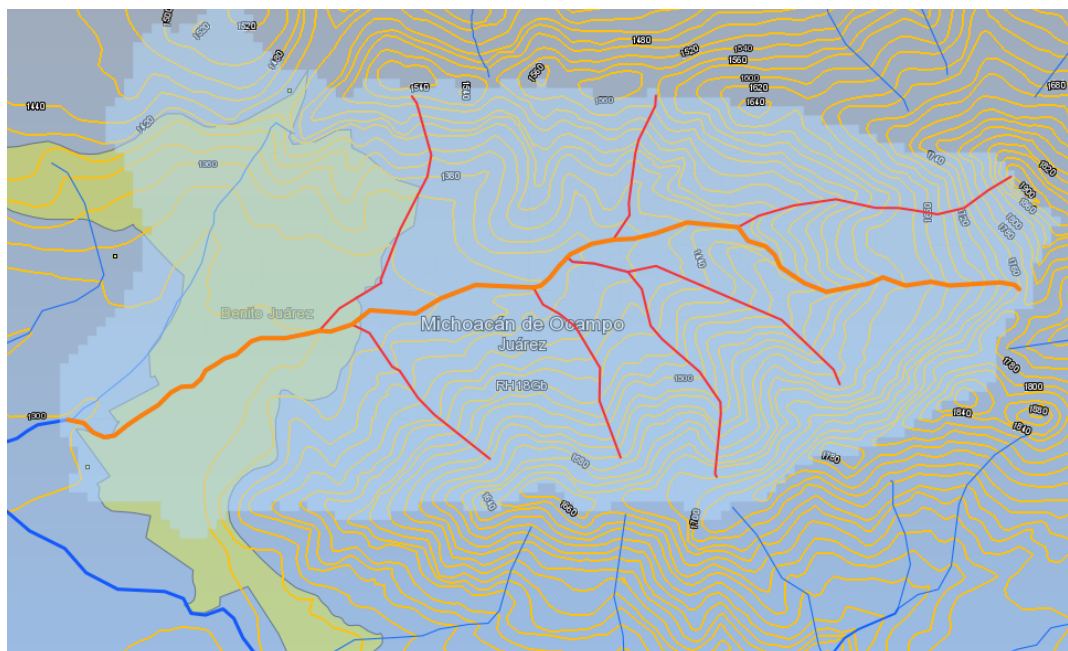
<sup>20</sup> El INEGI considera como AGEB urbano al área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas que generalmente son de 1 a 50 habitantes, perfectamente delimitadas por calles, avenidas, etc.; este tipo de AGEB se asigna en áreas geográficas de localidades que tengan una población igual o mayor a 2,500 habitantes.

Propiedad	Valor
Nombre de cuenca	R. Cutzamala
Clave de subcuenca	b
Nombre de subcuenca	R. Zitácuaro
Tipo de subcuenca	Exorreica
Lugar a donde drena (principal)	RH18Ga R. Cutzamala
Total de descargas	1
Perímetro (m)	329.13
Área (km <sup>2</sup> )	1,893.68
Densidad de drenaje	2.4009
Coefficiente de compacidad	2.1328
Longitud promedio de flujo superficial de la subcuenca (km)	0.10412761880961306177
Elevación máxima en la subcuenca (m)	3,640
Elevación mínima en la subcuenca (m)	360
Pendiente media de la subcuenca (%)	0.327787038714815
Elevación máxima en corriente principal (m)	3,316
Elevación mínima en corriente principal (m)	1,700
Longitud de corriente principal (m)	37,008
Pendiente de corriente principal (%)	0.0436662343277129
Sinuosidad de la corriente principal (%)	0.553257629399962

Cuadro 46. Rasgos fisiográficos del río La Caldera, perteneciente a la subcuenca R. Zitácuaro. Fuente: SIATL, Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas, INEGI 2010.

Con esta información se dan a conocer las características fisiográficas del río La Caldera dentro de la microcuenca, y dan una primera idea de su comportamiento en su paso por la localidad, para con los siguientes métodos determinar el caudal y posteriormente delimitar las zonas inundables.

Por otro lado, es también de importancia hacer una delimitación real de la cuenca urbana en función de la red de colectores existente, así como un inventario de la infraestructura hidráulica y la digitalización de esta información con detalle de información topográfica; sin embargo, no se cuenta con esta información a nivel AGEB, localidad, ni municipio, por lo que se hace la propuesta de elaborar un proyecto con estas características. El único tema a desarrollar es la delimitación real de la cuenca urbana, tomando los datos publicados en el modelo SIATL Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas del INEGI.



Mapa 44.- Elaboración propia en base a datos de software SIATL. Cuenca urbana Benito Juárez. Fuente: Arquitectura + Ingeniería Construcciones S.A. de C.V.



La cuenca urbana se encuentra dentro del orden 3 según la clasificación de Horton-strahler, con una longitud de 896.6824 metros y un área de 489000000000 m<sup>2</sup>, un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%, presentando una pendiente de la corriente principal correspondiente a un 0.04366% y una sinuosidad de corriente principal del orden de 0.5532%. La longitud promedio de flujo superficial de la subcuenca es de 0.1041 km.

El cauce principal tiene como indicadores una elevación máxima de 1,776 m, elevación mínima de 1,300 m, una longitud de 3,380 m con una pendiente media del 14.0828%, mientras que el tiempo de concentración es de 19.71 minutos y el área drenada corresponde a 3.86 km<sup>2</sup>.

Otra situación de análisis para el fenómeno inundaciones son las precipitaciones máximas, de las que se tiene el siguiente registro del Servicio Meteorológico Nacional:

Mes	Año inicio	Año fin	Núm. años	Valor máximo	Fecha máxima	Se ha repetido	Fecha mínima	Se ha repetido	Valor medio	Desv. estándar
Ene.	1946	2006	40	60.0	24/01/80	No	01/01/46	Sí	0.5	3.7
Feb.	1946	2006	40	18.0	16/02/81	No	01/02/46	Sí	0.1	0.9
Mar.	1946	2006	40	41.0	03/02/01	No	01/03/46	Sí	0.1	1.4
Abr.	1946	2006	39	21.0	14/04/59	Sí	01/04/46	Sí	0.2	1.8
May.	1946	2006	37	68.0	13/05/65	No	01/05/46	Sí	1.2	4.9
Jun.	1946	2006	41	82.0	13/06/01	No	01/06/46	Sí	6.5	11.3
Jul.	1945	2006	39	200.0	13/07/83	Sí	01/07/46	Sí	8.2	15.3
Ago.	1945	2006	40	163.0	28/08/79	No	02/08/45	Sí	6.9	12.6
Sept.	1945	2006	41	110.0	16/09/65	No	01/09/45	Sí	6.4	12.0
Oct.	1945	2006	42	83.0	24/10/81	No	01/10/45	Sí	2.8	8.3
Nov.	1945	2006	41	48.0	08/11/83	No	01/11/45	Sí	0.4	3.0
Dic.	1945	2006	41	35.0	28/12/58	No	01/12/45	Sí	0.2	1.6

Cuadro 47. Valores extremos de precipitación registrada en el periodo 1950-2000. Fuente: SMN

De la misma manera, se hace una síntesis de las precipitaciones máximas según las normales climatológicas del SMN, observándose que en el mes de julio de 1983 se registró el valor más alto de precipitación.

Años		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1951 - 2010	Máx.	158.0	18.0	41.0	60.0	150.0	430.0	664.0	455.0	425.0	300.0	68.0	90.0
	Año	1980	1981	2001	1956	1956	1959	1983	1955	1956	1955	1987	1958
1971 - 2000	Máx.	158.0	18.0	24.0	3.5	100.0	281.8	664.0	390.0	352.5	194.0	68.0	40.0
	Año	1980	1981	1983	1974	1979	1984	1983	1981	1978	1982	1987	1997
1981 - 2010	Máx.	63.0	18.0	41.0	15.4	95.2	407.0	664.0	390.0	388.4	194.0	68.0	40.0
	Año	1981	1981	2001	2001	2006	2001	1983	1981	2002	1982	1987	1997

Cuadro 48. Precipitaciones máximas según normales climatológicas del SMN. Fuente: SMN

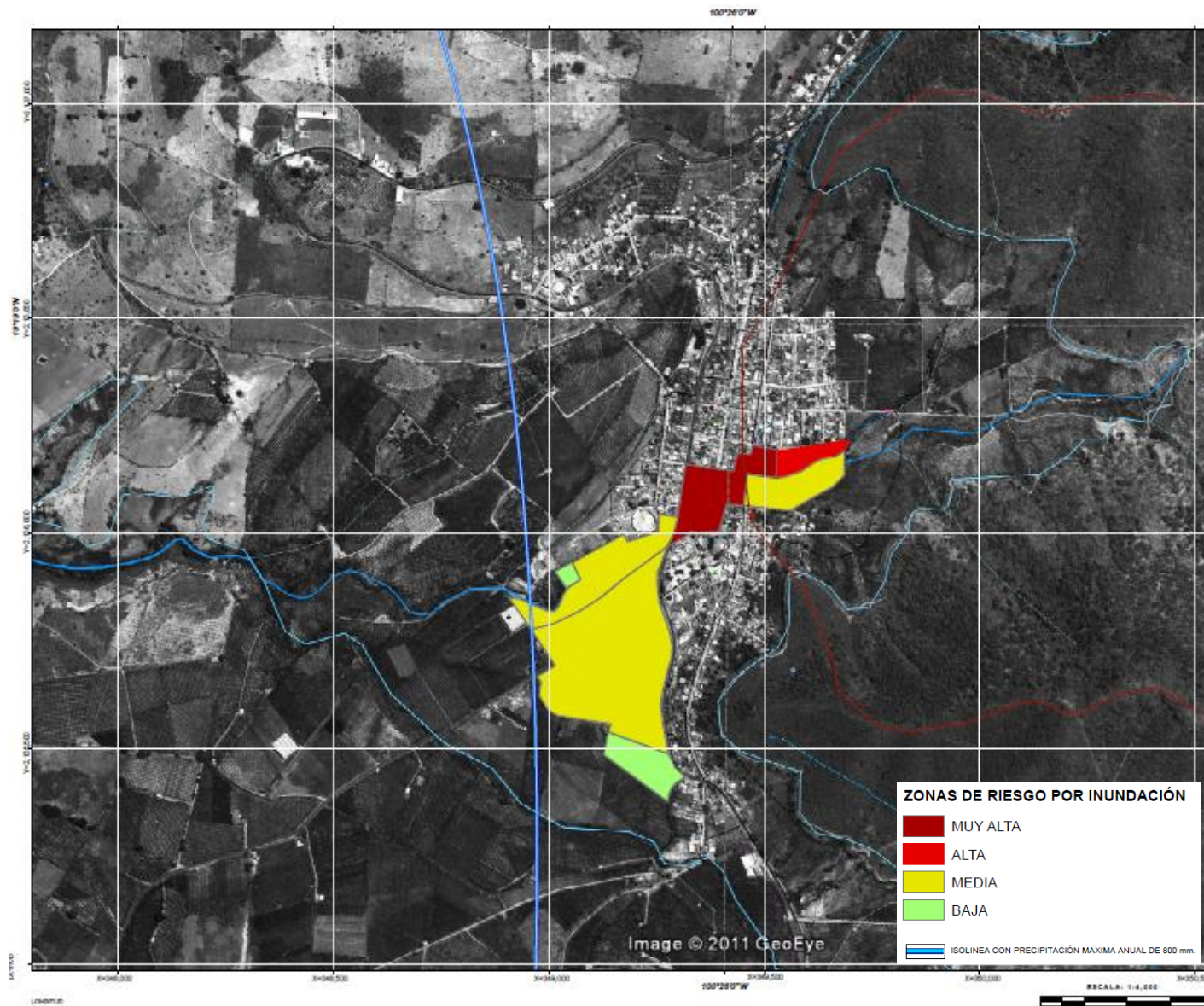
De los cuadros anteriores, se toma información para la obtención de los periodos de retorno de 2, 10, 50, 100 y 200 años, para llevar a cabo un análisis estadístico de precipitaciones máximas y así deducir las afectaciones futuras dentro de la microcuenca.

Periodo de retorno	Valor (mm)
Lluvia con periodo de retorno de 2 años	46.702
Lluvia con periodo de retorno de 10 años	70.2988
Lluvia con periodo de retorno de 50 años	91.4376
Lluvia con periodo de retorno de 100 años	100.2864
Lluvia con periodo de retorno de 200 años	111.5932

Cuadro 49. Periodo de retorno de lluvia a 2, 10, 50, 100 y 200 años. Fuente: INEGI, SIATL.

De la misma manera, se hace un análisis del comportamiento del caudal normal y caudal pico durante el periodo de lluvias, para hacer una estimación de los daños causados por desbordes; sin embargo, no se tienen datos oficiales del caudal de la cuenca, por lo que no se realizará el análisis.

Como resultado de las afectaciones anteriores y el conocimiento de los niveles de precipitación máxima y los periodos de retorno para 2, 10, 50, 100 y 200 años, se elabora un mapa de riesgos en el que se plasman las ponderaciones de riesgo por inundaciones en la cabecera municipal Benito Juárez.



Mapa 45. Elaboración propia en base a datos del INEGI. Zonas de riesgo por inundación en Benito Juárez. Fuente: Arquitectura + Ingeniería Construcciones S.A. de C.V.

### 5.2.7 Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)

Una masa de aire se define como un gran cuerpo de aire cuyas propiedades físicas, sobre todo de temperatura y humedad, son uniformes en sentido horizontal y cuyas dimensiones pueden ser de más de 1,000 km., de cubrimiento. Las masas de aire se producen en los continentes o sobre los océanos, en regiones donde el aire adquiere las características físicas de la zona latitudinal de ubicación.



En México, durante la temporada de invierno, los vientos polares descienden hasta los límites del Trópico de Cáncer, generando descensos en la temperatura y la formación de este tipo de fenómenos, que a su vez provocan las llamadas tormentas de invierno.

En este Atlas de Riesgos del Municipio de Juárez, las masas de aire se clasifican de la siguiente manera: heladas, granizadas y nevadas.

## Heladas

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (WMO, 1992). La cubierta de hielo, es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos; ocurre cuando se presentan dichas temperaturas (Ascaso y Casals, 1986).

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más. Desde el punto de vista agroclimático, es importante considerar a dicho fenómeno, dados sus efectos en el sector agrícola (Engelbert, 1997). Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío (Eagleman, 1983).

El fenómeno de la helada puede provocar principalmente pérdidas a la agricultura y afectar la salud de la población de las zonas rurales y urbanas; sus inclemencias las sufren, sobre todo, las personas que habitan en casas frágiles o que son indigentes, así como los niños y personas de la tercera edad. En el país, las heladas y las bajas temperaturas ocurren esencialmente, durante los meses de noviembre a marzo, siendo diciembre y enero los de mayor impacto.

Nivel de Metodología 1. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Masas de aire, heladas.

En el municipio de Juárez, por su ubicación y temperaturas, difícilmente puede llegar a presentarse este fenómeno, pues las temperaturas mínimas registradas a lo largo de 30 años son del orden de los 9.5°C en el mes de enero, según datos del Servicio Meteorológico Nacional. En caso de presentarse el fenómeno, la población afectada así como infraestructura y viviendas serían el total del municipio. Además, los datos de la CONEVAL indican que de los 13,604 habitantes contados hasta el año 2010, 55.07% no cuentan con derechohabencia a los servicios de salud, dato que refleja que de presentarse situaciones extremas poco más de la mitad de la población se vería en una situación un tanto complicada para recibir atención médica.

## Granizadas

Las granizadas, también llamadas tormentas de granizo, es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo *cumulunimbus* son arrastrados por corrientes ascendentes de aire<sup>21</sup>.

Este tipo de precipitaciones afectan a las regiones agrícolas y zonas ganaderas. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas. Las zonas más afectadas de México por tormentas de granizo son la porción sur del Altiplano de México y algunas regiones de Chiapas, Durango y Sonora.

Nivel de Metodología 1. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Masas de aire, granizadas.

El Servicio Meteorológico Nacional tiene registro de una normal de 0 granizadas en el periodo 1971 – 2000, un valor muy bajo para ser considerado como un riesgo latente para la población del municipio de Juárez, es por ello que el nivel de estudio para este fenómeno se lleva hasta este nivel 1 de metodología.

<sup>21</sup> CENAPRED, Fascículo Tormentas Severas, p. 28, 1ra. Edición Agosto de 2010.



## Indicadores de vulnerabilidad

La vulnerabilidad física se percibe a partir de los materiales con los que están construidas las viviendas, siendo el caso de Juárez el tabique, tabicón, losas de concreto y algunas de lámina galvanizada, siendo éstas últimas las que podrían verse afectadas en caso de que el fenómeno se presentara. En cuanto a vulnerabilidad social, como ya se ha mencionado según la CONEVAL de los 13,604 habitantes contados hasta el año 2010, 55.07% no cuentan con derechohabencia a los servicios de salud, lo que lleva a definir que poco más de la mitad de la población se vería en una situación complicada si se presentara el fenómeno y se requiriera atención médica; de igual manera se deduce que los habitantes no están suficientemente informados dado que no se ha tenido presencia de este fenómeno.

## Nevadas

Las tormentas de nieve son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones<sup>22</sup>.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son los que ocurren generalmente durante el invierno, como son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas, y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve.

Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas como montañas o sierras, principalmente, durante el invierno. Un caso extraordinario ocurrió en el invierno de 1967, donde aproximadamente el 50% del territorio nacional resultó afectado por una nevada, incluso en el Valle de México.

Nivel de Metodología 1. Sistema perturbador Hidrometeorológico, subsistema Masas de aire, nevadas.

En el municipio de Juárez no se tiene registro de nevadas, y dada su orografía es muy poco probable que llegaran a presentarse en algún momento, es por eso que el estudio del fenómeno llega hasta este punto de la metodología.

## Indicadores de vulnerabilidad

En este caso la vulnerabilidad social se vincula con la acumulación de nieve en las laderas del relieve, misma que podría ocasionar deslizamientos y consecuentemente afectar zonas de cultivo y poblaciones que se encuentren bajo ladera. Puesto que en Juárez no se ha tenido registro de la ocurrencia de este fenómeno, la población no presenta vulnerabilidad ante nevadas.

### 5.3. Obras y acciones para la reducción y mitigación de riesgos

Como complemento al análisis de la problemática que presenta el municipio en cuanto a riesgos naturales, se proponen proyectos para reducir el riesgo mediante la implementación de medidas estructurales y no estructurales, surgiendo los primeros a través del control directo de los fenómenos con obras de estabilidad de taludes y manejo de aguas principalmente, mientras que los no estructurales se dan a través de la revisión y actualización de los Planes de Desarrollo y del apoyo a las Administraciones Municipales, así como programas y/o campañas para mejorar la respuesta ante emergencias y fortalecimiento institucional a través de la implementación de un programa de cultura ciudadana, orientado a mantener las obras de estabilidad existentes y a cuidar y monitorear las laderas de alto riesgo existentes en el municipio.

<sup>22</sup> Ibidem, p. 23.





A continuación se presentan las obras propuestas para reducir y mitigar los riesgos de origen natural dentro del municipio de Juárez, así como los planes y programas con este mismo propósito.

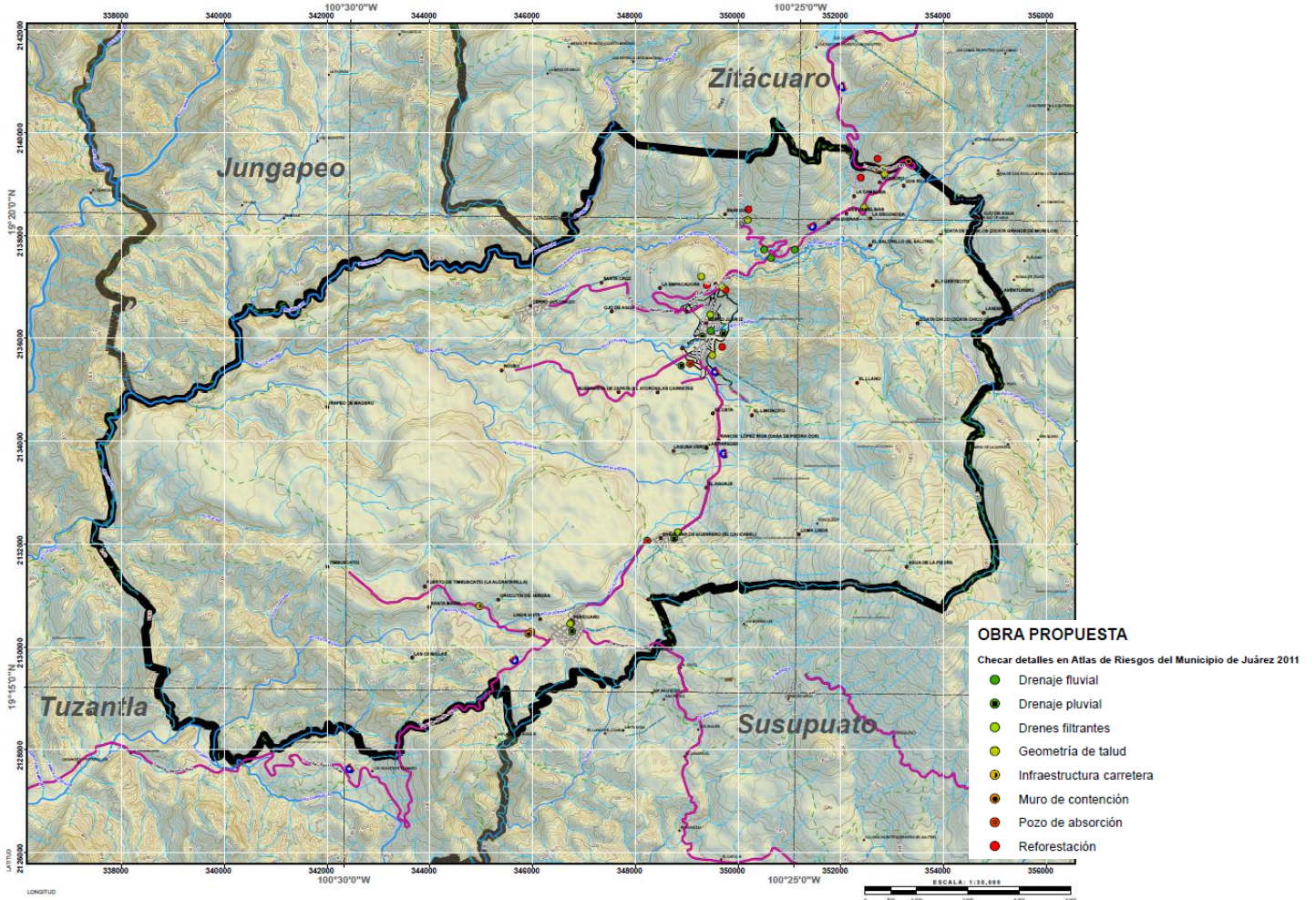
<b>OBRAS PARA REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS NATURALES</b>			
<b>Municipio</b>	<b>Localidad</b>	<b>Obra</b>	<b>Descripción</b>
<b>Juárez</b>	Benito Juárez, Guanoro, Enandio	Estabilización de taludes y laderas	Disminución de la pendiente a un ángulo menor, reducción de la altura; con la colocación de material en la base o al pie del talud (Berma).
	Benito Juárez, Parícuaro, Santa Ana	Construcción de drenaje pluvial	Construcción de drenaje pluvial, en el cual se encaucen todos los escurrimientos de localidad, así como las aguas pluviales captadas por las viviendas.
	Las Charcas, Parícuaro	Construcción de pozos de absorción	Construcción de pozo de absorción para drene de aguas pluviales en Las Charcas.
	Carr. Parícuaro-Tumbiscatío	Construcción de bordo de contención	Construcción de bordo de contención en el tramo carretero de Parícuaro - Tumbiscatío, en zonas localizadas con derrumbes o posibles derrumbes.
	Municipio	Pavimentación de rutas de evacuación en zonas de riesgo	Pavimentación de rutas de evacuación en zonas de riesgo y rehabilitación de las carreteras existentes que cumplen con esa función.

Cuadro 50.- Obras propuestas para reducción y mitigación de Riesgos Naturales. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

<b>Municipio</b>	<b>Programas y Planes</b>
<b>Juárez</b>	-Elaboración de Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Juárez
	-Elaboración de Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población Benito Juárez.
	-Programa y campaña de reforestación en laderas inestables con fines preventivos.
	-Programa de capacitación para la población, referente a los riesgos naturales en el Municipio.
	-Capacitación y equipamiento del cuerpo de protección civil.
	-Campaña y regularización de asentamientos humanos en zonas de riesgo.
	-Programa de limpieza de ríos, arroyos y escurrimientos.
	-Programa para la concienciación del uso del agua.
	-Capacitación a autoridades sobre los riesgos existentes en el municipio, así como planes de contingencia en caso de siniestros.
	-Programa para la prevención y mitigación de la erosión en el municipio.
-Programa para la prevención y refuerzo de edificaciones dañadas.	
-Programa y regularización del uso de fertilizantes en la agricultura.	

Cuadro 51.- Propuesta de Programas y Planes para reducción y mitigación de Riesgos Naturales. Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.

Las obras anteriores se plasman en el siguiente mapa para mitigación y reducción de riesgos, en donde se ubica cada una de ellas tomando en cuenta los fenómenos que afectan en cada zona del municipio de Juárez.



Mapa 46.- Elaboración propia en base a datos del INEGI. Obra propuesta para reducción y mitigación de riesgos.  
Fuente: A+I Construcciones S.A. de C.V.