



# ATLAS DE RIESGOS

SAN IGNACIO, SINALOA

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO



PREVENCIÓN DE RIESGOS  
EN LOS  
ASENTAMIENTOS  
HUMANOS



**SIGPOT**  
Sistemas de Información Geográfica para la  
Planeación y Ordenamiento del Territorio



---

# ATLAS DE RIESGOS

## SAN IGNACIO, SINALOA

---



Tercera Revisión / Diciembre de 2014  
Número de obra: PRAH 001 / 14 D.S.  
Número de expediente: SEDATU/SIN/PRAH/ 2014/001



**SIGPOT**  
Sistemas de Información Geográfica para la  
Planeación y Ordenamiento del Territorio

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA PLANEACIÓN  
Y ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO S.A. DE C.V.  
Miñón 322, Col. Centro. Tepic, Nayarit. Tel. (311)1330500. sigpot.sa@gmail.com

ESTE PROGRAMA ES DE CARÁCTER PÚBLICO, NO ES PATROCINADO NI PROMOVIDO POR PARTIDO POLÍTICO ALGUNO Y SUS RECURSOS PROVIENEN DE LOS IMPUESTOS QUE PAGAN TODOS LOS CONTRIBUYENTES. ESTÁ PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
I.1 INTRODUCCIÓN .....	1
I.1.1 FUNDAMENTOS JURÍDICOS.....	2
I.2 ANTECEDENTES .....	2
I.2.1 CRONOLOGÍA DE FENÓMENOS.....	2
I.3 OBJETIVOS .....	3
I.3.1 GENERAL .....	3
I.3.2 ESPECÍFICOS .....	3
<b>NIVELES DE ANÁLISIS Y REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
II.1 NIVEL DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA .....	4
<b>CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL .....</b>	<b>6</b>
III.1 FISIOGRAFÍA .....	6
III.2 GEOMORFOLOGÍA.....	7
III.3 GEOLOGÍA.....	8
III.4 EDAFOLOGÍA.....	9
III.5 HIDROGRAFÍA .....	9
III.6 CUENCAS Y SUBCUENCAS .....	10
III.7 CLIMAS.....	11
III.8 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN .....	12
III.9 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	13
<b>CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA, SOCIAL Y ECONÓMICA .....</b>	<b>15</b>
IV.1 CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA.....	15
IV.1.1 DINÁMICA DEMOGRÁFICA MUNICIPAL .....	15
DINÁMICA DEMOGRÁFICA POR LOCALIDAD.....	15
IV.1.2 PROYECCIÓN AL 2030.....	15
IV.1.3 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN .....	16
IV.1.4 DENSIDAD POBLACIONAL .....	16
IV.1.5 PIRÁMIDE POBLACIONAL .....	18
IV.1.6 MORTALIDAD.....	18
IV.2 CARACTERIZACIÓN SOCIAL .....	19
IV.2.1 ESCOLARIDAD .....	19
IV.2.2 HACINAMIENTO .....	19
IV.2.3 POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD .....	20
IV.2.4 MARGINACIÓN .....	22
IV.2.5 POBREZA .....	23
IV.2.6 EQUIPAMIENTO.....	23
IV.2.7 VIVIENDA .....	24
IV.2.8 LENGUA INDÍGENA.....	25
IV.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA ZONA .....	25
IV.4 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA .....	26
IV.5 CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL .....	26
<b>IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDADES Y RIESGOS .....</b>	<b>27</b>
V.1 GEOLOGICOS .....	27

V.1.1 ERUPCIONES VOLCANICAS.....	27
V.1.1.1 PELIGRO .....	27
V.1.2 SISMOS.....	28
V.1.2.1 PELIGRO .....	31
V.1.2.2 VULNERABILIDAD.....	34
V.1.2.3 RIESGO .....	35
V.1.3 TSUNAMIS.....	36
V.1.3.1 PELIGRO .....	36
V.1.3.2 VULNERABILIDAD.....	39
V.1.3.3 RIESGO .....	39
V.1.4 INESTABILIDAD DE LADERAS.....	40
V.1.4.1 PELIGRO .....	43
V.1.4.2 VULNERABILIDAD.....	46
V.1.4.3 RIESGO .....	47
V.1.5 FLUJOS .....	47
V.1.5.1 PELIGRO .....	48
V.1.6 CAÍDOS Y DERRUMBES.....	48
V.1.6.1 PELIGRO .....	49
V.1.6.2 VULNERABILIDAD.....	52
V.1.6.3 RIESGO .....	53
V.1.7 HUNDIMIENTOS .....	53
V.1.7.1 PELIGRO .....	54
V.1.8 SUBSIDENCIAS .....	54
V.1.8.1 PELIGRO .....	55
V.1.9 AGRIETAMIENTOS .....	55
V.1.9.1 PELIGRO .....	56
V.1.10 FALLAS Y FRACTURAS.....	56
V.1.10.1 PELIGRO .....	57
V.1.10.2 VULNERABILIDAD .....	58
V.1.10.3 RIESGO .....	58
V.2 HIDROMETEOROLÓGICOS .....	59
V.2.1 ONDAS CÁLIDAS Y GÉLIDAS .....	59
V.2.1.1 PELIGRO .....	59
V.2.1.2 VULNERABILIDAD.....	64
V.2.1.3 RIESGO .....	64
V.2.2 SEQUIAS .....	65
V.2.2.1 PELIGRO .....	67
V.2.3 HELADAS .....	68
V.2.3.1 PELIGRO .....	70
V.2.4 TORMENTAS DE GRANIZO .....	71
V.2.4.1 PELIGRO .....	71
V.2.4.2 VULNERABILIDAD.....	73
V.2.4.3 RIESGO .....	73
V.2.5 TORMENTAS DE NIEVE.....	73
V.2.5.1 PELIGRO .....	74
V.2.6 CICLONES TROPICALES .....	74
V.2.6.1 PELIGRO .....	78
V.2.6.2 VULNERABILIDAD.....	80
V.2.6.3 RIESGO .....	80
V.2.7 TORNADOS .....	81
V.2.7.1 PELIGRO .....	82
V.2.8 TORMENTAS DE POLVO .....	82
V.2.8.1 PELIGRO .....	82
V.2.9 TORMENTAS ELÉCTRICAS.....	83

V.2.9.1 PELIGRO.....	84
V.2.9.2 VULNERABILIDAD .....	85
V.2.9.3 RIESGO.....	86
V.2.10 LLUVIAS EXTREMAS.....	86
V.2.10.1 PELIGRO.....	86
V.2.10.2 VULNERABILIDAD .....	89
V.2.10.3 RIESGO.....	89
V.2.11 INUNDACIONES .....	90
V.2.11.1 PELIGRO.....	90
V.2.11.2 VULNERABILIDAD .....	106
V.2.11.3 RIESGO.....	107
V.3 VULNERABILIDAD .....	108
<b>OBRAS Y ACCIONES .....</b>	<b>113</b>

## CAPÍTULO I

# INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVO

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El impacto de los fenómenos de origen natural y los producidos por el hombre, así como los efectos del cambio climático y el incorrecto ordenamiento territorial ocasionan pérdidas humanas y materiales año tras año, representando un riesgo para la integridad física, el bienestar, el desarrollo y el patrimonio de la población, así como un alto costo social y económico para el país.

No obstante que el gobierno ha realizado extensas acciones enfocadas a la atención y recuperación ante los desastres, a través de la actuación del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), se requiere fortalecer las acciones de prevención para reducir los riesgos y mitigar las consecuencias adversas que ocasionan.

En este sentido, protección civil privilegiará las acciones preventivas ante desastres, será incluyente y utilizará soluciones de innovación científica, eficacia tecnológica, organización y capacidad para enfrentar los retos presentes y futuros en este ámbito.

La información que se presenta es importante como instrumento, para que las autoridades cuenten con el fundamento necesario para actuar en el plano preventivo con estrategias de autoprotección y acciones de mitigación. Y a su vez dará, a las diferentes instancias de gobierno, instituciones académicas y demás actores involucrados, la posibilidad de elaborar información digital derivada con las características de cartografía temática de alta calidad.

La elaboración de este documento toma como guía las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014 propuesta por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), cuyo propósito es establecer

los procedimientos básicos para la integración de la información disponible de los peligros y riesgos naturales que afectan a las zonas urbanas, para la puesta en práctica de las acciones y políticas de prevención y mitigación del impacto de los desastres.

Para la elaboración del presente Atlas de Riesgos del Municipio de San Ignacio se realizará trabajo de gabinete y de campo, conjuntamente se recopilará, valorará e integrará la información espacial y los insumos digitales a fin de contar con una base cartográfica homogénea, partiendo de los datos generados por instituciones con amplia experiencia como el INEGI, órgano rector en la producción de este tipo de información.

Para este proyecto se plantea un paquete de información básica para el desarrollo del sistema, el cual incluye, entre otros: cartografía vectorial, topografía, geología, edafología, hidrología, climas, vías de comunicación y localidades urbanas; además contendrá información Raster (ortofotos) e información adicional como el censo de población y vivienda 2010 y el censo económico 2009.

A partir de este tipo de información se realizará la integración de la información cartográfica y alfanumérica obtenida. Esta se tomará como base para el desarrollo geotecnológico y para darle un tratamiento digital, mediante la utilización del software ArcGIS 10.

A la fecha el municipio de San Ignacio no cuenta con un plan de contingencia donde se encuentren documentados los estudios, información y análisis de los diferentes fenómenos naturales que se desarrollan en el espacio que rige el municipio; por lo que se considera necesario la elaboración de este Atlas de Riesgos del Municipio de San Ignacio, el cual será un instrumento que apoye a

las autoridades a coordinar trabajos de prevención y mitigación de riesgos, reflejándose en una mejor calidad de vida de sus habitantes.

El Atlas de Riesgos de Municipio de San Ignacio estará integrado por un documento escrito en el que se presentan: objetivo general, marco jurídico, caracterización física de la zona de estudio, descripción de la identificación de los peligros geológicos e hidrometeorológicos, descripción de la zonificación básica de los peligros; identificando así su incidencia e índice de vulnerabilidad, para obtener un panorama general de los peligros y riesgos naturales que se presentan en el municipio y a los que está expuesto.

Se integran también un conjunto de mapas que tienen una serie de atributos que los describen en sus características y particularidades. Estos mapas y atributos se almacenan de manera ordenada en una base de datos incorporada a un Sistema de Información Geográfica (SIG) que será útil para el despliegue y la consulta de la información de una manera sencilla, ágil y oportuna.

La elaboración del Atlas de Riesgos del Municipio de San Ignacio, considera los siguientes alcances:

- Definición y localización de la zona de estudio mediante el marco geoestadístico vigente.
- Determinación los niveles de análisis para cada de los fenómenos perturbadores señalados.
- Elección de escalas de representación para mapeo de la información obtenida en los análisis.
- Descripción de los elementos que conforman el medio natural, físico y sociodemográfico de la zona de estudio.
- Descripción general de la problemática relacionada con peligros de origen natural desde que se tienen registros históricos hasta la fecha.
- Identificación y descripción de los fenómenos naturales que afectan al municipio.
- Identificación y análisis de los sistemas expuestos por cada fenómeno perturbador.

- Evaluación de los diferentes niveles de riesgo por cada fenómeno, así como su zona de influencia.
- Integración de la información anterior identificando afectaciones a la infraestructura y la población.
- Elaboración de cartografía digital (vectorial) que permita identificar las zonas susceptibles de afectación por fenómenos perturbadores, así como archivos de visualización KML o KMZ, que sirvan de insumo para el desarrollo urbano, el ordenamiento territorial, elaboración de planes de contingencia y para la propuesta de obras, acciones y estudios que contribuyan a disminuir el riesgo.

### 1.1.1 FUNDAMENTOS JURÍDICOS

La elaboración del Atlas de Riesgos del Municipio de San Ignacio responde a lo citado en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018; en el Capítulo VI. Objetivos, estrategias y líneas de acción; VI.1. México en Paz; Objetivo 1.6. Salvaguardar a la población, a sus bienes y a su entorno ante un desastre de origen natural o humano; Estrategia 1.6.1. Política estratégica para la prevención de desastres. Se marcan las siguientes líneas de acción:

- Promover y consolidar la elaboración de un Atlas Nacional de Riesgos a nivel federal, estatal y municipal, asegurando su homogeneidad.
- Impulsar la Gestión Integral del Riesgo como una política integral en los tres órdenes de gobierno, con la participación de los sectores privado y social.
- Fomentar la cultura de protección civil y la autoprotección.
- Fortalecer los instrumentos financieros de gestión del riesgo, privilegiando la prevención y fortaleciendo la atención y reconstrucción en casos de emergencia y desastres.
- Promover los estudios y mecanismos tendientes a la transferencia de riesgos.
- Fomentar, desarrollar y promover Normas Oficiales Mexicanas para la consolidación del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Promover el fortalecimiento de las normas existentes en materia de asentamientos humanos en zonas de riesgo, para prevenir la ocurrencia de daños tanto humanos como materiales evitables.

De igual manera y con fundamento en lo dispuesto por el Artículo 115, Fracción II de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se dispone que en aquellos municipios donde no se cuenten con las normativas correspondientes para salvaguardar el bienestar de sus habitantes formulen las normas que

establezcan los procedimientos mediante los cuales se resolverán los conflictos que se presenten.

Además la Ley General de Protección Civil, señala la necesidad de investigar, estudiar y evaluar riesgos, peligros y vulnerabilidades, integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos en coordinación con las dependencias responsables. Así como supervisar, a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), que se realice y se mantenga actualizado el atlas nacional de riesgos, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y delegaciones.

Así mismo dentro de los instrumentos normativos de política en materia de prevención de desastres, la Ley General de Protección Civil establece los lineamientos básicos del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) cuyas disposiciones, medidas y acciones están destinadas a la prevención, auxilio y recuperación de la población ante la eventualidad de un desastre.

La Ley de Protección Civil para el Estado de Sinaloa menciona, en el Artículo 14 dentro del Capítulo Primero, Título Segundo en las atribuciones de los ayuntamientos "Identificar y diagnosticar los riesgos a los que está expuesto el territorio del Municipio y elaborar el Atlas Municipal de Riesgos".

Por otra parte el Plan de Desarrollo Municipal 2014-2016 menciona dentro de sus líneas de acción, en las Estrategias de Protección Civil en el Eje de Seguridad "La Elaboración el Atlas de Riesgo del Municipio de San Ignacio".

El Reglamento de Protección Civil del municipio de San Ignacio, señala en el Artículo 31 dentro del Capítulo Quinto del Título Primero "Elaborar y mantener actualizado el Atlas Municipal de Riesgos".

## 1.2 ANTECEDENTES

El municipio de San Ignacio por su ubicación geográfica, se encuentra expuesto a fenómenos de origen geológico, como sismos, flujos, derrumbes, inestabilidad de laderas, de igual manera lo impactan fenómenos hidrometeorológicos como lluvias extremas e inundaciones principalmente.

La gravedad de los fenómenos naturales no siempre se deben a causas naturales, sino que suelen intervenir los factores de vulnerabilidad y exposición del medio físico construido y socioeconómico; ocasionando daños a la infraestructura, al patrimonio de los habitantes y, principalmente, al bienestar social de la población.

### 1.2.1 CRONOLOGÍA DE FENÓMENOS

Las siguientes tablas muestran la ocurrencia cronológica de fenómenos que han impactado al estado y que ha tenido repercusiones notables en el municipio, así como los propios fenómenos ocurridos dentro del municipio. (Ver Tablas I.2.1 y I.2.2)

Tabla I.2.1 Cronología de fenómenos estatales incidentes en el municipio

FECHA	FENÓMENO / DESCRIPCIÓN
Septiembre 1968	Fuerte lluvia de 4 días y 4 noches ocasiona la Creciente del Río Baluarte.
Agosto 13 - 1971	Lluvias torrenciales e inundaciones debido al paso del Ciclón.
Octubre 25 - 1976	Tormenta Olivia provocando tres días de lluvias, causando inundaciones.
Septiembre 11 - 1983	Considerado el huracán más destructivo de la temporada, causando lluvias e inundaciones.
Septiembre 13 - 1993	Más de 10,000 personas afectadas por el paso del huracán Manuel.
Octubre 13 - 1994	Perturbación ciclónica provoca una elevada precipitación pluvial, causando daños materiales.
Septiembre 14 - 1995	Huracán Ismael causa daños humanos y materiales.
Octubre 25 - 2002	Lluvias fuertes provocadas por el Ciclón, dejando grandes daños materiales.
Septiembre 16 - 2006	Ciclón provoca grandes lluvias.
Septiembre 6 - 2007	Huracán provoca grandes lluvias y vientos a Sinaloa y emiten declaratoria de emergencia en 10 municipios.
Octubre 11 - 2008	Ciclón, afecto a la población rural ya que provoco inundaciones.
Octubre 21 - 2009	Tormenta causa daños en las costas de Sinaloa y daños en la agricultura.
Febrero 8 - 2011	Tormenta Invernal, calificada como la peor en la historia, genero daños severos en el área de la agricultura afectando 715,000 hectáreas aproximadamente.
Septiembre 5 - 2011	Actividad sísmica de aproximadamente 4.8 grados en la Escala de Richter

Marzo 22-2012	Sequía afecta a más de 1,650 comunidades de Sinaloa, registrada como una de las más severas.
Agosto 24 - 2012	Desbordamiento de arroyos y canales por fuertes lluvias con tormenta eléctrica.
Febrero 03- 2013	Heladas ocasionan daños de cultivos como maíz blanco, frijol, garbanzo, sorgo grano, cártamo, hortalizas diversas, papa, trigo y otros.
Octubre 19 - 2013	Sismo de una magnitud de 6.3 grados en la Escala de Ritchter.

Fuente: Cronista – Ing. Agrónomo – Martin Ignacio Zúñiga Manjarrez.

2011	Se presentan temperaturas muy bajas en los meses de enero y febrero observándose escarcha en las superficies, y generando grandes pérdidas en la agricultura y en la ganadería.
2012	Dura sequía durante el mes de marzo – abril , falta de disponibilidad de líquido ya que fue insuficiente incluso para el consumo humano, la sequía afecto la economía, ya que no hubo cosecha, debido al recurso vital para la agricultura.

Fuente: Cronista – Ing. Agrónomo – Martin Ignacio Zúñiga Manjarrez.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 GENERAL

Desarrollar un registro de los peligros a los que está expuesto el municipio de San Ignacio, el cual posibilite el desarrollo de un sistema de información geográfica para un documento que contribuya con los lineamientos básicos para diagnosticar, ponderar y detectar los peligros, vulnerabilidades y riesgos en el espacio geográfico, con análisis estandarizados, estructuración de catálogos e implementación de bases de datos homologadas, compatibles y complementarias; con posibilidad de crecimiento y actualización continua y constante para la prevención de riesgos.

#### 1.3.2 ESPECÍFICOS

- Identificar y dar una descripción de los peligros naturales sobre este municipio de acuerdo a los lineamientos de CENAPRED y de SEDATU.
- Compilar, generar, validar y hacer la representación cartográfica de acuerdo a los diferentes niveles de riesgo para causas de la naturaleza que inciden en el municipio para definir qué medidas de prevención y/o mitigación se establece implementar.
- Generar un sistema que favorezca y permita la consulta y el análisis de los diferentes peligros naturales que puedan incidir en el municipio, para que las autoridades civiles encargadas del mismo operen mecanismos de prevención, planeación y gestión del riesgo, para garantizar que el desarrollo municipal no se vea afectado ni limitado, previendo zonas limitadas o inseguras que puedan afectar a los pobladores o a la infraestructura de sus viviendas en el municipio.
- Concretar información que sea capaz de integrarse en la infraestructura de CENAPRED hacia una cultura de prevención y atención en caso de presencia de riesgos, peligros o vulnerabilidades que puedan afectar a la población o la infraestructura.

Tabla 1.2.2 Cronología de fenómenos municipales

FECHA	FENÓMENO / DESCRIPCIÓN
1968	Creciente del Rio Baluarte, considerada unas de las crecientes más grandes que se recuerde, el nivel del agua alcanzo alturas nunca antes vistas aproximadamente una altura de metro y medio, después de que el nivel del agua bajara el lodo también alcanzaba la altura de 80cms, dejo daños severos en la agricultura , ganadería y cuantiosos daños materiales.
1993	Inundación generada por más de tres días de lluvias, se sufrió afectaciones en la agricultura, ganadería y con registros de viviendas con agua a una altura de 40cm a 80cm aproximadamente en los interiores de las viviendas, caída de postes de luz y causa interrupciones a las vías de comunicación.

## CAPÍTULO II

# NIVELES DE ANÁLISIS Y REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

### II.1 NIVEL DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

El municipio de San Ignacio se localiza en el sur del estado de Sinaloa, entre los paralelos 23°28' y 24°23' de latitud norte; los meridianos 105°51' y 106°52' de longitud oeste.

Cubre una superficie de 5,068.54km<sup>2</sup>, representando aproximadamente el 8.82% del territorio estatal. La altitud de San Ignacio se encuentra entre 100 y 2,800 m.

Colinda al norte con los municipios de Elota, Cosalá y el estado de Durango; al este con el estado de Durango y el municipio de Mazatlán; al sur con el municipio de Mazatlán y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y el municipio de Elota. (Ver Mapa 2.1)

El municipio cuenta además con 2 localidades urbanas, San Ignacio y Dimas (Estación Dimas). Respecto a localidades rurales, se tiene registro de 408 localidades. (Ver Mapas 2.1.1 y 2.1.2)

La siguiente tabla muestra las escalas y niveles de análisis que contendrá el Atlas de Riesgos del Municipio de San Ignacio de acuerdo al fenómeno estudiado, así como una breve descripción de cada nivel. (Ver Tabla II.1.1 y II.1.2)

Tabla II.1.1 Niveles de análisis Geológicos

FENÓMENO	NIVEL	DESCRIPCIÓN	ESCALA
Erupciones volcánicas	1	Descripción del fenómeno.	Municipal
Sismos	2	Se ubicara el municipio en mapas de aceleración para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.	Municipal
Tsunamis	2	Descripción del fenómeno. Se generaran mapas urbanos de asentamientos en zonas costeras	Urbano
Inestabilidad de laderas	2	Descripción del fenómeno. Se generaran mapas urbanos donde se presente el fenómeno.	Urbano
Flujos	1	Descripción del fenómeno.	Municipal
Caídos y derrumbes	2	Descripción del fenómeno. Se generaran mapas urbanos con zonas de caídos y derrumbes.	Urbano
Hundimientos	1	Descripción del fenómeno.	Municipal
Subsidencias	1	Descripción del fenómeno.	Municipal
Agrietamientos	1	Descripción del fenómeno.	Municipal

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014

Tabla II.1.2 Niveles de análisis Hidrometeorológicos

FENÓMENO	NIVEL	DESCRIPCIÓN	ESCALA
Ondas cálidas y gélidas	2	Descripción del fenómeno. Se analizaran datos históricos de temperaturas máximas y mínimas.	Municipal
Sequías	2	Descripción del fenómeno Se elaborara cartografía general de sequias en el municipio.	Municipal
Heladas	2	Descripción del fenómeno. Se analizaran datos históricos de temperaturas mínimas extremas.	Municipal
Tormentas de granizo	2	Descripción del fenómeno. Se analizaran datos históricos de tormentas de granizo.	Municipal
Tormentas de nieve	1	Descripción del fenómeno.	Municipal
Ciclones tropicales	3	Descripción del fenómeno. Se investigará la trayectoria y se elaborará la cartografía de los huracanes que han afectado al estado.	Municipal
Tornados	1	Descripción del fenómeno.	Municipal
Tormentas de polvo	1	Descripción del fenómeno.	Municipal
Tormentas eléctricas	2	Descripción del fenómeno. Históricos de tormentas eléctricas.	Municipal

Lluvias extremas	2	Descripción del fenómeno. Históricos de precipitación.	Municipal
Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres	3	Se elaborará la cartografía urbana de inundaciones históricas, se analizaran variables y se obtendrán caudales máximo para periodos de retorno de 2,10, 50, 100 y 200 años.	Urbano

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014

En lo referente a escala se analizarán los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos a nivel municipal, urbano, rural, AGEB (Área Geoestadística Básica) y manzana; esto dependiendo del fenómeno a estudiar y de la información disponible para cada uno de ellos, con el fin de proporcionar la información necesaria para plantear estrategias y acciones de prevención.

La escala de representación cartográfica, está asociada al área de influencia que debemos tomar en cuenta para su estudio. Para el Atlas de Riesgos de San Ignacio las escalas serán las siguientes. (Ver Tabla II.1.3)

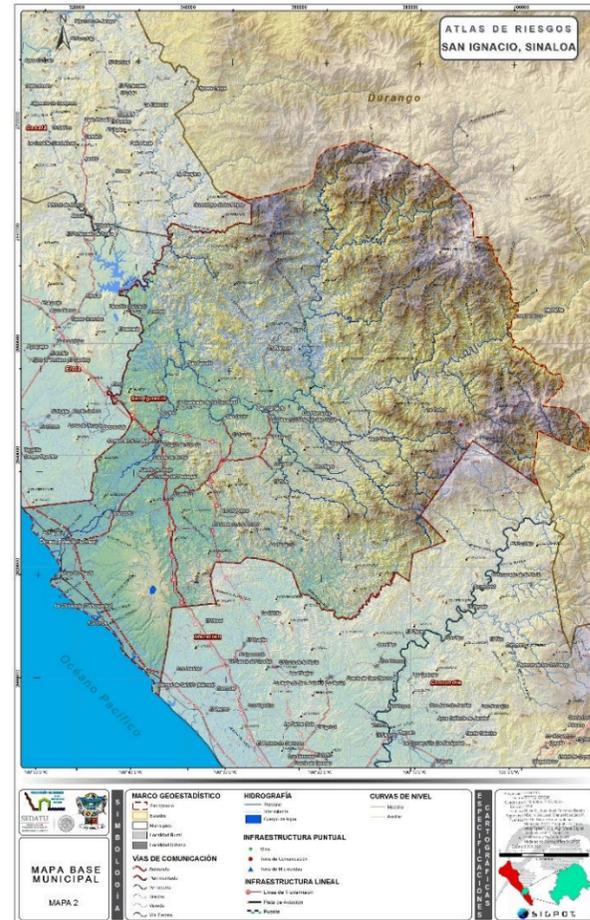
Tabla II.1.3 Escalas de Representación Cartográfica

NIVEL DE ANÁLISIS	ESCALA DE REPRESENTACIÓN
Regional	1:850,000
Estatad	1:450,000
Municipal	1:290,000
Urbano	1:8,000

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014



# ATLAS DE RIESGOS SAN IGNACIO, SINALOA



Mapa 2.1 Mapa Base  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 2.1.1. Mapa Base San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 2.1.2. Mapa Base Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

## CAPÍTULO III

# CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

### III.1 FISIOGRAFÍA

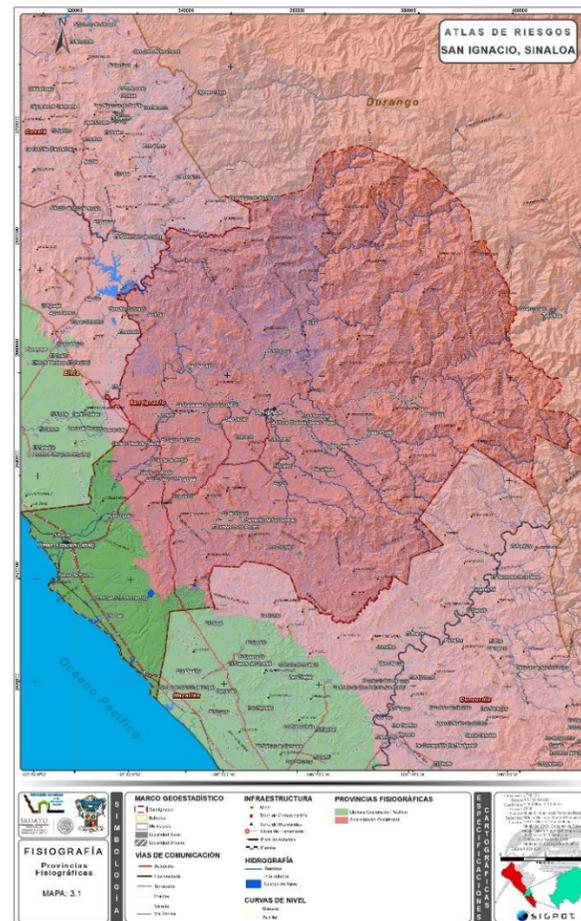
El municipio de San Ignacio se ubica sobre las Provincias Sierra Madre Occidental y Llanura Costera del Pacífico.

Sierra Madre Occidental es el complejo montañoso más grande de México, extendiéndose por casi 1200km desde el noreste de Sonora hasta el norte de Jalisco.

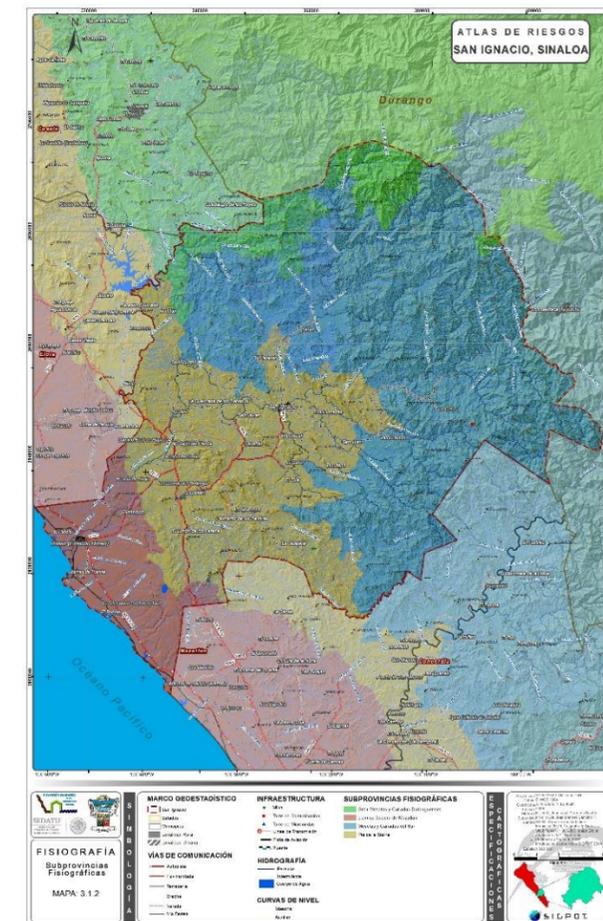
Las Llanuras Costeras del Pacífico abarcan Sonora, Sinaloa y Nayarit, se extiende entre la Sierra Madre Occidental y el Golfo de California, a lo largo de 1400Km aproximadamente. La parte norte es más amplia que la sur y presenta un clima seco.

En orden de superficie La Sierra Madre Occidental ocupa alrededor de 455,291.97 hectáreas, es decir, aproximadamente el 89.82% de la superficie total. Por su parte la Llanura Costera del Pacífico ocupa el 10.14% de la superficie, lo que representa aproximadamente 51,401.56 hectáreas. El 0.031% restante es ocupado por cuerpos de agua.

Se observan varias subprovincias en la región, Mesetas y Cañadas del Sur predominando en el municipio con 51.43% es decir 260,712.60 hectáreas de la superficie; Pie de la Sierra en un 30.30% con 153,594.54 hectáreas; La Llanura Costera de Mazatlán con 10.14% (51,401.56ha) y Gran Meseta y Cañadas Duranguenses representando un 8.08% (40,984.82ha). El 0.031% lo ocupan los cuerpos de agua. (Ver Mapas 3.1.1 y 3.1.2)



Mapa 3.1.1 Provincias Fisiográficas  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 3.1.2. Subprovincias Fisiográficas  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

## III.2 GEOMORFOLOGÍA

Se entiende por geomorfología a la ciencia que tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre, en el municipio se presentan las siguientes de acuerdo a su superficie.

**Planicie**, espacio geográfico con poca o ninguna variación en la altura de la superficie o terreno. Se formaron por acumulación de sedimentos traídos por el viento, los ríos y el mar, que se depositaron en zonas bajas; los sedimentos que conforman las Planicies son de distinto origen y composición. Los que fueron transportados por los ríos y depositados en la superficie se denominan limos; son granos muy pequeños, como las arcillas y los sedimentos eólicos, o sea, movidos por el viento, se denominan loess.

En el municipio se identifica los siguientes tipos:

- Planicie Baja, sus pendientes son menores a 6° y alcanzan de altitudes de 0 a 100 m.s.n.m.; para el municipio este tipo se encuentra cubriendo 55,554.15has, un 10.97% de la superficie municipal.
- Planicie Alta, sus pendientes son menores a 6° y alcanzan de altitudes mayores de 100 m.s.n.m.; para el municipio este tipo se encuentra cubriendo 106,576.69has, un 21.03% de la superficie municipal.

**Piedemonte**, es punto donde nace una montaña, así como a la llanura formada al pie de un macizo montañoso por los conos de aluviones. También se conoce a estas zonas como somontanos y puede definir la zona donde comienza la ocupación del suelo y el asentamiento de una población humana. Los cuales se forman en torno de las montañas altas, generalmente después de que éstas han sufrido un paroxismo tectónico.

Así como un relieve es tanto menos sensible a la erosión cuanto más desgastado ha sido ya por ella, un relieve rejuvenecido por algún movimiento tectónico se presta de nuevo a una intensa actividad erosiva. Pero en la formación de los piedemontes el clima representa también un papel esencial.

El municipio cuenta con la siguiente sub-clasificación de esta geoforma:

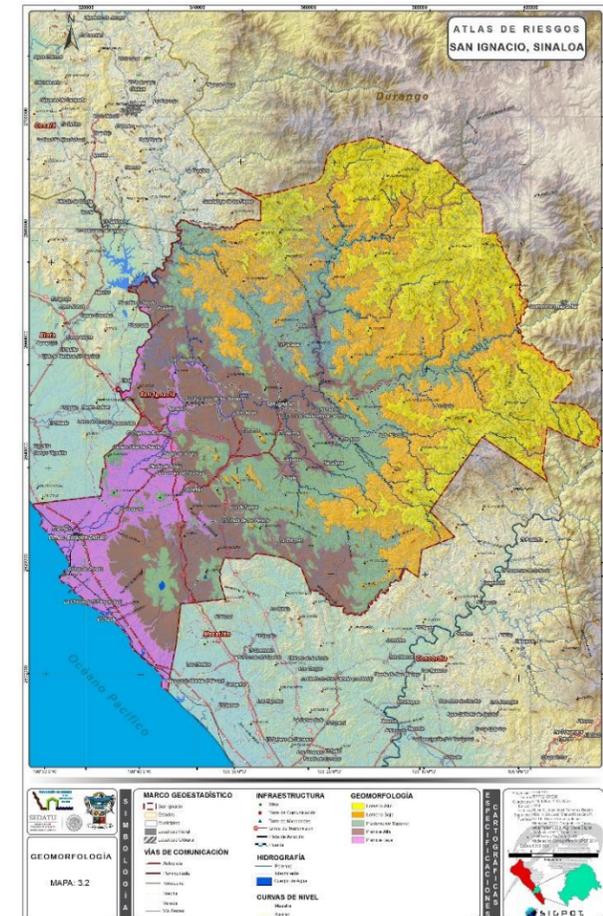
- Piedemonte Superior, cuyas pendientes se encuentran entre los 3° y 15° y alcanzan altitudes mayores entre los 1000 y los 1500 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar); para

el municipio este tipo se encuentra cubriendo 108,712.95has, un 21.45% de la superficie municipal.

**Lomeríos**, son una eminencia del terreno que, en general, no supera los 100 metros desde la base hasta la cima. También se les conoce como mota, teso o tesa, lomas u otero, montículo, alcor, collado, etc. pueden formarse por varios fenómenos; entre los más comunes están los geomorfológicos: por el surgimiento de fallas; por erosión de otros accidentes mayores del terreno, tales como las mismas montañas u otros cerros; por movimiento y deposición de sedimentos de un glaciar (por ejemplo, morrenas y drumlins); etc. La forma redondeada de algunos cerros obedece a movimientos de difusión del suelo y a regolitos que cubren el cerro, en un proceso denominado reptación.

Para el municipio se encuentran dos clases:

- Lomeríos Bajos: cuyas pendientes se encuentran entre los 6° y 20° y alcanzan altitudes mayores entre los 250 y los 500 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar); para el municipio este tipo se encuentra cubriendo 120,420.1has, un 23.75% de la superficie municipal.
- Lomeríos Altos: cuyas pendientes se encuentran entre los 6° y 20° y alcanzan altitudes mayores entre los 500 y los 1,500 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar); para el municipio este tipo se encuentra cubriendo 115,577.59has, un 22.80% de la superficie municipal. (Ver Mapa 3.2)



Mapa 3.2. Geomorfología

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### III.3 GEOLOGÍA

Dentro de la zona de estudio se localizan 7 fallas, y 6 fracturas principalmente en la zona centro del municipio. (Ver Tabla III.3.1)

Tabla III.3.1 Fallas y Fracturas

ENTIDAD	DIRECCIÓN	SUPERFICIE (km)
Falla(Normal)	Noreste-Suroeste	11.49Km
	Noroeste-Sureste	10.72Km
	Noreste-Suroeste	11.29 Km
	Noroeste-Sureste	19.07 Km
	Noreste-Suroeste	28.91 Km
	Noroeste-Sureste	7.90 Km
	Noreste-Suroeste	2.66Km
Fracturas	Noroeste-Sureste	7.58 Km
	Noroeste-Sureste	5.34 Km
	Noroeste-Sureste	11.18 Km
	Norte-Sur	10.78 Km
	Noroeste-Sureste	14.16 Km
	Noroeste-Sureste	11.60 Km

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014

En cuanto a periodos geológicos comprende un 73.67% al Cenozoico, 25.83% al Mesozoico, 0.31% al Precámbrico, 0.15% al Paleozoico y el 0.031% restante corresponde a cuerpos de agua.

Finalmente la composición geológica es la siguiente:

#### Rocas Ígneas

Son las formadas a partir del enfriamiento o cristalización de rocas fundidas, éstas pueden enfriarse de manera rápida en la superficie de la tierra tras una erupción volcánica o pueden cristalizarse lentamente en el interior. Dentro del área de estudio se identifican los siguientes tipos:

- **Ígnea extrusiva**, son rocas que se forman por la solidificación del magma en la superficie de la corteza terrestre y muestran un alto contenido de silicio, superior al 60%. En el área de estudio se encuentra la roca ígnea extrusiva ácida dispersa en secciones por todo el municipio, principalmente al norte, sur y este ocupando el 59.93% de la superficie. Además de la roca ígnea extrusiva intermedia, localizada principalmente al sur cubriendo 5.02% de la superficie.

- **Ígnea intrusiva**, son rocas formadas desde el magma, que se enfría y solidifica dentro de la Tierra. Rodeado por roca pre-existente (llamada roca base). Los granos minerales en tales rocas, pueden generalmente ser identificadas, a simple vista. Pueden también ser clasificadas según su forma, y tamaño del cuerpo intrusivo, y su relación con otras formaciones. En el municipio se localiza principalmente la roca ígnea intrusiva ácida, ubicada al centro del mismo, ocupando el 25.59% de la superficie.

#### Rocas Sedimentarias

Se forman en las zonas superficiales de la corteza terrestre a partir de los materiales que se depositan en ella formando capas o estratos, es decir, pueden formarse a partir de otros trozos de rocas, de la precipitación de compuestos químicos o de la acumulación de restos de seres vivos. Dentro del área de estudio se identifican los siguientes tipos:

- **Conglomerado**, roca sedimentaria formada por cantos redondeados de gran tamaño, unidos por un cemento de grano fino o una matriz arenosa o arcillosa. Cubre pequeñas fracciones del suroeste a noroeste, ocupando 5.01% de la superficie.
- **Arenisca**, roca sedimentaria constituida por clastos y un cemento que los engloba. Se forman en ambientes marinos, fluviales o de origen eólico. En el municipio se presenta una pequeña fracción al suroeste cubriendo 0.35% de la superficie total.
- **Arenisca-Conglomerado**, roca detrítica compuesta por minerales y fragmentos de rocas resistentes a la meteorización y cuyas partículas están cementadas. Cubre el 0.13% de la superficie representadas en dos pequeñas fracciones al oeste del mismo.
- **Limolita-Arenisca**, roca sedimentaria clástica que se produce principalmente en ambientes continentales lacustres. Caracterizada por diferentes componentes (coloides, arcillas, silts, limos, etc.). De tamaño de grano en el rango de limo, más fino que la arenisca y más grueso que las arcillas. Aproximadamente cubre el 1.61% de la superficie, ubicada en dos fracciones una de mayor dimensión al centro y otra al oeste.

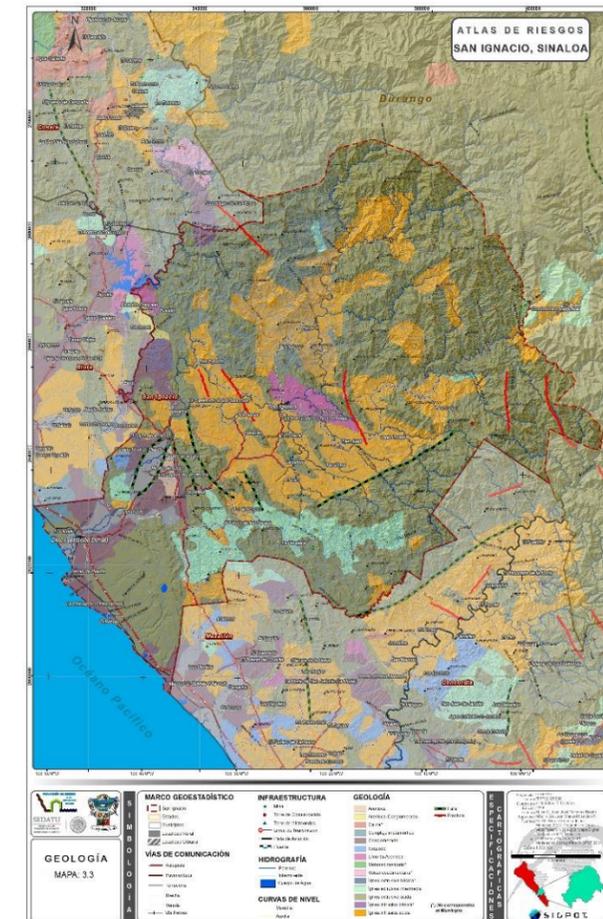
#### Rocas Metamórficas

Son aquellas que resultan de la recrystalización de otras rocas de naturaleza ígnea, sedimentaria o metamórfica bajo la acción de cambio en la presión, temperatura o en los fluidos intersticiales. Dentro de éstas encontramos las siguientes:

- **Esquisto**, roca con estructura plana, penetrativa, acompañada de minerales de mayor tamaño y abundante recrystalización (blastesis). Es decir cualquiera de las rocas originadas por metamorfismo regional que presente estructura lamiar, aspecto pizarroso y homogéneo. Cubre el 0.15% de la superficie total, ubicándose dos pequeñas fracciones al suroeste del municipio.

- **Complejo Metamórfico**, conjunto de rocas ígneas que se metamorfosean por la misma presión y temperatura sufriendo una historia geo cronológica. Se presenta en una fracción al suroeste del municipio, ocupando 0.31% de la superficie total.

Finalmente el 0.031% restante 2.25%, corresponde a cuerpos de agua y suelos sin clasificación dispersos en el municipio. (Ver Mapa 3.3)



Mapa. 3.3 Geología

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### III.4 EDAFOLOGÍA

México es un país con gran complejidad geológica, existe una gran diversidad de rocas con características y orígenes distintos, lo que da como resultado, diferentes tipos de suelos. De las 28 unidades o categorías de suelo reconocidas por la FAO/UNESCO/ISRIC en 1998, en México se encuentran 25, de las cuales sobresalen 10 que con el 74% de la superficie del territorio.<sup>1</sup>

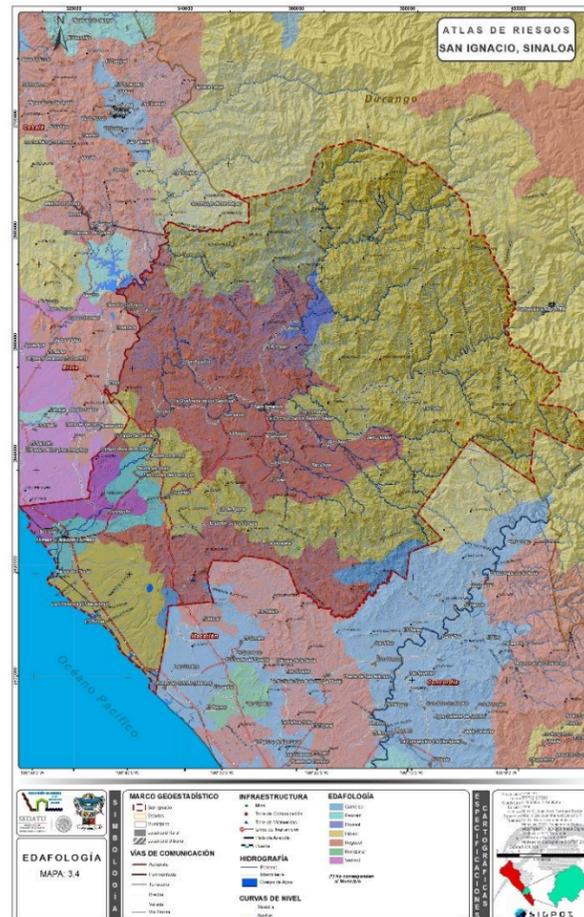
La composición edafológica de los suelos en el municipio es la siguiente:

- **Cambisol**, suelos de color claro, con desarrollo débil, presenta cambios en su consistencia debido a su exposición a la intemperie, con capa superficial oscura mayor de 25 cm de espesor, con un buen contenido de materia orgánica, pero pobre en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na). Se localiza en fracciones dispersas por el municipio, predominando en la zona sur, sumando en conjunto 8,067.33has (1.59%) de la superficie.
- **Feozem**, suelo caracterizado por poseer una marcada acumulación de materia orgánica y por estar saturados. Suelen ser suelos de pradera, con un epipedión mólico y sin carbonato cálcico en el primer metro. Se localiza al suroeste de la región, representa el 2.94% (14948.07has) de la superficie municipal.
- **Fluvisol**, suelos que se desarrollan a partir de materiales fluviales recientes, cerca de ríos. Este suelo se localiza en la parte centro del municipio con 0.86% (4377.72has) aproximadamente.
- **Litosol**, suelos con menos de 10 cm de espesor. En el municipio representa 61.85% (313491.57has) se localiza disperso por todo el municipio, principalmente norte, este, centro, suroeste y noroeste.
- **Regosol**, suelos que en general forman un grupo remanente taxonómico, que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros. Son suelos minerales poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca. Aproximadamente 152751.54has (30.13%) son de este tipo de suelo, localizadas al centro, oeste y sur del municipio.

- **Vertisol**, suelos muy arcillosos, pesados, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expansibles, estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando están secos; si se encuentran húmedos son pegajosos; su drenaje es deficiente. En el municipio se localizan 12552.75has, (2.47%) al suroeste del mismo.

El restante 0.13% lo conforman los cuerpos de agua presentes en el municipio.

(Ver Mapa 3.4)



Mapa 3.4. Edafología

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### III.5 HIDROGRAFÍA

El agua es de vital importancia, y su estudio es considerado como una ciencia cuantitativa y cualitativa que tiene como objeto fundamental determinar entre otras cosas su localización, la cantidad, movimiento; así como calidad y características fisicoquímicas.

Se entiende por hidrografía como la parte de la geografía que se encarga de la descripción de las aguas del planeta Tierra. El concepto se utiliza también para nombrar al conjunto de las aguas de una región o de un país.

La principal corriente que cruza al municipio es el Río Piaxtla, que penetra al territorio municipal por su parte noroeste proveniente del estado de Durango y desemboca en el Golfo de California, en su trayecto, se le unen las aguas del Río Ajoya o Verde, que nace también en el estado de Durango y se interna al municipio, recorre 203 kilómetros; su corriente contribuye a incrementar el caudal de los Arroyos del Candelero, El Espíritu, Ixtahua, Cabazán, Colombo y Coyotitán, esto le permite un escurrimiento medio anual de 1357 millones de metros cúbicos; su área de cuenca hasta la estación hidrométrica de Ixpalino es de 6166 kilómetros cuadrados, y registra una disponibilidad de 1310 millones de metros cúbicos en depósitos subterráneos.

También cuenta el municipio con dos corrientes termales 10 subterráneas, la de Santa Apolonia y Agua Caliente de Yuriar de composición sulfurosa.<sup>2</sup>

En el municipio de San Ignacio las corrientes perennes de agua más relevante son:

Arroyo Chico, Arroyo de la Lechuguilla, Arroyo de San Julián, Arroyo del Rincón, El Caballo, El Caimán, El Camichín, El Carmen, El Jilote, El Molino, El Palmarito, El Sauz, El Tamborcillo, El Verano, Elota, La Caña, La Encinaloza, La Lobera, La Silla, Las Calaveras, Las Joyas, Las Torres, Las Trojas, Los Chinacates, Los Frailes, Los Jabalíes, Los Potreritos, Pueblo Viejo, Piaxtla, Pie de la Cuesta, Puentecillas, San Vicente, Santiago, Tacuitapa, Tenchoquelite, Uvalamas.

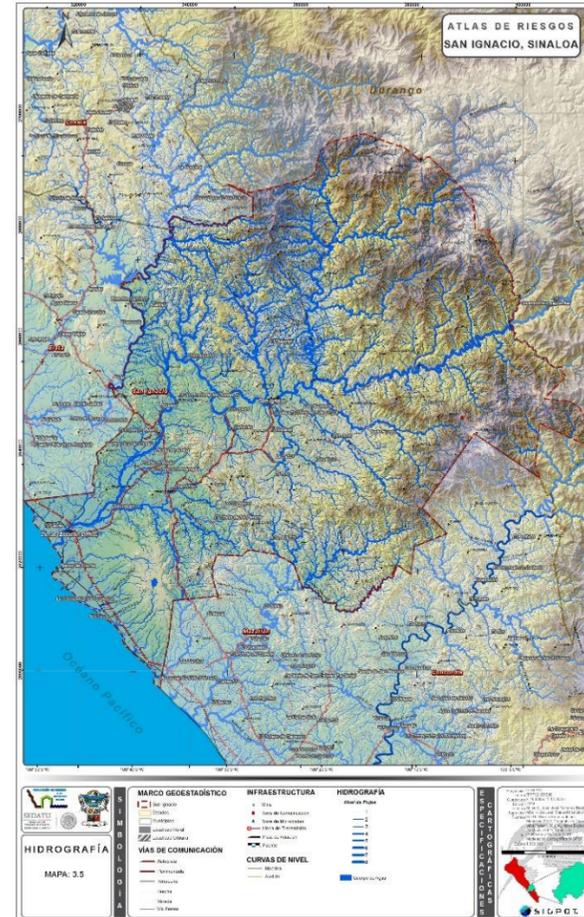
Mientras que las principales corrientes Intermitentes son:

<sup>1</sup> Perspectivas del Medio Ambiente en México. GEO México.2004. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

<sup>2</sup> Plan de Desarrollo Municipal de San Ignacio 2014-2016

Agua Caliente, Agüines, Alcaparrosa, Arroyo de California, Arroyo de Cañita, Arroyo de la Escondida, A. de los Melones, A. de los Patos, A. del Botero, Duranguito, Barquín, Buen Retiro, Cerro Prieto, Cerro Blanco, Chico, Corral Falso, Coyotitan, El Aguacate, El Amolito, El Bosque, El Calaboz, El Candelero, El Capomo, El Capule, El Carrizo, El Chamizal, El Cuisillo, El Frijolar, El Guayabito, El Igualamo, El Limón, El Limoncito, El Molino, El Palote, El Quelite, El Rincón del Tío Nacho, El Roblecito, El Sabinal, El Sauz, El Sombrerete, El Tambor, El Tecomatillo, El Tigre, El Tule, El Tunal, El Zapote, El Zopilote, Grande, Ixtahua, La Alacena, La Caña, La Chilacayota, La Ciudadela, La Cochera, La Compuerta, La Cruz Larga, La Culebra, La Escondida, La Pala, La Palmita, La Quebrada, La Soledad, La Tasajera, La Tepozana, La Tinaja, La Venada, La Vinata, Las Amapas, Las Anonas, Las Apomitas, Las Milpitas, Las Mimbres, Las Moras, Las Playas, Las Uvas, Lechuguilla, Los Apomos, Los Arrayanes, Los Barbones, Los Brasiles, Los Laureles, Los Otates, Los Salates, Los Viejos, Marismas, Nacaral, Palo Verde, Pie de la Cuesta, Quebrada de las Lajas, Rincón del Aguacate, Rincón Muerto, San Juan, Seco, Torres y Verde.

Por otro lado se encuentran unos pequeños cuerpos de agua como lo es Mendías que cuenta con tan solo 9.91ha, Rio Piaxtla con 24.16ha, el Yugo con 8.9ha, Estero El Pozole con 72.23ha, Guamuchilito 20.64ha, El Tasajal con 15.72ha todos estos ubicados en la zona suroeste del municipio y por ultimo encontramos La Tina, el cuerpo de agua más grande de la región con 130.18ha, está localizada hacia la parte sur. (Ver Mapa 3.5)



Mapa 3.5. Hidrografía  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### III.6 CUENCAS Y SUBCUENCAS

En México los procesos la sistematización hídrica describen el intercambio de materia y flujo de energía a través de la vinculación de los elementos estructurales del ecosistema, (Regiones hídricas, Cuencas hidrológicas, Subcuencas, etc.).

Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales, que abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo. Constituyen un complejo mosaico de ecosistemas, naturales y manejados, donde se reconocen los vínculos entre los territorios de las zonas altas y bajas. Representan divisiones naturales del paisaje y para muchos propósitos constituyen el contexto idóneo para la planeación y gestión de los recursos naturales.<sup>3</sup>

Existen tres tipos de cuencas:

- Endorreicas, son las que desembocan e lagos, lagunas que no tienen comunicación fluvial al mar.
- Exorreicas, son aquellas que drenan sus aguas al mar o al océano.
- Arreicas, donde as aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje.

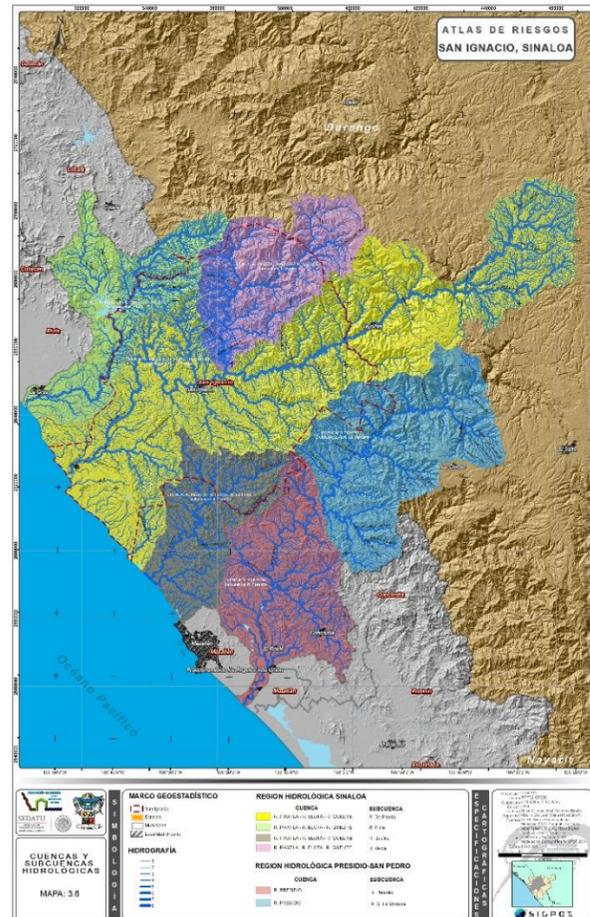
El municipio de San Ignacio se localiza sobre las Regiones RH10 Sinaloa y RH11 Presidio–San Pedro dentro de la región de Sinaloa encontramos la cuenca R. Piaxtla–R. Elota–R. Quelite con 491,748.56 hectáreas (96.54%) dentro de esta encontramos las subcuencas R. de Piaxtla, R. Verde, R. Elota, R. Quelite. Por último en la región R. Presidio-San Pedro se encuentra la cuenca del mismo nombre abarcando solo 17,607.74hectareas (3.45%) en ella se encuentran las sub-cuencas R. Presidio y R. Q. La Ventana. (Ver Tabla III.6.1 y Mapa 3.6.)

<sup>3</sup> Las Cuencas Hidrográficas de México: Priorización y toma de decisiones. Helena otler, Arturo Garrido, Verónica Bunge, María Luisa Cuevas.

Tabla III.6.1 Tabla de Cuencas y Subcuencas

NOMBRE	RH	CUENCA	SUBCUENCA	HECTÁREAS
RH10	Sinaloa	R. Piaxtla – R.Elota- R.Quelite	R. De Piaxtla	491,748.56 Has.
			R.Verde	
			R.Elota	
			R.Quelite	
RH11	Presidio-San Pedro	R. Presidio	R. Presidio	17,607.74 Has.
			R.Q.La Ventana	

Fuente: Trabajo de Gabinete. SIGPOT 2014



Mapa 3.6. Cuencas y Subcuencas Hidrológicas  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### III.7 CLIMAS

En México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en: húmedo, subhúmedo y muy seco.

El clima seco se encuentra en la mayor parte del centro y norte del país, región que comprende el 28.3% del territorio nacional; se caracteriza por la circulación de los vientos, lo cual provoca escasa nubosidad y precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, con temperaturas en promedio de 22° a 26° C en algunas regiones, y en otras de 18° a 22° C.

El clima muy seco registra temperaturas en promedio de 18° a 22° C, con casos extremos de más de 26°C; presentando precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio, se encuentra en el 20.8% del país.

En relación al clima cálido, éste se subdivide en cálido húmedo y cálido subhúmedo. El primero de ellos ocupa el 4.7% del territorio nacional y se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 22° y 26°C y precipitaciones de 2,000 a 4,000 mm anuales. Por su parte, el clima cálido subhúmedo se encuentra en el 23% del país; en él se registran precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas que oscilan de 22° y 26°, con regiones en donde superan los 26°C.

Finalmente, el clima templado se divide en húmedo y subhúmedo; en el primero de ellos se registran temperaturas entre 18° y 22°C y precipitaciones en promedio de 2,000 a 4,000 mm anuales; comprende el 2.7% del territorio nacional. Respecto al clima templado subhúmedo, se encuentra en el 20.5% del país, observa en su mayoría temperaturas entre 10° y 18° C y de 18° a 22°C, sin embargo en algunas regiones puede disminuir a menos de 10°C; registra precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año.

En el municipio de San Ignacio predomina el clima Cálido subhúmedo, seguido por el Semiseco cálido y en menor proporción el Templado subhúmedo.

- **Cálido subhúmedo Aw0**, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual. Localizados al centro, sur y oeste con 183,869.53has (36.26%).
- **Cálido subhúmedo Aw1**, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Presente en el noroeste con 31,836.07has (6.28%).
- **Cálido subhúmedo Aw1 (w)**, clima con lluvias en verano de humedad media con un índice P/T entre 43.2 y 55.5 y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% del total anual. Localizados al este y sureste del municipio, con aproximadamente 3,881.93has (0.76%).
- **Cálido subhúmedo Aw2**, temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal de 5 al 10.2% del total anual. Presente en el noroeste con 3,311.32has (0.65%).
- **Templado subhúmedo (A) C (w1)**, pertenece al grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% anual. Localizados al noreste y este con 46,701.45has (9.21%).
- **Templado subhúmedo (A) C (w2)**, pertenece al grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40mm; lluvias de verano con índice P/T mayor a 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% anual. Localizados al norte, este y sureste con 64,425.64has (12.71%).
- **Templado subhúmedo C(w2)**, temperatura media anual entre 12 y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40mm; lluvias de verano con índice P/T mayor a 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% anual. Presente en la zona este con 9,217.32has (1.81%).

- **Templado subhúmedo C(w2)(x')**, temperatura media anual entre 12 y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación del mes más seco de 0 a 40mm; lluvias de verano con índice P/T mayor a 55 y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% anual. Localizados al norte y noreste con 16429.32has (3.24%).

- **Semiseco cálido BS1 (h') hw**, temperatura muy cálida promedio anual de 18° a 22 °C y del mes más frío > 18 °C, temperatura del mes más frío 18 °C, temperatura del mes más caliente 22 °C. Precipitación del mes más seco menor de 40mm; lluvia invernal menor de 5 al 10.2% anual. Localizado en gran parte en la zona suroeste del municipio abarcando 147,021.69ha es decir 29.00%. (Ver Mapa 3.7)



Mapa 3.7. Climas

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### III.8 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

Dentro del municipio el uso de suelo y vegetación queda como sigue:

- **Área urbana y asentamientos humanos**, cubre un 0.04% de la superficie, el equivalente a 214.25 hectáreas aproximadamente.

- **Área Agrícola**, cubre un 11.46% de la superficie, aproximadamente 58,112.53hectáreas.

- **Área Acuícola**, cubre 367.29 hectáreas (0.07%) de la superficie, se localiza al suroeste del municipio.

- **Bosque de encino**, vegetación que se encuentra de forma dispersa al norte, centro y este del municipio, ocupando un total de 66960.60has (13.21%) de la superficie del mismo, es una vegetación de comunidades arbóreas o subarbóreas, contiene regiones templadas hasta semiáridas o subtropicales con diferentes grados de humedad, con poca variación de especies.

- **Bosque de encino-pino**, se encuentra distribuido a 1,200msnm y está constituido por los géneros Quercus sp. Y Pinus sp. En el estrato arbóreo y buddleia parviflora en el arbustivo. En la zona de estudio se encuentra disperso principalmente en la zonas norte y este, ocupando un total de 52,451.18 hectáreas (10.34%) de la superficie municipal.

- **Bosque de pino**, caracterizado por la presencia de árboles con hojas aciculares agrupadas en fascículos. Comunidades vegetales donde dominan los árboles altos acompañadas de otras especies que habitan en zonas montañosas con clima templado a frío. Podemos encontrar una porción de 52367.79 lo que representa el 10.33%.

- **Bosque de pino-encino**, es uno de los ecosistemas que presenta mayor diversidad de especies, pero es uno de los menos protegidos que se encuentra amenazado por incendios forestales. Es un bosque que se desarrolla a altitudes entre los 1,600 y 3,000msnm. En la zona de estudio se localiza disperso al norte y este del mismo, ocupando 14,426.60 hectáreas (2.84%).

- **Manglar**, vegetación arbórea de las regiones tropicales y subtropicales, con especies de plantas halófilas localizadas en los humedales costeros con gran importancia ecológica y económica, dentro de la zona este tipo de vegetación se localiza principalmente al suroeste del municipio, representado por 0.06% (328.34has).

- **Pastizal**, comunidad vegetal dominada por gramíneas, plantas herbáceas de tallos huecos y frutos en forma de espiga, se presenta dispersa al centro del municipio con 0.381% (1,934.02has).

- **Selva baja caducifolia**, se caracteriza por su marcada estacionalidad que le da un aspecto muy distinto en época de lluvias y en época seca. Predomina en el municipio con un 41.44%, equivalente a 210076.10has aproximadamente, ubicado disperso principalmente al centro y sur del municipio.

- **Selva baja espinosa caducifolia**, comunidad arbórea de escasa estatura, cuyos árboles mayores apenas alcanzan de 8 a 9 m de altura. Se identifica en el municipio con un 0.13% (690.37as) presentándose en una pequeña fracción al sur del mismo.

- **Selva mediana subcaducifolia**, comunidad muy parecida a la selva alta perennifolia, de la que se diferencia porque una alta proporción de los árboles pierden las hojas durante la época seca. Son propias de climas cálidos con lluvias escasas. Presentándose en pequeñas porciones en el centro del municipio generando 8758.72ha (1.72%).

- **Vegetación de galería**, comunidad muy variada estructural y fisonómicamente, mientras que su fauna es rica tanto en animales terrestres como en ictiofauna, se localiza en los márgenes de ríos o arroyos, en condiciones favorables de humedad local. Cubre 0.02% (134.69has) ubicada al suroeste del municipio.

- **Vegetación halófila hidrófila**, la vegetación halófila la constituyen comunidades vegetales arbustivas o herbáceas que se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido en sales. Mientras que la hidrófila viven arraigadas en lugares pantanosos con aguas dulces o salobres y poco profundas.

- **Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia**, comunidad vegetal que llega a ocupar en Latinoamérica extensas superficies desde el noreste de Panamá hasta el noroeste de México. Presenta riqueza florística. Y podemos encontrar una pequeña porción en el municipio en la zona suroeste con un porcentaje de 0.67% aproximadamente 3434.70ha.

- **Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia**, se desarrolla sobre suelos muy someros con grandes afloramientos rocosos en forma de lajas y alta peligrosidad. Comunidad arbórea de escasa estatura, cuyos árboles mayores apenas alcanzan de 8 a 9m de altura. Encontramos una pequeña porción de este tipo de vegetación representando 4701.11ha (0.92%), se ubica en la parte suroeste del municipio.

- **Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia**, tipo de selva en el que el 75% de su arbolado pierde el follaje durante el periodo crítico de la época de secas. Los árboles tienen una altura de 15 a 30m. en el municipio existen 0.19has cuenta con un porcentaje de 0.02%.

- **Vegetación secundaria arbustiva de bosque encino**, vegetación resultado de la constante utilización de los suelos en actividades agrícola, suelos degradados o afloramientos de rocas basálticas. Representa un pequeño porcentaje de 0.90% aproximadamente 4,572.811has al norte de la región.

- **Vegetación secundaria arbustiva de bosque encino-pino**, se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino. Al igual que las comunidades de pino-encino, estas también presentan uso forestal, además de que en muchas áreas se presenta una alternancia con el uso agrícola. En el municipio se puede observar una pequeño fragmento de apenas 0.82% es decir 415.97 has, este lo podemos observar en la parte norte de la región.

- **Vegetación secundaria arbustiva de bosque pino- encino**, comunidad que, junto con los bosques de encino- pino, se consideran fases de transición en el desarrollo de bosques de pino o encino puros. Este tipo de bosque se distribuye ampliamente en la mayor parte de la superficie forestal de las partes altas de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*); siendo dominantes los pinos. Dentro del municipio existe una pequeña fracción en la parte noroeste ocupando aproximadamente 201.15has tan solo el 0.039%.

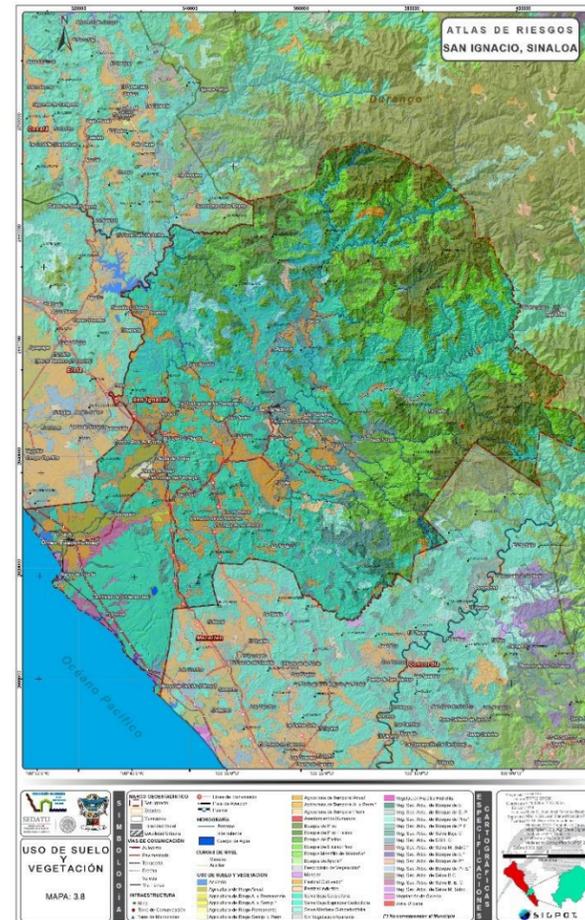
- **Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia**, comunidad que se desarrolla en suelos que presentan mejores condiciones de humedad que los de la Selva Caducifolia, la vegetación de estas selvas es el resultado de siglos de explotación, que deriva desde la época de los mayas, lo que le da un aspecto secundario. Su distribución se presenta como fracciones pequeñas en todo el municipio hacia el oeste, centro y sur generando 24,257.12has aproximadamente 4.78%.

- **Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa caducifolia**, se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. Esta selva presenta corta altura de sus componentes arbóreos

(normalmente de 4 a 10 m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Podemos encontrar 1,166.95 hectáreas (0.23%) en la zona suroeste de la región.

Finalmente el restante 0.18% (941.93 hectáreas) corresponden a cuerpos de agua y un 0.02%, (103.96 hectáreas), se considera sin vegetación aparente. (Ver

Mapa 3.8)



Mapa 3.8. Uso de Suelo y Vegetación  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### III.9 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.<sup>4</sup>

El 29 de octubre de 1986 la playa Ceuta fue decretada como zona de reserva y sitio de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina. En el 2002 se recategorizó como área natural protegida con la categoría de Santuario.<sup>5</sup>

En base al decreto publicado el 27 de noviembre de 2000, con el que se declara área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Meseta de Cacaxtla, ubicada en los municipios de San Ignacio y Mazatlán con una superficie total de 50,862.3125 hectáreas, de las cuales 41092.43has pertenecen al municipio de San Ignacio, aproximadamente el 81% de la superficie del mismo.

La zona arqueológica de Las Labradas dentro de la Meseta de Cacaxtla, cuenta con el decreto publicado el 30 de noviembre de 2012 en donde se declara zona de monumentos arqueológicos, en donde existe un agrupamiento de rocas la cual tiene una extensión de 343 metros; en él hay alrededor de 640 grabados rupestres. Estos representan diferentes figuras: geométricas, humanas animales y de plantas. Los grabados se hallan en la superficie de las rocas como figuras individuales y como paneles (de dos a más figuras); se encuentran distribuidos sin un patrón definido, aunque algunos se concentran en grupos o conjuntos y otros se hallan aislados.

La Meseta de Cacaxtla es la zona natural protegida de mayores dimensiones en el estado de Sinaloa. La región cuenta con una gran diversidad de especies han sido identificadas más de 300 especies de plantas, 26 de especies de anfibios, 59 de reptiles, 79 de mamíferos y 340 aves.

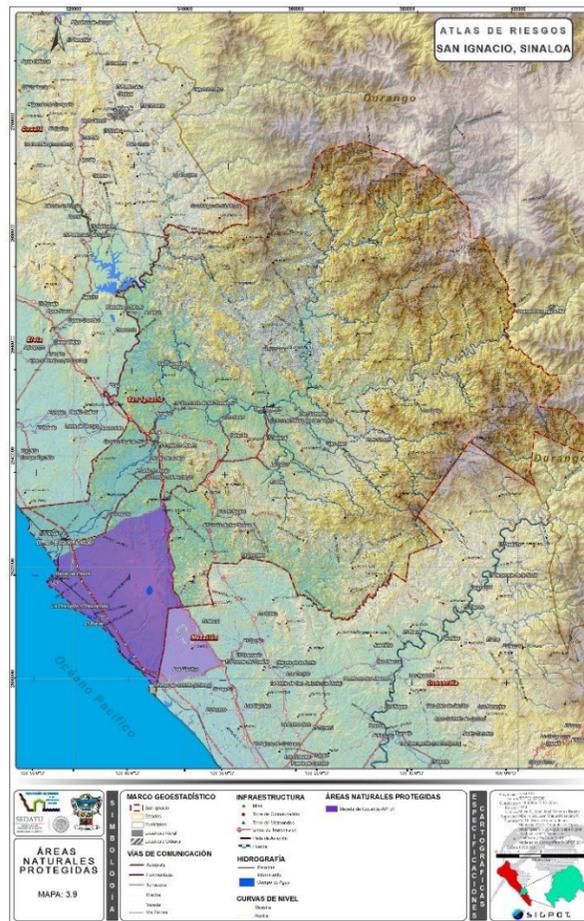
Recientemente, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), en su programa de monitoreo del jaguar, ha logrado demostrar la presencia del

<sup>4</sup> Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP. [www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx). Fecha de consulta: 28 Agosto de 2014

<sup>5</sup> CONANP. <http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/ceuta.php>

felino en tres zonas del sur de Sinaloa. Con este logro, la Conanp iniciará la estimación de población de la especie para después gestionar un corredor del jaguar, desde Nayarit hasta la Meseta de Cacaxtla.

El programa de monitoreo del jaguar se realiza en la Meseta de Cacaxtla, Marismas Nacionales y Monte Mojino, áreas que se ubican desde San Ignacio hasta Escuinapa. Cuenta con más de 30 vigilantes comunitarios certificados por la Profepa y alrededor de 60 cámaras de rastreo, ubicadas en 10 comunidades de las tres regiones. (Ver Mapa 3.9)



Mapa 3.9. Áreas Naturales Protegidas  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

## CAPÍTULO IV

# CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA, SOCIAL Y ECONÓMICA

### IV.1 CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA

El estado de Sinaloa cuenta con una población de 2'609,225 habitantes distribuidos en 18 municipios. San Ignacio representa el 0.89% de la población total de estado con 22,527 habitantes, colocándose en el municipio número 17 de acuerdo a su población.

#### IV.1.1 DINÁMICA DEMOGRÁFICA MUNICIPAL

El Municipio de San Ignacio, ha registrado variaciones de población sucesivos en cada uno de los periodos analizados. En el periodo de 1980-1990 se tuvo una disminución poblacional de 740 habitantes, mientras que para el año de 1995 se registró un incremento de la población en 3,016 habitantes. Para el año 2000 se tuvo otro decremento de 339 habitantes; mientras que para el año 2005 se registró un descenso de 3,407 habitantes menos; y para el año 2010 se disminuyó nuevamente la población en 828 habitantes para llegar a los 22,527 en total. Cabe hacer mención que históricamente el número de mujeres ha sido menor en todos los periodos analizados. (Ver Tabla IV.1.1)

Tabla IV.1.1 Dinámica Demográfica

AÑOS	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
1980	N/D	N/D	24,825
1990	12,493	11,592	24,085
1995	14,325	12,776	27,101
2000	14,125	12,637	26,762
2005	12,021	11,334	23,355
2010	11,699	10,828	22,527

Fuente: INEGI Censos Generales de Población y Vivienda, 1980, 1990, 2000, 2010, I y II Censo de Población y Vivienda, 1995 y 2005.

Es importante señalar que el municipio de San Ignacio no pertenece a alguna zona metropolitana ya que no cuenta con un grupo de dos o más municipios en los cuales se ubica una ciudad de al menos 50,000 habitantes cuya área se extiende sobre los límites del municipio al cual pertenece originalmente incorporando influencia directa sobre otra u otras poblaciones aledañas regularmente con un alto nivel de integración socio-económica.

#### DINÁMICA DEMOGRÁFICA POR LOCALIDAD

Las variaciones poblacionales de 1990 a 2010 para las 6 localidades mayores a 500 habitantes se analizan a continuación:

- **San Ignacio**, es la Cabecera Municipal, es la mayor localidad urbana en el municipio, y ha tenido un comportamiento poblacional de crecimiento constante a través del periodo analizado, con un aumento de 537 habitantes en el periodo 1990-1995; para el periodo 1995-2000 se tuvo un incremento de 452 habitantes; para el periodo 2000-2005 se tuvo un crecimiento poblacional de 468 habitantes, mientras que para el periodo 2005-2010 se tuvo un descenso de pobladores de 48 habitantes.
- **Dimas (Estación Dimas)**, es la segunda localidad urbana y presenta un comportamiento similar, con 490 habitantes más en el periodo 1990 – 1995; en el periodo 1995-2000 tuvo un aumento de 57 habitantes; para el periodo 2000-2005 presentó una disminución de 75 habitantes; y tuvo un crecimiento de su población en 397 habitantes para el periodo 2005 – 2010.
- **Piaxtla de Abajo** presentó comportamientos poblacionales diferentes desde 1990, con 609 habitantes menos para el periodo 1990-1995, una disminución de 142 habitantes en el periodo 1995-2000, presentó un nuevo decremento de 100 habitantes en el periodo de 2000-2005, y finalmente un incremento de 27 habitantes en el periodo de 2005-2010. La localidad de

- **Coyotitán**, presenta un comportamiento diferente, con 155 habitantes más en el periodo 1990 – 1995; en el periodo 1995-2000 se tuvo un incremento de 150 habitantes; para el periodo 2000-2005 se tuvo una disminución de 49 habitantes; y tuvo un nuevo decremento de su población en 49 habitantes para el periodo 2005 - 2010.

- **Duranguito** presenta un comportamiento de 21 habitantes menos en el periodo 1990-1995, un incremento de 66 habitantes en el periodo de 1995-2000, una disminución de 88 habitantes en el periodo de 2000-2005, y para el periodo de 2005-2010 presentó un crecimiento de 61 habitantes.

- **San Juan** presenta un comportamiento poblacional variable, con 1 habitante menos en el periodo 1990 – 1995; un incremento de 66 habitantes en el periodo 1995-2000; una disminución de 208 habitantes en el periodo de 2000-2005, y finalmente un decremento de 99 habitantes en el periodo 2005-2010.

#### IV.1.2 PROYECCIÓN AL 2030

De acuerdo al Documento Metodológico para las estimaciones y proyecciones de Población de CONAPO, es relevante y necesaria para llevar a cabo la planeación demográfica, económica y social, al mismo tiempo es una herramienta de conocimiento valioso para estimar múltiples requerimientos futuros en servicio e infraestructura así como otras necesidades sociales. La siguiente tabla muestra la tendencia poblacional del municipio de San Ignacio en el periodo 2011-2030, donde se observa que del año 2011-2014 existió una reducción de la población de acuerdo a las proyecciones. Se considera una población estimada en el año 2014 de 22,887 habitantes.

Por otra parte se observa se incrementara la población del 2014-2030 de manera gradual y no se diagnostica crecimientos importantes. En los próximos años la población complementara una fase de transición demográfica, encaminándose a

un crecimiento de la población joven cada vez más reducido y aun perfil envejecido.

Las previsiones para el 2030 sugirieren que la población podría alcanzar 24,356 habitantes; por lo tanto el municipio seguirá enfrentando en los próximos años el desafío de proporcionar a sus habitantes vivienda, vestido, alimentación, educación y salud. (Ver Tabla IV.1.2.)

Tabla IV.1.2 Proyecciones CONAPO

AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN
2011	23,014	2021	29,399
2012	22,925	2022	23,504
2013	22,886	2023	23,612
2014	22,887	2024	23,722
2015	22,916	2025	23,832
2016	22,968	2026	23,832
2017	23,036	2027	24,049
2018	23,117	2028	24,155
2019	23,206	2029	24,257
2020	23,300	2030	24,356

Fuente: INEGI Censos Generales de Población y Vivienda, 1980, 1990, 2000, 2010, I y II Conteo de Población y Vivienda, 1995 y 2005.

### IV.1.3 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

El municipio de San Ignacio tiene 22,527 habitantes, distribuidos en 176 localidades de la siguiente manera: (Ver Tabla IV.1.3.1, Gráfico 4.1.3 y Mapa 4.1.3)

Tabla IV.1.3 Distribución de la Población

RANGO DE POBLACIONES	NÚMERO	POBLACIÓN
Localidades de 0 a 99 habitantes:	140	2,770
Localidades de 100 a 499 habitantes:	30	7,027
Localidades de 500 a 999 habitantes:	2	1,084
Localidades de 1,000 a 4,999 habitantes:	4	11,646

Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010.

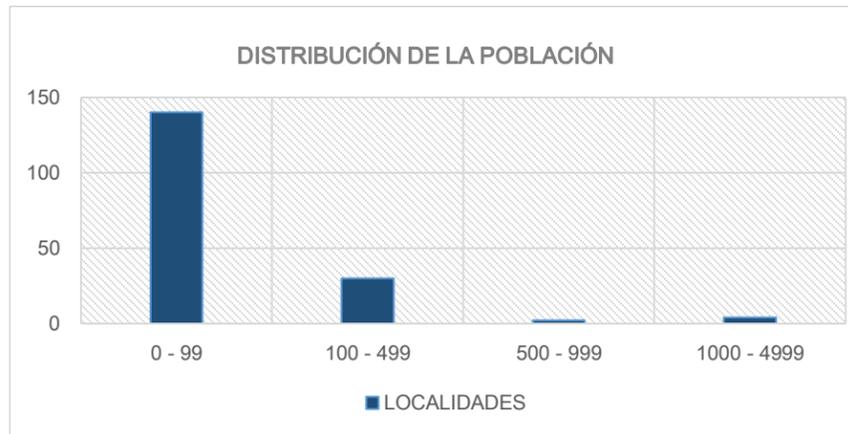
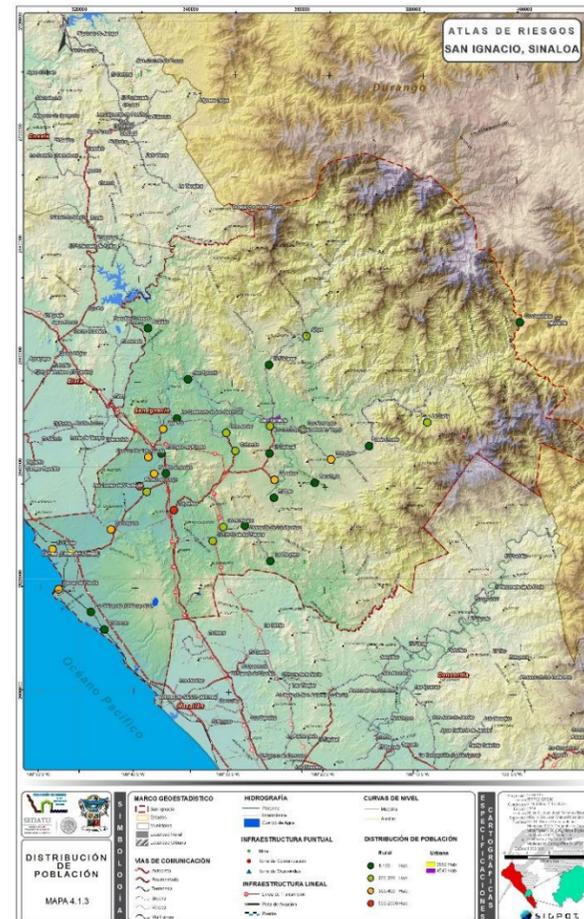


Gráfico 4.1.3 Distribución de la población  
Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010.

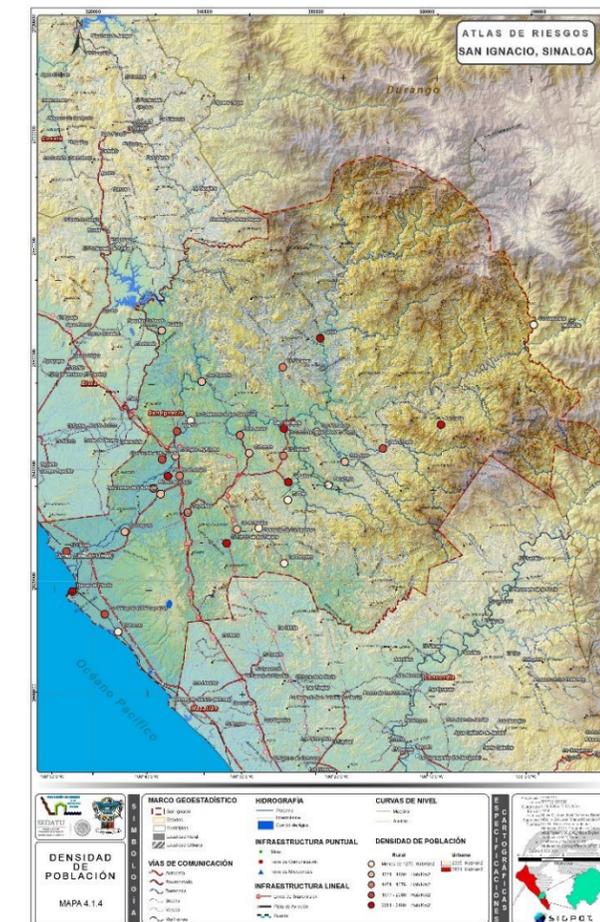


Mapa 4.1.3. Distribución de la Población  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### IV.1.4 DENSIDAD POBLACIONAL

La Densidad de Población del municipio de San Ignacio es de 4.44hab/km<sup>2</sup>, considerado como Rural de acuerdo al INAFED; y el 87.70% de la población se encuentra en 36 localidades dos de ellas son urbanas, mientras que para el estado de Sinaloa en promedio viven 48hab/km<sup>2</sup>. (Ver Tabla IV.1.4., Gráfico 4.1.4 y Mapas 4.1.4)

La localidad de San Ignacio y Dimas (Estación Dimas) tiene baja densidad poblacional por manzana, esta densidad nos señala la relación entre el número de habitantes y el espacio en el que viven y, por tanto, los recursos disponibles para sobrevivir. (Ver Mapas 4.1.4.1 y 4.1.4.2)



Mapa 4.1.4. Densidad de Población  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla IV.1.4. Densidad Poblacional

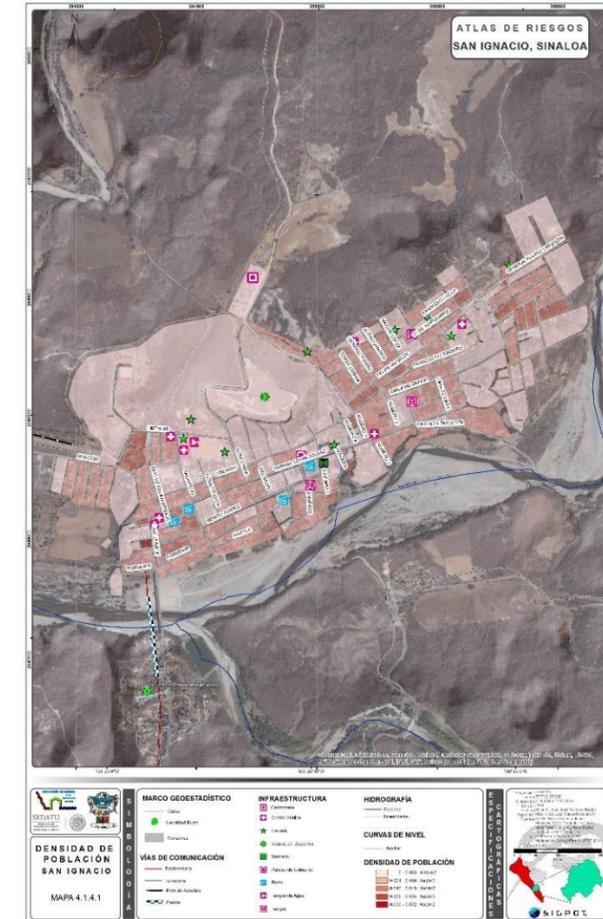
LOCALIDAD	1990	1995	2000	2005	2010
San Ignacio	3,135	3,672	4,123	4,591	4,543
Dimas (Estación Dimas)	2,681	3,171	3,228	3,153	3,550
Piaxtla de Abajo	2,701	2,092	1,950	1,850	1,877
Coyotitán	1,469	1,624	1,774	1,725	1,676
Duranguito	550	529	595	507	568
San Juan	758	757	823	615	516
Barras de Piaxtla	404	413	451	359	457
La Labor	487	474	512	467	455
Piaxtla de Arriba	215	443	453	389	448
Camino Real de Piaxtla	568	483	460	444	416
Ixpalino	579	514	444	414	391
El Patole	S/D	S/D	S/D	551	388
San Javier	406	365	356	346	332
Lo de Ponce	367	365	336	314	287
Las Lomas del Pedregal	S/D	50	65	167	281
Cabazán	357	271	282	272	278
Los Humayes	220	239	266	289	254
La Caña	150	220	218	219	248
La Chora (Colonia Renato Vega)	S/D	108	168	231	238
El Limón de los Peraza	361	359	287	216	237
Ajoya	938	792	659	283	230
La Chicayota (Chilacayotas)	142	158	183	192	198
Vado Hondo	S/D	197	207	152	180
El Lodazal	156	153	164	143	163
Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	S/D	116	119	144	160
El Platanar	166	231	239	204	159
El Cajón de Piaxtla	168	183	146	144	145
San Agustín	235	216	195	164	142
Acatitán	159	172	145	126	141
El Pozole	92	93	144	125	125
La Quebrada de los Sandoval	189	201	194	92	119
Contraestaca	14	414	469	65	119
Palmarito de los Ramírez	212	178	203	145	114
El Tule	96	119	145	115	110
Tacuitapa	140	176	177	133	109
La Tasajera	140	151	164	109	103

Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010



Gráfico 4.1.4 Densidad demográfica

Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010



Mapa 4.1.4.1. Densidad de Población San Ignacio

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

#### IV.1.5 PIRÁMIDE POBLACIONAL

En el municipio, al 2010 cuenta con 22,527 habitantes, predominando la población de 10 a 14 años con 2,504 habitantes, 15 a 19 años con 1,210 hombres y 1,093 mujeres obteniendo un total de 2,303 habitantes continuos, observamos los grupos de 5 a 9 años con 2,195 y 0 a 4 años con 2,018.

Esto muestra que la población es menor de 19 años, población relativamente joven en el municipio. Por otra parte se observa que en el municipio predomina ligeramente la población de género masculino con un 51.93%.

Por otra parte es importante mencionar que existe una población de 5 años y más de 20,475 habitantes, de 15 años y más de 15,776 habitantes, en el rango de 6 a 14 años encontramos una población de 4,699 en la categoría de 0 a 14 años tenemos 6,717 habitantes, de 15 a 64 años 13,392 y de 65 años y más 2,384 habitantes. (Ver Gráfico 4.1.5 y Tabla IV.1.5)

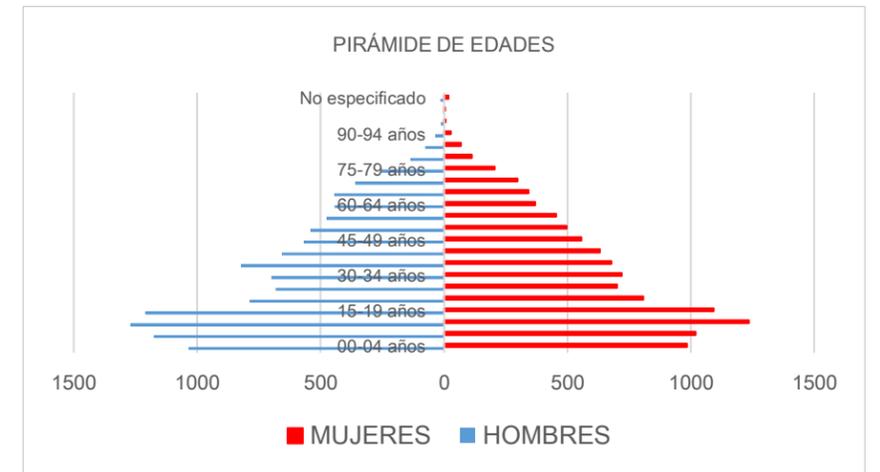


Gráfico 4.1.5 Pirámide de edades  
Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010



Mapa 4.1.4.2. Densidad de Población - Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES	GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
00-04 años	1034	984	55-59 años	476	455
05-09 años	1176	1019	60-64 años	442	369
10-14 años	1269	1235	65-69 años	445	342
15-19 años	1210	1093	70-74 años	360	298
20-24 años	787	807	75-79 años	253	205
25-29 años	681	700	80-84 años	136	112
30-34 años	700	721	85-89 años	76	68
35-39 años	822	678	90-94 años	35	27
40-44 años	657	632	95-99 años	13	7
45-49 años	568	556	100 años y más	3	4
50-54 años	541	497	No especificado	15	19

Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010

#### IV.1.6 MORTALIDAD

El municipio de San Ignacio presenta unos índices de natalidad variables con valor máximo de 968 nacimientos en el año 2000 a un mínimo de 505 nacimientos en el 2012, con un promedio de 692 nacimientos por año los últimos 13 años; en el caso de los índices de defunción, también se presentan variaciones con valores desde 82 en el 2000 hasta 167 durante el 2009, y un promedio de 113 defunciones por año para el periodo analizado. (Ver Tabla IV.1.6)

AÑO	NACIMIENTOS	DEFUNCIONES
2000	968	82
2001	855	89
2002	852	105
2003	710	96
2004	959	103
2005	749	97
2006	588	101
2007	600	100
2008	620	139
2009	517	167
2010	509	140
2011	558	118
2012	505	127

Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010

## IV.2 CARACTERIZACIÓN SOCIAL

### IV.2.1 ESCOLARIDAD

La información está expresada en términos de planta física y puede servir para el funcionamiento de varias escuelas o turnos. La tasa de alfabetización de la población de 15 a 24 años es de 98.4%, sin embargo el Índice de analfabetismo general es de 6.32%.

Es importante puntualizar que la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela es de 5,072 habitantes, mientras que los analfabetas de 15 a más años son 1,424, creando un promedio de escolaridad de 6.89%. (Ver Tabla IV.2.1)

### IV.2.2 HACINAMIENTO

El hacinamiento implica la presencia de un gran número de personas en un espacio reducido. Se estima que existe hacinamiento cuando, en un hogar, hay 3 personas por habitación utilizada como dormitorio; mientras que hacinamiento crítico se identifica cuando hay más de 3 personas en los espacios utilizados como dormitorios.

Esto tiene como principal consecuencia la generación de un ambiente no apto para la supervivencia de todos ya que, tanto los recursos como los elementos característicos de ese espacio, empiezan a perder sus rasgos esenciales.

La localidad de San Ignacio observa mayor hacinamiento hacia el este, donde 1 manzana presenta 5 viviendas con hacinamiento, mientras que 19 presentan 3 viviendas con hacinamiento. En menor proporción al oeste se identifican 36 manzanas, con 2 viviendas cada una, con esta característica, mientras que en 22 manzanas al menos 1 vivienda tienen hacinamiento. El resto no cuenta con este rasgo.

La localidad de Dimas (Estación Dimas) cuenta con 5 manzanas en las que existen 3 viviendas, en cada una, con hacinamiento, mientras que en 50 manzanas existen 2 viviendas con esta característica. El resto no presenta hacinamiento. (Ver Tabla IV.2.2 y Mapas 4.2.2.1, 4.2.2.2)

Tabla IV.2.1 Escolaridad

LOCALIDAD	POB. 2010	PRIM.*	SEC.*	BACH.*	GRA. PRO.	ANALF.	%ANALF.
San Ignacio	4,543	525	529	997	8.49	176	3.87
Dimas (Estación dimas)	3,550	418	473	623	7.55	169	4.76
Piactla de Abajo	1,877	234	222	389	7.41	134	7.14
Coyotitan	1,676	190	242	364	8.10	72	4.29
Duranguito	568	67	67	53	5.66	67	11.79
San Juan	516	60	64	73	6.29	41	7.94
Barras de Piactla	457	57	67	39	6.29	25	5.47
La labor	455	79	57	38	6.24	25	5.49
Piactla de Arriba	457	57	67	39	6.29	25	5.47
Camino Real de Piactla	416	62	60	57	6.52	34	8.17
Ixpalino	391	91	19	62	6.52	30	7.67
El patole	388	50	10	3	3.67	50	12.88
San Javier	332	84	40	37	6.36	31	9.34
Lo de Ponce	287	60	40	7	5.68	16	5.57
Las Lomas del Pedregal	281	34	39	14	5.75	23	8.18
Cabazán	278	55	26	26	6.07	17	6.11
Los Humayes	254	42	25	22	5.67	15	5.90
La Caña	248	62	23	9	6.12	8	3.22
La Chora (Colonia Renato Vega)	238	24	36	30	6.87	16	6.72
El Limón de los Peraza	237	44	30	47	7.28	13	5.48
Ajoya	230	35	39	11	5.66	22	9.56
La Chicayota (Chilacayotas)	198	26	12	15	5.46	26	13.13
Vado Hondo	180	35	14	5	5.13	11	6.11
El Lodazal	163	18	14	6	4.68	13	7.97
Crucero de Piactla(La Cacharola)	160	22	19	13	5.93	13	8.12
El Plantanar	159	25	7	4	4.45	19	11.95
El Cajón de Piactla	145	30	23	16	6.05	14	9.65
San Agustín	142	28	10	11	4.97	18	12.67
Acatlán	141	36	9	11	5.95	10	7.09
El Pozole	125	17	18	10	6.27	15	12.00
La Quebrada de los Sandoval	119	31	5	8	5.20	15	12.60
Contraestaca	119	21	11	6	6.32	2	1.68
Palmarito de los Ramírez	114	20	12	7	5.55	8	7.01
El Tule	110	20	7	10	6.11	4	3.63
Tacuitapa	109	26	10	11	6.16	5	4.58
La Tasajera	103	29	12	1	5.24	5	4.85

Fuente: SEP-INEGI CEMABE Atlas Educativo 2013; INAFED. Base Educación Municipal; INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010, México en Cifras)

\*Grado escolar concluido

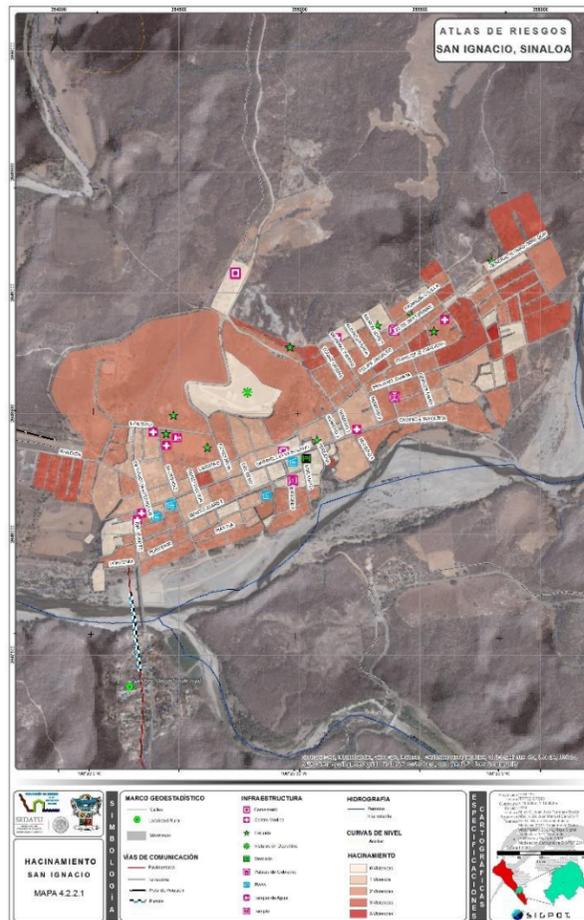
Tabla IV.2.2 Grado de Hacinamiento

LOCALIDAD	POB 2010	HOGARES	HABITANTES / HOGAR
San Ignacio	4,543	1,068	4.25
Dimas (Estación Dimas)	3,550	893	3.97
Piactla de Abajo	1,877	491	3.82
Coyotitán	1,676	469	3.57
Duranguito	568	157	3.62
San Juan	516	146	3.53
Barras de Piactla	457	129	3.54
La Labor	455	127	3.58
Piactla de Arriba	448	115	3.89
Camino Real de Piactla	416	134	3.10
Ixpalino	391	126	3.10
El Patole	388	80	4.85
San Javier	332	92	3.61
Lo de Ponce	287	74	3.88
Las Lomas del Pedregal	281	67	4.19
Cabazán	278	76	3.65
Los Humayes	254	63	4.03
La Caña	248	50	4.96
La Chora (Colonia Renato Vega)	238	61	3.90
El Limón de los Peraza	237	76	3.12
Ajoya	230	63	3.65
La Chicayota (Chilacayotas)	198	47	4.21
Vado Hondo	180	42	4.28
El Lodazal	163	37	4.40
Crucero de Piactla (La Cacharola)	160	40	4.00
El Platanar	159	38	4.18
El Cajón de Piactla	145	42	3.45
San Agustín	142	48	2.96
Acatitán	141	40	3.52
El Pozole	125	34	3.67
La Quebrada de los Sandoval	119	36	3.31
Contraestaca	119	29	4.10
Palmarito de los Ramírez	114	30	3.80
El Tule	110	26	4.23
Tacuitapa	109	33	3.30
La Tasajera	103	27	3.81

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

### IV.2.3 POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD

Muestra personas con discapacidad motriz, visual, de lenguaje, auditiva y mental, señalando que existen personas con más de una discapacidad, reflejándose en el 5.68% de la población. (Ver Tablas IV.2.3.1, y IV.2.3.2, Gráfico 4.2.3 y Mapas 4.2.3.1, 4.2.3.2)



Mapa 4.2.2.1 Hacinamiento – San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 4.2.2.2 Hacinamiento – Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla IV.2.3.1 Discapacidad

LOCALIDAD	POB 2010	POB.CON. DISC.	%
San Ignacio	4,543	141	3.10
Dimas (Estación Dimas)	3,550	285	8.02
Piaxtla de Abajo	1,877	109	5.80
Coyotitán	1,676	77	4.59
Duranguito	568	33	5.81
San Juan	516	72	13.95
Barras de Piaxtla	457	24	5.25
La Labor	455	18	3.95
Piaxtla de Arriba	448	16	3.57
Camino Real de Piaxtla	416	93	22.35
Ixpalino	391	15	3.83
El Patole	388	1	0.26
San Javier	332	18	5.42
Lo de Ponce	287	13	4.53
Las Lomas del Pedregal	281	4	1.42
Cabazán	278	14	5.03
Los Humayes	254	8	3.15
La Caña	248	9	3.63
La Chora (Colonia Renato Vega)	238	11	4.62
El Limón de los Peraza	237	13	5.48
Ajoya	230	6	2.61
La Chicayota (Chilacayotas)	198	2	1.01
Vado Hondo	180	9	5.00
El Lodazal	163	8	4.91
Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	14	8.75
El Platanar	159	11	6.92
El Cajón de Piaxtla	145	1	0.69
San Agustín	142	13	9.15
Acatitán	141	7	4.94
El Pozole	125	2	1.60
La Quebrada de los Sandoval	119	7	5.88
Contraestaca	119	1	0.84
Palmarito de los Ramírez	114	17	14.91
El Tule	110	12	10.91
Tacuitapa	109	7	6.42
La Tasajera	103	4	3.88

Fuente: INAFED Ficha Básica Municipal. INEGI Tabulados Básicos Censo Población y Vivienda 2010

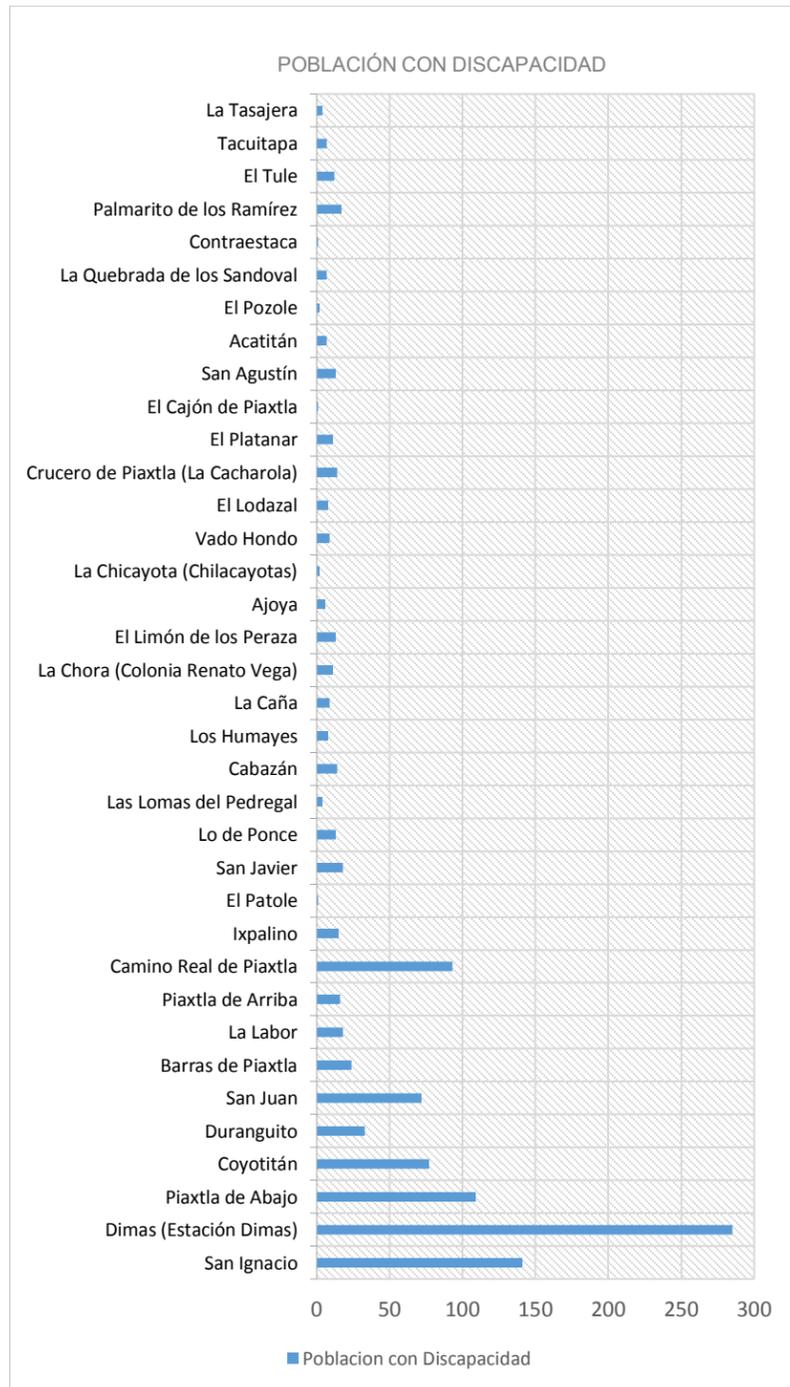
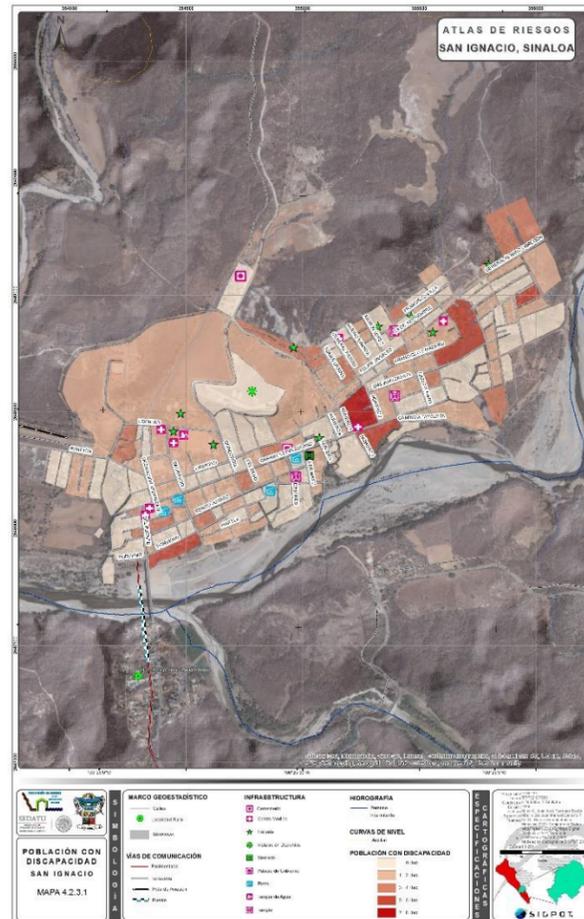


Gráfico 4.2.3 Población con discapacidad  
Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010

Tabla. IV.2.3.2 Condición de limitación en la actividad

	POB. TOT.	SIN LIM.	CAMINAR / MOVERSE	VER	ESCUCCHAR	HABLAR / COMUNICARSE	CUIDADO PERSONAL	PONER ATENCION / APRENDER MENTAL	NO ESPECIFICADO
H	11,699	10,842	412	177	60	82	31	36	87
M	10,828	10,173	307	168	49	44	29	17	52
<b>TOTAL</b>	<b>22,527</b>	<b>21,015</b>	<b>719</b>	<b>345</b>	<b>109</b>	<b>126</b>	<b>60</b>	<b>53</b>	<b>232</b>

Fuente: INAFED Ficha Básica Municipal. INEGI Tabulados Básicos Censo Población y Vivienda 2010



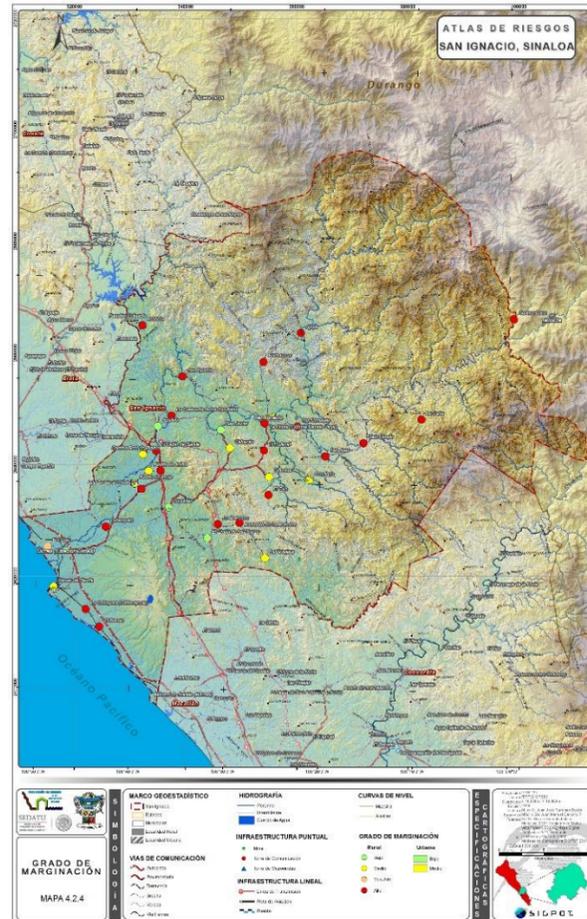
Mapa 4.2.3.1. Población con discapacidad – San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 4.2.3.2 Población con discapacidad – Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

#### IV.2.4 MARGINACIÓN

Medida-resumen que permite diferenciar localidades del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, características de la vivienda y la carencia de bienes. Estos grados e índices de marginación son elaborados por CONAPO tomando en consideración variables derivadas del Censo de Población y Vivienda 2010 como grado de analfabetismo, población sin primaria terminada, viviendas con piso de tierra, grado de hacinamiento, viviendas sin drenaje, sin energía eléctrica, sin agua potable y viviendas sin refrigerador. (Ver Tabla IV.2.4, Mapa 4.2.4 y Gráfico 4.2.4)



Mapa 4.2.4 Grado de Marginación  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla IV.2.4 Marginación

LOCALIDAD	POB 2010	GRADO	ÍNDICE
San Ignacio	4,543	-1.0647	Medio
Dimas (Estación Dimas)	3,550	-1.0734	Bajo
Piaxtla de Abajo	1,877	-0.9955	Medio
Coyotitán	1,676	-1.1425	Bajo
Duranguito	568	-0.6069	Alto
San Juan	516	-0.5487	Alto
Barras de Piaxtla	457	-0.9037	Medio
La Labor	455	-0.9196	Medio
Piaxtla de Arriba	448	-0.8297	Medio
Camino Real de Piaxtla	416	-1.0321	Medio
Ixpalino	391	-1.0712	Bajo
El Patole	388	0.9297	Muy Alto
San Javier	332	-1.1175	Bajo
Lo de Ponce	287	-0.8140	Alto
Las Lomas del Pedregal	281	0.0320	Alto
Cabazán	278	-0.9529	Medio
Los Humayes	254	-0.6979	Alto
La Caña	248	0.0562	Alto
La Chora (Colonia Renato Vega)	238	-0.7156	Alto
El Limón de los Peraza	237	-1.0876	Bajo
Ajaya	230	-0.7185	Alto
La Chicayota (Chilacayotas)	198	-0.3714	Alto
Vado Hondo	180	-0.6556	Alto
El Lodazal	163	-0.2942	Alto
Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	-0.5372	Alto
El Platanar	159	-0.4818	Alto
El Cajón de Piaxtla	145	-0.7190	Alto
San Agustín	142	-0.5035	Alto
Acatitán	141	-0.6683	Alto
El Pozole	125	-0.6914	Alto
La Quebrada de los Sandoval	119	-0.6938	Alto
Contraestaca	119	-0.7957	Alto
Palmarito de los Ramírez	114	-0.7818	Alto
El Tule	110	-0.6553	Alto
Tacuitapa	109	-0.8721	Medio
La Tasajera	103	-0.9997	Medio

Fuente: CONAPO. Grados e Índices de Marginación 2010.

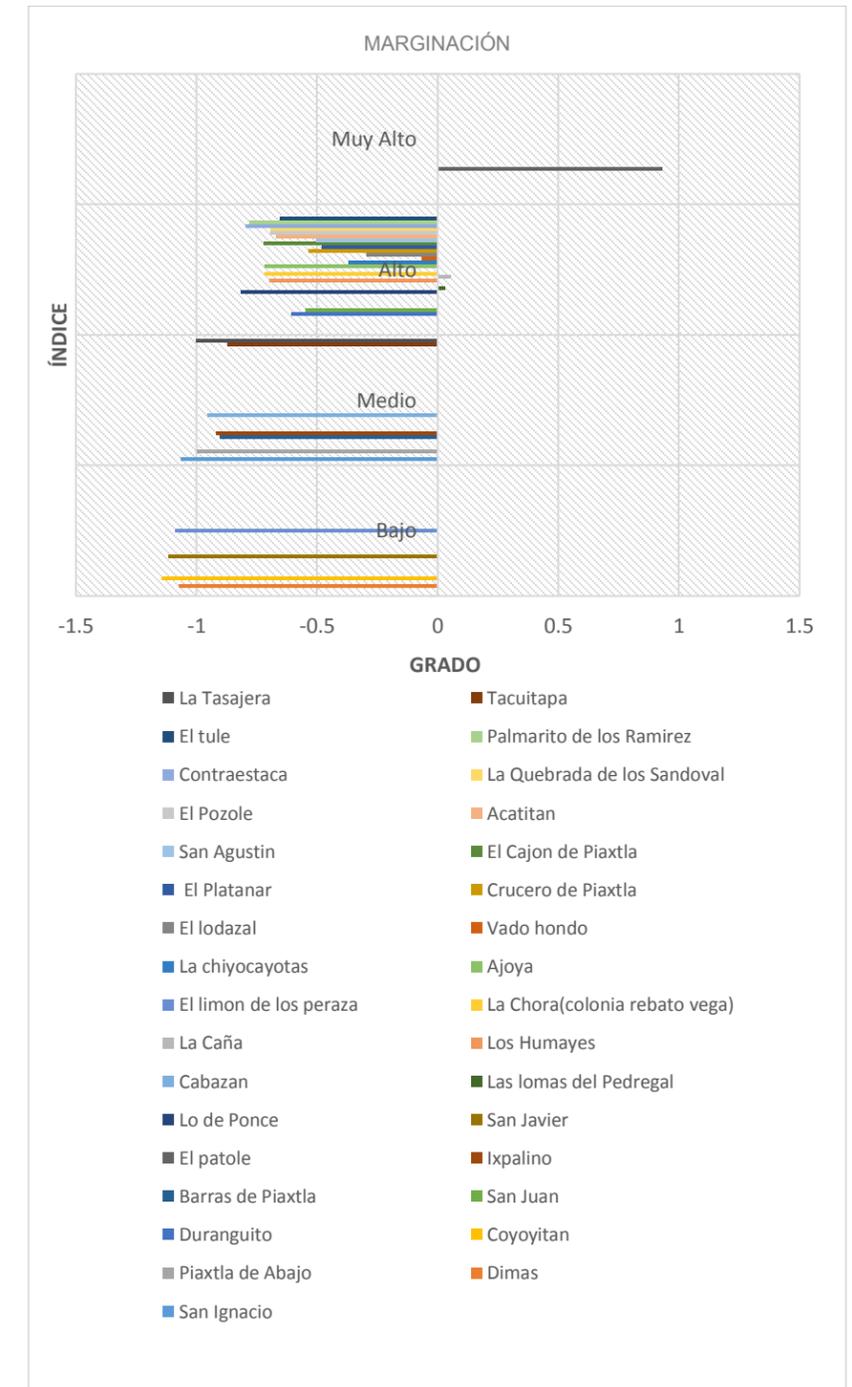


Gráfico 4.2.4 Marginación  
Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010

## IV.2.5 POBREZA

CONEVAL proporciona la medición de la pobreza por estado cada dos años y por municipio cada cinco años; sin embargo no proporciona información a nivel localidad. (Ver Tabla IV.2.5)

Tabla IV.2.5 Medición Municipal de la Pobreza CONEVAL

INDICADORES	PORCENTAJE	NÚMERO DE PERSONAS	NÚMERO PROMEDIO DE CARENCIAS
<b>Pobreza</b>			
Población en situación de pobreza	61.3	12,240	2.2
Población en situación de pobreza moderada	51.4	10,255	1.9
Población en situación de pobreza extrema	9.9	1,985	3.7
Población vulnerable por carencias sociales	28.8	5,743	1.9
Población vulnerable por ingresos	3.5	697	0.0
Población no pobre y no vulnerable	6.4	1,280	0.0
<b>Privación social</b>			
Población con al menos una carencia social	90.1	17,983	2.1
Población con al menos tres carencias sociales	25.6	5,105	3.7
<b>Indicadores de carencia social</b>			
Rezago educativo	26.2	5,232	2.8
Acceso a los servicios de salud	14.8	2,954	2.8
Acceso a la seguridad social	79.6	15,898	2.1
Calidad y espacios de la vivienda	14.1	2,808	3.7
Acceso a los servicios básicos en la vivienda	28.2	5,628	3.2
Acceso a la alimentación	26.8	5,343	3.4
<b>Bienestar económico</b>			
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	28.1	5,609	2.3
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar	64.8	12,936	2.1

Fuente: CONEVAL. Índices de Pobreza México 2010

## IV.2.6 EQUIPAMIENTO

### SALUD

El sistema integral de salud está integrado por 11 Unidades Médicas de la Secretaría de Salud del Estado; 1 Unidad Médica del ISSSTE; 1 Unidad Médica del IMSS; 6 Unidades Médicas de IMSS Oportunidades; además existen 3 consultorios particulares de medicina general y especializada; 2 consultorios dentales; 1 Unidad de Rehabilitación del DIF; y otros 2 servicios de asistencia

social. Esta infraestructura se encuentra distribuida estratégicamente en el municipio; sin embargo, durante el Censo de Población y Vivienda de 2010 todavía se identificó a un 19.54 % de la población sin derechohabiencia a los servicios de salud. (Ver Tablas IV.2.6 y IV.2.6.1)

### EDUCATIVO

El municipio de San Ignacio cuenta con una capacidad instalada de 147 planteles de infraestructura educativa, Comprende los niveles preescolares con 58 unidades, la sección primaria con 66 componentes, secundaria con 18, bachillerato con tan solo 4 y de formación para el trabajo 1.

### CULTURA, RECREACIÓN Y DEPORTE

En el municipio se cuenta con La mesa un espacio recreativo que contiene juegos infantiles, gimnasio al aire libre, campo de futbol, explanada usos múltiples, cancha de basquetbol, Mirador de Cristo redentor, así mismo cuentan con la plaza principal que contiene áreas verdes y un kiosco ,también se encuentra la plazuela "La Nanchi" con áreas verdes, bancas y kiosco.

Dentro del Municipio se cuenta con arquitectura colonial, aguas termales en Santa Apolonia y Agua Caliente de Yuner también cuenta con playas en la localidad de Barra de Piaxtla. Existen monumentos históricos con que cuenta el municipio son los dedicados a Don Benito Juárez y el General Gabriel Leyva.

Tabla IV.2.6.1 Equipamiento Municipal

SALUD	EDUCATIVO	CULTURA	RECREACION	DEPORTE
27	147	1	3	2

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Tabla IV.2.6 Derechohabiencia

LOCALIDAD	POB 2010	IMSS	ISSSTE	SEG POP	SIN SERV	% SIN SERV
San Ignacio	4,543	309	771	2824	418	9.20
Dimas (Estación Dimas)	3,550	545	288	1914	851	23.97
Piaxtla de Abajo	1,877	100	129	1191	460	24.50
Coyotitán	1,676	183	188	946	295	17.60
Duranguito	568	18	2	428	119	20.95
San Juan	516	21	23	452	21	4.07
Barras de Piaxtla	457	19	7	304	123	26.91
La Labor	455	47	15	347	48	10.55
Piaxtla de Arriba	448	8	16	222	200	44.64
Camino Real de Piaxtla	416	64	32	229	111	26.68
Ixpalino	391	34	52	168	138	35.29
El Patole	388	81	6	50	251	64.69
San Javier	332	14	25	250	43	12.95
Lo de Ponce	287	5	4	262	7	2.44
Las Lomas del Pedregal	281	14	0	192	74	26.33
Cabazán	278	15	1	216	37	13.31
Los Humayes	254	5	8	216	25	9.84
La Caña	248	0	2	153	92	26.44
La Chora (Colonia Renato Vega)	238	13	21	185	16	6.72
El Limón de los Peraza	237	51	5	103	66	27.85
Ajoya	230	45	0	144	41	17.83
La Chicayota (Chilacayotas)	198	6	0	159	30	15.15
Vado Hondo	180	1	0	153	25	13.89
El Lodazal	163	2	0	130	31	19.02
Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	13	0	84	64	40.00
El Platanar	159	15	0	133	12	7.54
El Cajón de Piaxtla	145	53	12	51	33	22.76
San Agustín	142	52	0	68	22	15.49
Acatitán	141	4	16	95	22	15.60
El Pozole	125	9	1	89	18	14.40
La Quebrada de los Sandoval	119	2	13	83	21	17.65
Contraestaca	119	17	1	56	45	37.81
Palmarito de los Ramírez	114	3	0	100	10	8.77
El Tule	110	3	0	101	6	5.45
Tacuitapa	109	11	1	91	10	9.17
La Tasajera	103	1	0	82	20	19.41

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

#### IV.2.7 VIVIENDA

Conforme a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, el municipio de San Ignacio cuenta con 7,941 viviendas, de las cuales el 73.89% es decir 5,868 se encuentran habitadas con un total de 5,859 hogares. De éstas el 11.86% tienen piso de tierra. Se estima que la mayoría de ellas son propias y de construcción fija. Los materiales de construcción predominantes son el ladrillo rojo cocido y el block de jal y cemento; pero existen otras de adobe, teja, madera y palapa, sobre todo en las localidades más pequeñas.

Se tiene un promedio de 3.84 habitantes por vivienda, y el 7.41% son viviendas de un solo cuarto.

La tenencia de la vivienda es predominantemente privada y ejidal, contando con los servicios de agua potable (dentro o fuera de la vivienda) el 99.14%, en cuanto al tema de drenaje y alcantarillado el 85.58% que sería alrededor de 5,022 viviendas y energía eléctrica se encuentran 5,610 viviendas es decir alrededor de 95.60%. En el municipio el 80.45% de las viviendas cuentan al menos con un servicio público, el 8.35% cuentan con computadora y el 4.82% cuentan con servicio de internet.

Conforme a los datos arrojados en el Censo de Población y Vivienda 2010, en promedio el 26% de las viviendas en el municipio se encuentran deshabitadas, destacando las localidades de El Patole con el 65.96%, Ajoya con un porcentaje de 60.38% y San Javier con más de 51.83%, de sus viviendas deshabitadas. (Ver

Tabla IV.2.7 y Gráfico 4.2.7)

Tabla IV.2.7 Características de la Vivienda

LOCALIDAD	POB 2010	VIV. TOT	VIV. HAB.	% VIV. VACIAS
San Ignacio	4,543	1315	1071	18.55
Dimas (Estación Dimas)	3,550	1071	895	16.43
Piactla de Abajo	1,877	587	491	16.35
Coyotitán	1,676	595	470	21.01
Duranguito	568	194	157	19.07
San Juan	516	209	146	30.14
Barras de Piactla	457	217	129	40.55
La Labor	455	177	127	28.24
Piactla de Arriba	448	151	115	23.84
Camino Real de Piactla	416	186	134	27.96
Ixpalino	391	239	126	47.28
El Patole	388	235	80	65.96
San Javier	332	191	92	51.83
Lo de Ponce	287	91	75	17.58
Las Lomas del Pedregal	281	88	67	23.86
Cabazán	278	113	76	32.74
Los Humayes	254	78	63	19.23
La Caña	248	52	50	3.84
La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80	61	23.75
El Limón de los Peraza	237	145	78	46.21
Ajoya	230	159	63	60.38
La Chicayota (Chilacayotas)	198	56	47	16.07
Vado Hondo	180	44	42	4.54
El Lodazal	163	45	37	17.78
Crucero de Piactla (La Cacharola)	160	48	40	16.67
El Platanar	159	47	38	19.15
El Cajón de Piactla	145	48	42	12.50
San Agustín	142	73	48	34.24
Acatitán	141	47	40	14.89
El Pozole	125	39	34	12.82
La Quebrada de los Sandoval	119	63	36	42.85
Contraestaca	119	34	29	14.71
Palmarito de los Ramírez	114	44	30	31.82
El Tule	110	28	26	7.14
Tacuitapa	109	45	33	7.33
La Tasajera	103	29	27	9.31

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010, México en Cifras

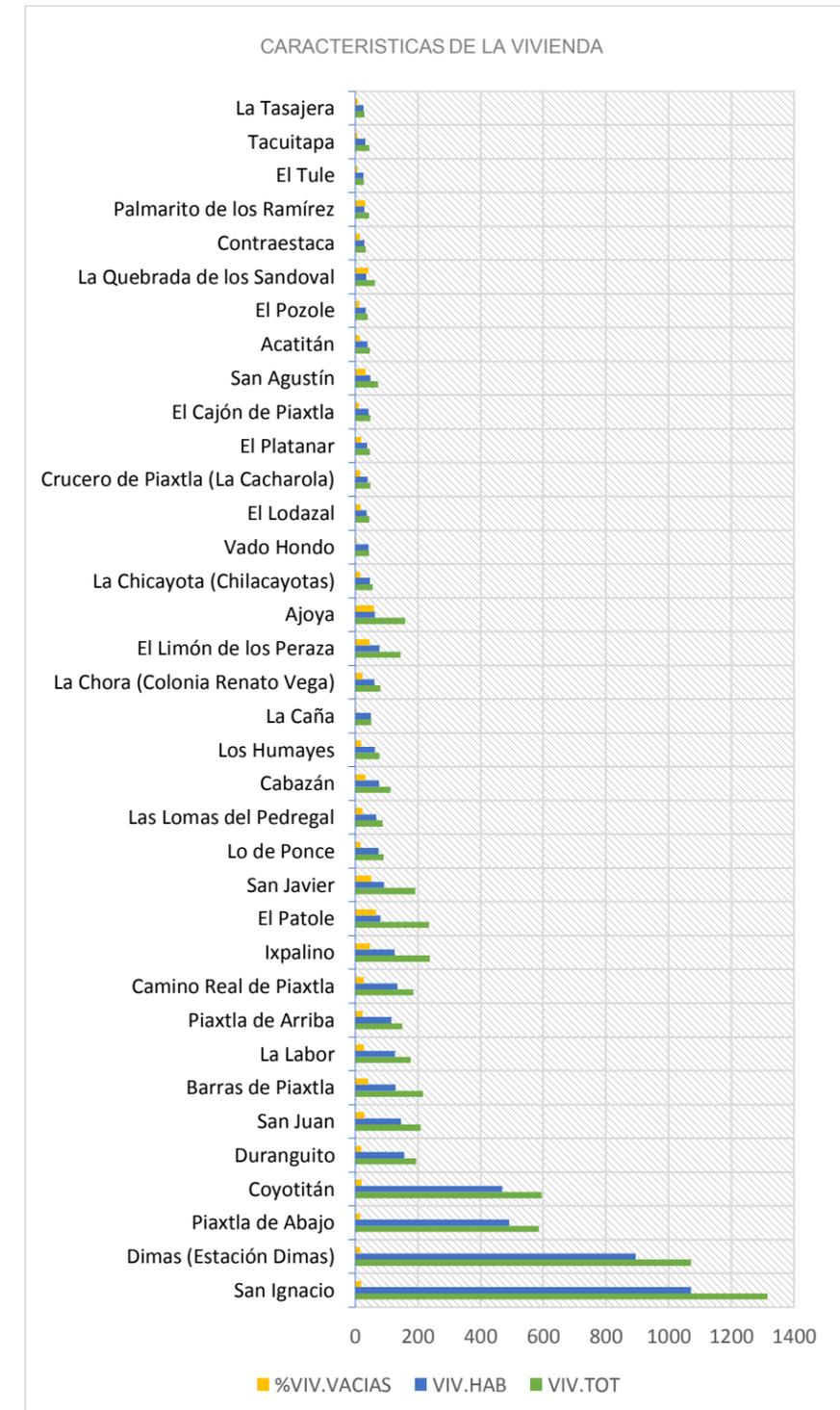


Gráfico 4.2.7 Características de la vivienda  
Fuente: Censo General de Población y Vivienda, 2010

La localidad de San Ignacio, cuenta con 150 manzanas de las cuales, el 90% (135 manzanas) presentan un piso diferente de tierra. 3 manzanas (al este de la localidad), refieren 8 viviendas con piso de tierra, 4 manzanas (dispersas en la localidad) refieren 6 viviendas en esta misma condición, se identifican 3 manzanas que cuentan con 4 viviendas y finalmente 5 manzanas con 3 viviendas con piso de tierra, estas últimas dispersas en la localidad. (Ver Mapa 4.2.7.1.)

Mientras que para el caso de la localidad de Dimas (Estación Dimas), solo se observa dos manzanas que contienen viviendas con piso de tierra dentro de las cuales solo 4 viviendas tienen dicha característica, y tan solo se observa una manzana con 3 viviendas que cuentan con piso de tierra, mientras que para el resto de la localidad que serían aproximadamente 179 manzanas o bien el 98.35% ya no cuentan con esta características. (Ver Mapa 4.2.7.2)

#### IV.2.8 LENGUA INDIGENA

Conforme a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, se tienen 74 habitantes que hablan alguna lengua indígena, localizándose el 1.21% en la cabecera municipal y el resto disperso en las localidades del municipio.

### IV.3 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA ZONA

#### AGRICULTURA

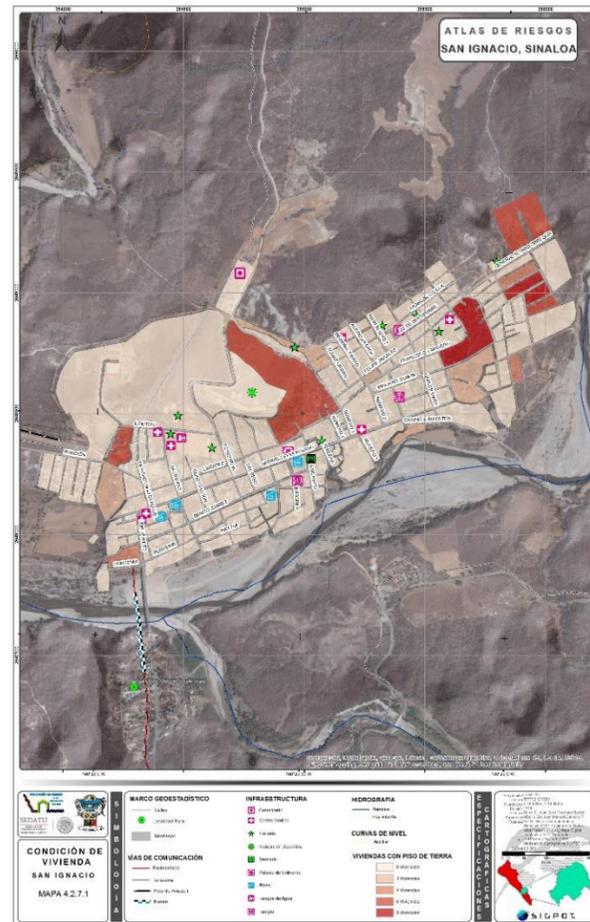
La superficie con actividad agrícola total del municipio reportada en la Base de Datos Municipal del INEGI 2011 es de 10,619 Has., de las cuales el 44.34% son de riego y el 55.65% son de temporal. Los principales cultivos son: pastos 3,586 has.; maíz grano con 2,141 has.; sorgo (grano) 1,255 has.; frijol 298 has.; chile verde con 173 has.; tomate rojo con 75 has.; tomate verde con 4 has.; y otros cultivos nacionales, (alfalfa, caña de azúcar, cártamo y mango entre otros) con 3,088 has. Se tienen reportados 12 viveros con una superficie total de 7.41 hectáreas.

#### GANADERÍA

De acuerdo a la Base de Datos Municipal del INEGI, la actividad ganadera en el municipio para el 2011 reporta la producción de 195 toneladas de carne en canal de bovinos, así como de 1,181 miles de litros de leche de bovino; 41 toneladas de carne de porcino; 4 toneladas de carne de ovinos; 3 toneladas de carne de caprinos y 24 toneladas de carne de aves. Se tiene reportado también la producción de 13 toneladas de miel y 1 tonelada de cera en greña.

#### PESCA

El estado de Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en producción pesquera; sin embargo en el Anuario Estadístico de Pesca no se encontraron datos a nivel municipal de volúmenes de producción. De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 10/2013, se reportan 58 establecimientos dedicados a la pesca y captura de peces en alrededor de 16 localidades pesqueras en el municipio de San Ignacio (Atlas de localidades pesqueras, CONAPESCA); y las principales especies que se capturan son camarón, ostión, almeja, lisa, mojarra, botete, pargo y robalo entre otras.



Mapa 4.2.7.1 Condición de Vivienda – San Ignacio

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 4.2.7.2 Condición de Vivienda – Dimas (Estación Dimas)

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### MINERÍA

De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 10/2013, no se reporta actividad minera en el municipio; sin embargo en la enciclopedia de los municipios de México del INAFED se menciona la producción anual de más de 58 toneladas de plata y cerca de 1 tonelada de oro, junto con otros metales como el cobre, plomo y antimonio; y se menciona una planta de beneficio para minerales metálicos en la localidad de La Minita.

### EXPLOTACIÓN FORESTAL

El municipio cuenta con una superficie de bosque de 190,391 has., y la superficie de selva es de 227,118 has.; se reporta la producción forestal maderable de 2,650 metros cúbicos en rollo como actividad forestal en el municipio, ocupando el quinto lugar a nivel estatal.

### MANUFACTURA

De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 10/2013, se reportan 48 unidades de manufactura en el municipio de San Ignacio, siendo las siguientes: Industria alimentaria 19; industria de la Bebida y el Tabaco 6; fabricación de prendas de vestir 2; fabricación de productos de cuero, piel y sucedáneos 1; Productos a base de minerales no metálicos 4; Fabricación de productos metálicos 8; Fabricación de muebles, colchones y cortinas 6 y otras industrias manufactureras 2 (Fábricas de escobas).

### COMERCIO

Se tienen identificados 189 establecimientos comerciales (7 al por mayor y 182 al por menor) en el municipio de acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 10/2013, que abarcan los aspectos básicos necesarios para solventar las necesidades de los habitantes. Conforme a los datos de México en Cifras del INEGI, el municipio cuenta con 1 tianguis.

### TURISMO

San Ignacio es un lugar de atracción turística en la zona costera, donde sobresalen las playas de Barras de Piaxtla, así como las aguas termales en Santa Apolonia y Agua Caliente de Yunar. Como monumentos históricos, se cuenta con el templo de San Ignacio de Loyola, de principios del siglo XIX, la presidencia

municipal que data de 1920, así como casas habitación de arquitectura colonial en la cabecera municipal. Las principales fiestas se celebran en honor de San Ignacio de Loyola y de San Javier. Con respecto a la gastronomía, destacan los platillos a base de carne de res como la cazuela y el cocido; el colachi y platillos a base de pescado y mariscos como el aguachile, el pescado zarandeado y los ostiones en su concha. Son recomendables los dulces como la capirotada, el arroz con leche y los jamoncillos. Entre las bebidas típicas se encuentran el agua de horchata, de tamarindo, cebada y la tradicional agua de limón.

Para la atención de visitantes se cuenta con 7 establecimientos de alojamiento temporal con 127 habitaciones; así como con 53 establecimientos de venta de alimentos, desde restaurantes hasta bares, cafés, cenadurías tradicionales, loncherías, pizzerías, venta de tamales y taquerías, según lo identificado en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 10/2013 del INEGI.

## IV.4 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

La Población Económicamente Activa ocupada representa el 32.81% de la población municipal y se distribuye en un 49.51% en actividades del sector primario (agropecuarias), un 13.81% en actividades del sector secundario (manufactura, construcción, electricidad, gas y agua), el 10.14% en el sector comercio, el 24.83% en el sector servicios, y el 1.70% restante en actividades no especificadas además existe una población de 8,802 habitantes que se encuentran dentro del área de personas no económicamente activas. (Ver Tabla IV.4)

## IV.5 CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL

El área urbana de San Ignacio está distribuida en barrios, el centro histórico, y las colonias predominantemente habitacionales, en donde se mezclan los usos habitacionales de alta, baja y mediana densidad, educación, salud, cultura, asistencia pública, comercio, comunicaciones, transporte, recreación, deporte, servicios urbanos y administración pública. Es necesario reglamentar el desarrollo urbano en las zonas detectadas de alto riesgo para minimizar las afectaciones a la población vulnerable.

Tabla IV.4 Población Económicamente Activa

LOCALIDAD	POB 2010	PEA	POB. OCUP.	% POB. OCUP.
San Ignacio	4,543	1571	1530	97.39
Dimas (Estación Dimas)	3,550	1338	1314	98.21
Piaxtla de Abajo	1,877	708	681	96.18
Coyotitán	1,676	624	609	97.59
Duranguito	568	198	198	100.00
San Juan	516	160	159	99.37
Barras de Piaxtla	457	160	145	90.62
La Labor	455	168	168	100.00
Piaxtla de Arriba	448	154	152	98.70
Camino Real de Piaxtla	416	173	171	98.84
Ixpalino	391	136	133	97.79
El Patole	388	197	197	100.00
San Javier	332	128	125	97.65
Lo de Ponce	287	92	92	100.00
Las Lomas del Pedregal	281	96	94	97.92
Cabazán	278	111	104	93.69
Los Humayes	254	96	96	100.00
La Caña	248	74	74	100.00
La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80	78	97.50
El Limón de los Peraza	237	101	99	98.02
Ajoya	230	84	84	100.00
La Chicayota (Chilacayotas)	198	63	62	98.41
Vado Hondo	180	57	57	100.00
El Lodazal	163	50	49	98.00
Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	62	61	98.38
El Platanar	159	53	53	100.00
El Cajón de Piaxtla	145	52	38	73.07
San Agustín	142	62	62	100.00
Acatitán	141	48	48	100.00
El Pozole	125	51	51	100.00
La Quebrada de los Sandoval	119	56	56	100.00
Contraestaca	119	39	39	100.00
Palmarito de los Ramírez	114	42	42	100.00
El Tule	110	36	33	91.67
Tacuitapa	109	46	46	100.00
La Tasajera	103	36	36	100.00

Fuente: INEGI. Censo de Población y vivienda 2010, Atlas de los Censos Económicos 2009, Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 10/2013.

## CAPÍTULO V

# IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VULNERABILIDADES Y RIESGOS

### V.1 GEOLOGICOS

#### V.1.1 ERUPCIONES VOLCANICAS

Una erupción volcánica es uno de los desastres naturales más peligrosos que pueden ocurrir. Cuando un volcán entra en erupción, emite nubes de ceniza y lava creando bombas volcánicas. Aunque la lava puede moverse lentamente, es extremadamente peligrosa, y puede causar mucho daño a la propiedad y la vida humana.

La erupción volcánica consiste en una emisión de materiales como las rocas fundidas, acompañadas de gases y vapores, desde profundidades terrestres hacia la superficie, de acuerdo con los materiales predominantes y la forma de las explosiones existen 4 tipos de erupciones como son:

##### Hawaino

Es el que arroja lava suavemente fluida con paroxismos violentos pero muy escasos; el escurrimiento de las lavas no siempre está acompañado de explosiones porque los gases de los materiales muy fluidos se desprenden con facilidad. Las ampollas de escoria son de vidrio negro que es arrojado en filamentos a manera de cabellos. En este caso el magma forma lagos de fuego en los cráteres y en algunas islas las lavas fluidas se extienden muy lejos llegando, hasta el mar.

##### Estromboliano

En este caso las lavas son menos fluidas que en el hawaiano pero permanecen líquidas al contacto con la atmosfera; la lava es acompañada de bombas sólidas y cenizas. Este tipo de volcanes tiene explosiones violentas, en donde el magma se desmenuza en forma de piedra pómez y las bombas tienen forma de pera.

##### Vulcaniano

Estas erupciones se presentan con gran abundancia de productos viscosos, su lava es escasa, espesa y se solidifica con rapidez en la superficie; las nubes de la erupción son muy densas, oscuras y tiene forma semejante a la coliflor; además, las bombas son porosas en su interior y vidriados en su superficie.

##### Peleano

Estos volcanes arrojan ardientes a muy altas temperaturas. La erupción es casi en dirección horizontal y se da con un gran desprendimiento de gases asfixiantes. En este caso la lava, escasa y muy espesa, forma enormes agujas en el cráter.

Las erupciones de volcanes marinos aunque tienen características a las terrestres, ya que la acción de los gases y las lavas son la misma, se diferencian de ellos porque lanzan enormes cantidades de agua y lodo; esto hace surgir que más tarde pueden ser destruidas por el oleaje o quedar como pequeños islotes en medio del océano.

La actividad volcánica está íntimamente relacionada con los denominados cinturones sísmicos, los cuales están situados en los límites de las placas tectónicas. Es importante mencionar que estas placas siempre están en movimiento aunque de modo casi imperceptible, excepto en los movimientos sísmicos más fuertes.

#### V.1.1.1 PELIGRO

Para el caso del municipio de San Ignacio, no existe la ocurrencia de alguna erupción volcánica, debido a que los volcanes activos más próximos son El Ceboruco y Sangangüey ubicados en el estado de Nayarit, ambos mantienen su

estatus activo con un tipo de explosión Pliniana y Peleana por ello la explosividad está catalogada como muy violenta lo cual muestra un peligro latente, sin embargo existe una distancia de 368.04 y 325.77kms, respectivamente, de los volcanes al municipio, por lo cual no aplica este tipo de fenómeno para el municipio, incluso ni por presencia de ceniza volcánica, cuyo radio de afectación se considera en el orden de los 20 a 30km. Por otra parte, el Campo monogenético Durango, con presencia en el Volcán Jagüey (Jahuey) mantiene una distancia de 332.28kms con el municipio, por lo que debido a su distancia, su estatus inactivo y sus características tampoco representan un peligro volcánico para el municipio. Finalmente la Isla Roca Tortuga, localizada a 83.36km del municipio, presenta una composición de roca sedimentaria, volcánica y metamórfica, sin embargo no representa peligro para el municipio. (Ver Mapa 5.1.1 y Tabla V.1.1)

Tabla V.1.1 Volcanes, estatus de actividad e índice de explosividad

VOLCÁN	ESTATUS	ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (VEI)	TIPO DE PELIGRO
El Ceboruco	Activo (1082 y 142 años)	>5	Alto
Sangangüey	Activo (270 y 153 años)	>3	Indefinido

Fuente: Documentos de CENAPRED

## V.1.2 SISMOS

Los sismos o temblor de tierra es una sacudida del terreno que se produce debido al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico son reajustes de la corteza terrestres causados por los movimientos de grandes fragmentos.

Dicho de otra manera, un sismo o temblor es un reajuste de la corteza terrestre causado por los movimientos vibratorios de las placas tectónicas del planeta y se propaga por él en todas direcciones en forma de ondas.

Por sí mismos, son fenómenos naturales que no afectan demasiado al hombre. El movimiento de la superficie terrestre que provoca un terremoto no representa un riesgo, salvo en casos excepcionales, pero sí nos afectan sus consecuencias, ocasionando catástrofes: caída de construcciones, incendio de ciudades, avalanchas y tsunamis.

La causa de un temblor es la liberación súbita de energía dentro del interior de la Tierra por un reajuste de ésta. Este reajuste se lleva a cabo mediante el movimiento relativo entre placas tectónicas. Las zonas en donde se lleva a cabo este tipo de movimiento se conocen como fallas geológicas y a los temblores producidos se les conoce como sismos tectónicos. No obstante existen otras causas que también producen temblores. Ejemplo de ello son los producidos por el ascenso de magma hacia la superficie de la Tierra. Este tipo de sismos, denominados volcánicos, nos pueden servir de aviso de una posible erupción volcánica.

Las placas de la corteza terrestre están sometidas a tensiones. En la zona de roce (falla), la tensión es muy alta y, a veces, supera a la fuerza de sujeción entre las placas. Entonces, las placas se mueven violentamente, provocando ondulaciones y liberando una enorme cantidad de energía. Este proceso se llama movimiento sísmico o terremoto. <sup>6</sup>

La intensidad de un sismo se asocia a un lugar determinado y es en función de los efectos que este causa en el hombre, en sus construcciones y en el terreno de dicho sitio, como se asigna la intensidad alcanzada por el sismo, sin embargo esta medida puede resultar un tanto subjetiva, debido a que depende de la sensibilidad y perspectiva de cada persona sobre los efectos del fenómeno. Es necesario entonces contar con un método con el cual se pueda asignar cuidadosamente la intensidad sísmica para estudiar sismos históricos o los que impactan en zonas donde no se cuenta con instrumentos para su registro.

La primera escala de intensidad fue propuesta en 1883 por S. de Rossi y F. Forel, con grados de 1 a 10. Más tarde, G. Mercalli propone, en 1902, otra escala con doce grados, la que fue modificada por H. Hood y F. Newman en 1931 para construcciones más modernas.

Esta es conocida como Escala de Mercalli Modificada, la que ahora es ampliamente utilizada. (Ver Tabla V.1.2.1)



Mapa 5.1.1. Conos Volcánicos

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tabla V.1.2.1 Escala de Mercalli Modificada

ESCALA	DESCRIPCIÓN
I.	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II.	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III.	Sentido claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV.	Durante el día sentido en interiores por muchos; al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, puertas y ventanas agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocará contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V.	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI.	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos caos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII.	Todo el mundo corre al exterior. Daños insignificantes en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerables

<sup>6</sup><http://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/ciencias-de-la-tierra/geologia/terremotos-tsunamis-y-fallas-geologicas/> Fecha de Consulta -24-Septiembre-2014.

- en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
- VIII.** Daño leve en estructuras, diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes, Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
- IX.** Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios comunes bien construidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visible en el terreno. Tuberías subterráneas rotas.
- X.** Algunas estructuras bien construidas en madera, destruidas; la mayoría de estructuras de mampostería y marcos, destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Deslizamientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
- XI.** Pocas o ninguna obra de mampostería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
- XII.** Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

Fuente: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx>

Por otro lado, con el fin de comparar el tamaño de los sismos, es necesaria una medida que dependa, como la intensidad, de la densidad de población, del tipo de construcción y de la perspectiva de las personas. Para medir realmente el tamaño de un sismo se necesita el dato de la cantidad de energía liberada, independientemente de la localización de los instrumentos que lo registren.

Una escala que es aplicable a sismos, ocurridos tanto en regiones habitadas como en las que no, y que además es estrictamente cuantitativa, fue desarrollada por Charles Richter, utilizando las amplitudes de ondas registradas por un sismógrafo. Richter, en 1932, definió la escala de Magnitud, basado en la medición de un gran número de sismos en la costa de California. El que haya resultado tan útil y conveniente el describir el tamaño de un terremoto por un número, identificado como la Magnitud, ha requerido que el método se amplíe a otros tipos de sismógrafos por todo el mundo.

Consecuentemente, se tiene una variedad de escalas de magnitud sin que tengan un límite superior ni inferior, aunque el tamaño de un terremoto está, ciertamente, limitado en su extremo superior por la resistencia de las rocas de la litosfera.

De acuerdo a la cantidad de sismos de los que se tiene registro, y de la ubicación en que se presentan se hace una zonificación o regionalización sísmica del país, la República Mexicana se divide en cuatro zonas sísmicas. (Ver Imagen V.1.2.1)



Imagen V.1.2.1 Regionalización Sísmica de México  
Fuente: SIGPOT 2014

De acuerdo a la regionalización de México el estado de Sinaloa se ubica dentro de las zonas B y C las cuales son consideradas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentes o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero no sobrepasan el 70% de las aceleraciones del suelo. El municipio de San Ignacio queda compartida entre dos zonas, debido a que más del 75% del área municipal se encuentra en una determinada zona, se asigna el índice tipo B según la clasificación de municipios de la república mexicana de acuerdo a la regionalización sísmica.

Los sismos no pueden predecirse, es decir, no existe un método confiable que pueda establecer claramente el momento en que un sismo se desencadenará, sin embargo, mediante el análisis de la ocurrencia de fenómenos en el pasado, y mediante el estudio de los factores que facilitan el que un sismo ocurra, se pueden determinar las zonas con mayor riesgo de afectación por un fenómeno sísmico.

Se analizaron los sismos de 4° y más en la escala de Richter, registrados en un radio de 400 km a la redonda del municipio de San Ignacio. La información del epicentro, magnitud, profundidad y fecha de los sismos se obtuvo del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés United States Geological Survey), del resultado de la selección se obtienen 562 eventos

registrados desde 1953, destacando los sismos de 4° en la escala de Richter. La siguiente tabla muestra el número de sismos ocurridos de acuerdo a su magnitud. (Ver Tabla V.1.2.2)

MAGNITUD	NO. DE SISMIOS
4° Richter	433
5° Richter	115
6° Richter	13
7° Richter	1
8° Richter	0

Fuente: USGS (United States Geological Survey)

Como se puede observar la gran mayoría de los sismos que se han registrado solamente han alcanzado los 4° Richter, magnitud en la que un sismo puede causar daños visibles en infraestructura que no fue diseñada para resistir este tipo de fenómenos.

Este tipo de información es útil como referencia a eventos sísmicos ocurridos en el pasado, ya que reflejan el comportamiento de la sismicidad cercana de San Ignacio y las magnitudes que mayormente se registran en la zona. Para ello es necesario, representar el número de sismos ocurridos por año y a su vez por magnitud constituye una fuente de información valiosa para el análisis de la sismicidad local. (Ver Tabla V.1.2.3)

AÑO	NO. SISMIOS	4° RICHTER	5° RICHTER	6° RICHTER	7° RICHTER
1953	1			1	
1955	1			1	
1964	1		1		
1966	1		1		
1969	3		1	1	1
1971	1		1		
1973	8	7	1		
1974	1	1			
1975	13	9	4		
1976	11	8	3		
1977	4	4			
1978	13	11	2		
1979	10	8	2		
1980	6	5	1		
1981	8	7	1		

1982	10	6	4	
1983	13	11	2	
1984	7	3	4	
1985	4	3	1	
1986	4	3	1	
1987	8	5	3	
1988	8	6	2	
1989	9	5	4	
1990	7	5	1	1
1991	20	13	6	1
1992	7	7		
1993	7	7		
1994	10	7	3	
1995	11	9	1	1
1996	4	3	1	
1997	7	4	3	
1998	10	7	3	
1999	13	8	5	
2000	14	12	2	
2001	22	19	2	1
2002	7	6		1
2003	7	5	2	
2004	26	23	3	
2005	12	9	3	
2006	5	4	1	
2007	54	44	9	1
2008	13	13		
2009	23	16	6	1
2010	44	31	12	1
2011	46	39	6	1
2012	36	30	5	1
2013	8	6	2	
2014	4	4		

Fuente: USGS (United States Geological Survey) \*Registros hasta Septiembre de 2014

En la tabla anterior se puede observar que 2007 fue el año con mayor cantidad de sismos registrados, siendo 54 los eventos presentados, de los cuales 44 fueron de 4°, 9 de 5° y solo 1 presentó 6° en la escala Richter.

También se puede observar que el municipio no ha experimentado una actividad sísmica de 8° Richter.

La grafica siguiente muestra la frecuencia por sismos ocurridos de acuerdo a la magnitud señalada. (Ver Imagen V.1.2.2)

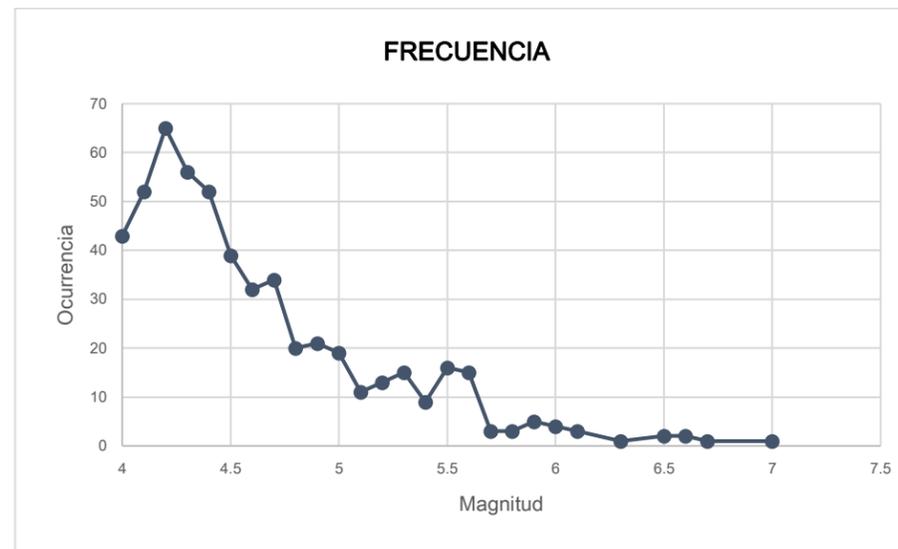
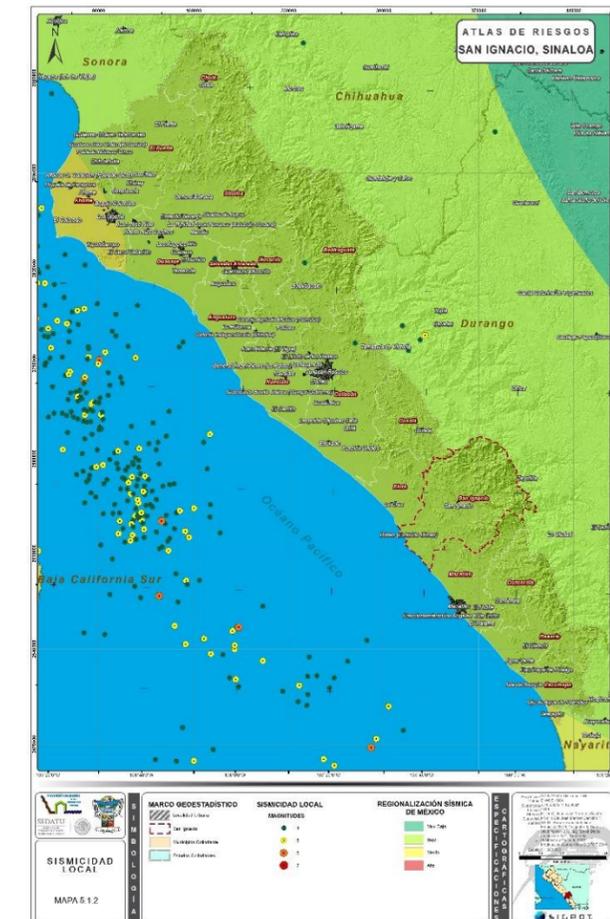


Imagen V.1.2.2 Frecuencia de Ocurrencia de Sismos  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

En la siguiente imagen se alcanza a determinar la totalidad de eventos sísmicos registrados desde 1953 a julio de 2014 con una magnitud mayor o igual a 4° en la escala de Richter en un radio de 400km del Municipio de San Ignacio. Se puede apreciar que la mayor concentración de eventos y los de mayor magnitud se encuentran al oeste del estado de Sinaloa, dentro de la entidad se encuentran un total de 562 sismos a lo largo del periodo de estudio, 433 de ellos con una magnitud de 4° Richter; 115 con una magnitud de 5° Richter, y tan solo 1 de 7° Richter. El municipio no ha experimentado una actividad sísmica mayor a 7°. Además, se observa que el lugar que ocupa el municipio de San Ignacio dentro de la Regionalización Sísmica de México (CFE) es B. (Ver Mapa 5.1.2 y 5.1.2.A)



Mapa 5.1.2 Sismicidad Local  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### Aceleraciones del terreno

Como se mencionó anteriormente los sismos no son predecibles, debido a eso es necesario realizar un análisis de la sismicidad histórica, de esta manera se obtiene la referencia de los lugares con mayor concentración de fenómenos para que se estudien las condiciones del lugar y determinar los factores que favorecen la generación de un terremoto en dicho lugar.

Para fines de diseño sísmicos es necesario contar con datos de aceleración del suelo, con la finalidad de poder definir las aceleraciones máximas que experimenta el suelo en determinado lugar.

La Aceleración Sísmica es una medida directa de las aceleraciones que recorren la superficie por donde se dispersa el fenómeno. Durante un fenómeno sísmico, el daño que sufren los edificios y demás infraestructuras está directamente ligado a la aceleración del terreno.

Para el caso en donde no se cuente con este dato, existe una fórmula muy conocida y muy utilizada en varios países para calcular la aceleración, fórmula de Mc Guire, que se vale de los datos de magnitud y de la profundidad de los sismos.

Fórmula para el cálculo de la aceleración de los sismos

$$a = 472 \cdot (e^{0.64 \cdot Mb}) \cdot (R + 25)^{-1.30}$$

Dónde:

- $a$  Aceleración en el epicentro (proyección del foco en la superficie) cm/seg<sup>2</sup>
- $Mb$  Magnitud
- $R$  Distancia hipocentral (profundidad) km

Aplicando la fórmula a todos los sismos tomados para el estudio, se obtuvieron los datos estimados de aceleración para cada lugar donde se registró un evento sísmico. Se realizó una interpolación y se obtuvieron las aceleraciones sísmicas para el municipio de San Ignacio.

### Aceleraciones del terreno para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años

Hasta este punto ya se conocen las aceleraciones que experimenta el terreno actualmente, obtenidas con los datos iniciales del catálogo de sismos de la USGS, delimitado a un radio de 400km del Municipio de San Ignacio para el análisis.

Sin embargo resulta necesario conocer las aceleraciones que dentro de un lapso de tiempo determinado (Periodos o Tasas de Retorno), sufrirá el terreno en un mismo sitio pero con diferentes valores de magnitudes sísmicas.

Para poder calcular los valores de aceleraciones para distintos periodos de retorno se hace necesaria la aplicación de la fórmula de colocación de valores de Weibull modificada:

$$Tr = N+1 / m$$

Dónde:

- $Tr$  Periodo de Retorno en Años
- $N$  Número total de valores en la serie
- $m$  Numero de orden de la serie, ordenada de mayor a menor

Como se observa, para obtener la aceleración del terreno para un sismo y magnitud dada, se necesita conocer precisamente el valor de la magnitud de dicho sismo, por lo que se aplicó un despeje a los elementos de la fórmula original para poder obtener los valores deseados para cada periodo de retorno y realizar el análisis final de aceleraciones con cada resultado, quedando la fórmula entonces:

$$m = N+1 / Tr$$

Mediante la aplicación de esta nueva fórmula se pudieron obtener las magnitudes de cada sismo para cada periodo de retorno, en base a la serie de elementos ya conocidos.

#### V.1.2.1 PELIGRO

Con el fin de conocer las aceleraciones que afectarían al municipio en un periodo de 10, 100 y 500 años, se realizó un modelo que determina precisamente la aceleración que experimenta el terreno en un determinado lugar con distintas



Mapa 5.1.2 A Sismicidad Local Municipio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

tasas de retorno. El modelo supone que los sismos que provocaron ciertas aceleraciones en el presente, provocarán mayores aceleraciones en el futuro de acuerdo a los resultados obtenidos. (Ver Imagen V.1.2.3)

### Modelo de Aceleraciones del Terreno

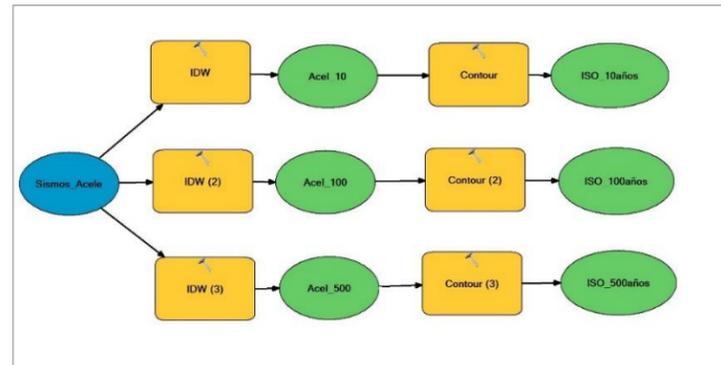


Imagen V.1.2.3 Modelo de Aceleraciones del Terreno.  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### Objetivo

- Determinar, las aceleraciones que experimenta el terreno en periodos de retorno de 10, 100 y 500 años. Cuyos resultados servirán como insumos para determinar los sistemas expuestos y con ello poder establecer escenarios de riesgo.

### Capa original

- Sismos\_Acele. Es una capa de información de puntos que contiene las coordenadas de los epicentros de los sismos de magnitud mayor o igual a 4° Richter registrados desde 1953 a Julio de 2014; cada punto contiene la información referente a la magnitud, profundidad, y para este caso particular, información de las aceleraciones que sirven de insumo para poder realizar el análisis en cuestión.

### Variables

- Sismos\_Acele. La cantidad de puntos en la cambia se puede modificar con el paso del tiempo, es impredecible saber el número de sismos que ocurrirán en un día, mes o año.

### Procesos realizados

- IDW. Interpola una superficie de valores desconocidos a partir de puntos con valores conocidos que son tomados como referencia para realizar el análisis, genera una capa raster en donde los valores de las celdas son estimados mediante la información que hay

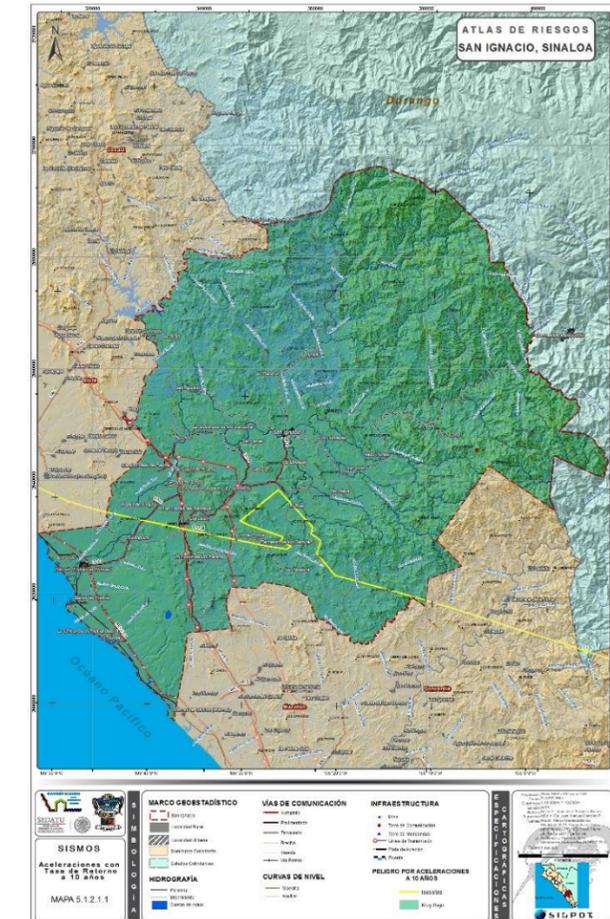
en los puntos con datos conocidos, generando así información continua. Produce una capa llamada Acel\_10 (aceleraciones del terreno para periodo de retorno de 10 años).

- IDW 2 y 3. Cumplen el mismo funcionamiento, con la diferencia de que generan las capas Acel\_100 y Acel\_500 para las aceleraciones del terreno para periodos de retorno de 100 y 500 años respectivamente.

- Contour. Calcula para los valores de celdas de un raster la curvatura (isosistas) asignando los valores de las celdas a cada línea generada. Este proceso tiene la finalidad de generar las isosistas de las aceleraciones del terreno para periodos de retorno de 10 años generando una capa llamada: Iso\_10.

- Contour 2 y 3. Generan isosistas para periodos de retorno de 100 y 500 años con sus respectivas capas Iso\_100 e Iso\_500.

El resultado del análisis hecho a las capas producto del modelo, se observa en el Mapa de Aceleraciones del Terreno para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años ilustrados a continuación. (Ver Mapas 5.1.2.1.1, 5.1.2.1.2 y 5.1.2.1.3 y Tablas V.1.2.1.1, V.1.2.1.2 y V.1.2.1.3)

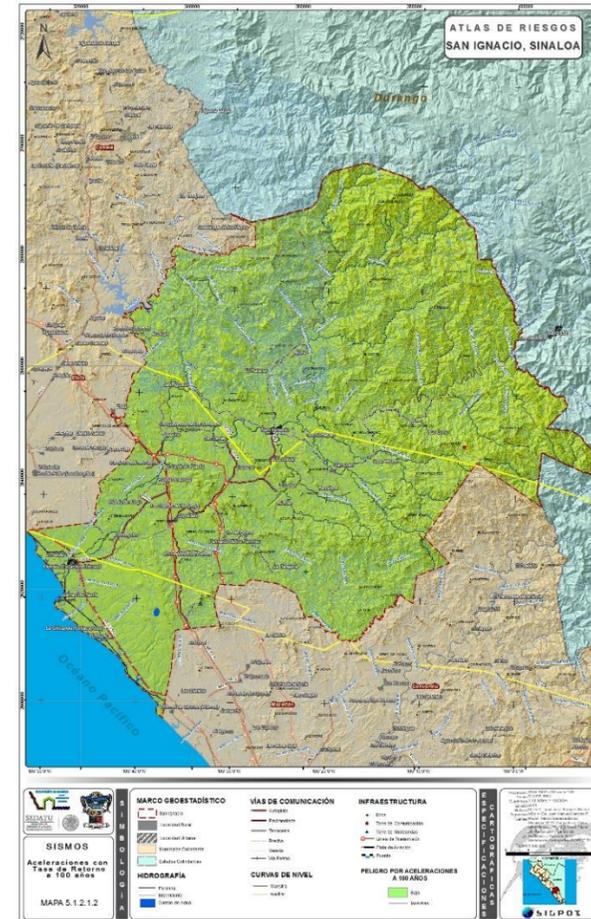


Mapa 5.1.2.1.1 Peligro por Aceleraciones a 10 años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tabla V.1.2.1.1. Peligro por Aceleraciones a 10 años

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Bajo	San Ignacio	4543	1315
	Dimas (Estación Dimas)	3,550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Bajo	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Coyotitán	1,676	595
	Duranguito	568	194
	San Juan	516	209
	Barras de Piaxtla	457	217
	La Labor	455	177
	Piaxtla de Arriba	448	151
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	Ixpalino	391	239
	El Patole	388	235
	San Javier	332	191
	Lo de Ponce	287	91
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Cabazán	278	113
	Los Humayes	254	78
	La Caña	248	52
	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
	El Limón de los Peraza	237	145
	Ajaya	230	159
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	Vado Hondo	180	44
	El Lodazal	163	45
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	El Platanar	159	47
	El Cajón de Piaxtla	145	48
	San Agustín	142	73
	Acatitán	141	47
	El Pozole	125	39
	La Quebrada de los Sandoval	119	63
	Contraestaca	119	34
Palmarito de los Ramírez	114	44	
El Tule	110	28	
Tacuitapa	109	45	
La Tasajera	103	29	

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.1.2.1.2 Peligro por Aceleraciones a 100 años

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tabla V.1.2.1.2 Peligro por Aceleraciones a 100 años

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Bajo	San Ignacio	4543	1315
	Dimas (Estación Dimas)	3,550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Bajo	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Coyotitán	1,676	595
	Duranguito	568	194
	San Juan	516	209
	Barras de Piaxtla	457	217
	La Labor	455	177
	Piaxtla de Arriba	448	151
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	Ixpalino	391	239
	El Patole	388	235
	San Javier	332	191
	Lo de Ponce	287	91
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Cabazán	278	113
	Los Humayes	254	78
	La Caña	248	52
	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
	El Limón de los Peraza	237	145
	Ajaya	230	159
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	Vado Hondo	180	44
	El Lodazal	163	45
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	El Platanar	159	47
	El Cajón de Piaxtla	145	48
	San Agustín	142	73
	Acatitán	141	47
	El Pozole	125	39
	La Quebrada de los Sandoval	119	63
	Contraestaca	119	34
Palmarito de los Ramírez	114	44	
El Tule	110	28	
Tacuitapa	109	45	
La Tasajera	103	29	

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.1.2.2 VULNERABILIDAD

En base a las encuestas realizadas de percepción local, ante peligro sísmico, y considerando la vulnerabilidad social así como la capacidad de respuesta en las localidades urbanas San Ignacio y Dimas (Estación Dimas) para las aceleraciones sísmicas con un periodo de retorno de 500 años se obtuvo como resultado una vulnerabilidad Media para ambos casos, ya que la población no tiene una percepción clara del peligro sísmico al que se encuentra expuesto. (Ver Mapas 5.1.2.2.1 y 5.1.2.2.2)



Mapa 5.1.2.1.3 Peligro por Aceleraciones a 500 años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tabla V.1.2.1.3 Peligro por Aceleraciones a 500 años

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Medio	San Ignacio	4543	1315
	Dimas (Estación Dimas)	3,550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Medio	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Coyotitán	1,676	595
	Duranguito	568	194
	San Juan	516	209
	Barras de Piaxtla	457	217
	La Labor	455	177
	Piaxtla de Arriba	448	151
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	Ixpalino	391	239
	El Patole	388	235
	San Javier	332	191
	Lo de Ponce	287	91
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Cabazán	278	113
	Los Humayes	254	78
	La Caña	248	52
	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
	El Limón de los Peraza	237	145
	Ajaya	230	159
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	Vado Hondo	180	44
	El Lodazal	163	45
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	El Platanar	159	47
	El Cajón de Piaxtla	145	48
	San Agustín	142	73
Acatitán	141	47	
El Pozole	125	39	
La Quebrada de los Sandoval	119	63	
Contraestaca	119	34	
Palmarito de los Ramírez	114	44	
El Tule	110	28	
Tacuitapa	109	45	
La Tasajera	103	29	

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



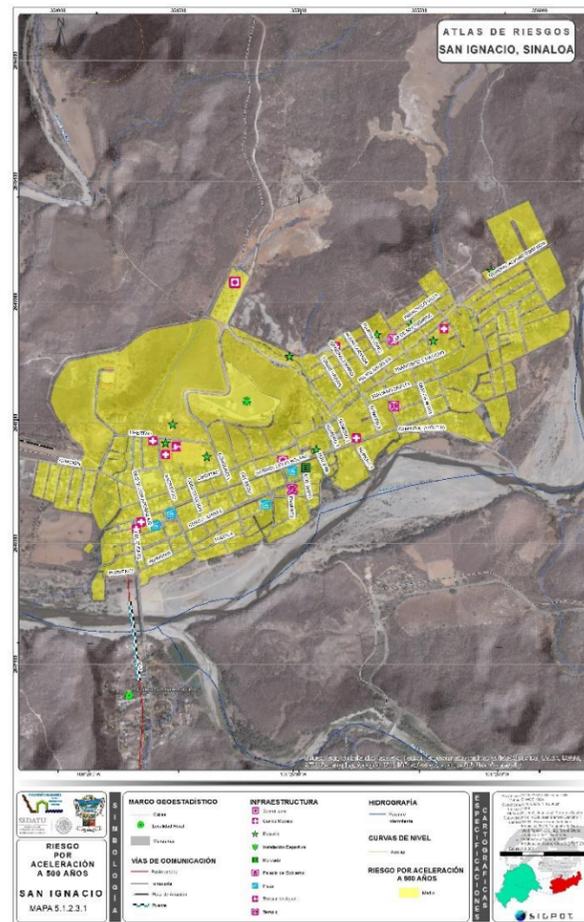
Mapa 5.1.2.2.1 Vulnerabilidad Social Por Sismos - San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.1.2.3 RIESGO

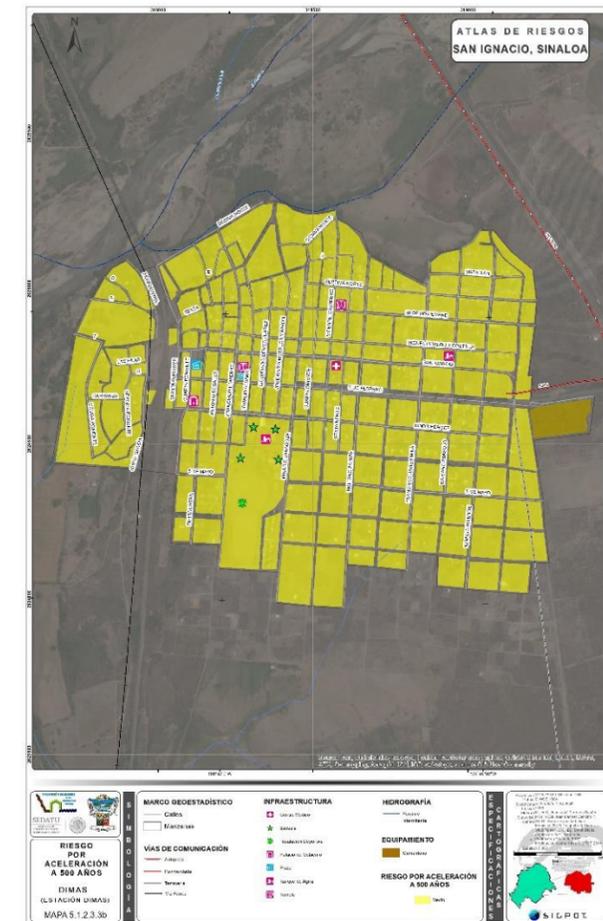
Con la suma de los resultados de Peligro y Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Aceleraciones del Terreno a 500 años, para ambas localidades urbanas, quedando como se muestra a continuación. (Ver Mapas 5.1.2.3.1 y 5.1.2.3.2)



Mapa 5.1.2.2.2 Vulnerabilidad Social Por Sismos – Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.1.2.3.1 Riesgo Por Aceleraciones a 500 años San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.1.2.3.2 Riesgo Por Aceleraciones a 500 años Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.1.3 TSUNAMIS

Un TSUNAMI (del japonés TSU: puerto o bahía, NAMI: ola) es una ola o serie de olas que se producen en una masa de agua al ser empujadas violentamente por una fuerza que la desplaza verticalmente.

Los tsunamis son olas enormes con longitudes de onda de hasta 100 kilómetros que viajan a velocidades de 700 a 1000 km/h. En alta mar la altura de la ola es pequeña, sin superar el metro; pero cuando llegan a la costa, al rodar sobre el fondo marino alcanzan alturas mucho mayores, de hasta 30 y más metros.

El tsunami está formado por varias olas que llegan separadas entre sí unos 15 o 20 minutos. La primera que llega no suele ser la más alta, sino que es muy parecida a las normales. Después se produce un impresionante descenso del nivel del mar seguido por la primera ola gigantesca y a continuación por varias más.

La gran mayoría de los tsunamis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino. Otras causas mucho menos frecuentes de tsunamis son las erupciones de volcanes submarinos, impacto de meteoritos o deslizamientos de tierra bajo el mar.

Los tsunamis se clasifican en el lugar de arribo a la costa según la distancia(o el tiempo de desplazamiento) desde su lugar de origen en:

- **Tsunamis Locales:** Cuando el sitio de arribo se encuentra dentro o muy cercano a la zona de generación.
- **Tsunamis Regionales:** Cuando el litoral invadido está a no más de 1000km.
- **Tsunamis Lejanos:** Cuando se originan a más de 1000km.

De acuerdo al mapa de “Peligros por Tsunamis para la República Mexicana” del centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED 2001), las zonas de origen y arribo de tsunamis para las costas de Baja California, Sonora y Sinaloa se considera en términos generales que el estado de Sinaloa se localiza al norte de la Placa Rivera, donde la placa del pacifico se desliza hacia el norte con respecto a la placa de Norteamérica, a lo largo de la falla de desgarre del golfo de California esto propicia que las costas de Sinaloa no sean fuentes de orígenes

de tsunamis locales, si no de únicamente receptoras de los lejanos, con alturas máximas de olas esperables de 3 metros. (Ver Imagen V.1.3.)

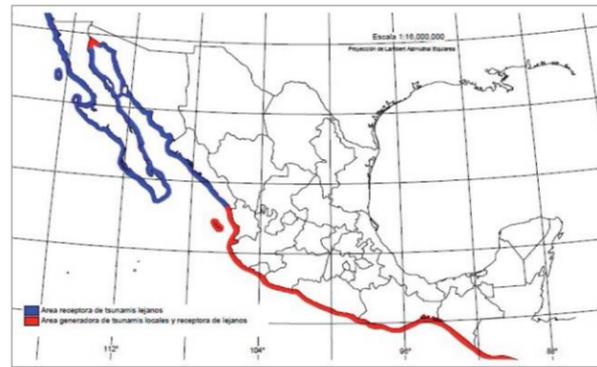


Imagen V.1.3 Peligros por tsunamis para la República Mexicana  
Fuente: (CENAPRED, 2001)

#### V.1.3.1 PELIGRO

Si bien actualmente no se tienen antecedentes de Tsunamis en las costas del municipio es necesario hacer el análisis del fenómeno, como se mencionó anteriormente, ya que su situación costera y la distancia de las principales localidades urbanas a la costa (en línea recta) no superan los 50km. (Ver Mapa V.1.3.1 B)

En el estado de Sinaloa no se esperaría que se produjeran tsunamis tipo locales, pero si lejanos en donde la penetración de las olas, depende básicamente de la topografía en el área inmediata a la línea de costa, estas olas asociadas a maremotos pueden incluso penetrar a lo largo de ríos y arroyos.

#### Modelo de Tsunamis

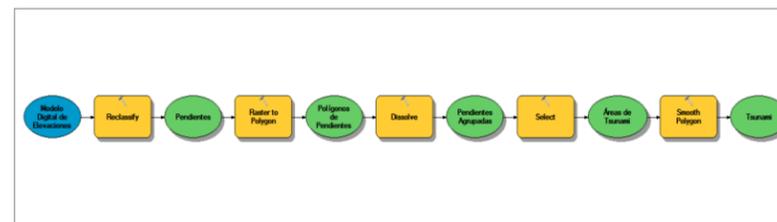
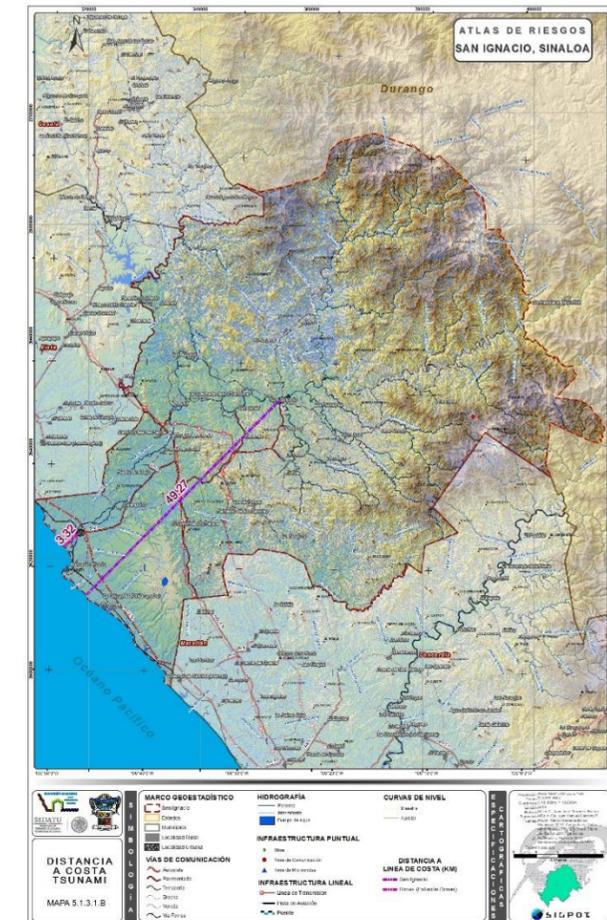


Imagen V.1.3.1 Modelo de Tsunami  
Fuente: Modelación cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.1.3.1 B Distancia a Línea de Costa  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

#### Objetivo

- Determinar la intensidad del impacto de un Tsunami para el municipio de San Ignacio. Esto ayudará a identificar los sistemas expuestos que se encuentren en la zona para, posteriormente, revisar su vulnerabilidad y establecer escenarios de riesgo.

#### Capas originales

- Modelo digital de elevación. Contiene las elevaciones del municipio de San Ignacio; se emplea como un elemento para obtener las cotas de los 0 a los 10 metros, dentro de los cuales está la zona de mayor afectación de un Tsunami.

#### Variables

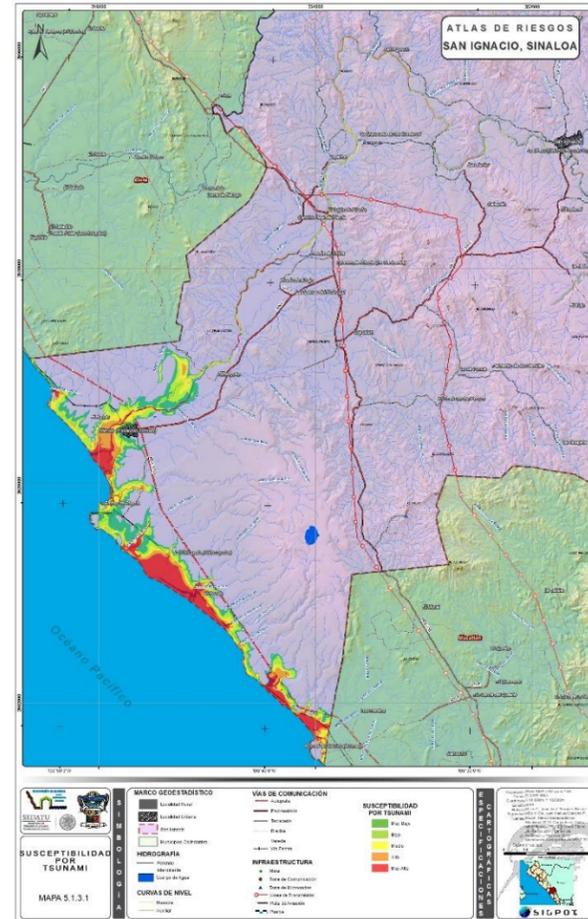
- Valores de reclasificación. Estos valores son los que se modificarán de acuerdo a las cotas de altura, tomando como cota más baja la cero (línea de costa) y como la cota más

alta la diez (histórico de la ola más alta), los valores comprendidos en este rango tendrán una reclasificación de 1 a 5 para establecer escenarios de peligro de Muy Alto a Muy Bajo según corresponda.

**Procesos realizados**

- **Reclassify (MDE).** Reclasifica los valores del raster de entrada "Modelo\_Digital\_de\_Elevación" para obtener las zonas de afectación en cinco intensidades definidas y una con un valor nulo para el estudio. La capa resultante es llamada "Rec\_MDE".
- **Raster to Polygon (MDE).** Convierte a polígonos la capa generada en el proceso anterior "Rec\_MDE" para obtener una capa vector. El resultado es la capa "RtP\_MDE".
- **Dissolve (MDE).** Se ejecuta la herramienta para agrupar los valores iguales de cada polígono resultante en el proceso anterior, con el fin de simplificar el manejo de los polígonos a trabajar. La capa de entrada para el proceso es "RtP\_MDE" mientras que la de salida es "Dis\_MDE".
- **Selected (MDE).** Se ejecuta la herramienta con el fin de obtener sólo cinco intensidades señaladas, desde Muy Alto hasta Muy Bajo, por lo que se seleccionan los valores diferentes al valor nulo para el estudio y así obtener solo los rangos de afectación entre 1 y 5. La capa resultante es "Sel\_Tsunami".
- **Smooth Polygon (Tsunami).** Herramienta que en el proceso suaviza las líneas de los polígonos generados en el proceso anterior. Tiene como capa de entrada "Sel\_Tsunami" y como capa de salida "Tsunami".

El resultado de la aplicación de este modelo para Tsunamis se observa a continuación y con esto se obtienen los escenarios susceptibles a sufrir afectación ante la presencia de un tsunami. (Ver Mapas 5.1.3.1 y Tabla V.1.3.1.1)



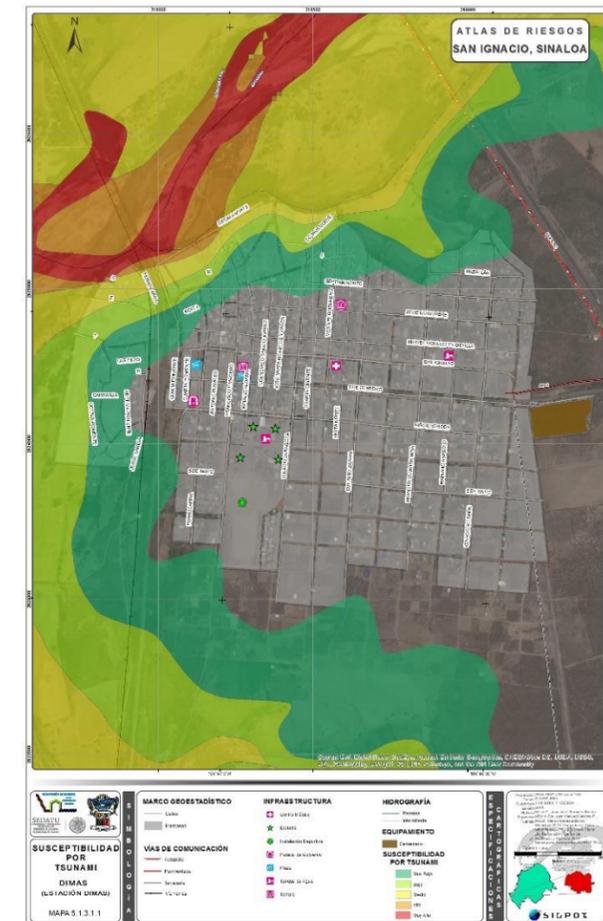
Mapa 5.1.3.1 Susceptibilidad por Tsunami  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla V.1.3.1.1 Peligro por Tsunami			
NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDA
Muy Bajo	Dimas (Estación Dimas)	901	282
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDA
Medio	Barra de Piaxtla	457	217
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
Alto	El Pozole	125	39

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Podemos observar en el mapa 5.1.3.1 la zona de afectación por un tsunami en el municipio de San Ignacio, en donde la intensidad de impacto por este fenómeno se produce en el área costera, estableciendo todos los niveles de afectación (desde Muy Bajo hasta Muy Alto).

Se observa que impacta solo en la localidad urbana "Dimas (Estación Dimas)" con una afectación de aproximadamente 7% en nivel Muy Bajo, 2% en nivel Bajo y con solo 1% de nivel Medio, del total de la superficie de la localidad. (Ver Mapa 5.1.3.1.1)



Mapa 5.1.3.1.1 Susceptibilidad por Tsunami - Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

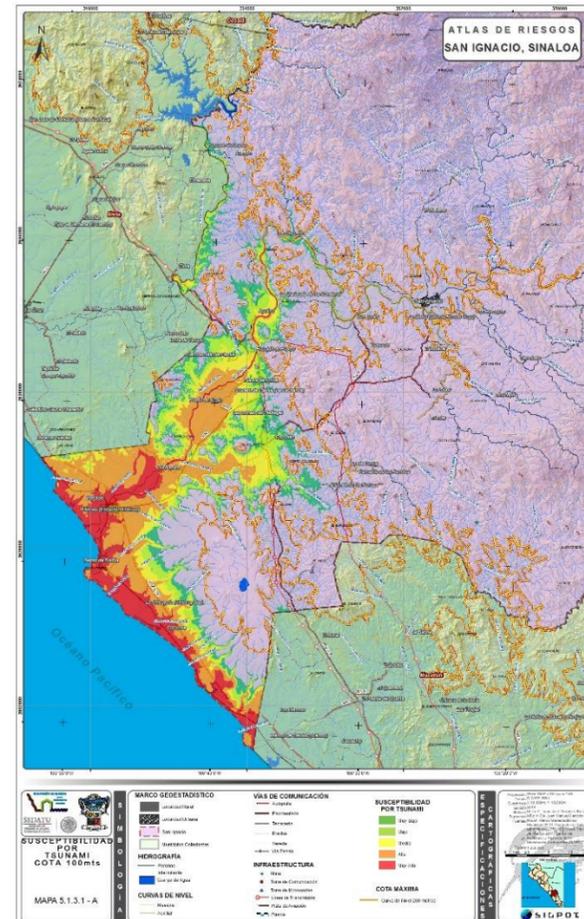
Debido a que los tsunamis no suelen repetirse en un mismo lugar con tanta frecuencia como los huracanes u otros tipos de fenómenos naturales, sino con recurrencia que a veces es de varios decenios, es comparable a la longevidad humana, generacionalmente sus acciones de prevención suelen quedar en el olvido. Sumado a esto el grado de desarrollo actual de la sismología no permite aún predecir cuándo ocurrirá un Tsunami; sin embargo, mediante acciones preventivas, de autoprotección y prudencia, sí podemos disminuir y mitigar sus efectos.

Realizando una modificación a los valores de las cotas, considerando que una ola alcance los 10 y hasta 30mts de altura, se reclasifican las pendientes, tomando como cota más baja la 0 (línea de costa) y como la cota más alta la 100, los valores comprendidos en este rango tendrán una reclasificación en el modelo mencionado anteriormente (Ver Imagen V.1.3.1) con valores de 1 a 5 para establecer escenarios de peligro de Muy Alto a Muy Bajo (Ver Tabla V.1.3.1-A) según corresponda y así obtener una escenificación de peligro. (Ver Mapas 5.1.3.1-A y 5.1.3.1.1-A y Tabla V.1.3.1 - B)

Tabla V.1.3.1 – A Peligro por Tsunami Cota 100mts

VALOR DE RECLASIFICACIÓN	AFECTACIÓN	PONDERACIÓN
0 – 10	Muy Alto	5
10.1 – 40	Alto	4
40.1 – 60	Medio	3
60.1 – 80	Bajo	2
80.1 - 100	Muy Bajo	1

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.1.3.1-A Susceptibilidad por Tsunami – Cota 100

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.1.3.1.1-A Susceptibilidad por Tsunami – Dimas (Estación Dimas)

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### V.1.3.2 VULNERABILIDAD

Para la determinación de Vulnerabilidad Social se toma de referencia las encuestas realizadas en la localidad urbana de Dimas (Estación Dimas) reflejando una vulnerabilidad Baja. No se generan resultados para la localidad de San Ignacio ya que esta localidad se ubica a 49km de la línea de costa, por lo que la vulnerabilidad y el riesgo No Aplican. (Ver Mapa 5.1.3.2.1)



Mapa 5.1.3.2 Vulnerabilidad por Tsunami – Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### V.1.3.3 RIESGO

Con la suma de los resultados de Peligro y Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Tsunami para la localidad urbana Dimas (Estación Dimas), quedando como se muestra a continuación y enlistando sólo la población y viviendas que presentan un riesgo Alto y Muy Alto. (Ver Mapa 5.1.3.3 y Tabla V.1.3.3)



Mapa 5.1.3.3 Exposición por Tsunami – Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla V.1.3.1 – B Peligro por Tsunami

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDA
Muy Alto	Dimas (Estación Dimas)	901	282
Alto	Dimas (Estación Dimas)	2649	789
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDA
Muy Alto	Barra de Piaxtla	457	217
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
Alto	El Pozole	125	39
	El Patole	388	235
	Duranguito	568	194
Medio	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Piaxtla de Arriba	448	151
	Camino Real de Piaxtla	416	186
Bajo	El Cajón de Piaxtla	145	48
	Ixpalino	391	239
	La Quebrada de los Sandoval	119	63
	San Agustín	142	73
Muy Bajo	Coyotitán	1676	595
Muy Bajo	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla V.1.3.3 Riesgo por Tsunami

NIVEL	LOCALIDAD URBANA	POBLACION	VIVIENDAS
Alto	Dimas (Estación Dimas)	20	8

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

#### V.1.4 INESTABILIDAD DE LADERAS

La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción en masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación.

La inestabilidad de laderas está determinada, tanto en su origen como en su desarrollo, por diferentes mecanismos. Estos mecanismos sirven a su vez para clasificar los tipos de procesos de ladera existentes. De tal modo que se agrupan en cuatro categorías principales y una derivada de la combinación de éstas. Los mecanismos básicos de inestabilidad son los caídos o derrumbes, flujos, deslizamientos y las expansiones o desplazamientos laterales. Cuando el mecanismo inicial de un movimiento se transforma en otro(s), se dice que es un movimiento complejo.

El grado de estabilidad de una ladera depende de diversas variables (factores condicionantes) tales como la geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos (factores externos).<sup>7</sup>

De entre los fenómenos geológicos, los deslizamientos de laderas son los más frecuentes en el país y su tasa de mayor ocurrencia es en la temporada de lluvias. Aunque también pueden ocurrir durante sismos intensos, erupciones volcánicas y por actividades humanas como cortes, colocación de sobrecargas (viviendas, edificios, materiales de construcción, etc.), escurrimientos, filtraciones de agua, excavaciones, etc. Debido a que el agua juega el papel más importante en la inestabilidad de una ladera, las medidas de prevención y mitigación deben ser orientadas a reducir al mínimo su ingreso al interior de las laderas.

Los procesos que ocasionan la inestabilidad de las laderas están determinados por dos tipos de factores; externos e internos. Los factores externos ocasionan un incremento en los esfuerzos o acciones que se dan en una ladera, es decir,

producen una mayor concentración de las fuerzas motoras o actuantes, mientras que los factores internos reducen la resistencia de los materiales, en otras palabras, disminuyen la concentración de fuerzas resistentes

Las fuerzas motoras se originan por el peso propio del material térreo que conforma el cuerpo de una ladera y por el peso de cualquier construcción que se coloque en la parte alta de la misma, como por ejemplo: casas, terraplenes usados para construir carreteras, etc. Las fuerzas resistentes son resultado de la fortaleza o resistencia característica de los materiales térreos que conforman las laderas.

Existen varios factores de tipo externo. Entre los principales cabe destacar los procesos que se relacionan con las modificaciones de la geometría de una ladera (por erosión, socavación, incisión de un río, excavaciones artificiales, etc.), las cargas y descargas, el efecto de los sismos o vibraciones por explosiones y maquinaria pesada, así como los cambios en el régimen hidrológico como consecuencia de la variabilidad de la intensidad y duración de las precipitaciones. Cuando la ladera se ve afectada por estos procesos, es más fácil que las fuerzas motoras influyan en la estabilidad de la ladera. Por otro lado, los factores internos están relacionados con las características de los materiales térreos en cuanto a composición, textura, grado de intemperismo, características físico-químicas, etc., y las modificaciones que éstos van sufriendo.

Algunos de estos factores pueden ser propiciados por el ser humano, ya que éste ha transformado el equilibrio natural del entorno, de tal modo que la actividad humana es uno de los elementos más importantes en la modificación de la estabilidad de las laderas. Por ejemplo, la actividad minera mal planeada y la excavación en zonas no adecuadas para construcción, modifica sustancialmente la geometría de las laderas ocasionando inestabilidad. Por otro lado, los procesos de deforestación modifican la estructura e hidrología del suelo. Un ambiente altamente modificado por el hombre es en gran medida susceptible a la ocurrencia de procesos de remoción.<sup>8</sup>

#### Rasgos superficiales y características de las laderas inestables

Los mecanismos de los distintos movimientos de ladera se reflejan a través de sus características morfológicas, es decir, mediante la disposición de las formas que se originan y permanecen en la superficie del terreno durante y después del movimiento. Los rasgos principales, son la corona o zona superior, donde el material no ha sido desplazado; el escarpe que es la superficie abrupta localizada en la parte superior que resulta del movimiento; la superficie de falla o deslizamiento, que es la zona que delimita la masa en movimiento; y la zona de acumulación o depósito del material desplazado. (Ver Imagen V.1.4.1)

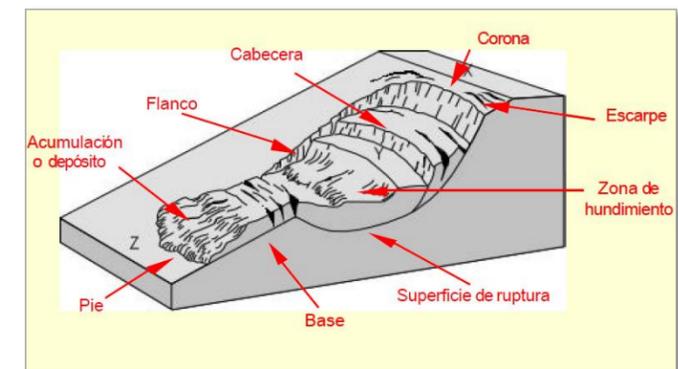


Imagen V.1.4.1. Rasgos principales de laderas inestables  
Fuente: Coordinación General de Protección civil, Fascículo Laderas.

El esquema antes mencionado corresponde a un movimiento idealizado. La naturaleza es mucho más complicada y no siempre será posible la identificación de todos estos elementos. De hecho los movimientos de ladera tienden a ser complejos. Su mismo desarrollo, en ocasiones, inhibe la formación y por ende la identificación de sus rasgos morfológicos.

En las laderas naturales estables, los árboles, cercas, muros y postes están en posición vertical. Por el contrario, cuando a simple vista se observa algún grado de inclinación de árboles y postes, es posible suponer inestabilidad en la ladera. En el caso concreto de los árboles, su edad y grado de inclinación pueden aportar una idea clara de la antigüedad del problema, además de la magnitud del mismo.

<sup>7</sup> Secretaría de Gobernación (SEGOB), 2013.

<sup>8</sup> Secretaría de Gobernación SEGOB. Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED 2013

Otro indicio muy importante es la formación de escarpes o escalonamientos. Cuando son incipientes, es decir apenas perceptibles, indican que la ladera está en una fase inicial de inestabilidad; cuando ya están más desarrollados, forman parte de los escarpes principales de la masa térrica en movimiento. (Ver Tabla V.1.4.1)

Tabla V.1.4.1 Indicios de Inestabilidad de Laderas

INESTABILIDAD DE LADERAS
Manantiales, filtraciones o suelos saturados en áreas que generalmente no están húmedas
Desarrollo de grietas o abultamientos en el terreno, ya sea natural o artificial
El movimiento de suelos que deja al descubierto las cimentaciones de estructuras
Estructuras secundarias o añadidas (terrazas, marquesinas, etc.) que se han movido y/o inclinado con relación a la estructura principal
Inclinación y/o agrietamiento de pisos y cimentaciones de concreto
La ruptura de tubos de agua y otras estructuras subterráneas
Inclinación de postes telefónicos y/o eléctricos, árboles, muros de contención o cercas
Cercas o postes desalineados
Carreteras que se hundan súbitamente
Cuando el nivel del agua de un arroyo se incrementa rápidamente, posiblemente acompañado por incrementos en la turbidez del agua
Cuando los niveles del agua en los arroyos descienden súbitamente, a pesar de que está lloviendo o ha llovido recientemente
Puertas y ventanas que no cierran con facilidad y espacios visibles entre los marcos de las mismas

Fuente: SEGOB, CENAPRED 2013

### Clases de Inestabilidad de Laderas

- **Deslizamientos**, son el desplazamiento de una sobrecarga debido a una falla de corte. Si el desplazamiento ocurre en material superficial sin deformación total, se le llama hundimiento.
- **Flujos y dispersiones laterales**, ocurren en material reciente no consolidado donde la capa freática es poco profunda. A pesar de estar asociados con topografías suaves, estos fenómenos de licuefacción pueden llegar a grandes distancias de su origen.
- **Caídos y Derrumbes**, se caracteriza por la caída libre de rocas desde un acantilado. El material desciende principalmente a través del aire por caída, rebotando o rodando, estas generalmente se acumulan en la base del acantilado formando una pendiente, lo que impone una amenaza adicional.
- **Deslizamientos**, El peligro natural de deslizamiento de tierras es un problema que alrededor del mundo produce rezago en las actividades económicas y sociales de las zonas que se han visto afectadas por la presencia de este fenómeno. Los deslizamientos producen transformaciones en el medio geográfico, estos están ligados en parte por la

intervención directa del hombre y por otro con factores físicos permanentes y temporales como lo son: el tipo de suelo, la pendiente existente, la cubierta vegetal, su forma geológica, la precipitación pluvial, terremotos y erupciones volcánicas.

Al asignar un peso específico a cada uno de los factores descritos y correlacionarlos entre sí, podemos conocer mejor la causa de la inestabilidad de las laderas en el territorio, siendo posible ponderar el peligro, riesgo y vulnerabilidad que tienen los distintos sistemas que convergen en el territorio.

A nivel mundial los deslizamientos constituyen uno de los procesos geológicos más destructivos que afecta a los humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de decenas de miles de dólares cada año. El 90% de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman las medidas preventivas correspondientes.<sup>9</sup>

México se ha visto afectado por deslizamientos, de los acontecimientos más trágicos producidos por este peligro se destaca el derrumbe del 28 de Septiembre de 2010 que sepultó el poblado de Santa María de Tlahuitoltepec, Oaxaca, quedando enterradas 300 viviendas y 600 personas atrapadas en los escombros, mismo fenómeno ocurrió el 16 de Septiembre de 2013 en el poblado la Pintada, Guerrero en donde sepultó a más de 71 personas y 187 casas desaparecieron.<sup>10</sup>

Los deslizamientos son los movimientos de una masa de tierra o roca que se desplaza por una pendiente en forma lenta o rápida, cuya principal causa de ocurrencia se debe a la gravedad que actúa sobre las laderas, su ocurrencia depende también de otras variables: topografía, orientación de las fracturas o grietas en la tierra, precipitación pluvial, sismos, intervención humana y erosión.<sup>11</sup>

Estos procesos predominantemente son activados por terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones y por el socavamiento de los ríos; y principalmente se manifiesta en las laderas de las montañas y de los valles intermontanos, normalmente consolidados por dos tipos de materiales como rocas y suelos de propiedades mecánicas distintas y de evolución diferente.

Los factores que influyen en la ocurrencia de los deslizamientos dividiéndolos en dos tipos: **permanentes y variables**.

**Los factores permanentes** son las características de un terreno que permanecen sin cambio, o que varían muy poco desde el punto de vista de la perspectiva humana, por ejemplo la calidad de pendiente o el tipo de roca, los cuales presentan cambios sólo después de períodos de tiempo muy largos. Estos factores permanentes se pueden reconocer e identificar para algunos deslizamientos específicos mucho después de su ocurrencia.

Del estudio de los deslizamientos existentes en un área es posible reconocer los factores permanentes que contribuyeron a la falla de pendientes y, la identificación de las condiciones y los procesos que propiciaron la inestabilidad, hace posible considerar esos mismos factores para estimar deslizamientos futuros.

**Los factores variables** son las características del terreno que cambian rápidamente como resultado de algún evento detonante. Son ejemplos de factores variables la vibración del suelo debido a los terremotos, una rápida elevación de nivel de aguas subterráneas y mayor cantidad de humedad en el suelo debido a intensas precipitaciones.

Frecuentemente, para evaluar los factores variables, es necesario estar presente en el momento que ocurre un deslizamiento, o poco después. Los factores permanentes son los que permiten estimar el peligro de deslizamiento si faltan datos históricos suficientes sobre la relación de los deslizamientos con los terremotos, tormentas o demás factores que los inician.

En consecuencia, la identificación de áreas de deslizamientos no es una ciencia exacta y conduce, en general, a describir las áreas propensas al peligro en base a estimaciones. En el mejor de los casos, las áreas de deslizamientos o susceptibles a deslizamientos, se pueden identificar junto con los eventos

<sup>9</sup> Ware, 2013

<sup>10</sup> rtve.es, 2010

<sup>11</sup> Arana, 2013

desencadenantes esperados. En el peor de los casos algunas áreas pueden ser no detectadas del todo.

Para estimar la afectación de un deslizamiento a la infraestructura existente es necesario identificar las áreas que cuentan con los factores geológicos permanentes para su desencadenamiento.

### Factores necesarios para la presencia de deslizamientos

Para su existencia, se considera la presencia de los siguientes factores:

- Pre-condicionante, son estáticos e inherentes a las características del terreno; siendo el más importante el grado de inclinación, así como la geomorfología, petrología y edafología.
- Preparatorios, son dinámicos, hacen susceptible al movimiento, sin llegar a iniciarlo; meteorización, cambio climático, levantamiento tectónico, deforestación y acciones humanas, como el uso que se hace del suelo.
- Desencadenantes, son los que inician el movimiento, pueden ser lluvias intensas, sacudidas sísmicas y socavación.
- Sustentadores, son los que controlan en una ladera activa inestable, la duración, forma y velocidad del movimiento.

### Tipos de deslizamientos

El esquema de clasificación que se usa generalmente divide a los deslizamientos en diferentes tipos de acuerdo con el material que es trasladado y al tipo de movimiento.<sup>12</sup> La velocidad del movimiento y la cantidad de agua mezclada con el material son parámetros secundarios que definen algunos tipos de deslizamientos. Reconocer el tipo de deslizamiento presente en determinada área, ayuda a explicar cómo y dónde han contribuido los factores a la inestabilidad de la pendiente natural en el pasado.

Existen dos tipos de deslizamientos o derrumbes:

**Lentos:** Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tan lento que solo se percibe cuando ocurre varias veces en el mismo lugar. Este tipo de deslizamiento genera unos pocos centímetros de material al año. Este tipo de deslizamiento se puede mirar de manera tal que frecuentemente arrastran parte de la capa vegetal, sólo es un pequeño desprendimiento de tierra y muy lento.

Los movimientos lentos se clasifican en:

- Reptación, este es un movimiento que se produce sobre pendientes mayores a 5 grados, aunque éstas se encuentren cubiertas por un bosque o pasto. Afecta básicamente las capas superficiales del suelo y raramente el subsuelo; el movimiento se produce en forma desigual, siendo más rápido en las capas superficiales que resbalan sobre las inferiores que siguen un movimiento más lento. Se suele manifestar por la inclinación de los árboles y postes, el corrimiento de carreteras y la aparición de grietas.
- Coluviamiento, este fenómeno corresponde a un proceso natural permanente, mediante el cual el material de las partes superiores de cualquier sitio elevado tiende a ser movido por acciones gravitacionales o hídricas para llegar a depositarse en las partes inferiores de las vertientes y taludes locales y zonales. El proceso es sumamente lento pero de gran importancia, según su intensidad y el tipo de materiales involucrados.

**Rápidos:** Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tal que la caída de todo el material puede darse en pocos minutos o segundos. Son frecuentes durante las épocas de lluvias o actividades sísmicas intensas. Como son difíciles de identificar, ocasionan importantes pérdidas materiales y personales. Estos se clasifican como sigue:

- Soliflucción, este proceso corresponde al movimiento pendiente abajo, de los suelos y escombros arcillosos bajo condiciones de sobresaturación. La soliflucción es más acentuada en materiales sueltos y permeables de fácil saturación, por esto su efecto es importante desde pendientes ligeras, mayores de 3 grados.
- Deslizamientos, los deslizamientos de tierras incluyen varios tipos de movimientos, desde el corrimiento de los bancos de las terrazas, hasta el desprendimiento de las laderas de un cerro. Algunos deslizamientos comprenden solamente los materiales superficiales sin consolidar, pero otros llegan a afectar las rocas basales.

### Formas de deslizamientos

El deslizamiento se puede presentar en las tres formas siguientes:

- Rotacional, los desplazamientos tienen lugar u ocurren alrededor de un eje que es paralelo a las curvas de nivel de la ladera implicando un desplazamiento a lo largo de una superficie de ruptura con forma curva o cóncava.
- Trasnacionales, consiste en el desplazamiento de una masa hacia fuera y abajo a lo largo de una superficie de ruptura de forma plana u ondulada, su componente rotacional es mínimo, conservando su estructura mientras se desliza.
- Con vuelcos, se desplaza en forma rotacional hacia fuera de la ladera de una masa de roca o suelo en torno a un punto o por debajo del centro de gravedad de la masa desplazada.

### Secciones de los deslizamientos

Los deslizamientos se componen de 17 secciones, las cuales se enlistan, describen e ilustran a continuación. (Ver Tabla V.1.4.2 e Imagen V.1.4.2)

Tabla V.1.4.2 Secciones de los deslizamientos

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
Escarpa principal	Una superficie de fuerte pendiente sobre terreno no perturbado alrededor de la periferie del deslizamiento, causado por movimiento de material de deslizamiento fuera del terreno no perturbado. La proyección de la superficie de escarpa debajo del material desplazado viene a ser la superficie de la ruptura.
Escarpa secundaria	Una superficie de pendiente fuerte sobre el material desplazado producida por movimientos diferenciales al interior de la masa deslizante.
Cabeza	La parte superior del material de deslizamiento a lo largo del contacto entre el material desplazado y la escarpa principal.
Cima	El punto más alto de contacto entre el material desplazado y la escarpa principal.
Pie de la superficie de ruptura	La intersección (a veces enterrada) entre la parte inferior de la superficie de ruptura y la superficie original del terreno.
Punta del pie	El margen de material desplazado más lejano de la escarpa principal.
Puntera	El punto más lejano de la margen desde la cima del deslizamiento.
Pie	La porción del material desplazado que queda pendiente abajo del margen de la superficie de ruptura.
Cuerpo principal	Aquella parte del material desplazado suprayacente a la superficie de ruptura entre la escarpa principal y el pie y la base de la superficie de ruptura.
Flanco	El costado de un deslizamiento de tierras.
Corona	El material que aún permanece en su lugar, prácticamente no desplazado y adyacente a las partes más altas de la escarpa principal.
Superficie original del terreno	La pendiente que existía antes que ocurra el movimiento que se está considerando. Si ésta es la superficie de un deslizamiento anterior, el hecho debe ser anotado.
Izquierda y derecha	Las direcciones con una brújula son preferibles para describir las pendientes pero si se usa "derecha o izquierda" se refiere al deslizamiento visto desde la corona.
Superficie de separación	Es la superficie que separa el material desplazado del material estable pero no se reconoce que hubiera sido una superficie que falló.
Material desplazado	El material que se ha desplazado de su posición original sobre la pendiente. Puede estar en estado deforme o no deforme
Zona de agotamiento	El área dentro de la cual el material desplazado queda debajo de la superficie original del terreno.
Zona de acumulación	El área dentro de la cual el material desplazado queda encima de la superficie original del terreno.

Fuente: Adaptado de Varnes, D. "Slope Movement and Processes" en Landslides: Analysis and Control, Special Report 176, Chapter 2 (Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1978).

<sup>12</sup> Varnes, special report 176

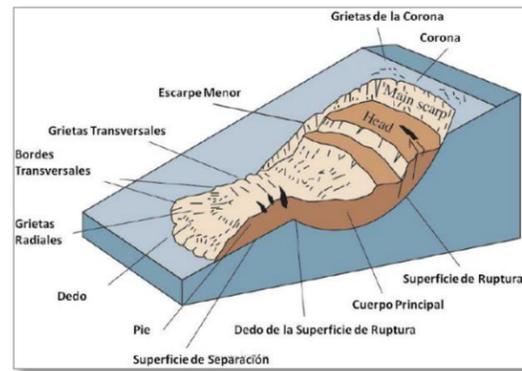


Imagen V.1.4.2 Partes de un Deslizamiento

Fuente: Proceso de remoción en masa en la sierra norte, Mazateca y Cuicateca de Oaxaca 2011

La velocidad y los daños probables que un deslizamiento puede causar según Cruden y Varnes en 1996 se observan en la siguiente tabla: (Ver Tabla V.1.4.3)

Tabla V.1.4.3 Velocidad y daños probables por deslizamientos según Cruden y Varnes 1996

CLASES DE DESLIZAMIENTO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDADES (M/S)	IMPACTO DESTRUCTIVO
Catastróficos	Extremadamente rápido	>5 (entre 5-50 m/s)	Catástrofe violenta. Escape improbable, muchos muertos. Edificios destruidos
Intermedios	Muy rápido	0.05- 5 (de m/min a m/s)	Algunas pérdidas de vidas. Difícil escape. Edificios destruidos
Rápido	Rápido	0.0005 - 0.05 (de m/h a m/min)	Escape posible. Estructuras destruidas.
	Moderado	5*10-6 - 5*10-4 (m/sem - m/h)	Algunas estructuras pueden mantenerse temporalmente.
	Lento	5*10-8 - 5*10-6 (m/año - m/sem)	Estructuras dañadas que pueden repararse durante el movimiento.
Lentos (sluggish)	Muy lento	5*10-10 - 5*10-8 (m/siglo - m/año)	Estructuras permanentes transitoriamente dañadas.
	Extremadamente lento	5*10-10 (<m/siglo)	Perceptibles sólo mediante instrumentos. Construcción posible con precauciones.

Fuente: Geomorfología. Gutiérrez Elorza, Mateo. Pearson Prentice Hall (2009)

### Principios para evaluar el peligro por deslizamientos

Tres principios orientan la evaluación del peligro de deslizamiento.

1. Los deslizamientos futuros probablemente ocurrirán bajo las mismas condiciones geomórficas, geológicas y topográficas en que se han producido en el pasado y en la actualidad.
2. Las condiciones y procesos subyacentes que causan los deslizamientos son comprendidos.
3. La importancia relativa de las condiciones y procesos que contribuyen a la ocurrencia de los deslizamientos puede ser determinada y se puede asignar a cada cual alguna medida que refleje su contribución. El número de condiciones presentes en un área puede ser tratado como un conjunto de factores para establecer el grado de peligro potencial presente.

### Análisis de Inestabilidad de Laderas (Deslizamiento)

A lo largo de la historia de la humanidad, el hombre se ha esforzado por mejorar sus condiciones de vida, por ello avanza en el conocimiento científico, investiga los fenómenos naturales, sus orígenes, causas, consecuencias y medidas preventivas.

Los deslizamientos se encuentran entre los procesos geológicos más destructivos que afectan a los seres humano y su infraestructura, sus eventos causan la muerte de miles de personas y ocasionan daños a las propiedades valorados en decenas de billones de dólares por año. El 90% de las pérdidas por deslizamientos se pueden evitar si el riesgo es diagnosticado con anterioridad y se toman las medidas preventivas correspondientes.<sup>13</sup>

El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituye una excelente herramienta para realizar análisis espaciales de acuerdo a los factores Geológicos permanentes, permitiendo aminorar los efectos catastróficos de la inestabilidad de laderas mediante la prevención y predicción de los desastres naturales. Para lograrlo se deben usar mapas digitales con la información geológica necesaria por el método de análisis a emplear, a fin de predecir las áreas vulnerables a los fenómenos de deslizamientos.<sup>14</sup>

En la literatura científica y técnica existen numerosas clasificaciones de los movimientos de ladera. La primera clasificación de amplia aceptación fue la de Sharpe (1938). Con posterioridad aparecieron las de Varnes (1958, 1978),

Nemcok et al. (1972), Hutchinson (1988), Sassa (1989) y más recientemente, las de Dikau et al. (1996) y Cruden y Varnes (1996) en el "Special Report 247" del Transportation Research Board de los Estados Unidos.

La clasificación utilizada para el presente estudio está basada en las dos más aceptadas por la comunidad internacional: la de Varnes (1978), completada posteriormente por Cruden y Varnes (1996) y la de Hutchinson (1988).

### V.1.4.1 PELIGRO

Particularmente para estimar el peligro asociado a deslizamientos en el municipio de San Ignacio se ha elaborado un modelo que, de acuerdo a los factores pre-condicionantes, preparatorios, desencadenantes y sustentadores, muestra las zonas susceptibles de presentar desplazamientos de tierra en cualquiera de sus facetas descritas anteriormente. El modelo se muestra y describe a continuación.

(Ver Imagen V.1.4.1.1)

Modelo de Inestabilidad de Laderas

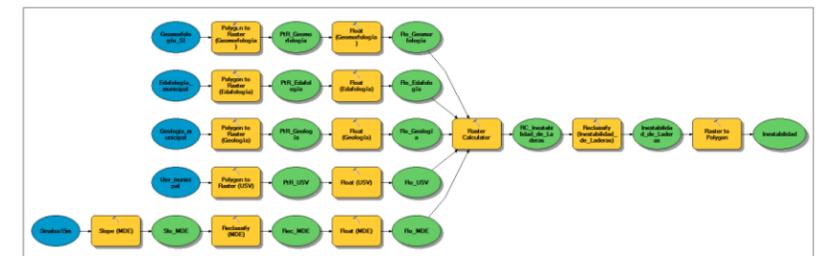


Imagen V.1.4.1.1 Modelo de Inestabilidad de Laderas

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### Objetivo

- Identificar en el territorio municipal las zonas geográficas de mayor riesgo a la presencia de deslizamientos, su ubicación permitirá identificar los sectores de las localidades urbanas expuestas así como los segmentos de infraestructura susceptibles a sufrir daños. Estos servirán de insumo para determinar las acciones y obras a realizar para reducir el peligro de exposición a los movimientos de tierra.

### Capas originales

- Uso de suelo y vegetación, el contenido de esta capa de información resguarda los polígonos de los distintos usos de suelo y vegetación que existen en el territorio del estado,

<sup>13</sup> Díaz, 1998

<sup>14</sup> Gómez, 2005

la cubierta vegetal de cada polígono es empleada para establecer su susceptibilidad a los desplazamientos de tierras.

- Geología, contiene los distintos tipos de roca y su origen, estos elementos son clasificados en base a sus características físicas determinando su influencia para la presencia de los deslizamientos.

- Edafología, base de datos de la clase y subclase de suelo del territorio estatal, su grado de textura (fino, grueso o medio) es empleado para establecer el grado de colaboración para favorecer el fenómeno en estudio.

- Geomorfología, compilado de información que contiene las formas geológicas, el grado de disección de cada una es ponderada como un factor pre-condicionante.

- Modelo digital de elevación a 15 metros, es una capa de información que contiene las elevaciones del estado de Sinaloa; se emplea como insumo de los factores pre-condicionantes, el más importante para la presencia del fenómeno.

### Variables

- Valores de Pendientes, este valor se modifica de acuerdo a la pendiente que presenta el territorio, en este caso oscila entre 1 y 5. (Ver Tabla V.1.4.1.1)

Tabla V.1.4.1.1 Criterios de pendiente en grados propuesta por Ortiz M.A.

PARA EVALUAR PROCESOS GEOMORFOLOGICOS	VALOR DE RECLASIFICACION ASIGNADO
0 a 3	1
3 a 6	2
6 a 15	3
15 a 30	4
Mayor a 30	5

Fuente: Bases para la estandarización de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014

- Valores de uso de Suelo y Vegetación, a los diferentes tipos de cubierta vegetal que se presentan en el municipio se le asigna un valor numérico entre 1 y 5. (Ver Tabla V.1.4.1.2)

Tabla V.1.4.1.2 Criterios de Clasificación para Uso de Suelo y Vegetación

TIPO	VALOR ASIGNADO
Área Urbana	5
Pastizal inducido	4
Agricultura de riego / Agricultura de temporal / Área sin vegetación	3
Selva	2
Bosque / Cuerpo de agua / Manglar / Vegetación secundaria	1

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014.

- Valores de Geología, el tipo y clase de roca le es asignado un valor numérico entre 1 y 5. (Ver Tabla V.1.4.1.3)

Tabla V.1.4.1.3 Criterios de Clasificación para Geología

TIPO DE ROCA	VALOR ASIGNADO
Arenisca / Arenisca-Conglomerado / Complejo metamórfico / Conglomerado / Limolita-Arenisca	5
Ígnea intrusiva ácida / Esquistos	4
Ígnea extrusiva intermedia / Ígnea extrusiva ácida	1

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014.

- Valores de Edafología, la textura granulométrica del suelo es clasificada en valores del 1 al 5. (Ver Tabla V.1.4.1.4)

Tabla V.1.4.1.4 Criterios de Clasificación para Edafología

TIPO	VALOR ASIGNADO
Cambisol (Media) / Litosol (Fina) / Vertisol (Fina)	5
Fluvisol (Gruesa)	3
Feozem (Media) / Litosol (Media) / Regosol (Media)	1

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014.

- Geomorfología, el grado de disección de las distintas formas geológicas es ponderado en un valor asignado que oscila entre 1 y 5. (Ver Tabla V.1.4.1.5)

Tabla V.1.4.1.5 Criterios de Clasificación para Geomorfología

TIPO	VALOR ASIGNADO
Planicie Baja	1
Planicie Alta	2
Piedemonte Superior	3
Lomerío Bajo	4
Lomerío Alto	5

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014.

### Procesos realizados

- Slope, asigna al modelo digital de elevación, en base a su pendiente, los grados de inclinación que le corresponden. La capa que se genera es el raster Slo\_MDE.

- Reclassify, reclasifica las pendientes del terreno en los valores señalados. Tiene como capa de entrada Slo\_Mde y realizado el proceso genera la capa Rec\_MDE.

- Polygon to raster (Geología), convierte los polígonos que delimitan las formas geológicas a píxeles que abarcan en el territorio municipal. La capa que produce es el raster PtR\_Geología.

- Polygon to raster (Edafología), transforma la capa de edafología de polígonos a píxeles generando el raster PtR\_Edafología.

- Polygon to raster (Geomorfología), cambia los polígonos que delimitan las geoformas a píxeles con las mismas dimensiones que los análisis anteriores. La capa que resulta de este proceso es el raster PtR\_Geomorfología.

- Polygon to raster (USV), elabora los polígonos que contiene la capa de uso de suelo y vegetación en píxeles bajo las mismas características físicas dimensionales que se han empleado en el uso de este proceso. Se almacena la información obtenida en la capa raster PtR\_USV.

- Float (USV), convierte cada valor de los píxeles de la capa PtR\_USV en una representación de punto flotante. La capa resultante es el raster Flo\_USV.

- Float (Geología), convierte cada valor de los píxeles de la capa PtR\_Geología en una representación de punto flotante. La capa resultante es el raster Flo\_Geología.

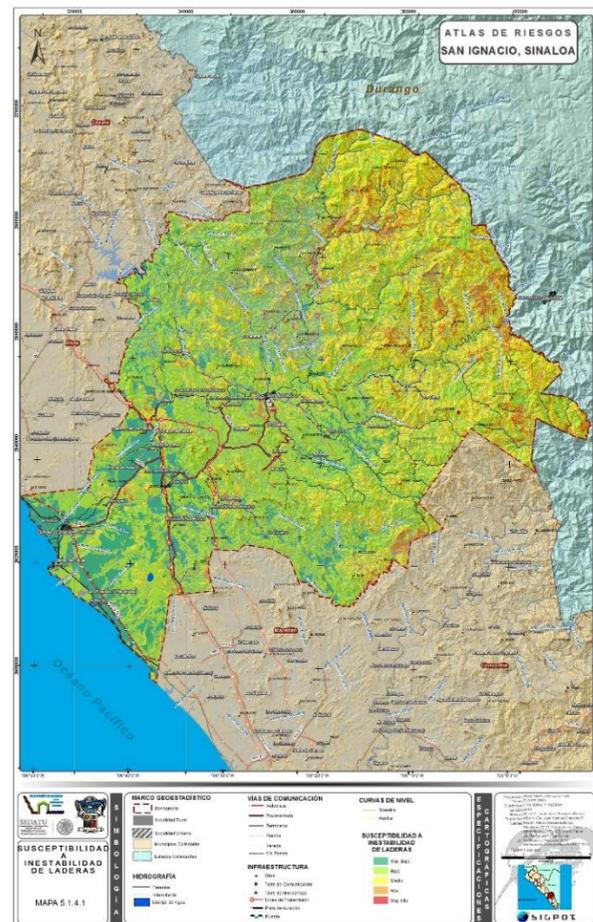
- Float (Edafología), convierte cada valor de los píxeles de la capa PtR\_Edafología en una representación de punto flotante. La capa resultante es el raster Flo\_Edafología.

- Float (Geomorfología), convierte cada valor de los píxeles de la capa PtR\_Geomorfología en una representación de punto flotante. La capa resultante es el raster Flo\_Geomorfología.

- Float (MDE), convierte cada valor de los píxeles de la capa Rec\_MDE en una representación de punto flotante. La capa resultante es el raster Flo\_MDE.

- Raster calculator, multiplica los valores asignados a las representaciones de punto flotante de las capas de entrada para los procesos de la herramienta Float. La capa resultante de este proceso es RC\_Inestabilidad\_de\_Laderas.

Como resultado de la aplicación de los procesos descritos se elaboraron tablas con el nivel de afectación, posteriormente se elaboraron los mapas de susceptibilidad que muestran en una escala de colores, los polígonos del territorio que están expuestos a la ocurrencia de inestabilidad de laderas por sus condiciones geológicas permanentes. (Ver Mapas 5.1.4.1, 5.1.4.1.1, 5.1.4.1.2 y Tabla V.1.4.1.6)



Mapa 5.1.4.1 Susceptibilidad a Inestabilidad de Laderas  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.1.4.1.1 Susceptibilidad a Inestabilidad de Laderas - San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.1.4.1.2. Susceptibilidad a Inestabilidad de Laderas - Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

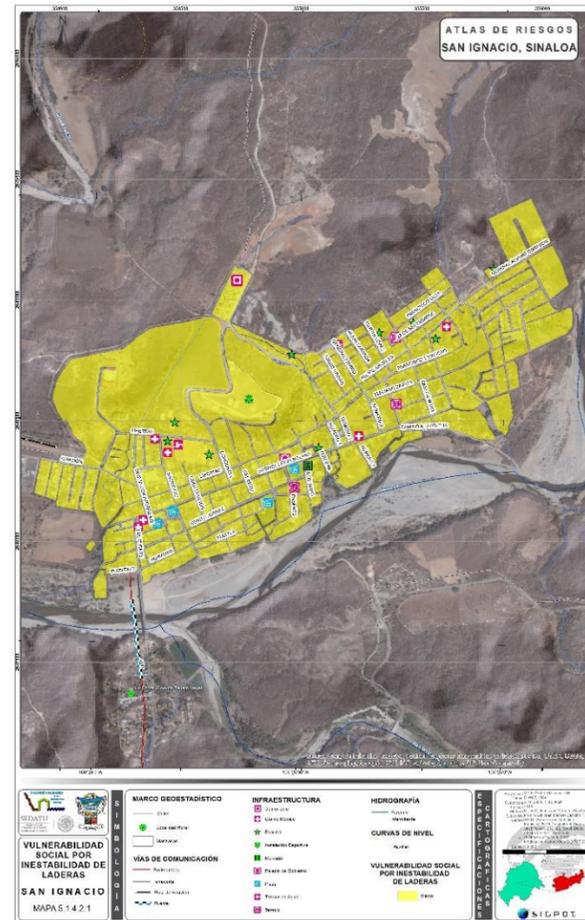
### V.1.4.2 VULNERABILIDAD

En base a las encuestas realizadas de percepción local, ante peligro de Inestabilidad de Laderas, y considerando la vulnerabilidad social así como la capacidad de respuesta en las localidades urbanas San Ignacio y Dimas (Estación Dimas) se obtuvo como resultado una vulnerabilidad Media para ambos casos, ya que la población no tiene una percepción clara del peligro de Inestabilidad al que se encuentra expuesto. (Ver Mapas 5.1.4.2.1 y 5.1.4.2.2)

Tablas V.1.4.1.6 Peligro por Inestabilidad de Laderas

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Bajo	San Ignacio	4543	1315
	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Alto	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
Medio	La Caña	248	52
	La Quebrada de los Sandoval	119	63
	San Agustín	142	73
	Contraestaca	119	34
Bajo	El Limón de los Peraza	237	145
	Duranguito	568	194
	Lo de Ponce	287	91
	Palmarito de los Ramírez	114	44
	Coyotlán	1,676	595
	El Tule	110	28
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Tacuitapa	109	45
	La Labor	455	177
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	San Juan	516	209
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	El Cajón de Piaxtla	145	48
	El Lodazal	163	45
	Cabazán	278	113
	Vado Hondo	180	44
	San Javier	332	191
Los Humayes	254	78	
Ixpalino	391	239	
Muy Bajo	El Pozole	125	39
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	Barras de Piaxtla	457	217
	La Tasajera	103	29
	El Patole	388	235
	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Piaxtla de Arriba	448	151
	El Platanar	159	47
	Ajoya	230	159
	Acatitán	141	47

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.1.4.2.1 Vulnerabilidad por Inestabilidad de Laderas - San Ignacio

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.1.4.2.2 Vulnerabilidad por Inestabilidad de Laderas - Dimas (Estación Dimas)

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.1.4.3 RIESGO

Con la suma de los resultados de Peligro y Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Inestabilidad para las localidades urbanas San Ignacio y Dimas (Estación Dimas), quedando como se muestra a continuación y enlistando sólo la población y viviendas que presentan un riesgo Alto y Muy Alto. (Ver Mapas 5.1.4.3.1 y 5.1.4.3.2 y Tabla V.1.4.3)



Mapa 5.1.4.3.1 Exposición por Inestabilidad de Laderas - San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.1.4.3.2 Exposición por Inestabilidad de Laderas - Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDA
Alto	San Ignacio	157	36

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.1.5 FLUJOS

Los flujos constituyen un tipo de movimientos espacialmente continuos de masa fluidificada por el agua o aire. El flujo implica una mayor deformación interna que un deslizamiento.

Los movimientos tienen lugar sobre un gran número de pequeñas superficies de cizalla de corta permanencia, porque el contenido en agua en la masa es de tan alto, que llega a comportarse como un fluido, su consistencia es similar a la del concreto recién mezclado, la masa movida no conserva la forma en su movimiento descendente, adoptando a menudo, formas lobuladas cuando interesan a materiales cohesivos y desparramándose por la ladera o formando conos de deyección cuando afectan a materiales granulares.<sup>15</sup>

Existe una gradación desde los deslizamientos a los flujos dependiendo del contenido de agua, movilidad y evolución del movimiento.

En función del material al que afectan los flujos son: de roca, de tierra y lodo, lahares y detritos.

- **Flujos de roca**, Generalmente se asocian a deformaciones gravitacionales profundas.
- **Flujos de tierra y lodo**, Se desarrollan en arenas limos y arcillas saturados de agua o licuefactados que adquieren un comportamiento fluido, también se producen solo en arena, la geología del material y las morfologías resultantes de los flujos de tierras y detritos son similares, existiendo una transición gradual entre ambos extremos. Masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de grava, arena y limo.
- **Flujos de Lahar**, Flujo de escombros, detritos y suelos, asociados a restos volcánicos, por lo que solo afectan los alrededores de la estructura. Generalmente disparado por lluvias intensas que erosionan depósitos volcánicos, deshielo repentino o bien por rotura o desbordamiento de represas de agua; en su caso ante las actividades, sísmicas y/o volcánicas juegan un papel importante por su diferente comportamiento ante presencia del fenómeno perturbador.

<sup>15</sup> Bromhead 1986

▪ **Flujos de detritos**, Movilizan fragmentos de roca, bloques y cantos en una matriz arenosa con escaso contenido en arcilla. Movimiento rápido de una mezcla en donde se combinan suelos sueltos, fragmentos de rocas, y vegetación con aire y agua entrampados, formando una masa viscosa o francamente fluida que fluye pendiente abajo.

#### Movimiento de flujos

Los movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser de muy lentos a muy rápidos, así como secos o húmedos. A continuación se describen sus características.

▪ **Reptación** (creep), Es un movimiento extremadamente lento que es imperceptible excepto para largos períodos de tiempo (Sharpe, 1938). No muestra superficies de cizalla definida. El término reptación se ha utilizado en diversos sentidos en estudios sobre la estabilidad de las laderas, como por ejemplo en desplazamientos muy lentos pero continuos a gran profundidad.

▪ **Soliflucción** (solifluction), Término utilizado a menudo para describir deformaciones de pequeñas dimensiones en suelos cohesivos y de poco espesor, que dan lugar a formas lobuladas. Contienen superficies de cizalla de poca extensión<sup>16</sup>

▪ **Coladas de tierra** (earthflows), Es la deformación plástica, lenta y no necesariamente muy húmeda, de tierra o rocas blandas (flysch, pizarras, filitas), en laderas de inclinación moderada.

▪ **Coladas de barro** (mudflows), Se les llama cuando predominan los materiales cohesivos con un elevado contenido de limos y arcillas, adoptan una forma elongada, lobulada en el pie (lengua), formando un volumen positivo sobre la superficie original del terreno.<sup>17</sup>

▪ **Corriente de derrubios** (debris flows), Son movimientos rápidos de material detrítico en el que predomina la fracción gruesa, es decir, arenas, gravas y bloques. El contenido de agua es elevado y la fracción sólida puede llegar a constituir el 80% en peso de la masa en movimiento. La corriente puede bajar tanto por laderas abiertas como canalizada por vaguadas u hondonadas del terreno dando lugar a morfologías diferentes. Debido a la baja de cohesión de sus componentes, se desparrama en la parte inferior de las laderas

sin generar un depósito de forma específica, pero cuando se canaliza por barrancos suelen dar lugar a conos de deyección.

▪ **Golpes de arena y limo** (sand and silt flows), Movilización brusca de estos materiales, a veces en estado seco (García Yagüe y García Álvarez, 1988). Normalmente se producen por colapso estructural por efecto de una sacudida sísmica o al iniciarse la rotura del suelo por deslizamiento.

▪ **Avalanchas**, aludes (avalanches, sturzstroms), Movilización de grandes masas de tierra, fragmentos de rocas o derrubios a gran velocidad, en ocasiones, superiores a los 50 m/s. El término avalancha no implica necesariamente un mecanismo distinto al de los previamente definidos en otros flujos como las corrientes de derrubios. De todos modos su gran velocidad ha sugerido la existencia de otros mecanismos como el flujo granular turbulento, el desplazamiento sobre colchones de aire o la transferencia de momentos entre las partículas en movimiento. Igual que ocurre con los desprendimientos, el relieve es el que condiciona que la rotura de grandes volúmenes de roca o suelos derive hacia una avalancha o se mantenga como un deslizamiento o una corriente. En las avalanchas de derrubios, por el contenido de agua o por efecto de la pendiente, el conjunto puede licuefacer, al menos parcialmente, fluir y precipitarse hacia abajo, a menudo a través de una vaguada, alcanzando grandes distancias, a veces, decenas de kilómetros.

#### V.1.5.1 PELIGRO

En el municipio no se detectaron elementos geoestructurales que evidencien desplazamientos laterales o verticales de material consolidado que modifique el relieve de forma significativa, por lo que No Aplica este tipo de fenómenos para el municipio.

#### V.1.6 CAÍDOS Y DERRUMBES

Los Caídos y Derrumbes a diferencia de los deslizamientos consisten en la caída libre y rodamiento de materiales de forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en desnivel, no existe en ellos una bien marcada superficie de deslizamiento, pueden ser tanto de suelos como de rocas siendo estos últimos los más comunes y los de mayor impacto ya que debido a su consolidación se presenta la formación de cortes de suelo de gran altura.

#### Caído

Comienza con un desprendimiento de suelo o roca, o ambos, en una pendiente pronunciada a lo largo de una superficie sobre la que se ha producido poco o nada de desplazamiento de rotura. El material posteriormente desciende principalmente por la caída, rebotando o rodando.<sup>18</sup>

Los desprendimientos son movimientos descendientes bruscos de roca o tierra, o ambos, que se desprenden de laderas empinadas o acantilados. El material que cae suele golpear el talud inferior en un ángulo menor que el ángulo de caída, lo que hace que rebote. La masa que cae se puede romper en el impacto, puede empezar a rodar en las pendientes más pronunciadas, y puede continuar hasta que el terreno se aplana.

Este fenómeno es común en laderas empinadas o verticales, así como en las zonas costeras y a lo largo de las playas rocosas de ríos y arroyos presentándose mayormente en las carreteras. El volumen de material de una caída puede variar sustancialmente, desde rocas individuales o terrones de tierra hasta grandes bloques de miles de metros cúbicos de tamaño.

El desprendimiento se origina por el despegue de una masa de suelo o roca de una pared empinada o acantilado. El movimiento tiene lugar mediante caída libre y posterior rebote o rodadura. Es frecuente que al impactar contra la superficie del terreno, la masa caída se rompa en multitud de fragmentos. La caída libre es muy rápida o extremadamente rápida, la velocidad de ruedo depende de la inclinación de la pendiente.

<sup>16</sup> Ferrer, 1988

<sup>17</sup> Corominas y Alonso, 1984; Ayala et. Al. 1987

<sup>18</sup> Highland, 2008

La rotura suele producirse por deslizamiento o vuelco de pequeña envergadura, proporcionando a la masa despegada una velocidad inicial. La propagación de los desprendimientos en laderas con pendientes superiores a los 76° se produce preferentemente por caída libre, por debajo de este ángulo los impactos contra el terreno son frecuentes mientras que en laderas de menos de 45° la propagación se realiza por rodadura y, eventualmente, por deslizamiento.

Las caídas con una trayectoria básicamente vertical desarrolladas en acantilados por la socavación efectuada por un río, el oleaje o la meteorización y disgregación de las rocas a su pie son consideradas colapsos.<sup>19</sup>

Actividades humanas tales como la excavación, construcción y mantenimiento de carreteras, o bien temblores, terremotos u otras vibraciones intensas constituyen mecanismos desencadenantes del desprendimiento de los caídos.

El material caído, una vez desparramado por la ladera, no suele experimentar nuevos movimientos. Cuando las caídas son frecuentes, los bloques se acumulan al pie de los escarpes rocosos formando canchales que ocasionalmente experimentan roturas y originan corrientes de derrubios (Jordi). El área de desprendimientos es de difícil acceso. Por este motivo, aunque es posible la sujeción de los bloques en origen, el tratamiento suele consistir en la interposición de obstáculos en el recorrido (pantallas dinámicas, zanjas). En ocasiones, los desprendimientos rocosos son fenómenos precursores de roturas de ladera de grandes proporciones.

Este proceso ocurre en dos formas: La primera y más común resulta de la disgregación de los macizos rocosos en las partes elevadas de las sierras que forman abruptos de los que se derrumban los materiales intemperizados, formando en la parte inferior un talud de escombros, con bloques grandes y angulosos que llegan, por último a acumularse en el fondo de las cañadas y de los valles, descendiendo en caída libre si la ladera es subvertical, y dependiendo del ángulo pueden dar brincos o ruedan.

La segunda forma corresponde a los caídos que ocurren en las terrazas fluviales, principalmente las que se encuentran en el talud de transición, donde el material favorece la socavación a ambos lados del cauce y provoca, con ello, el derrumbe de las terrazas cuando éstas quedan sin su base de sustentación.

### Derrumbe

Es la rotación hacia adelante de una masa de suelo o roca que se desprende de la ladera alrededor de un punto o eje por debajo del centro de gravedad de la masa desplazada. A veces el derribo es impulsado por la gravedad ejercida por el peso del material que se encuentra pendiente arriba de la masa desplazada.<sup>20</sup>

Son frecuentes en tierras volcánicas con juntas columnares, así como a lo largo de arroyos y cauces de los ríos con riberas muy empinadas. Su velocidad de desplazamiento varía de extremadamente lenta a extremadamente rápida, en ocasiones existe aceleración durante todo el movimiento dependiendo de la distancia de su desplazamiento y pendiente.

Las causas y mecanismos desencadenantes de los derrumbes suelen ser: físicas, naturales y humanas, en la siguiente tabla se detallan por su origen: (Ver Tabla V.1.6)

Tabla V.1.6 Causas y mecanismos desencadenantes de los derrumbes por su origen.

CAUSAS NATURALES	
GEOLOGICAS	MORFOLOGICAS
Materiales débiles, como algunas laderas volcánicas o sedimentos marinos no consolidados	Levantamiento tectónico o volcánico
Materiales susceptibles	Rebote del hielo
Materiales intemperizados	Salida repentina del agua del derretimiento del hielo
Materiales con cortes	Erosión fluvial del extremo de la ladera
Materiales con juntas o fisuras	Erosión del extremo de la ladera por olas
Discontinuidad adversamente orientada de la masa (esquistosidad del lecho, etcétera)	Erosión glacial del extremo de la ladera

Discontinuidad estructural orientada adversamente (falla, falta de conformidad, contacto, etcétera)	Erosión de los márgenes laterales
Contrastes en la permeabilidad	Erosión subterránea (solución, entubado)
Contrastes en la firmeza (material firme y denso sobre materiales plásticos).	Deposición que carga la ladera o su cresta
	Eliminación de la vegetación
CAUSAS FISICAS, DESENCADENANTES	CAUSAS HUMANAS
Lluvias intensas	Excavación de la ladera o su extremo
Derretimiento rápido de la nieve	Uso de relleno de tierra inestable para la construcción
Precipitación intensa prolongada	Recargar la ladera o su cresta, por ejemplo colocando relleno de tierra en la parte de arriba de una ladera
Vaciado rápido (por inundaciones y mareas) o llenado rápido	Vaciado y llenado (de embalses)
Terremoto	Deforestación: tala de árboles para madera y (o) para sembrar cultivos; caminos madereros inestables
Erupción volcánica	Riego de cultivos y jardines
Deshielo	Minería/contención de escombros mineros
Intemperización por congelación y descongelación	Vibración artificial, por ejemplo para sembrar pilotes, explosiones u otras vibraciones fuertes del suelo
Intemperización por encogimiento e hinchazón	Fugas de agua de servicios públicos, tales como tuberías de agua o desagües
Inundaciones	Desvío (planeado o no planeado) de la corriente de un río o corriente a lo largo de la costa debido a la construcción de muelles, diques, presas, etcétera

Fuente: (Cruden, 1996), (Barrows, 2013), (Varnes, Special report 176:).

### V.1.6.1 PELIGRO

Particularmente para estimar el peligro asociado a caídos y derrumbes en el municipio de San Ignacio se ha elaborado un modelo de acuerdo a los factores topográficos, geológicos, cobertura vegetal, edafología y geomorfología. El modelo se describe a continuación. (Ver Imagen V.1.6.1)

<sup>19</sup> García Yagüe, 1988

<sup>20</sup> Highland, 2008

### Modelo de Caídos y Derrumbes

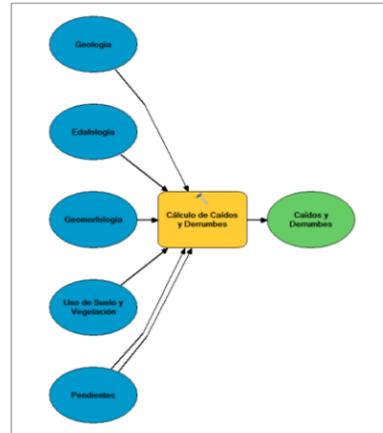


Imagen V.1.6.1. Modelo de Caídos y Derrumbes  
Fuente: Modelación cartográfica. SIGPOT 2014

#### Objetivo

- Identificar en el área de estudio las zonas geográficas de mayor riesgo a la presencia de Caídos y Derrumbes, su ubicación permitirá identificar los sectores de las localidades urbanas expuestas y los segmentos de infraestructura susceptibles a sufrir daños. Estos servirán de insumo para determinar las acciones y obras a realizar para reducir el peligro de exposición al fenómeno.

#### Capas originales

- Edafología.** Capa raster que contiene la base de datos de la clase y subclase de suelo del territorio estatal, su textura es empleada para establecer el grado de colaboración para favorecer el desarrollo del fenómeno.
- Geología.** Contiene los distintos tipos de roca y su origen, estos elementos son clasificados en base a sus características físicas determinando su influencia para la presencia del fenómeno. La capa contiene los datos en formato raster.
- Uso de Suelo y V.** Capa raster que contiene la información de los distintos Usos de Suelo y Vegetación que existen en el área de estudio, donde la cubierta vegetal de cada polígono es empleada para establecer su susceptibilidad a la inestabilidad de laderas.
- Geomorfología.** Compilado de información raster que contiene las formas geológicas, el grado de disección de cada una es ponderada como un detonante del fenómeno.
- Pendiente.** Es una capa de información que contiene las elevaciones del área de estudio; se emplea como insumo para detectar la presencia del fenómeno en la zona.

#### Variables

- Valores de Pendientes, este valor se modifica de acuerdo a la pendiente que presenta el territorio, en este caso oscila entre 1 y 5. (Ver Tabla V.1.6.1.1)

Tabla V.1.6.1.1 Criterios de pendiente en grados propuesta por Ortiz M.A.

PARA EVALUAR PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS	VALOR DE RECLASIFICACION ASIGNADO
0 a 3	1
3 a 6	2
6 a 15	3
15 a 30	4
Mayor a 30	5

Fuente: Bases para la estandarización de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014

- Valores de uso de Suelo y Vegetación, a los diferentes tipos de cubierta vegetal que se presentan en el municipio se le asigna un valor numérico entre 1 y 5. (Ver Tabla V.1.6.1.2)

Tabla V.1.6.1.2 Criterios de Clasificación para Uso de Suelo y Vegetación

TIPO	VALOR ASIGNADO
Área Urbana	3
Pastizal inducido	4
Agricultura de riego / Agricultura de temporal / Área sin vegetación	3
Selva	2
Bosque / Cuerpo de agua / Manglar / Vegetación secundaria	1

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014.

- Valores de Geología, el tipo y clase de roca le es asignado un valor numérico entre 1 y 5. (Ver Tabla V.1.6.1.3)

Tabla V.1.6.1.3 Criterios de Clasificación para Geología

TIPO DE ROCA	VALOR ASIGNADO
Arenisca / Arenisca-Conglomerado / Complejo metamórfico / Conglomerado / Limolita-Arenisca	5
Ígnea intrusiva ácida / Esquisto	4
Ígnea extrusiva intermedia / Ígnea extrusiva ácida	1

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014.

- Valores de Edafología, la textura granulométrica del suelo es clasificada en valores del 1 al 5. (Ver Tabla V.1.6.1.4)

Tabla V.1.6.1.4 Criterios de Clasificación para Edafología

TIPO	VALOR ASIGNADO
Cambisol (Media) / Litosol (Fina) / Vertisol (Fina)	5
Fluvisol (Gruesa)	3
Feozem (Media) / Litosol (Media) / Regosol (Media)	1

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014.

- Geomorfología, el grado de disección de las distintas formas geológicas es ponderado en un valor asignado que oscila entre 1 y 5. (Ver Tabla V.1.6.1.5)

Tabla V.1.6.1.5 Criterios de Clasificación para Geomorfología

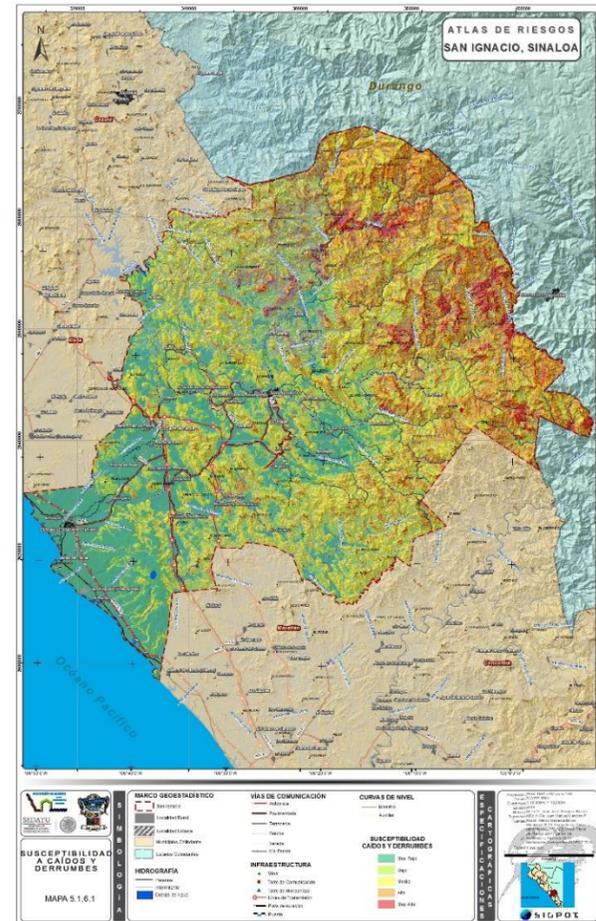
TIPO	VALOR ASIGNADO
Planicie Baja	1
Planicie Alta	2
Piedemonte Superior	3
Lomerío Bajo	4
Lomerío Alto	5

Fuente: Trabajo de gabinete SIGPOT 2014.

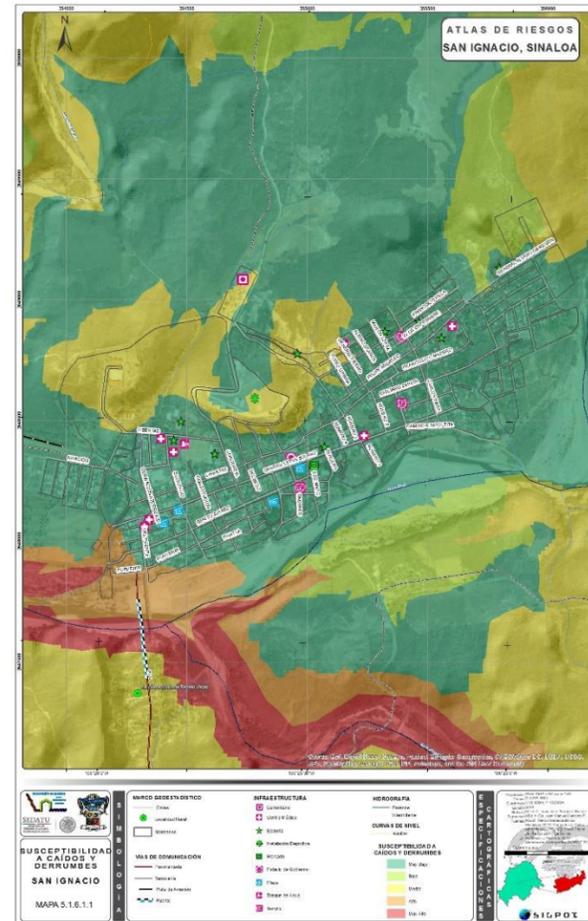
#### Procesos realizados

- Raster calculator (Calculo de Caídos y Derrumbes). Multiplica los valores de las capas raster por una ponderación asignada de acuerdo a la capa de entrada correspondiente, quedando como sigue: "USV" lo multiplica por "0.4", "Geología" lo multiplica por "0.1", "Edafología" por "0.05", "Geomorfología" por "0.1" y "Pendiente" por "0.35". Una vez realizadas estas multiplicaciones suma los resultados generados para obtener valores entre 0 y 1 y, posteriormente volver a multiplicar por la capa de pendientes. La capa generada y final es "Caídos y Derrumbes".

De la aplicación de este modelo para los caídos y derrumbes se desprenden los resultados de las tablas e imágenes siguientes. (Ver Mapas 5.1.6.1, 5.1.6.1.1, 5.1.6.1.2 y Ver Tabla V.1.6.1.6)



Mapa 5.1.6.1 Susceptibilidad por Caídos y Derrumbes  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.1.6.1.1 Susceptibilidad por Caídos y Derrumbes - San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.1.6.1.2. Susceptibilidad por Caídos y Derrumbes - Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

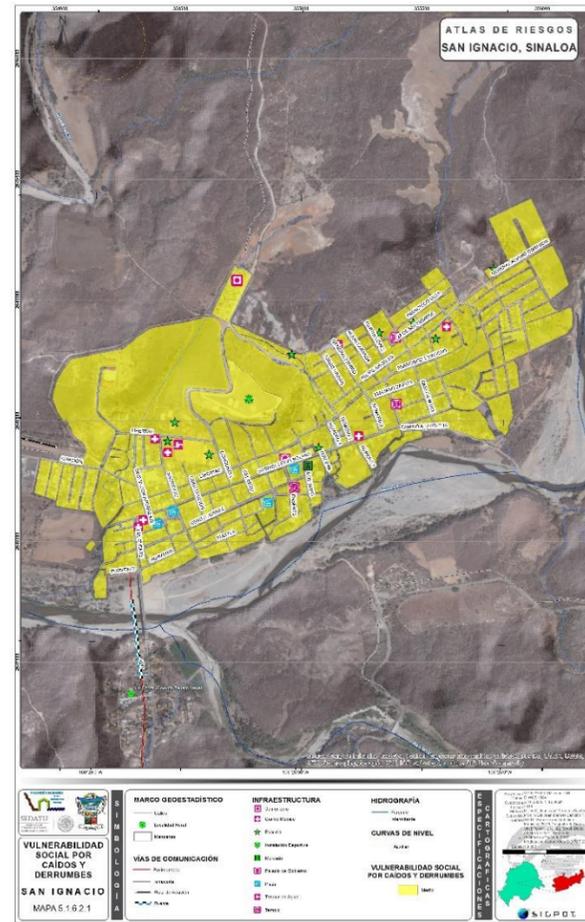
### V.1.6.2 VULNERABILIDAD

En base a las encuestas realizadas de percepción local, ante peligro de Caídos y Derrumbes, y considerando la vulnerabilidad social así como la capacidad de respuesta en las localidades urbanas San Ignacio y Dimas (Estación Dimas) se obtuvo como resultado una vulnerabilidad Media para ambas localidades, ya que la población no tiene una percepción clara del peligro de Derrumbes al que se encuentra expuesto. (Ver Mapas 5.1.6.2.1 y 5.1.6.2.2)

Tabla V.1.6.1.6 Peligro por Caídos y Derrumbes

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Bajo	San Ignacio	4543	1315
	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	San Agustín	142	73
Alto	Contraestaca	119	34
Medio	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
	La Caña	248	52
	La Quebrada de los Sandoval	119	63
Bajo	La Labor	455	177
	Lo de Ponce	287	91
Muy Bajo	San Javier	332	191
	Ajoya	230	159
	El Pozole	125	39
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	Barras de Piaxtla	457	217
	La Tasajera	103	29
	El Patole	388	235
	El Limón de los Peraza	237	145
	Duranguito	568	194
	Palmarito de los Ramírez	114	44
	Coyotitán	1,676	595
	El Tule	110	28
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Tacuitapa	109	45
	Piaxtla de Arriba	448	151
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	San Juan	516	209
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	El Cajón de Piaxtla	145	48
El Lodazal	163	45	
Cabazán	278	113	
Vado Hondo	180	44	
Los Humayes	254	78	
Ixpalino	391	239	
El Platanar	159	47	
Acatitán	141	47	

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.1.6.2.1 Vulnerabilidad por Caídos y Derrumbes - San Ignacio

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.1.6.2.2 Vulnerabilidad por Caídos y Derrumbes - Dimas (Estación Dimas)

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### V.1.6.3 RIESGO

Con la suma de los resultados de Peligro y Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Caídos y Derrumbes para las localidades urbanas San Ignacio y Dimas (Estación Dimas), quedando como se muestra a continuación y enlistando sólo la población y viviendas que presentan un riesgo Alto y Muy Alto. (Ver Mapas 5.1.6.3.1 y 5.1.6.3.2 y Tabla V.16.3)



Mapa 5.1.6.3 Exposición por Caídos y Derrumbes – San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.1.6.3 Exposición por Caídos y Derrumbes – Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla V.1.6.3 Riesgo por Inestabilidad de Laderas			
NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDA
Alto	San Ignacio	157	36

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.1.7 HUNDIMIENTOS

Los hundimientos son causados por el colapso de la superficie del terreno natural en zonas donde existen cavidades subterráneas. Estos procesos se caracterizan por ser movimientos repentinos y de componente vertical. Generalmente se encuentran asociados a procesos de disolución en rocas carbonatadas y evaporíticas, pudiendo también generarse por actividades antrópicas.

El resultado en superficie de los hundimientos cársticos se le conoce como dolinas, las cuales son depresiones de forma más o menos circular, cuyos diámetros y profundidades son variables.

Existen dos tipos de dolinas, las originadas por disolución y las de hundimiento.

**Dolinas por Disolución:** son consecuencia de una pérdida lenta y paulatina de material disuelto por las aguas pluviales que se encharcan y luego se infiltran, lo que da como resultado morfológico dolinas con paredes más tendidas y suaves;

**Dolinas por hundimiento:** se forman al desplomarse el techo de alguna cavidad cárstica, generalmente se trata de un movimiento repentino, donde la morfología característica de este tipo de dolinas son sus paredes escarpadas.

Las formas exocársticas siempre nos indican el posible desarrollo de un karst en profundidad, éstas son:

- Dolinas: Depresión en forma de embudo
- Lapiaz: Acanaladuras en suelo o en la superficie de las rocas.
- Sumideros: Conducto por el que desaparece una corriente de agua.
- Surgencia: Lugar en el que afloran aguas subterráneas.
- Polje: Grandes valles formados por hundimiento de un complejo endocársticas.

Las formas endocársticas son muy espectaculares e irremplazables:

- Sima: Conducto vertical
- Galería: Conducto Horizontal
- Sala: Galería amplia, veces alojan lagos.
- Estalactita: Forma de precipitación colgante en un techo
- Estalagmita: Forma de precipitación en el suelo.
- Columna: Resultado de la unión de una estalactita y una estalagmita.

### Tipos de estructuras Kársticas

- En rocas solubles como las calizas, los yesos o las sales, las aguas superficiales y subterráneas al circular van a actuar como agentes geológicos al erosionar por disolución las rocas que encuentran a su paso. Este modelado recibe el nombre de karst o modelado kárstico.
- El agua de la lluvia al mezclarse con el dióxido de carbono en los primeros horizontes del suelo origina ácido carbónico que puede disolver el carbonato de calcio de que componen las rocas calizas. (Ver Imagen V.1.7)

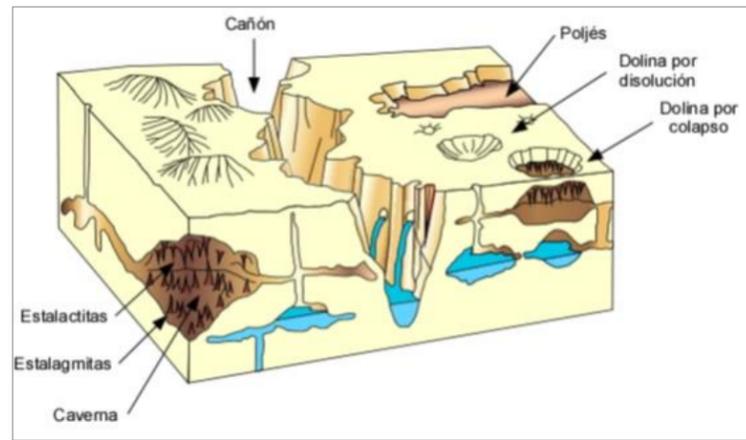


Imagen V.1.7.1 Tipos de estructuras kársticas

Tanto en la superficie como bajo ella se originan paisajes característicos, las formas que se crean en la superficie reciben el nombre de exocársticas, mientras que las que se forman en profundidad se denominan endocársticas, algunas de ellas son:

Los paisajes kársticos evolucionan con las variaciones del nivel freático conduciendo al desmantelamiento del macizo calcáreo. (Ver Imagen V.1.7.4)

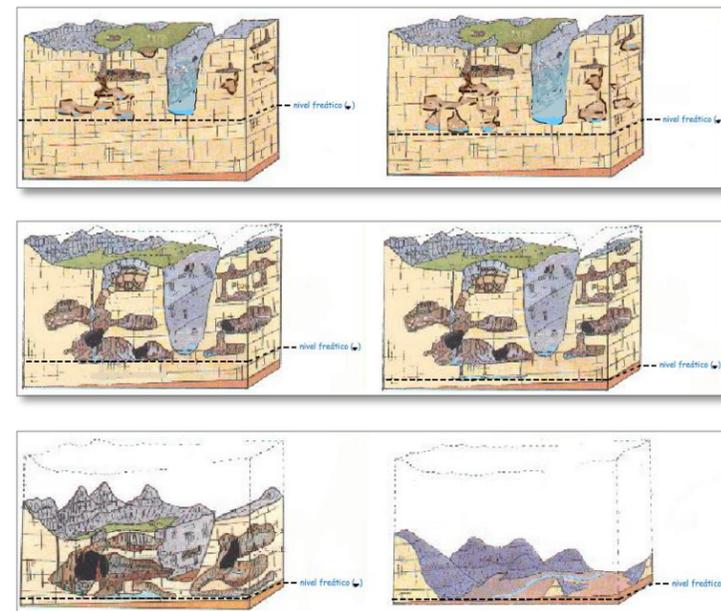
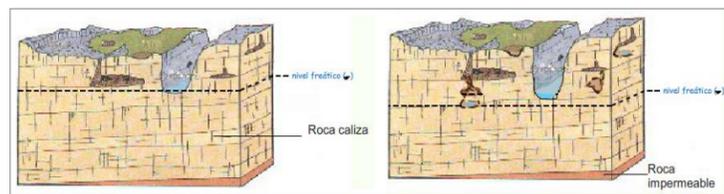


Imagen V.1.7.4 Variaciones de Paisajes Kársticos

### Factores condicionantes

Los factores que parecen condicionar los procesos de hundimiento y el consiguiente desarrollo de dolinas aluviales son muy variados. Desde el punto de vista de su origen pueden dividirse en tres grupos de factores:

- Físicos (relacionados con las características de los materiales implicados).
- Hidrológicos (relacionados con la circulación y quimismo del agua subterránea).
- Antrópicos (actividades humanas que modifican el entorno).

### V.1.7.1 PELIGRO

El municipio de San Ignacio no presenta factores detonantes ni antecedentes por hundimientos, por lo tanto No Aplica este tipo de fenómeno.

### V.1.8 SUBSIDENCIAS

La subsidencia del terreno es un fenómeno que se presenta en diversos lugares del mundo, y se manifiesta mediante hundimientos diferenciales de la superficie del suelo y agrietamientos en la infraestructura, asociado a factores de origen que básicamente son: la explotación de fluidos y materiales del subsuelo, la presencia de rocas solubles y colapsos por la dinámica geológica.

Es un fenómeno natural que se caracteriza por el descenso irregular del nivel del suelo de manera paulatina y se manifiesta mediante daños y agrietamientos en inmuebles y la infraestructura en general en áreas urbanas, así como hundimientos y agrietamientos del terreno en zonas rurales.

Tiene diferentes orígenes, siendo la más común la explotación de aguas subterráneas y sus consecuencias implican impactos sociales como el abandono de viviendas y deterioro de las mismas, impactos económicos representados en la inversión para restauración de edificaciones y líneas vitales e impactos ambientales que incluyen cambios en el paisaje, agotamiento de las fuentes de agua y contaminación de acuíferos.

Es un movimiento descendente y diferencial del suelo relativo a una referencia, debido a su compactación gradual y la reducción de la presión del agua en los poros, con tasas variables de entre algunos milímetros a metros por año, causando daños en edificios, vías de comunicación, puentes e infraestructura en general, pérdida de vidas y daños ambientales tales como la disminución del agua subterránea y el deterioro de su calidad.

Está asociado a diversas causas, de tipo natural el colapso de cavernas, las influenciadas por el hombre como el derrumbe de túneles mineros o la explotación intensiva de acuíferos.<sup>21</sup> (Ver Tabla V.1.8)

<sup>21</sup> Arzate et al., 2006; Bell et al. 2005; Marfai & King, 2007; Mousavi et al., 2001

Tabla V.1.8 Tipos de subsidencia del terreno por fenómenos	
<b>COLAPSO DE CAVIDADES SUBTERRÁNEAS</b>	
Minería	Desplome de túneles, por lo general antiguos o abandonados
Hundimientos	Derrumbe de cavidades generadas por la disolución de rocas.
<b>COMPACTACIÓN</b>	
Extracción de fluidos subterráneos	La explotación de fluidos confinados en el subsuelo genera un descenso de la presión y el consecuente colapso de los poros, dando como resultado la compactación del suelo.
Compactación natural	Se produce por la compactación de sedimentos antiguos cubiertos por sedimentos más recientes, generando una subsidencia del terreno regional, con tasas muy bajas. Puede incrementar la posibilidad de flujos de tierra.
Hidrocompactación	Se presenta en suelos colapsables compuestos por dos tipos de sedimentos: flujos de lodo y loess; debido a su baja densidad hay un colapso de la estructura del suelo que genera una compactación, dando lugar a una subsidencia del terreno muy localizada.
Licuefacción	La saturación del suelo, provoca que los granos que lo componen dejen de estar en contacto y el material se comporta como un líquido. <sup>22</sup>
Drenaje de suelos orgánicos	El suelo permanentemente congelado se denomina permafrost y es característico de algunas zonas de Canadá, Alaska y Siberia. Por lo general el volumen de hielo presente rompe la unión entre las partículas del suelo. El deshielo provoca entonces que el material se transforme en barro poco resistente
<b>DEFORMACIÓN DE LA CORTEZA</b>	
Vulcanismo	Estos fenómenos causan la densificación y compactación del terreno como consecuencia del reajuste de partículas debido a la vibración. <sup>23</sup>
<b>SISMICIDAD</b>	
Deformación posglacial	Durante la época glacial, el peso de las masas de hielo provocó subsidencia del terreno de hasta cientos de metros, así durante la deglaciación, la superficie se elevó nuevamente. <sup>24</sup>

Fuente: National Research Council (1991)

El Atlas Nacional de Riesgos<sup>25</sup> señala que la mayor susceptibilidad a subsidencias (hundimientos y deslizamientos) en la República Mexicana ocurre en parte de los estados de Aguascalientes, Zacatecas, Tlaxcala, Querétaro, Michoacán, México, Jalisco, Hidalgo, Guanajuato, Durango, y el Distrito Federal, la cual se considera la zona con la mayor tasa de subsidencia del terreno con valores de entre 5 y 40cm al año.<sup>26</sup> (Ver Imagen V.1.8)



Imagen V.1.8. Hundimientos regionales y agrietamientos por sobreexplotación de acuíferos

### V.1.8.1 PELIGRO

El municipio de San Ignacio no presenta factores detonantes ni antecedentes por subsidencias, por lo tanto No Aplica este tipo de fenómeno.

### V.1.9 AGRIETAMIENTOS

Una grieta es una abertura larga y estrecha producto de la separación de dos materiales. En Geología se pueden distinguir tres tipos comunes de grietas: las grietas de contracción, las grietas en cuña y los crevasses.

- **Las grietas de contracción**, Son fisuras relativamente anchas respecto a su longitud, que se abren al contraerse el suelo o una roca. Su formación constituye un fenómeno característico de los suelos arcillosos que, al desecarse, forman una red poligonal de esas grietas de retracción. Ciertas capas del subsuelo conservan la huella de grietas que una vez abiertas se llenan de arena, lo cual impide que la humedad ulterior vuelva a obturarlas.
- **Las grietas de cuña**, Son verticales, producidas mayormente en las regiones frías del globo formadas tras la congelación rápida del suelo. Miden desde uno o varios decímetros de anchura hasta varios metros de largo y hasta 10 m de profundidad. Estas cavidades acaban por rellenarse con los derrubios provocados por la acción del hielo y el deshielo.
- **Los crevasses (termino francés)**, Son las grietas que se presentan en los glaciares y es común que se formen cuando el hielo se halla sometido a esfuerzos de tracción que superan su plasticidad.

En la República Mexicana existen regiones que, desde el punto de vista de los fenómenos de fallamiento y vulcanismo son consideradas como zonas geológicamente activas; y el Eje Neovolcánico Transmexicano (ENTM) es sin duda una de ellas. En base a estos criterios para definir fallas “activas”, “potencialmente activas” o “inactivas”, se catalogaron a las fallas del ENTM dentro de los dos primeros términos, puesto que la actividad tectónica actual de algunas de las fallas se manifiesta por los sismos, expresados importantemente en la geomorfología con agrietamiento de terrenos, donde se incluye la inestabilidad de rocas y suelos.

Se encontró que las estructuras volcánicas están localizadas sobre la prolongación de las fallas, o bien, se alinean con una orientación similar a la de ellas. Esto permite afirmar que en esta región del país existe una estrecha relación entre fallas, fracturas grietas y volcanes, es decir, entre tectónica y vulcanismo.<sup>27</sup>

<sup>22</sup> González et al. (2004)

<sup>23</sup> Tomás et al. (2009)

<sup>24</sup> Protti et al. (2010)

<sup>25</sup> Centro Nacional de Prevención de Desastres - CENAPRED, 2001

<sup>26</sup> Sletto, 1995

<sup>27</sup> Efectos de la Tectónica reciente en México Central, Martínez-Reyes Y Nieto-Samaniago. Instituto de Geología. UNAM 1990

Los criterios y variables consideradas para la definición del peligro por agrietamiento son:

- **Suelo.** De acuerdo con el comportamiento mecánico de la arcilla, se definió que el principal tipo de suelo susceptible de promover fenómenos de hundimiento y agrietamiento es el vertisol y los de origen takírico.
- **Rocas.** De acuerdo a su composición y características geológicas se considera la predisposición que presentan a formar grietas siendo en el siguiente orden: depósitos no consolidados Calizas Roca sedimentaria evaporítica.
- **Precipitación promedio.** En este factor se consideran los estudios existentes de C.N.A. referidos a la precipitación anual promedio.
- **Movimientos tectónicos.** En este factor se consideran los estudios existentes del INEGI referidos a la presencia de fallas y fracturas.
- **Superficie urbana.** El análisis de este atributo consideró el hecho de presencia de fugas en los sistemas hidráulicos y en su caso la relación con el tipo de suelo y rocas de contacto.

### V.1.9.1 PELIGRO

El municipio de San Ignacio no presenta factores detonantes ni antecedentes por agrietamientos, por lo tanto No Aplica este tipo de fenómeno.

### V.1.10 FALLAS Y FRACTURAS

Las fallas y fracturas son estructuras geológicas de suma importancia y condicionan en gran medida el desarrollo y evolución del relieve.

#### Fallas

Las fallas son rasgos de origen tectónico, producto de esfuerzos regionales. Son discontinuidades en la roca donde existe un desplazamiento reconocible, desde unos pocos centímetros hasta kilómetros y se clasifican de manera general en los siguientes tres tipos, esto en función de los esfuerzos que las originan y de los movimientos relativos de los bloques.<sup>28</sup>

- **Falla normal,** Se generan por tracción. El movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de 60 grados respecto a la horizontal. El bloque que se desliza hacia abajo se le denomina bloque de techo, mientras que el que se levanta se llama bloque de piso.
- **Falla inversa,** este tipo de fallas se genera por compresión. El bloque del techo se encuentra sobre el bloque del piso. Cuando las fallas inversas presentan un buzamiento inferior a 45°, estas toman el nombre de cabalgamiento. Estas fallas pueden representar rasgos de deformación importante, asociados a esfuerzos compresivos, ocasionando fracturamiento y brechamiento en las rocas.
- **Falla laterales (desgarre transversal),** son verticales y el movimiento de los bloques es horizontal. Son típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: derechas e izquierdas, también se les conoce como fallas transversales o de rumbo.

#### Deformación

Las fallas se pueden definir como superficies o zonas estrechas, a lo largo de las cuales un bloque se ha movido con respecto al otro. Este desplazamiento genera una deformación, la cual puede ocurrir en tres diferentes formas: (Ver Imagen V.1.10.1)

- Cizalla quebradiza.
- Cizallas múltiples quebradizas cercanamente espaciadas.
- Cizalla dúctil.

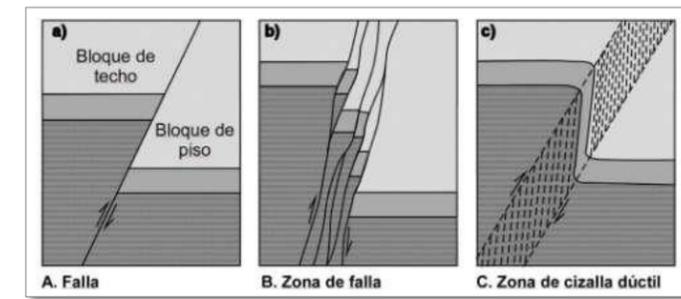


Imagen V.1.10.1 Deformaciones

Fuente: Nicolas, 1987; Twiss y Moores, 1992; Van der Pluijm, 2004

#### Deslizamiento

El deslizamiento se reconoce por la dirección del rumbo, buzamiento y giro de las paredes de los bloques que a menudo están estriadas y pulidas como resultado de la fricción cortante.

Para determinar el sentido del movimiento de los bloques fallados, existen indicadores cinemáticos como por ejemplo: fracturas de Riedel, estrias, clastos rotados, elementos estriadores, zonas brechadas, desplazamiento de horizontes guía por mencionar algunos<sup>29</sup>, el deslizamiento se clasifica como se ilustra de manera general en la siguiente imagen. (Ver Imagen 28)

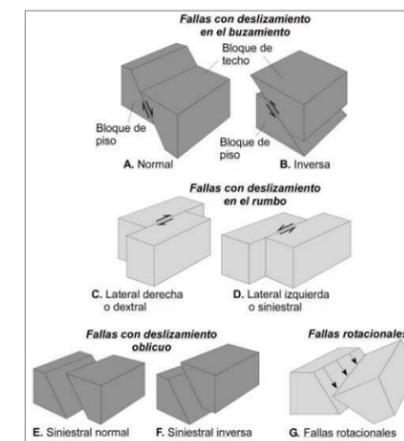


Imagen V.1.10.2 Deslizamientos

Fuente: Petit, 1987; Tolson, 1996; Doblas, 1998

<sup>28</sup> Nicolas, 1987; Twiss y Moores, 1992; Van der Pluijm, 2004.

<sup>29</sup> Petit, 1987; Tolson, 1996; Doblas, 1998

### Actividad (status)

Slemmons y McKinney (1977) sugieren el uso de los términos “falla activa” (active fault), “falla potencialmente activa” (capable fault) y “falla inactiva” (dead fault), caracterizándolas de la siguiente manera:

- Falla activa, es aquella que ha tenido movimientos (actividad) durante el régimen sismotectónico actual, por lo que es probable que pueda activarse en el futuro. Además, este tipo de fallas presenta evidencias de movimientos holocénicos (en los últimos 10,000 años), las evidencias pueden ser históricas, geológicas, geodésicas o geofísicas (sismológicas).
- Falla potencialmente activa, es aquella que ha tenido movimientos (actividad) una vez durante los últimos 35,000 años, o más de una vez en los últimos 500,000 años.
- Falla Inactiva, es aquella que estuvo activa durante un período orogénico antiguo, pero no durante el régimen tectónico presente; no afecta terrenos del Cenozoico Superior y no está activa sísmicamente.

### Fracturas

Del latín “fractus” (roto) son superficies que no presentan un desplazamiento visible y a través de las cuales la roca o los minerales han perdido la cohesión y la continuidad.<sup>30</sup> Las fracturas son estructuras abundantes en la corteza y se desarrollan en las rocas y suelos; ayudan a la corteza a cambiar de forma con movimientos de subsidencia, hundimientos (colapsos), levantamientos, cabalgaduras, contracciones, expansiones y plegamientos<sup>31</sup>. Las fracturas son asociadas a esfuerzos producidos por la naturaleza como lo es el tectonismo, la diagénesis, el gradiente termal y la gravedad.<sup>32</sup>

Las fracturas normalmente están asociadas a los eventos de fallamiento y plegamiento, principalmente a las conformadas en las estructuras sinclinales y anticlinales característicos de la zona montañosa.

### V.1.10.1 PELIGRO

En el municipio de San Ignacio se tienen identificadas 7 fallas, y 6 fracturas principalmente en la zona centro del municipio.

Tabla V.1.10.1 Fallas normales en el municipio

FALLA	COORDENADAS				ORIENTACION	LONGITUD (KMS)
	INICIO (X,Y)		TÉRMINO (X,Y)			
1	106° 38' 0.917"	23° 53' 16.444"	106° 41' 23.787"	23° 48' 14.632"	Noreste-Suroeste	11.412
2	106° 37' 13.950"	23° 52' 42.132"	106° 34' 21.113"	23° 47' 40.092"	Noroeste-Sureste	10.649
3	106° 37' 39.360"	23° 52' 36.682"	106° 40' 53.737"	23° 47' 28.224"	Noreste-Suroeste	11.214
4	106° 35' 41.724"	23° 56' 9.432"	106° 30' 31.114"	23° 47' 30.959"	Noreste-Suroeste	18.929
5	106° 7' 11.091"	23° 54' 19.385"	106° 21' 49.237"	23° 46' 39.160"	Noreste-Suroeste	28.689
6	106° 29' 30.346"	23° 50' 5.718"	106° 27' 29.144"	23° 46' 20.479"	Noreste-Suroeste	7.847
7	106° 16' 0.428"	23° 36' 38.601"	106° 17' 28.432"	23° 36' 9.149"	Noreste-Suroeste	2.646

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

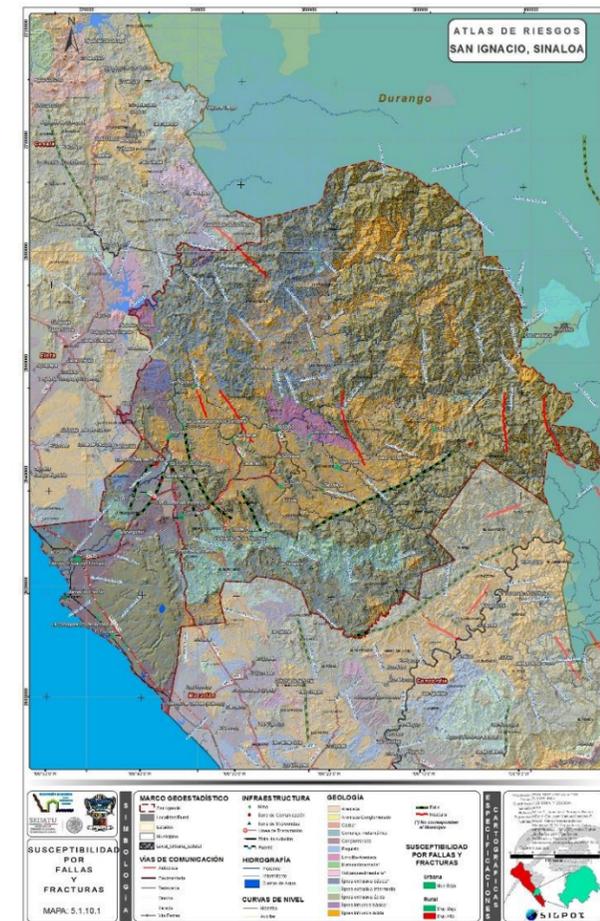
Tabla V.1.10.2 Fracturas normales en el municipio

FRACTURA	COORDENADAS				ORIENTACION	LONGITUD (KMS)
	INICIO (X,Y)		TÉRMINO (X,Y)			
1	106° 27' 3.838"	24° 11' 9.065"	106° 30' 17.417"	24° 13' 58.437"	Noroeste-Sureste	7.527
2	106° 34' 30.582"	24° 0' 0.083"	106° 33' 20.397"	23° 57' 19.518"	Noroeste-Sureste	5.307
3	106° 32' 2.420"	24° 0' 0.538"	106° 28' 25.873"	23° 54' 59.038"	Noroeste-Sureste	11.098
4	106° 1' 43.660"	24° 0' 1.545"	106° 1' 31.485"	23° 54' 14.002"	Norte-Sur	10.696
5	106° 18' 52.545"	23° 59' 59.125"	106° 16' 34.579"	23° 52' 49.987"	Noroeste-Sureste	14.050
6	105° 57' 34.889"	23° 59' 42.892"	105° 55' 40.496"	23° 53' 51.647"	Noroeste-Sureste	11.507

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Para la elaboración del mapa de Fallas y Fracturas del municipio de San Ignacio, se consideró un margen de afectación de 100 metros para fallas normales y 50 metros para fracturas, estas distancias se definieron tomando en cuenta los rasgos y el tipo de deformación considerado de una forma general.

El mapa elaborado de peligros por Fallas y Fracturas presenta estos rasgos, tomando como base cartografías previas, complementado con el análisis mediante modelos de relieve sombreado, mapas topográficos y de pendiente. (Ver Mapa 5.1.10.1 y Tabla V.1.10.1)



Mapa 5.1.10.1 Susceptibilidad por Fallas y Fracturas  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

<sup>30</sup> (Twiss y Moores, 1992; Van der Pluijn, 2004).

<sup>31</sup> (Davis, 1984).

<sup>32</sup> (Stearns, 1996).

Tabla V.1.10.1 Peligro por Fallas y Fracturas

NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	Piaxtla de Arriba	448	151
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Camino Real de Piaxtla	416	186

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

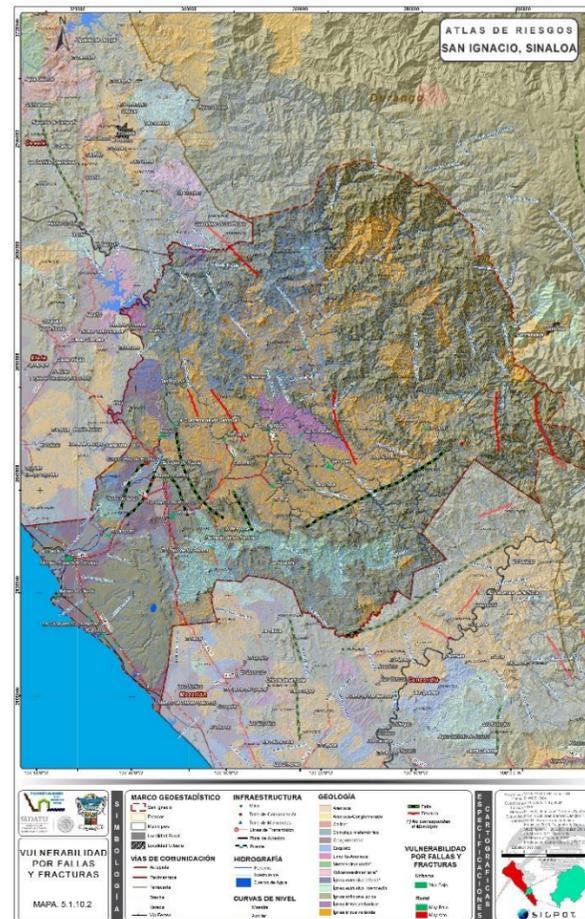
Una vez analizado y elaborado el mapa se observa las localidades rurales Piaxtla de Arriba, Las Lomas del Pedregal y Camino Real de Piaxtla se encuentran dentro del área de influencia de 100mts respecto a una falla normal, por lo que es considerada con un peligro Muy Alto.

El resto de las localidades rurales no sufren afectación por fallas y fracturas.

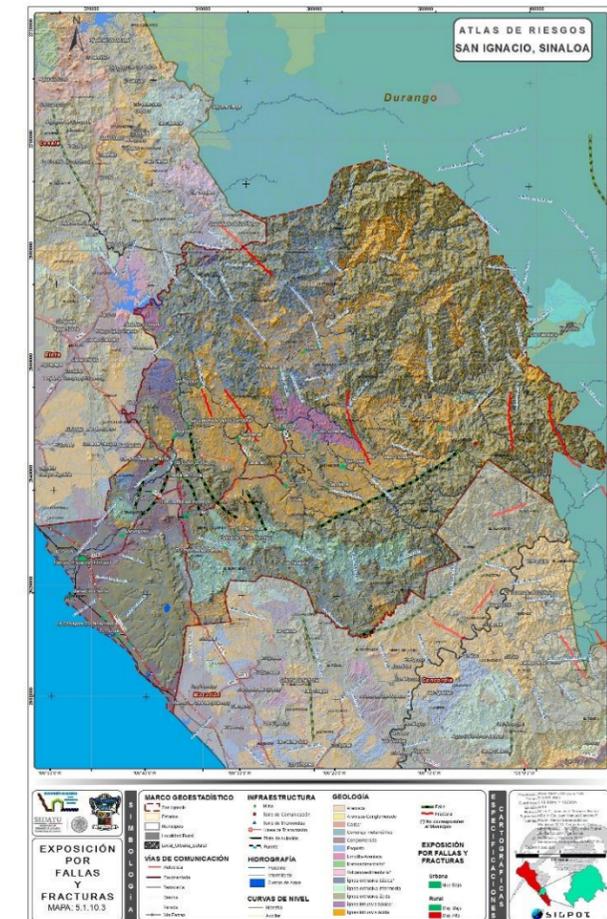
De igual manera las localidades urbanas San Ignacio y Dimas (Estación Dimas) no presentan afectación por estar a 4.5 y 11.8km, respectivamente, de una fractura y una falla.

### V.1.10.2 VULNERABILIDAD

En base a las encuestas realizadas para determinar la vulnerabilidad en la localidad rural Piaxtla de Arriba (por ser la localidad que completamente queda en el buffer de 100mts) y sumado a la vulnerabilidad social y la capacidad de respuesta, se obtiene una vulnerabilidad Muy Alta, ya que la población no tiene conocimiento de estar en una zona de afectación por fallas y fracturas.



Mapa 5.1.10.2 Vulnerabilidad por Fallas y Fracturas  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.1.10.3 Exposición por Fallas y Fracturas  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.1.10.3 RIESGO

Con la suma de los resultados de Peligro y Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Fallas y Fracturas para las localidades rurales Piaxtla de Arriba, Las Lomas del Pedregal y Camino Real de Piaxtla, quedando como se muestra a continuación y enlistando sólo la población y viviendas que presentan un riesgo Alto y Muy Alto.

Tabla V.1.10.3 Riesgo por Fallas y Fracturas

NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	Piaxtla de Arriba	448	151
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Camino Real de Piaxtla	416	186

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

## V.2 HIDROMETEOROLÓGICOS

### V.2.1 ONDAS CÁLIDAS Y GÉLIDAS

Se entiende por cambio climático un a clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera mundial y que a su vez se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos y aunque el cambio climático es un proceso normal en nuestro planeta, el problema es que se ha incrementado rápidamente por la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI).<sup>33</sup>

Es por ello que es la mayor amenaza que enfrenta la vida tal y como hoy la conocemos porque eleva la temperatura promedio del planeta. Por pequeña que sea, la variación de temperatura afecta el ciclo del agua, altera la frecuencia de los fenómenos climatológicos normales y hace más catastróficos los desastres naturales; a su vez, esto daña comunidades, cultivos y ecosistemas rompiendo el equilibrio ecológico en el cual se sustenta la vida actual en la Tierra.

Este cambio está afectando a todo el planeta, provocando cientos de miles de víctimas cada año e impactando diversas actividades económicas. Se trata de un fenómeno tan complejo que sus causas e impactos están relacionadas con todos los ecosistemas y con diversos ámbitos de la actividad humana: los océanos y los ecosistemas marinos; los bosques y la rica biodiversidad que albergan; las formas en que producimos nuestros alimentos (agricultura y ganadería); el agua dulce; las formas de producir, distribuir y consumir la energía, por mencionar algunos.

México no es una excepción. Su situación geográfica, condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores, contribuyen a que el país sea una de las zonas más vulnerables del mundo por el cambio climático, ubicando a este fenómeno como un asunto de seguridad mundial.

Hoy en día ya se dan cita en nuestro territorio gran variedad de alteraciones provocadas por este fenómeno que, en muchos casos, no son más que el inicio

de una tendencia de impactos que se verán exacerbados a lo largo del siglo si no adoptamos las medidas necesarias.

Durante la última parte del siglo XX se investigó exhaustivamente acerca del cambio climático, sus causas y nuestra vulnerabilidad a dicho fenómeno. Además, se desarrollaron diversos escenarios para simular las condiciones que se darían en el planeta, de acuerdo con posibles incrementos de temperatura.

Estos trabajos reflejan que el cambio climático afectará fuertemente las actividades humanas, tales como la agricultura, el turismo, la producción y consumo de energía, la habitabilidad de las zonas costeras, la disponibilidad de recursos hídricos y la salud humana, además de que alterará la fenología de plantas y animales.

México no es ajeno a estas afectaciones: de hecho, es uno de los países más vulnerables ante el cambio climático. Los impactos de este fenómeno en nuestro país son tales, que están considerados un tema de "seguridad estratégica" (ENACC, 2007) y, de hecho, ya se resienten en diversas regiones.

#### Ondas Cálidas y Gélidas

La onda de calor se caracteriza por temperaturas extraordinariamente altas, combinadas normalmente con mucha humedad en el ambiente. Mientras las ondas Gélidas se caracterizan por un gran descenso de la temperatura en un lapso de 24 horas.

Ambos se les llaman eventos climáticos extremos. En estos eventos se presentan un valor anómalo en la precipitación o la temperatura; los menos raros ocurren en promedio cada 20 años (5% de los casos), los muy raros con 2% de posibilidades de ocurrir) cada 50 años y los extremadamente raros cada 100 años (con solo 1% de probabilidad de que ocurran). Hay distintas maneras de estudiarlos, pero normalmente se hace con técnicas probabilísticas y su incidencia se mide con lo que se conoce como tiempo o periodo de retorno. Los especialistas definen este periodo como el tiempo promedio (en años) que tarde en repetirse un evento climático. Los eventos climáticos extremos traen como

consecuencia grandes pérdidas económicas, daños a la salud y, en muchos casos, desastres y fallecimientos.

La probabilidad de que estos eventos catastróficos aparezcan con mayor frecuencia se ha incrementado debido al cambio climático.

México no es la excepción en lo que a vientos climáticos extremos se refiere. No solo ha habido un aumento de huracanes que han afectado al país como Vilma, que en el 2005 costó cerca de 75 mil millones de dólares a la industria del turismo en Cancún, o el huracán Alex, que en 2010 desbordó los ríos del estado de Nuevo León y causó destrucción de un sinnúmero de casas, también se han presentado sequías, heladas, inundaciones y ondas de calor.

Para el caso de Sinaloa las ondas de calor se presentan con temperaturas superiores a los 37°C, mientras que las ondas gélidas se presentan debajo de los 9°C. Estas ondas suelen ocurrir principalmente en los años en que aparece El Niño (fenómeno oceánico-atmosférico, es de intensidad variable y ocurre en el pacífico, durante su ocurrencia provoca cambios en la temperatura y en los sistemas de presión en la región tropical del océano pacífico afectando los climas del mundo entero<sup>34</sup>), es decir, son intermitentes.

#### V.2.1.1 PELIGRO

Para el caso del municipio de San Ignacio una onda cálida se considera cuando la temperatura máxima es igual o mayor a 35°C, esto por dos o más días consecutivos. En contraparte las ondas gélidas se presentan cuando la temperatura mínima es igual o menor a 5°C por dos o más días.

Una vez analizados los registros de 3 estaciones climatológicas del municipio, en los últimos 10 años se concluye que, el municipio presenta peligro Alto por Ondas Cálidas, ya que se tiene registro de más de 80 días consecutivos con temperaturas igual o superiores a 35°C en los meses de mayo a agosto principalmente. Por otro lado el peligro por Ondas Gélidas se considera Muy Bajo ya que los registros climatológicos indican solo 23 ocurrencias en 10 años con

<sup>33</sup> <http://cambioclimatico.inecc.gob.mx/comprendercc/queeselcc/queeselcc.html> Fecha de Consulta 07 Octubre 2014

<sup>34</sup> CONAGUA reporte del clima en México

temperatura menor a los 5°C, las cuales no exceden los 3 días de continuidad. Por tal Motivo solo se analiza peligro por Ondas Cálidas. (Ver Tabla V.2.1.1.1)

Tabla V.2.1.1.1 Estaciones Climatológicas San Ignacio

ESTACIÓN	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÍNIMA	AÑOS MEDIDOS
DIMAS (CONAGUA)	39	0	10
SAN IGNACIO (CONAGUA)	46	1.5	10
SAN IGNACIO (CFE)	45.5	2	10

Fuente: Comisión Nacional del Agua

- Considerando que en el municipio sólo se tiene disponibilidad del promedio anual de las temperaturas máximas anuales se realiza una interpolación con el dato del promedio de la temperatura anual máxima por estación, obtenida de la Base de Datos Climatológica Nacional (Sistema CLICOM) para obtener el grado de susceptibilidad por Ondas Cálidas.

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

NUM	ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	TMAX
1	JOCUIXTITA	24.3	-106.3	28.4
2	GUADALUPE DE LOS REYES	24.3	-106.5	34.35
3	SOQUITITAN	24.2	-106.7	33.56
4	ACATITAN	24.1	-106.7	36.09
5	PIAXTLA	24	-106.4	35.62
6	SAN IGNACIO	23.9	-106.4	35.49
7	SAN IGNACIO CFE	23.9	-106.4	35
8	IXPALINO	24	-106.6	35.52
9	ELOTA	24	-106.7	34.47
10	LA CRUZ	23.9	-106.9	30.91
11	LA CRUZ CFE	23.9	-106.9	35.68
12	DIMAS	23.7	-106.8	30.98
13	EL LIMON	23.7	-106.5	34.07

Fuente: Base de Datos Climatológica Nacional

### Modelo de Ondas Cálidas



Modelo de Ondas Cálidas y Gélidas

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### Objetivo

Determinar las zonas de afectación por Ondas Cálidas y Gélidas en el área de estudio. Esto ayudará a identificar los sistemas expuestos que se encuentren en la zona para, posteriormente, revisar su vulnerabilidad y establecer escenarios de riesgo.

### Capas originales

- Promedio Temperaturas Máximas (Caso Ondas Calidas). Es una capa de puntos que contiene los datos de la cantidad de veces que se ha presentado una onda cálida en la zona de estudio, así como la duración de la onda cálida y la temperatura con que fue registrada.

### Variables

- Temperaturas Máximas Anuales. Este valor considera la temperatura máxima anual que se presenta en el municipio. Ponderando con un valor numérico entre 1 y 5 de acuerdo a las siguientes tablas.

VALORES POR TEMPERATURAS MÁXIMAS

TEMPERATURA	VALOR
28 - 32	1
32.1 – 33	2
33.1 – 34	3
34.1 – 35	4
35.1 – más	5

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### Procesos realizados

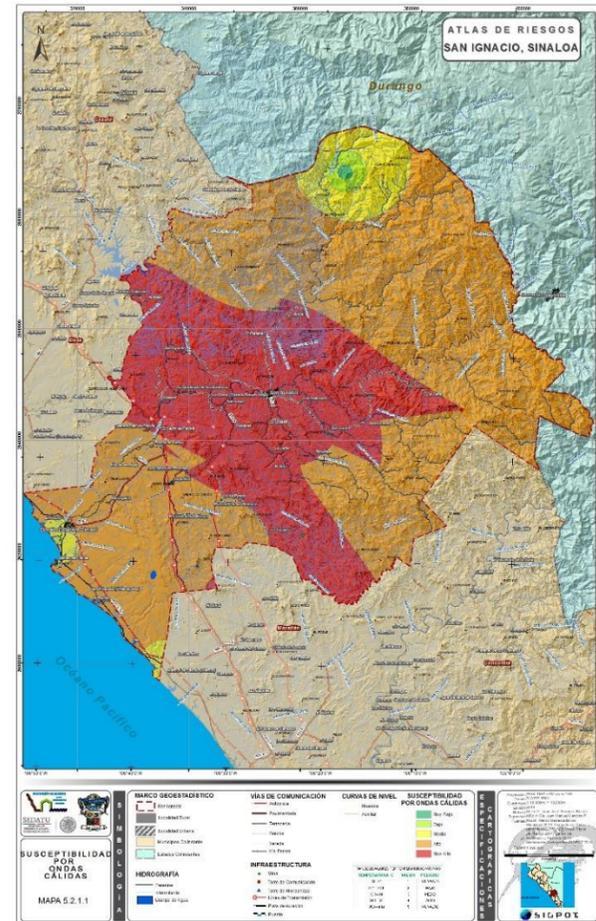
- IDW (Promedio de Temperaturas Máximas). Toma la capa original "Promedio de Temperaturas Máximas" e interpola una superficie de valores desconocidos a partir de puntos con valores conocidos que son tomados como referencia para realizar el análisis, éste proceso toma los valores correspondientes al Promedio de Temperaturas Máximas". Este proceso genera una capa ráster en donde los valores de las celdas son estimados mediante la información que hay en los puntos con datos conocidos, generando así información continua. La capa que se obtiene es llamada "IDW\_TPMax".

- Reclassify (TPMax). Reclasifica o cambia los valores del ráster generado en el proceso anterior, tiene como entrada la capa "TPMax" y reclasifica en valores de 1 a 5 para obtener los niveles de afectación por la duración de una onda cálida. La capa obtenida al finalizar el proceso es "Rec\_TPMax".

- Raster to Polygon (TPMax). Se aplica la herramienta al proceso para convertir a polígonos el resultado raster del proceso anterior, tomando el campo de valores entre 1 y 5 para obtener una capa vectorizada. La capa de entrada es "Rec\_TPMax" y la de salida es "RtP\_TPMax".

- Smooth Polygon (TPMax). Esta herramienta toma como entrada la capa "RtP\_TPMax", con el fin de suavizar los polígonos generados en el proceso anterior. La capa resultante y final es "Ondas Cálidas".

El resultado de este modelo genera el resultado para la susceptibilidad por ondas cálidas para el municipio, quedando como sigue. (Ver Mapas 5.2.1.1, 5.2.1.1.1 y 5.2.1.1.2 y Tabla V.2.1.1.2)



Mapa 5.2.1.1 Susceptibilidad Por Ondas Cálidas  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.1.1 Susceptibilidad Por Ondas Cálidas - San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



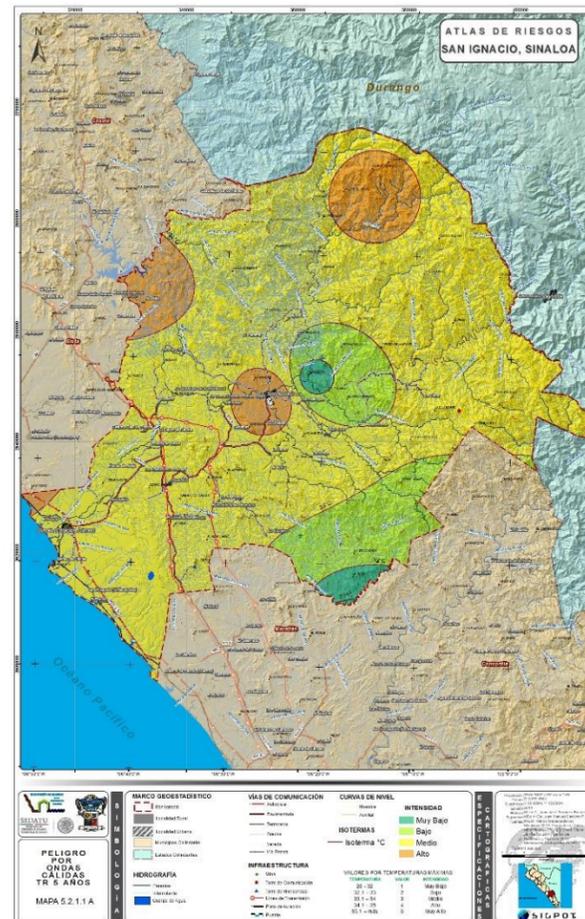
Mapa 5.2.1.1 Susceptibilidad Por Ondas Cálidas - Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Una vez obtenida la susceptibilidad de afectación por Ondas Cálidas se obtienen los periodos de retorno para determinar intensidades de peligro. (Ver Mapas 5.2.1.1 A, 5.2.1.1 B, 5.2.1.1 C y 5.2.1.1 D y Tabla V.2.1.1.3)

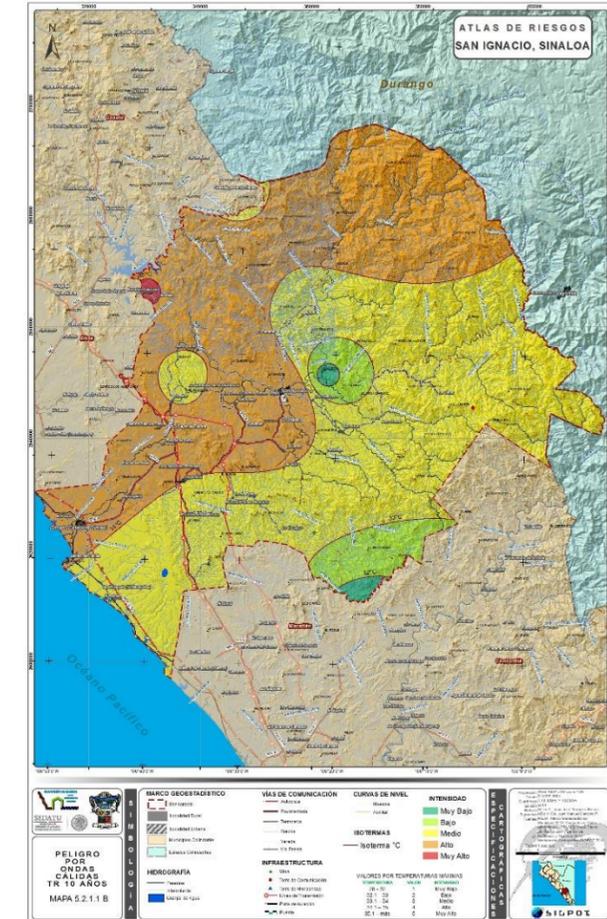
Tablas V.2.1.1.2 Peligro por Ondas Cálidas

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	San Ignacio	4543	1315
Medio	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Bajo	Barras de Piaxtla	457	217
	El Patole	388	235
Alto	El Pozole	125	39
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	El Limón de los Peraza	237	145
	Duranguito	568	194
	Lo de Ponce	287	91
	Coyotitán	1,676	595
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Piaxtla de Arriba	448	151
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	Contraestaca	119	34
	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
	La Caña	248	52
	La Quebrada de los Sandoval	119	63
	San Agustín	142	73
	Muy Alto	Palmarito de los Ramírez	114
El Tule		110	28
Tacuitapa		109	45
La Labor		455	177
San Juan		516	209
El Cajón de Piaxtla		145	48
El Lodazal		163	45
Cabazán		278	113
Vado Hondo		180	44
San Javier		332	191
Los Humayes	254	78	
Ixpalino	391	239	
La Tasajera	103	29	
El Platanar	159	47	
Ajoya	230	159	
Acatitán	141	47	

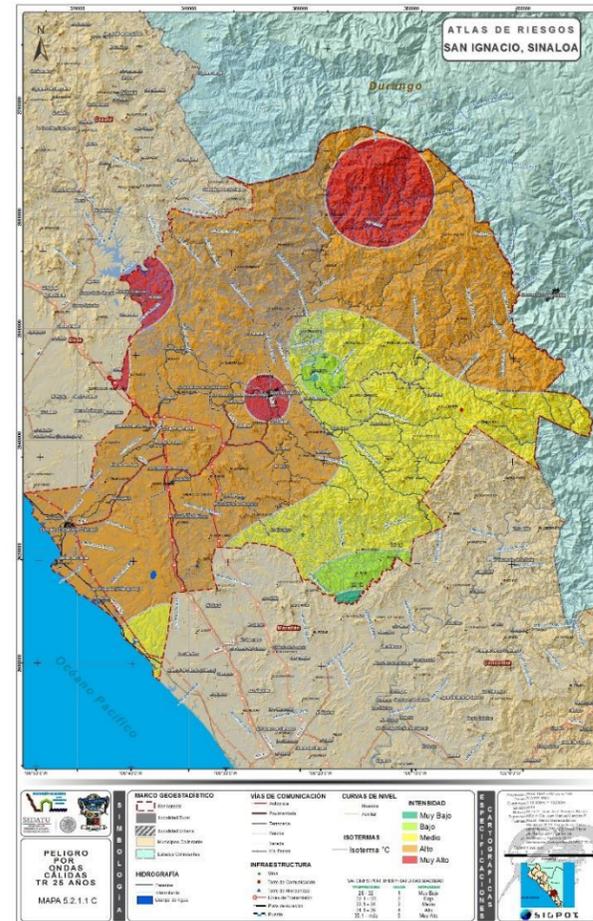
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



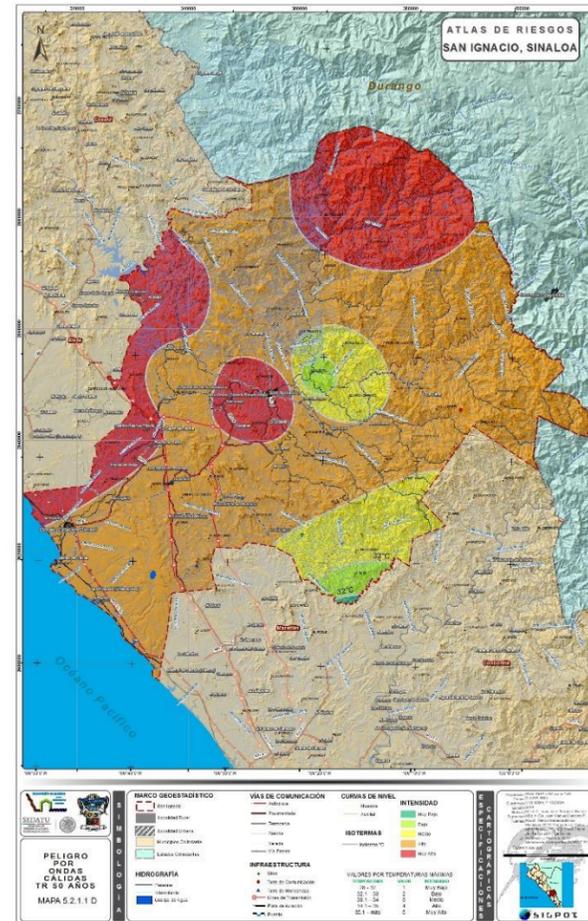
Mapa 5.2.1.1 A Peligro Por Ondas Cálidas Tr 5 Años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.1.1 B Peligro Por Ondas Cálidas Tr 10 Años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.1.1 C Peligro Por Ondas Cálidas Tr 25 Años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.1.1 D Peligro Por Ondas Cálidas Tr 50 Años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tablas V.2.1.1.3 Peligro por Ondas Cálidas con Periodos de Retorno

TR	NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
5	Alto	San Ignacio	4543	1315
	Medio	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
10	Alto	San Ignacio	4543	1315
	Alto	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
25	Muy Alto	San Ignacio	4543	1315
	Alto	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
50	Muy Alto	San Ignacio	4543	1315
	Alto	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.2.1.2 VULNERABILIDAD

En base a las encuestas realizadas para determinar la vulnerabilidad social en la localidad urbana de San Ignacio resulta Muy Baja, al igual que para la localidad de Dimas (Estación Dimas), ya que la población tiene una percepción clara del peligro de Ondas Cálidas al que está expuesto, lo que incide positivamente en la capacidad de respuesta. (Ver Mapas 5.2.1.2.1 y 5.2.1.2.2)

### V.2.1.3 RIESGO

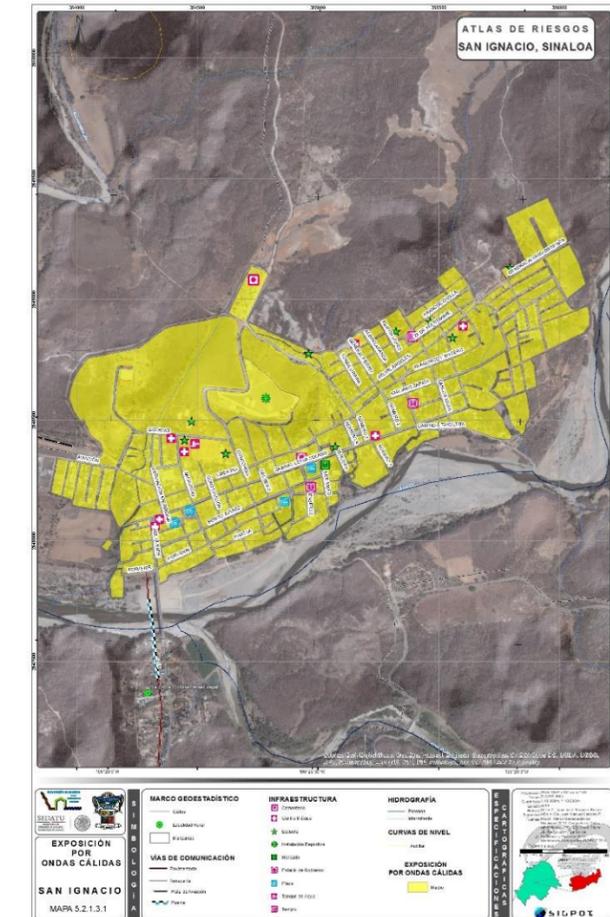
Con la suma de los resultados de Peligro con tasa de Retorno de 50 años y la Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Ondas Cálidas para las localidades urbanas San Ignacio y Dimas (Estación Dimas), quedando como se muestra a continuación. (Ver Mapas 5.2.1.3.1 y 5.2.1.3.2)



Mapa 5.2.1.2.1 Vulnerabilidad Por Ondas Cálidas – San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.1.2.2 Vulnerabilidad Por Ondas Cálidas – Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.1.3.1 Exposición por Ondas Cálidas – San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

## V.2.2 SEQUIAS

La sequía se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico. El agua deja de fluir en ríos que normalmente no se secan y los lagos y lagunas se convierten en valles áridos.

A mayor tiempo sin la presencia de lluvias, la sequía tiende a ser más aguda. Una sequía puede ser incipiente, moderada, severa, crítica y catastrófica. La frecuencia, duración, magnitud, extensión espacial y severidad de la sequía son analizadas a nivel de cuenca.

Para identificar un periodo de sequía en una región, se toma como parámetro una disminución significativa en las precipitaciones, comparada con la precipitación promedio, y dependiendo del tiempo que dure esta condición, de igual manera las consecuencias que se presentan en las actividades de sus habitantes. Es necesario distinguir los periodos de sequía, se dice que los periodos son cortos cuando hay una duración entre uno y tres años, y los periodos prolongados, donde la modificación en los patrones de precipitación se mantiene por diez o más años, en éste último es donde hay varios episodios de sequías intensas.

Para efectos de estudio, se ha clasificado la sequía en tres tipos:

- **Meteorológica**, Se presenta en un periodo de tiempo cuando la lluvia registrada es menor al promedio.
- **Hidrológica**, Se presenta en un periodo de tiempo cuando los escurrimientos tanto superficiales como subterráneos están por debajo del promedio.
- **Agrícola**, Se presenta en un periodo de tiempo cuando la humedad contenida en el suelo es insuficiente para producir una cosecha.

La sequía meteorológica será la estudiada en el Atlas de Riesgos del Municipio de San Ignacio.

Las sequías pueden presentarse en cualquier tiempo y en cualquier lugar, pero existen áreas específicas sensibles al fenómeno, definidas básicamente por su localización geográfica, como lo es la latitud, ya que a partir de la línea del Ecuador hacia los polos, en forma alterna, se presentan las franjas de baja y alta presión atmosférica, donde las primeras corresponden a las áreas lluviosas y húmedas en el planeta, desde el Ecuador hacia los 60° de latitud Norte y Sur y las segundas, corresponden a zonas donde los vientos son secos y descendentes, que no proporcionan lluvia y están alrededor de los 30° Norte y Sur, y en los polos.

México tiene gran parte de su territorio en la franja de alta presión de latitud Norte, por lo que estas zonas son áridas y semiáridas, coincidiendo en latitud con las zonas de los grandes desiertos africanos y asiáticos, al igual que los desiertos australianos. Los Estados que más las padecen son los del norte, mencionando entre ellos, en orden de magnitud a: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala.<sup>35</sup> (Ver Tabla V.2.2.1)



Mapa 5.2.1.3.2 Exposición por Ondas Cálidas – Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tabla V.2.2.1 Histórico de sequías en México

ESTADO	1948-1954	1960-1964	1970-1978	1993-1996
Aguascalientes	No afectó	Severa	Regular	Severa
Baja California	Regular	Severa	Regular	Severa
Baja California Sur	Regular	Severa	Regular	Severa
Campeche	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
Chiapas	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
Chihuahua	Severa	Severa	Severa	Severa
Coahuila	Severa	Severa	Severa	Severa
Colima	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Distrito Federal	No afectó	Regular	No afectó	Severa
Durango	Regular	Severa	Severa	Severa
Guanajuato	Regular	Severa	Regular	Severa
Guerrero	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Hidalgo	Regular	Severa	Severa	Severa
Jalisco	No afectó	Regular	No afectó	Regular
México	No afectó	Regular	Regular	Severa
Michoacán	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Morelos	No afectó	No afectó	No afectó	Severa
Nayarit	No afectó	Regular	No afectó	Regular
Nuevo León	Severa	Severa	Severa	Severa

<sup>35</sup> <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/index.php/riesgos-hidrometeorologicos/sequias> Fecha de Consulta 08 Octubre 2014

Oaxaca	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Puebla	No afectó	Regular	Regular	Severa
Querétaro	Regular	Severa	Severa	Severa
Quintana Roo	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
San Luis Potosí	Severa	Severa	Regular	Severa
Sinaloa	Regular	Severa	Regular	Severa
Sonora	Severa	Severa	Regular	Severa
Tabasco	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
Tamaulipas	Severa	Severa	Regular	Severa
Tlaxcala	No afectó	Severa	Severa	Severa
Veracruz	No afectó	No afectó	No afectó	Regular
Yucatán	No afectó	No afectó	No afectó	No afectó
Zacatecas	Regular	Severa	Regular	Severa

Fuente: Atlas Nacional de México, UNAM Instituto de Geografía, 1990.

La sequía presentada durante los años 2011 y 2012 obligaron a las autoridades federales a emitir 53 declaratorias de emergencia y 44 declaratorias de desastre natural para estar en condiciones de apoyar a 479 municipios de 17 entidades federativas. En esta sequía, considerada como la peor en 70 años, se catalogaron en sequía extrema a los estados de Chihuahua, Durango, Sonora, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, y con sequía severa a Zacatecas y San Luis Potosí. Sin embargo también se presentó el fenómeno en regiones de los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

A nivel nacional, las lluvias del año 2013 finalizó como el cuarto más lluvioso desde 1941, siendo superado por los años 1958, 2010 y ligeramente por 1981. Un escenario totalmente favorable sucedió en 2013 en comparación a lo ocurrido en los dos años previos; 2012 el vigesimoquinto más seco o 2011 el decimoterter más seco

Durante el año 2013, el 47% del país resultó con anomalías positivas (mayores al 115% de la normal), 35% muy cercano a la normal (entre 85% y 115%) y solamente el 18% resultó con déficit de lluvias (menores al 85% de la normal), sin embargo, el exceso de lluvia ocurrió en los últimos cuatro meses para muchas regiones hidrológicas. Por ejemplo, el balance anual en la RH25 (Río San Fernando-Soto La Marina) resultó positivo gracias a las lluvias de septiembre; anterior a esa fecha el balance era muy cercano a la normal. (Ver Imagen V.2.2)

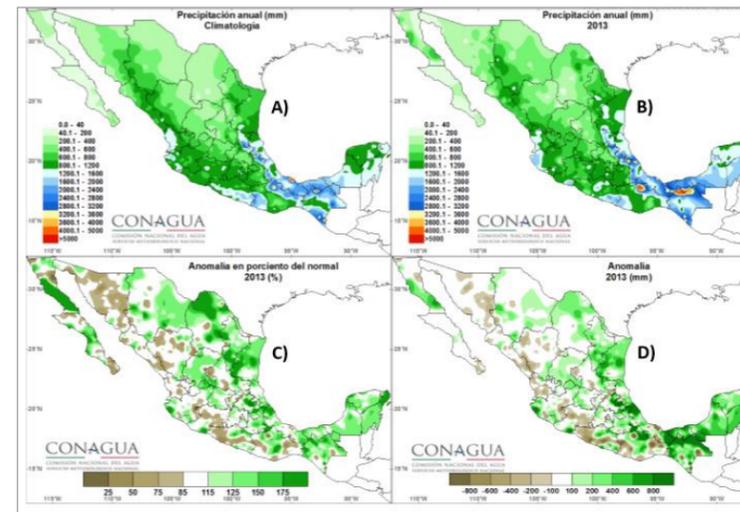


Imagen V.2.2 Precipitaciones

Fuente: Reporte del Clima en México 2013, CONAGUA

De acuerdo al reporte del clima en México para el 2013, emitido por la Comisión Nacional del Agua, las regiones que tuvieron lluvias por arriba de lo normal fueron el noreste (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas), Veracruz, el norte de Oaxaca, Chiapas y Tabasco y la Península de Yucatán. (Ver Tabla V.2.2.2)

Tabla V.2.2.2 Precipitación Nacional y por Entidad Federativa durante 2013

ESTADO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Aguascalientes	51.6	0	0.4	0.2	18.9	75.4	205.7
Baja California	28.9	12.2	6.3	0.4	3.4	3.8	30.6
Baja California Sur	8.6	0.5	0.8	0.1	1.2	4.1	18.3
Campeche	113.7	15.7	7	19.5	119.7	248.8	215.1
Chiapas	15.4	1.8	1.8	12.3	44.1	52.4	76.5
Chihuahua	98	0	6.6	0.1	2.8	124.2	239.1
Coahuila	59	16.9	15.7	29.6	214.6	339.3	248.4
Colima	18.5	1.9	1.1	0.5	7.6	52.1	204.9
Distrito Federal	2.2	1.4	2.3	15.6	52.8	107.1	113.8
Durango	4.6	0.1	0.1	0.3	4.7	29.7	147.4
Guanajuato	11.4	0.2	2.4	1	27	94.6	214.8
Guerrero	7	0.1	7.5	7.1	69.6	1995.7	154.4
Hidalgo	7.7	8.5	8.7	9.8	53.2	100	100.5
Jalisco	46	0.1	2.2	0.1	18.4	114.4	223.6
México	4.1	0.9	7.7	11.9	56.9	124.2	161.1
Michoacán	17.7	0.1	10.3	0.96	24.8	122.9	234.6
Morelos	0.8	0.3	8.9	6.5	144.5	262.5	254
Nayarit	18.7	0.5	0.5	1	5.1	151.4	216.7
Nuevo León	28	2.5	6.5	27.2	76	47.5	72.1
Oaxaca	11.4	11.9	12.1	13.6	73.9	187.9	133.5

Puebla	8.3	11.7	16.3	20.5	92.5	204.5	203.2
Querétaro	4.9	3.8	5.9	7.4	4.2	89.2	159.3
Quintana Roo	51.3	40.7	39.1	18.6	77.9	254.7	208.7
San Luis Potosí	22.5	4.8	10	2.7	42.8	87.5	102.1
Sinaloa	4	0.1	0.2	0.2	1.2	35.7	164.4
Sonora	19.1	5.1	2.2	1	0.9	9.7	148.3
Tabasco	185.9	34.3	48.7	37.7	141.3	266.1	230.01
Tamaulipas	30.09	3.2	9.6	28.2	55.2	100.8	94.4
Tlaxcala	4.1	7.35	30.8	16.3	69.1	117.7	161
Veracruz	28.7	29.3	30.8	19.1	120.3	254.6	158.7
Yucatán	56.7	12.8	10.7	37	72.5	216.9	154.7
Zacatecas	27	0.4	0.8	0.8	14.2	54.6	158.5
Nacional	26.4	6.4	7.1	9	43.9	103.2	152.6

ESTADO	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Aguascalientes	80.1	154.3	45.3	35.2	89.3	756.4
Baja California	31.6	33.5	13.4	17.4	12.3	193.8
Baja California Sur	65.8	54.1	56.3	12.8	6.3	229
Campeche	259	215.6	171.5	189	123.1	1697.4
Coahuila	28	121.2	40.1	33.1	17	443.6
Colima	300	731.1	124.6	176.5	74.1	1877.1
Chiapas	309.9	394.9	299.5	193.2	157.8	2278.6
Chihuahua	99.1	103	33.9	45.9	49.6	618.1
Distrito Federal	130.3	196.7	64.3	36.1	2.5	697.8
Durango	89.4	138.5	19.3	59.9	22.9	516.8
Guanajuato	107.1	158.9	47.3	32.5	37.9	762.1
Guerrero	156.3	535.5	103.2	29.9	4.4	1270.6
Hidalgo	116.7	218.9	79.4	66.7	26.8	796.8
Jalisco	153.9	304.8	60.2	60	79	1062.8
México	133	221.9	71.7	42.1	7.6	842.9
Michoacán	160.9	359.4	74.1	37.6	32.1	1075.3
Morelos	256.3	393.9	114.5	70.4	2.1	1514.9
Nayarit	289.9	324.2	32.9	91.4	77.3	1209.4
Nuevo León	51.3	291.3	29.7	50	74.5	756.5
Oaxaca	204.2	409.4	98.1	61.8	19.9	1237.6
Puebla	227.9	349.1	125.2	104.9	26	1390
Querétaro	116.6	203	64.3	55.4	29.3	780
Quintana Roo	220.7	377.4	235.6	246	127.6	1898.5
San Luis Potosí	134.8	260.9	61.5	75	70.9	875.5
Sinaloa	197.2	298.6	16.1	91.1	32.9	846.7
Sonora	97.3	81	25.1	28.6	28.4	446.7
Tabasco	297.5	276.3	378.4	455.8	460.5	2811.9
Tamaulipas	132.9	402.8	43.2	88.6	100.9	1090.6
Tlaxcala	96.2	202.8	81.2	42.4	17.4	823.8
Veracruz	267.2	408.6	225.6	234.7	77	1852.4
Yucatán	205.7	270.1	177.1	135.6	69.1	1418.7
Zacatecas	79.6	144.5	48.9	37.6	64.1	631
Nacional	135.8	227.3	77.6	76.2	55.1	920.5

Fuente: Reporte del Clima en México, 2013. CONAGUA. Valores en milímetros (mm)

### Clasificación de la intensidad de la sequía

Clasificación de la intensidad de la sequía de acuerdo al Monitor de Sequía de América del Norte (NADM)

**Anormalmente Seco (D0):** Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía.

- Al inicio de un periodo de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios.
- Al final del periodo de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.

**Sequía Moderada (D1):** Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.

**Sequía Severa (D2):** Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.

**Sequía Extrema (D3):** Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.

**Sequía Excepcional (D4):** Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

En diciembre de 2013 únicamente el 6.8% de la superficie de México, resultó afectada con sequía (desde D0 a D2), el menor porcentaje para diciembre en los doce años del Monitor de Sequía de América del Norte. Las zonas con sequía se observaron en los estados del norte, mientras que regiones anormalmente secas (D0) estuvieron confinadas en pequeñas áreas, principalmente en el occidente y sur del país

Actualmente, y de acuerdo con el Monitor de Sequía de América del Norte, gran parte del estado de Sinaloa no presenta sequía, sin embargo se suelen presentar periodos de sequía anormalmente seca (D0), debido a las condiciones climáticas de la zona. (Ver Imagen V.2.2.1)

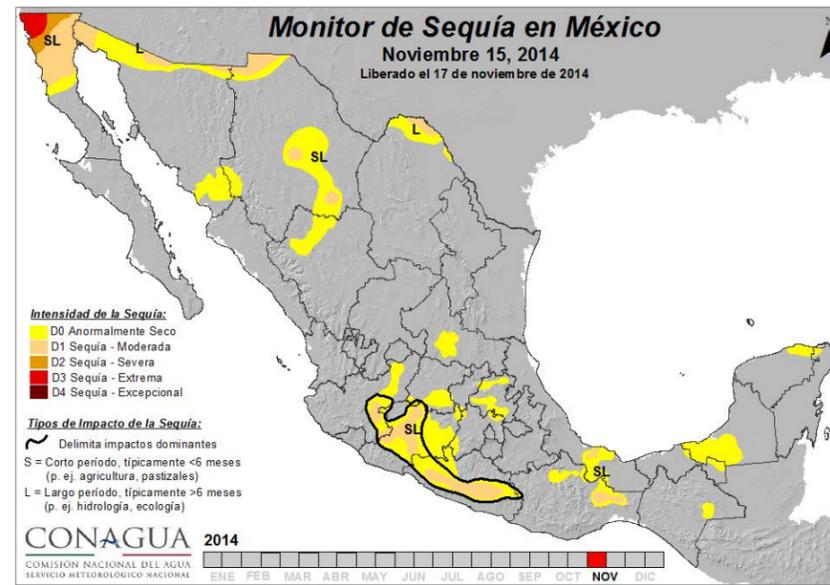


Imagen V.2.2.1 Monitor de Sequía en México

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA. <http://smn.cna.gob.mx>

### Índices de sequía

Para cuantificar la sequía se han desarrollado diferentes índices, cada uno presenta sus ventajas y desventajas. Debido a que las sequías tienen una gran variación en la duración, es importante detectarlas y monitorearlas en una variedad de escalas temporales. Las sequías de corto término, son medidas por instrumentos meteorológicos son definidas de acuerdo a la climatología regional específica. Las sequías de importancia para la agricultura resultan en déficits de la humedad del suelo y las sequías de tres a seis meses pueden causar un gran impacto. Las sequías más prolongadas (de meses a años) pueden tener impactos significativos sobre las reservas de agua superficial y subterránea. Los valores de IEP (índice estándar de precipitación) se generan comparando la precipitación acumulada total para una estación o región en particular durante un intervalo de tiempo específico, con el promedio la precipitación acumulada durante ese mismo intervalo, todo el tiempo para que exista el registro climático.

### V.2.2.1 PELIGRO

En Sinaloa, por sus factores territoriales, ha sido un estado con severo impacto del fenómeno de la sequía, tan solo en el año 2011 se promulga la declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de sequía severa del 1 de mayo al 30 de noviembre de 2011 en los municipios de Choix y San Ignacio.

De igual manera el Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), como apoyo para el análisis de la sequía en México se ha generado la tabla de indicadores del tipo de sequía por municipio, en la cual mensualmente se etiqueta a cada municipio de la República Mexicana de acuerdo a la intensidad de la sequía que presenta. Los datos mencionados en la tabla de indicadores de sequía son con fecha de mayo 2014. En la cual, muestra que en el estado se consideran 16 municipios con sequía meteorológica, catalogando al municipio de San Ignacio con sequía meteorológica Anormalmente Seco. (Ver Tabla V.2.2.4)

Tabla V.2.2.1.1 Clasificación de sequía meteorológica

NOM MPIO.	ORG. CUENCA	SUP. (km <sup>2</sup> )	ZONA URBANA (KM <sup>2</sup> )	DISTRITOS RIEGO (KM <sup>2</sup> )	ÁREA EXPUESTA (KM <sup>2</sup> )	TIPO SEQUÍA	CV E
Ahome	Pacífico Norte	3959	47	1966	1946	Anormalmente Seco	D0
Angostura	Pacífico Norte	1886		832	1054	Anormalmente Seco	D0
Badiraguato	Pacífico Norte	4790			4790	Anormalmente Seco	D0
Concordia	Pacífico Norte	2144			2144	Anormalmente Seco	D0
Cosalá	Pacífico Norte	2149			2149	Anormalmente Seco	D0
Culiacán	Pacífico Norte	6239	116	1787	4336	Anormalmente Seco	D0
Choix	Pacífico Norte	3189			3189	Anormalmente Seco	D0
Elota	Pacífico Norte	1626		410	1215	Anormalmente Seco	D0
El Fuerte	Pacífico Norte	4134		697	3437	Anormalmente Seco	D0
Mazatlán	Pacífico Norte	2505	66	28	2410	Anormalmente Seco	D0
Mocorito	Pacífico Norte	2773		323	2450	Anormalmente Seco	D0

Rosario	Pacífico Norte	2606	48	2558	Anormalmente Seco	D0	
Salvador Alvarado	Lerma Santiago o Pacífico	766	16	201	549	Anormalmente Seco	D0
San Ignacio	Lerma Santiago o Pacífico	5015	51	4964	Anormalmente Seco	D0	
Sinaloa	Pacífico Norte	6268	521	5748	Anormalmente Seco	D0	
Navolato	Pacífico Norte	2306	1395	911	Anormalmente Seco	D0	

Z.U.= Zona Urbana / D.R.= Distritos de Riego / A.E.= Área Expuesta

Fuente: Comisión Nacional del Agua CONAGUA. Programa Nacional Contra la Sequía PRONACOSE

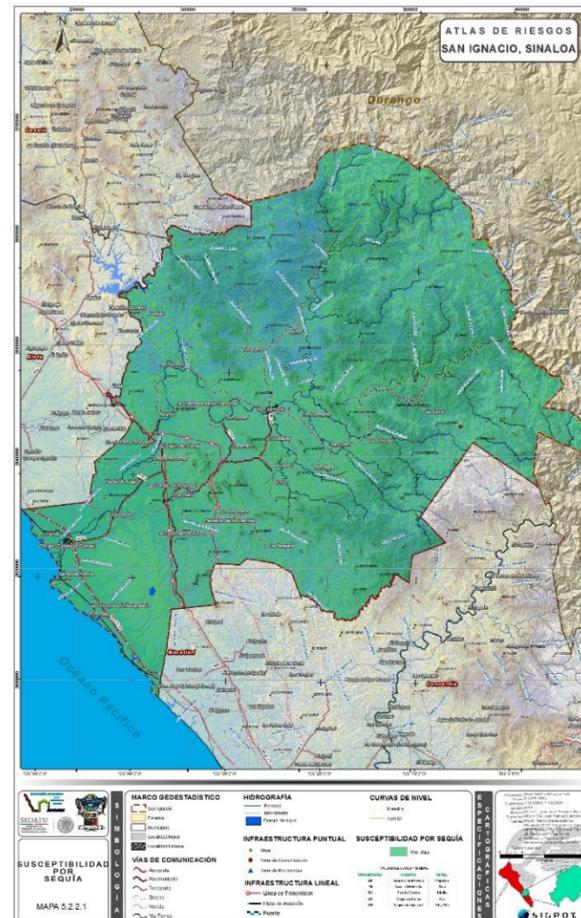
De acuerdo a la clasificación del monitor de sequía en México se pondera como sigue. (Ver Tabla V.2.2.1.2).

Tabla V.2.2.1.2 Intensidad de la sequía

INTENSIDAD	SEQUIA	NIVEL
D0	Anormalmente Seco	Muy Baja
D1	Sequía Moderada	Baja
D2	Sequía Severa	Media
D3	Sequía Extrema	Alta
D4	Sequía Excepcional	Muy Alta

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA. <http://smn.cna.gob.mx>

Considerando la clasificación de la tabla anterior se considera un peligro Muy Bajo para el municipio respecto a este fenómeno. (Ver Mapa 5.2.2.1)



Mapa 5.2.2.1 Susceptibilidad por Sequias  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.2.3 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. 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.

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiativa. 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. Pero es relevante, aunque en menor grado, las afectaciones a la salud de la población que es influenciada por las olas de frío.

La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella.

Los cambios de la atmósfera que modifican a las condiciones del tiempo se les identifican como fenómenos meteorológicos; cuando abarcan extensas zonas del planeta se les nombra macro – meteorológicos, estos condicionan la época de ocurrencia y la extensión de las regiones donde se desarrollan las heladas. Entre ellos tenemos:

#### Balance regional de la radiación

La atmósfera recibe energía proveniente del Sol en forma de radiación. Una fracción de la energía es absorbida por la troposfera (capa de la atmósfera más cercana a la Tierra donde se presentan los fenómenos meteorológicos), otra parte se dirige al exterior al ser difundida desde la atmósfera hacia el espacio y el resto llega a la superficie de la Tierra.

En las noches con cielo cubierto por nubes, gran parte de la energía que se difunde desde la corteza de la Tierra (radiación de calor proveniente del suelo) es reflejada por estas masas de humedad hacia el planeta; otra parte de ella es absorbida y la restante es enviada al espacio. (Ver Imagen V.2.3.1)



Imagen V.2.3.1 Las nubes reintegran calor a la tierra y disminuye la ocurrencia de heladas  
Fuente: Serie Fascículos – Heladas. CENAPRED. 1ª Edición, Diciembre 2001.

Cuando de una región de la superficie terrestre se desprende una mayor cantidad de calor que la recibe, ocurre un enfriamiento que favorece la formación de la helada. (Ver Imagen V.2.3.2)

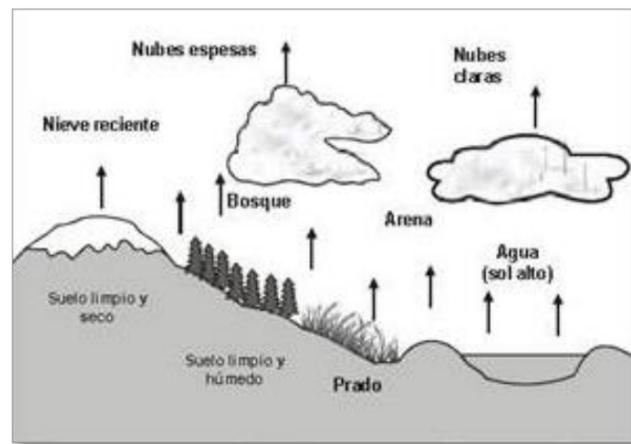


Imagen V.2.3.2 Enfriamiento que favorece la formación de heladas  
Fuente: Serie Fascículos – Heladas. CENAPRED. 1ª Edición, Diciembre 2001.

Los balances de radiación en una zona de la superficie terrestre no son los mismos a lo largo del tiempo, y dependen de la ubicación sobre la Tierra, porque la inclinación de los rayos solares que llegan a la zona influye en la cantidad de energía que ésta recibe.

Los principales elementos del tiempo que influyen en la formación de las heladas son:

▪ **Viento**

El viento es fundamental para que se desarrolle una helada, pues cuando hay corrientes de aire se mezcla el aire frío, que se encuentra cercano al suelo, con el más caliente que está en niveles superiores, lo que hace más difícil el desarrollo de una helada. Por tanto, una de las condiciones que favorece la ocurrencia de heladas es la ausencia de viento.

▪ **Nubosidad**

Las nubes son extensos conjuntos de pequeñas gotas de agua y cristales de hielo suspendidos en el aire. Se forman cuando el vapor de agua presente en el aire llega a los niveles altos de la atmósfera y se condensa porque la temperatura es más baja. Cuando el cielo está cubierto por nubes, éstas disminuyen la pérdida de calor del suelo por radiación hacia la atmósfera y devuelven parte de ese calor a la Tierra. Para que ello ocurra, la temperatura del aire en movimiento debe ser mayor a la del punto de rocío (la temperatura a la cual el aire no admite más humedad). Cuando sigue descendiendo la temperatura puede llegar a los 0°C y el vapor de agua que contiene produce una capa delgada de hielo en la superficie de la Tierra, que se conoce como escarcha blanca.

▪ **Humedad atmosférica**

Cuando disminuye la temperatura a los 0° C o menos, y el viento es escaso, el vapor de agua contenido en el aire, se condensa; si la humedad es abundante, ésta produce niebla y cuando tiene poco contenido de humedad, se forma la helada. Por ello una gran humedad atmosférica reduce la probabilidad de ocurrencia de heladas. Cuando se presenta una helada, en los cuerpos de agua de una zona y en objetos sobre el terreno se pueden formar capas de hielo.

▪ **Radiación Solar**

Una cantidad de radiación solar es absorbida por la superficie de la Tierra y otra es devuelta desde su superficie a la atmósfera (radiación reflejada). Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde; estos procesos dependen de la nubosidad y del viento que existan sobre ciertas regiones del planeta. Cuando los días son más cortos y las noches más largas, aumenta la ocurrencia de heladas; aunque exista una menor acumulación de calor en el suelo, habrá un mayor tiempo para que se transmita hacia el aire.

**Clasificación de las heladas a partir de su origen climatológico**

Las heladas se pueden agrupar desde los puntos de vista de origen climatológico, época de ocurrencia o aspecto visual. Algunas de las categorías se relacionan entre sí. (Ver Imagen V.2.3.4)

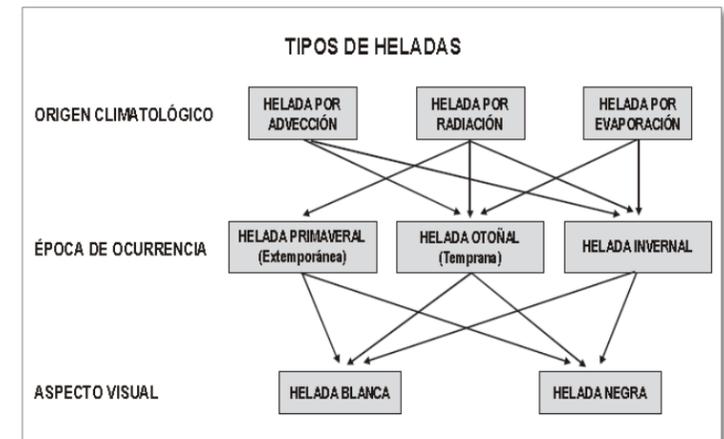


Imagen V.2.3.4 Tipos de Heladas  
Fuente: Serie Fascículos – Heladas. CENAPRED. 1ª Edición, Diciembre 2001.

▪ **Heladas por advección**

Esta clase de heladas se forma cuando llegan grandes masas de aire frío de origen continental a una región hasta de 100 km<sup>2</sup>, ubicada en las partes bajas de las montañas, en las cañadas o en valles; se presentan indistintamente en el día o noche. Ellas van acompañadas de vientos moderados a fuertes (velocidades mayores de 15 km/h) y durante ellas no existe inversión térmica (inciso. Los cultivos se enfrían por contacto y los daños que sufren dependen de su naturaleza y etapa en que se encuentre su desarrollo. Los daños en los cultivos se deben al continuo movimiento de aire frío sobre ellos, por lo que es muy difícil protegerlos contra esta clase de esta se puede formar también cuando no hay viento, el cielo está despejado, existe una baja concentración de vapor de agua en el aire y aparecen fuertes inversiones térmicas cercanas a la superficie.

▪ **Heladas por radiación**

Estas heladas se presentan por la pérdida de calor del suelo durante la noche. Como se mencionó, durante el día el suelo se calienta, pero al anochecer pierde calor por radiación, con mayor cantidad en las noches largas de invierno; por ello, las heladas más severas ocurren en esta estación del año. Los lugares más propensos a la formación de heladas por radiación son tanto los valles como las cuencas y hondonadas próximas a las montañas. Ello se debe a la acumulación del aire frío que desciende durante la noche.

▪ **Heladas por evaporación**

Se originan cuando el aire cercano a la superficie del suelo tiene una humedad relativa baja y disminuye aún más por la llegada de un viento con aire seco. Este último causa la evaporación del agua que se encuentra sobre las plantas, lo que provoca su enfriamiento. Esta helada, aunque poco frecuente, afecta a las plantas con flores y a las hortalizas.

**Clasificación de las heladas por la época en que ocurren**

De acuerdo con la estación del año en que se presentan, se tienen tres clases de heladas.

▪ **Heladas primaverales**

Este tipo de helada afecta principalmente a los cultivos de ciclo anual (como el maíz) cuando se encuentran en la etapa de brotación de ramas o con pocos días de nacimiento. Se presentan cuando en el ambiente se genera un descenso de temperatura.

▪ **Heladas otoñales**

También llamadas heladas tempranas, son perjudiciales para los cultivos porque pueden interrumpir bruscamente el proceso de formación de botones de las flores y la maduración de frutos. A estas heladas se le atribuye la reducción de la producción agrícola de una región. Se forman por la llegada de las primeras masas de aire frío sobre el país provenientes del Polo Norte durante los meses de septiembre y octubre.

▪ **Heladas invernales**

Se forman durante el invierno si la temperatura ambiente disminuye notablemente. Estas heladas afectan principalmente a los árboles perennes con frutos y especies forestales, especialmente cuando se hace más intenso el frío. Ellas ocurren cuando las plantas se encuentran en periodo de reposo, lapso en el que las plantas disponen de mayores posibilidades de soportar bajas temperaturas.

**Clasificación de las heladas por su efecto visual**

El contenido de humedad en las masas de aire determina el tipo de helada. Atendiendo a la apariencia de los cultivos expuestos a las bajas temperaturas del aire se tienen dos tipos de heladas.

▪ **Helada blanca**

Para que se presente esta helada es indispensable que el aire cercano al follaje y las flores tengan temperaturas iguales o menores que 0°C, de esta manera, el aire alcanza la temperatura del punto de rocío, ya que con ello existe condensación y de inmediato el vapor de agua del aire pasa al estado sólido para formar hielo; este último forma capas de

color blanco sobre la superficie de las plantas y en objetos expuestos; se observan principalmente en las mañanas despejadas y sin viento.

▪ **Helada negra**

Se desarrolla cuando el aire tiene poco vapor de agua (humedad baja) y la temperatura del punto de rocío es inferior a 0° C; de modo que existe escasa condensación y nula formación de hielo sobre la planta. Sin embargo, los cultivos son dañados y al día siguiente las plantas presentan una coloración negruzca, por la congelación de la savia de las plantas o del agua de sus tejidos. Durante este tipo de helada sucede que al congelarse el agua, se origina un incremento de su volumen, que deriva en el rompimiento y quemaduras en el follaje. Estas heladas causan daños más severos que las blancas; si la temperatura del punto de rocío está por debajo del punto de congelación (menor que 0° C) el vapor de agua que contiene el aire cambia directamente a hielo sin pasar por el estado líquido, presentándose el proceso llamado sublimación. Por ejemplo, la temperatura a la cual se produce la saturación del aire (punto de rocío) cuando tiene una presión de vapor de 24mb es de 20° C.

**V.2.3.1 PELIGRO**

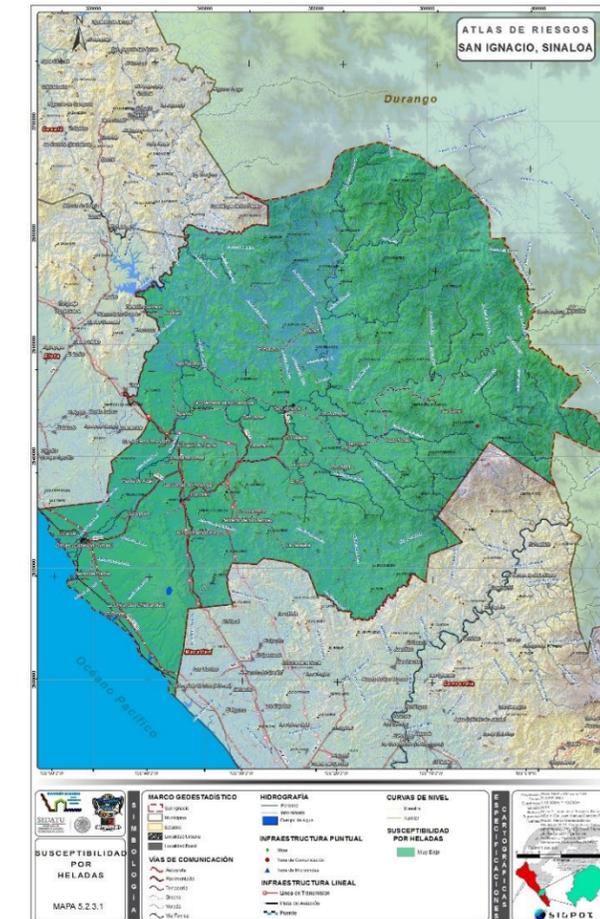
Para determinar el peligro por Heladas en el municipio se analizan las 3 estaciones Hidrometeorológicas disponibles en la zona. (Ver Tabla V.2.3.1)

Tabla V.2.3.1 Eventos de heladas

ESTACIÓN	AÑOS MEDIDOS	EVENTOS REGISTRADOS
SAN IGNACIO CFE	10	0
SAN IGNACIO	10	0
DIMAS	10	2

Fuente: Trabajo de Gabinete. SIGPOT 2014

Dando como resultado que el número de días esperado para la zona de acuerdo a la tabla anterior, el peligro de Helada para el municipio de San Ignacio se considera Muy Bajo. (Ver Mapa 5.2.3.1)



Mapa 5.2.3.1 Susceptibilidad por Heladas  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

## V.2.4 TORMENTAS DE GRANIZO

El 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 cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento características de las tormentas.

(Ver Imagen V.2.4.1)

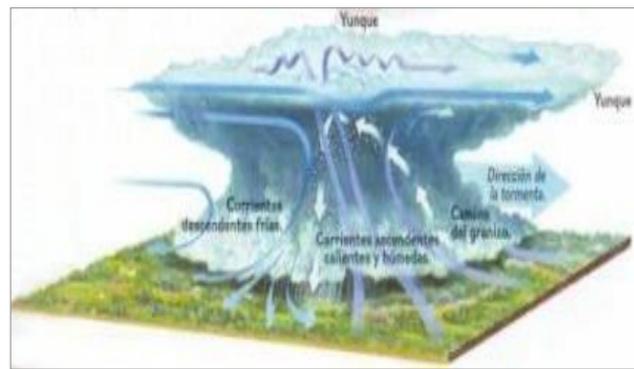


Imagen V.2.4.1 Formación de las tormentas de granizo  
Fuente: www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx

Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo.

Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2mm y 13cm, y las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos

destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes.

En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas. Las zonas más afectadas de México por tormentas de granizo son el altiplano de México y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora.

En la república mexicana se producen granizadas principalmente en la región del altiplano, particularmente en los valles de la porción sur de este y en la sierra madre occidental, así como en la sierra madre del sur y algunas regiones de Chiapas, Guanajuato, Durango y Sonora, las ciudades con mayor frecuencia son afectadas son Puebla Pachuca, Tlaxcala, Zacatecas y el Distrito Federal, donde se tiene mayor incidencia, durante los meses de mayo, julio y agosto. (Ver Imagen V.2.4.2)



Imagen V.2.4.2 Número de días con granizo, al año en la República Mexicana  
Fuente: www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx./ UNAM, 2007

### V.2.4.1 PELIGRO

Para determinar el peligro por Tormentas de Granizo en el municipio se analizan los datos hidrometeorológicos de 15 estaciones operadas por CONAGUA, 8 localizadas dentro del municipio y el resto en los municipios vecinos.

Cabe mencionar que la disponibilidad de estos datos es anual, por lo que el resultado del modelo representa datos de granizadas por año. (Ver Imagen V.2.4.1)

### Modelo de Tormentas de Granizo

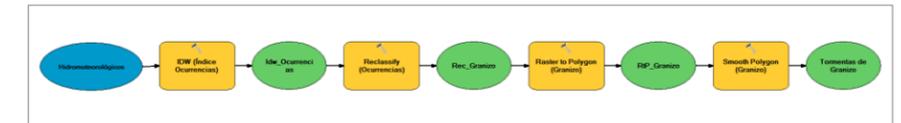


Imagen V.2.4.1 1Modelo de Tormentas de Granizo  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2013

### Objetivo

- Determinar las zonas de afectación por Tormentas de Granizo en el área de estudio. Esto ayudará a identificar los sistemas expuestos que se encuentren en la zona para, posteriormente, revisar su vulnerabilidad y establecer escenarios de riesgo.

### Capas originales

- Hidrometeorológicos (Granizo). Es una capa de puntos que contiene los datos de la cantidad de veces por año que se ha presentado una tormenta de granizo en la zona de estudio.

### Variables

- Índice de Ocurrencias. Este valor se toma considerando las veces que ocurre una tormenta de granizo en una estación hidrometeorológica, tomando como referencia un periodo de tiempo para el estudio. De acuerdo a la ocurrencia dentro de este periodo se le asigna un valor numérico entre 1 y 5.

VALORES POR OCURENCIAS	
OCURENCIAS	VALOR
0 - 1	1
1 - 2	2
2 - 4	3
4 - 8	4
8 - +	5

Fuente: [http://www.igeograf.unam.mx/web/sigg/publicaciones/atlas/anm-1990-1992/tomo\\_2/naturaleza.php](http://www.igeograf.unam.mx/web/sigg/publicaciones/atlas/anm-1990-1992/tomo_2/naturaleza.php)

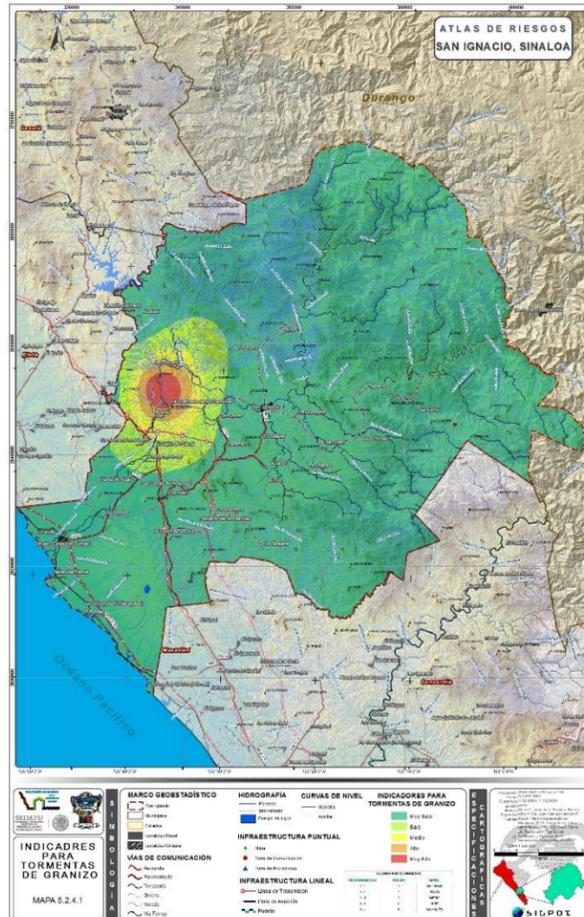
### Procesos realizados

- IDW (Ocurrencias). Toma la capa original "Hidrometeorológicos" e interpola una superficie de valores desconocidos a partir de puntos con valores conocidos que son tomados como referencia para realizar el análisis, éste proceso toma los valores correspondientes al Índice de Ocurrencias. Este proceso genera una capa ráster en donde los valores de las celdas son estimados mediante la información que hay en los puntos con datos conocidos, generando así información continua. La capa que se obtiene es llamada "IDW\_Ocurrencias".

▪ Reclassify (Ocurrencias). Reclasifica o cambia los valores del ráster generado en el proceso anterior, tiene como entrada la capa "IDW\_ Ocurrencias" y reclasifica en valores de 1 a 5 para obtener los niveles de afectación por ocurrencia de una tormenta de granizo según sea el caso. La capa obtenida al finalizar el proceso es "Rec\_Ocurrencias".

▪ Raster to Polygon (Ocurrencias). Se aplica la herramienta al proceso para convertir a polígonos el resultado raster del proceso anterior, tomando el campo de valores entre 1 y 5 para obtener una capa vectorizada. La capa de entrada es "Rec\_Ocurrencias" y la de salida es "RtP\_Ocurrencias".

▪ Smooth Polygon (Ocurrencias). Esta herramienta toma como entrada la capa "RtP\_Ocurrencias", con el fin de suavizar los polígonos generados en el proceso anterior. La capa resultante y final es "Tormentas de Granizo". (Ver Mapa 5.2.4.1 y Tabla V.2.4.1)



Mapa 5.2.4.1 Indicadores por Tormentas de Granizo  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tablas V.2.4.1 Peligro por Tormentas de Granizo

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Bajo	San Ignacio	4543	1315
	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	La Quebrada de los Sandoval	119	63
Alto	Ixpalino	391	239
	San Agustín	142	73
Bajo	Piactla de Arriba	448	151
	Crucero de Piactla (La Cacharola)	160	48
	Camino Real de Piactla	416	186
	El Cajón de Piactla	145	48
	San Javier	332	191
	El Platanar	159	47
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	Contraestaca	119	34
	Los Humayes	254	78
	La Tasajera	103	29
Muy Bajo	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
	El Patole	388	235
	El Pozole	125	39
	La Caña	248	52
	Barras de Piactla	457	217
	El Limón de los Peraza	237	145
	Duranguito	568	194
	Lo de Ponce	287	91
	Coyotitán	1,676	595
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Piactla de Abajo	1,877	587
	Ajoja	230	159
	Acatitán	141	47
	El Lodazal	163	45
	Cabazán	278	113
	Vado Hondo	180	44
	Palmarito de los Ramírez	114	44
	El Tule	110	28
Tacuitapa	109	45	
La Labor	455	177	
San Juan	516	209	

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Debido a la falta de homogeneidad en la cantidad de años con datos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, así como las características de dichos no es posible asociar las tormentas de granizo a periodos de retorno. Sin embargo se puede considerar la posible ocurrencia del fenómeno cada 49 años en la estación Ixpalino, principalmente en el mes de octubre. (Ver Imagen 5.2.4.1)

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

NUM	ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	GRANIZO
1	JOCUIXITITA	24.3	-106.3	0
2	GUADALUPE DE LOS REYES	24.3	-106.5	0.4
3	SOQUITITAN	24.2	-106.7	1.3
4	ACATITAN	24.1	-106.7	0
5	PIACTLA	24	-106.4	0.3
6	SAN IGNACIO	23.9	-106.4	0.3
7	SAN IGNACIO CFE	23.9	-106.4	0.6
8	IXPALINO	24	-106.6	8.3
9	ELOTA	24	-106.7	0
10	LA CRUZ	23.9	-106.9	0
11	LA NORIA	23.9	-106.9	0
12	DIMAS	23.7	-106.8	0
13	EL LIMON	23.7	-106.5	0
14	EL QUELITE	23.3	-106.2	0.3
15	EL QUEMADO	23.3	-106.2	0

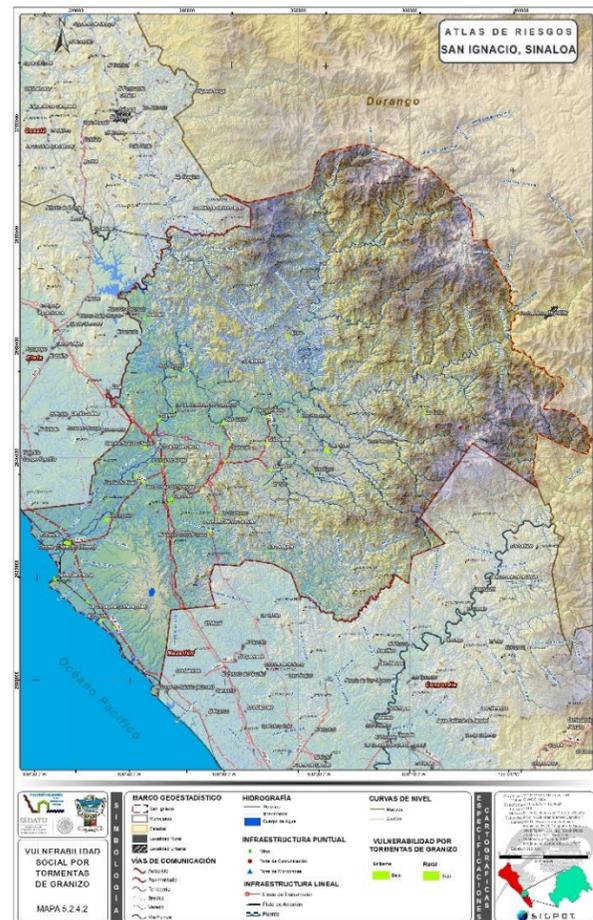
SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL  
NORMALES CLIMATOLÓGICAS  
ESTADO DE: SINALOA  
ESTACION: 00025045 IXPALINO  
LATTITUD: 23°58'05" N.  
LONGITUD: 106°36'30" W.  
ALTURA: 69.0 MSNM.  
PERIODO: 1951-2010

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA HEMIZIA	30.2	31.4	32.9	34.9	36.6	36.8	35.5	34.5	34.1	34.6	33.1	30.5	33.8
NORMAL	34.0	34.5	36.0	37.8	38.9	39.1	38.4	37.4	36.9	37.1	36.3	33.6	33.6
AÑO DE HEMIZIA	2003	2009	2007	2005	2002	2006	1987	2002	2009	2001	2005	2005	2005
FECHA HEMIZIA DIARIA	22/1994	18/2003	28/1986	20/1991	18/2003	29/2006	04/2006	02/1995	19/1982	02/1996	01/2005	08/2004	
AÑOS CON DATOS	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
TEMPERATURA MEDIA	20.5	21.1	22.2	24.4	27.0	29.9	29.7	29.1	28.8	27.7	24.3	21.4	25.5
NORMAL	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
AÑOS CON DATOS	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
TEMPERATURA HEMIZIA	10.9	10.9	11.5	13.9	17.5	23.0	23.9	23.6	23.5	20.9	15.5	11.3	17.3
NORMAL	6.9	7.3	8.3	11.5	15.1	20.9	22.8	22.5	22.5	17.8	11.4	8.6	8.6
AÑO DE HEMIZIA	1999	1974	2008	2000	2005	1988	1985	2000	1985	1970	1979	1999	
FECHA HEMIZIA DIARIA	1.5	2.0	4.5	7.0	9.0	14.0	15.5	15.0	16.5	11.0	5.0	9.5	
FECHA HEMIZIA DIARIA	10/1997	27/1971	03/1964	06/1962	01/1975	21/1995	20/1985	13/1962	30/1989	31/1979	23/1979	14/1997	
AÑOS CON DATOS	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
PRECIPITACION	20.6	11.3	5.3	2.4	1.2	37.9	189.9	215.6	167.1	84.7	26.8	28.8	791.4
NORMAL	259.7	74.3	104.5	56.2	26.2	245.3	416.7	446.2	388.6	480.3	147.5	143.0	143.0
AÑO DE HEMIZIA	1992	2005	1983	1997	1987	1984	1990	1995	2003	2002	1972	1983	
FECHA HEMIZIA DIARIA	57.2	43.3	76.2	35.0	20.0	84.0	188.0	150.8	243.0	260.0	189.4	78.1	
FECHA HEMIZIA DIARIA	25/1992	05/2005	03/1983	03/1997	27/1974	28/2004	26/1990	21/2002	12/1988	25/2002	23/1979	09/1982	
AÑOS CON DATOS	49	50	48	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
EVAPORACION TOTAL	93.1	113.5	169.6	202.0	235.8	216.6	167.9	143.5	126.5	129.1	105.3	84.4	1,787.3
NORMAL	44	45	43	41	42	44	43	45	45	45	44	44	45
AÑOS CON DATOS	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	2.7	1.3	0.8	0.3	0.3	3.5	14.8	15.3	12.2	3.9	2.3	3.3	60.7
NORMAL	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
AÑOS CON DATOS	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
NEBLA	1.8	0.9	0.3	0.1	0.2	0.0	0.4	1.4	2.9	3.8	2.5	1.9	16.2
NORMAL	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
AÑOS CON DATOS	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
GRANIZO	0.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3	1.0	2.4	1.0	1.2	8.3
NORMAL	49	50	49	48	49	50	49	50	49	49	49	49	49
AÑOS CON DATOS	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
TORRENTA E.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.7	2.7	1.4	0.4	0.0	0.0	7.5
NORMAL	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
AÑOS CON DATOS	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49

Imagen 5.2.4.1 Normales Climatológicas, Estación Ixpalino  
Fuente: Servicio METEOROLÓGICO Nacional.

### V.2.4.2 VULNERABILIDAD

En base a las encuestas realizadas para determinar la vulnerabilidad social en el municipio ante la presencia de Tormentas de Granizo se obtiene como resultado una vulnerabilidad Baja, ya que la población tiene una percepción clara del peligro al que está expuesto, lo que incide positivamente en la capacidad de respuesta. (Ver Mapa 5.2.4.2)



Mapa 5.2.4.2 Vulnerabilidad por Tormentas de Granizo  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.2.4.3 RIESGO

Con la suma de los resultados de Peligro y Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Tormentas de Granizo para el municipio, quedando como se muestra a continuación y enlistando solo las localidades con Riesgo Alto. (Ver Mapa 5.2.4.3 y Tabla V.2.4.3)



Mapa 5.2.4.3 Exposición por Tormentas de Granizo - San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tablas V.2.4.3 Riesgo por Tormentas de Granizo

NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Alto	La Quebrada de los Sandoval	119	63

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.2.5 TORMENTAS DE NIEVE

Las nevadas, también conocidas como 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.

Los copos de nieve tienen diferentes formas y tamaño, ello depende de la temperatura y humedad de la atmósfera, aunque todos presentan estructuras hexagonales, debido a la manera en cómo se agrupan las moléculas de oxígeno e hidrógeno al congelarse el agua. (Ver Imagen V.2.5.1)



Imagen V.2.5.1 Copo de Nieve  
Fuente: Serie Fascículos - Tormentas Severas. CENAPRED 2010.

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.

Las nevadas principalmente ocurren en el norte del país y en las regiones altas, y rara vez se presentan en el sur. Durante la estación invernal en las sierras del estado de Chihuahua suceden en promedio más de seis nevadas al año, mientras que en algunas regiones al norte de Durango y Sonora, las nevadas tienen una frecuencia de tres veces al año. También se han registrado nevadas que han afectado a las ciudades del centro del país, como las de Toluca, México, Puebla, Tlaxcala y San Luis Potosí. Eventualmente pueden formarse nevadas en el altiplano de México por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país.

Históricamente las zonas donde su ocurrencia es más frecuente son los volcanes como el Pico de Orizaba, Popocatepetl, Iztaccíhuatl y Nevado de Toluca; también en las sierras de Chihuahua, Durango, Sonora, Coahuila, Baja California y Nuevo León y, en menor frecuencia, en la zona del Bajío, así como en las partes altas del Valle de México. (Ver Imagen V.2.5.1)

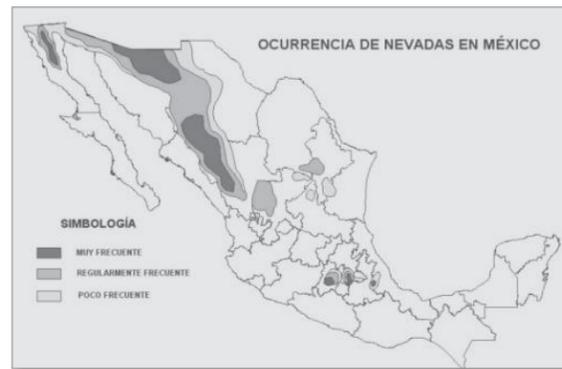


Imagen V.2.5.1. Mapa de Occurrencia de Nevadas en México  
Fuente: Serie Fascículos – Tormentas Severas. CENAPRED 2010.

### V.2.5.1 PELIGRO

El municipio de San Ignacio no presenta factores detonantes ni antecedentes por tormentas de nieve, por lo tanto No Aplica este tipo de fenómenos.

### V.2.6 CICLONES TROPICALES

Es el término meteorológico usado para referirse a un sistema de tormentas que se traslada girando a gran velocidad, donde la presión disminuye en su interior y adquiere una circulación rotacional organizada, por las fuerzas de la rotación de la tierra, en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio Sur, y en el sentido opuesto en el hemisferio Norte.

El origen de la palabra huracán proviene de Huraken, a quien los indios ribereños del mar Caribe consideraban dios de las tormentas. Españoles y portugueses adoptaron esta palabra, misma que fue interpretada por los anglosajones como "hurricane", "orugan" por los franceses.<sup>36</sup>

Este fenómeno caracterizado por lluvias torrenciales, y vientos sostenidos superiores a los 119 km/h en la zona cercana al ojo durante su etapa madura, es conocido alrededor del mundo dependiendo de su ubicación geográfica con los siguientes nombres: (Ver Tabla V.2.6.1)

Tabla V.2.6.1 Nombre de los ciclones tropicales por su formación geográfica en el mundo.

NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRAFICA
Huracán	En el Atlántico norte occidental, la parte central y oriental del Pacífico norte, el mar Caribe y el golfo de México.
Tifón	En el Pacífico norte occidental
Ciclón	En la Bahía de Bengala y el mar Arábigo
Ciclón tropical severo	En el Pacífico sur occidental y el océano Índico suroriental
Ciclón tropical	En el océano Índico suroccidental
Baguío	En China y las Islas Filipinas
Willy-Willy	En Australia

Fuente: Organización Meteorológica Mundial

Estos sistemas de tormenta exigen al menos, dos requisitos básicos; calor y humedad; como consecuencia, solo se desarrollan en los trópicos, entre las latitudes 5° y 30° norte y sur, en las regiones y temporadas en la que la temperatura del mar es superior a los 26 ° C. Los ciclones tropicales se forman en diversas regiones oceánicas del mundo. Existen 7 cuencas o áreas en las que se forman ciclones tropicales: (Ver Imagen V.2.6.1 y Ver Tabla V.2.6.2)

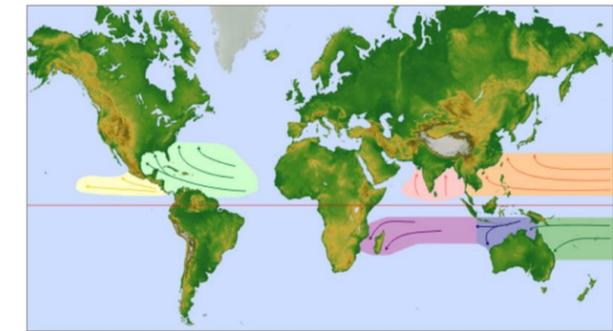


Imagen V.2.6.1 Cuencas marítimas donde se forman la mayoría de los ciclones tropicales  
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Tabla V.2.6.2 Cuencas marítimas de ciclones tropicales y temporalidad

CUENCA	PERIODO DE ACTIVIDAD
Cuenca del Atlántico: Norte del Océano Atlántico, El Golfo de México y el Mar Caribe	La temporada oficial es del 1 de junio al 30 de noviembre, el periodo de mayor actividad es la primera quincena de septiembre. Los cambios climáticos pueden provocar que en unos años se presenten en mayo o diciembre.
Cuenca del Pacífico Noreste	Su periodo de Actividad es de finales de mayo o principios de junio extendiéndose hasta finales de octubre o principios de noviembre, el lapso de mayor incidencia es de finales de agosto a principios de septiembre.
Cuenca del Pacífico del Noreste	Durante todo el año es susceptible de presentarse un ciclón tropical, su temporada va de julio a noviembre con mayor ocurrencia de finales de agosto a inicios de septiembre.
Cuenca del Norte de la India: incluye la Bahía den Bengala y el mar Arábigo.	Se observan ciclones tropicales de abril a diciembre, las tormentas ciclónicas severas (119 km/h en adelante) se producen en 2 periodos, el primero de abril a junio y un segundo de finales de septiembre a inicios de diciembre, en estos lapsos el momento de mayor actividad se presenta en los meses de mayo y noviembre.
Cuenca del Sudoeste indio: Desde África hasta alrededor de 1000 E.	Se presentan de finales de noviembre a principios de mayo, su mayor actividad se realiza en 2 periodos, uno a mediados de enero y otro de mediados de febrero a principios de marzo.
Cuenca australiana / Sudeste indio De 1000 E a 1420 E	Con ocurrencia de finales de octubre a mayo, su mayor actividad se divide en 2 periodos, uno a mediados de enero y otro de mediados de febrero a principios de marzo.
Cuenca del Pacífico Australia / Suroeste De 1420 E a 1200 W	Da inicios en octubre y se extiende hasta inicios de mayo, la mayor incidencia se registra de finales de febrero a principios de marzo.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Como podemos observar, los ciclones tropicales se forman en diferentes lugares en diferentes meses del año, generalmente en la época de mayor calor. Hay

<sup>36</sup> Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED, 2013

ondas tropicales formándose todo el tiempo, pero no todas tienen las condiciones y el espacio para cobrar fuerza.

Para la formación de un ciclón tropical deben estar presentes los siguientes elementos:<sup>37</sup>

- **Temperatura superior a 80° F:** A esa temperatura, el agua del océano se está evaporando al nivel acelerado requerido para que se forme el sistema. Es ese proceso de evaporación y la condensación eventual del vapor de agua en forma de nubes el que libera la energía que le da la fuerza al sistema para generar vientos fuertes y lluvia. Y como en las zonas tropicales la temperatura es normalmente alta, constantemente originan el segundo elemento necesario.

- **Humedad:** Como el ciclón tropical necesita la energía de evaporación como combustible, tiene que haber mucha humedad, la cual ocurre con mayor facilidad sobre el mar, de modo que su avance e incremento en energía ocurre allí más fácilmente, debilitándose en cambio al llegar a tierra firme.

- **Viento:** La presencia de viento cálido cerca de la superficie del mar permite que haya mucha evaporación y que comience a ascender sin grandes contratiempos, originándose una presión negativa que arrastra al aire en forma de espiral hacia adentro y arriba, permitiendo que continúe el proceso de evaporación. En los altos niveles de la atmósfera los vientos deben estar débiles para que la estructura se mantenga intacta y no se interrumpa este ciclo.

- **Giro o "Spin":** La rotación de la tierra eventualmente le da movimiento en forma circular a este sistema, el que comienza a girar y desplazarse como un gigantesco trompo. Este giro se realiza en sentido contrario al de las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en sentido favorable en el hemisferio sur.

Cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas propician que se genere un ciclón tropical, la evolución y desarrollo de éste puede llegar a presentar cuatro etapas (Servicio Meteorológico Nacional, 2013):

- **Perturbación Tropical:** Zona de inestabilidad atmosférica asociada a la existencia de un área de baja presión, la cual propicia la generación incipiente de vientos convergentes cuya organización eventual provoca el desarrollo de una depresión tropical.

- **Depresión Tropical (nacimiento):** Los vientos se incrementan en la superficie, producto de la existencia de una zona de baja presión. Dichos vientos alcanzan una velocidad sostenida menor o igual a 62 kilómetros por hora, las nubes comienzan a organizarse y la presión desciende hasta cerca de las 1000 hpa (hectopascales).

- **Tormenta Tropical (desarrollo):** El incremento continuo de los vientos provoca que éstos alcancen velocidades sostenidas entre los 63 y 118 km/h. Las nubes se distribuyen en forma de espiral y empieza a formarse un ojo pequeño, casi siempre en forma circular, y la presión se reduce a menos de 1000 hpa.

En esta fase es cuando recibe un nombre correspondiente a una lista formulada por la Organización Meteorológica Mundial (Comité de Huracanes).

Antiguamente, cada ciclón se denominaba con el nombre del santo del día en que se había formado o había sido observado. Durante la Segunda Guerra Mundial se usó un código en orden alfabético para facilitar la rapidez de la transmisión con abreviaturas, (Abbler, Baker, Charlie, etc.); posteriormente, en 1953 el Servicio Meteorológico de los EUA adoptó el uso de nombres de mujer de esas abreviaturas en orden alfabético y en 1978, a solicitud de un movimiento feminista de los EUA, fueron también incluidos en esas listas nombres de hombre en los idiomas español, francés e inglés. Cabe aclarar que si un ciclón ocasiona un impacto social y económico importante a un país, el nombre de este ciclón no volverá aparecer en la lista.<sup>38</sup>

- **Ciclón Tropical, Huracán, Tifón, Baguio, Willy-Willy, Tormenta ciclónica severa (madurez):** es un ciclón tropical en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 119 km/h. El área nubosa cubre una extensión entre los 500 y 900 km de diámetro, produciendo lluvias intensas. El ojo del huracán alcanza normalmente un diámetro que varía entre 24 y 40 km, sin embargo, puede llegar hasta cerca de 100 km. En esta etapa el ciclón se clasifica por medio de la escala Saffir-Simpson.

- **Disipación (fase final):** Este inmenso remolino es mantenido y nutrido por el cálido océano hasta que se adentra en aguas más frías o hasta que entra a tierra firme, situación ésta última en la que el ciclón pierde rápidamente su energía y empieza a disolverse debido a la fricción que causa su traslación sobre el terreno.

La clasificación de los huracanes se modificó en 2012, por el Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos, de acuerdo a la velocidad de los vientos, en la escala Saffir-Simpson de la siguiente manera. (Ver Tabla V.2.6.3)

Tabla V.2.6.3 Escala de Saffir-Simpson para huracanes

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	VIENTOS MÁXIMOS (KM/H)	MAREA DE TORMENTA QUE NORMALMENTE OCASIONA (M)	CARACTERÍSTICAS DE LOS POSIBLES DAÑOS MATERIALES E INUNDACIONES
Uno (H1)	Daños mínimos	119 a 153	1.2 a 1.5m sobre lo normal	Presión barométrica mínima igual o superior a 980 milibares. Árboles pequeños caídos; algunas inundaciones en carreteras costeras en sus zonas más bajas.
Dos (H2)	Daños moderados	154 a 177	1.8 a 2.5 m sobre lo normal	Presión barométrica mínima de 965 a 979 milibares. Daños considerables a árboles y arbustos, algunos derribados. Destrucción parcial de algunos techos, puertas y ventanas; pocos daños a estructuras y edificios.
Tres (H3)	Daños extensos	178 a 209	2.5 a 4.0 m sobre lo normal	Presión barométrica mínima de 945 a 964 milibares. Grietas en pequeñas construcciones; inundaciones en terrenos bajos y planos.
Cuatro (H4)	Daños extremos	210 a 250	4.0 a 5.5 m sobre lo normal	Presión barométrica mínima de 920 a 944 milibares. Desprendimiento de techos en viviendas; erosiones importantes en playas, cauces de ríos y arroyos. Daños inminentes en los servicios de agua potable y saneamiento
Cinco (H5)	Daños catastróficos	Mayores a 250	Mayores a 5.5 m por encima de lo normal	Presión barométrica por debajo de los 920 milibares. Daño muy severo y extenso en ventanas y puertas. Falla total de techos en muchas residencias y edificios industriales.

Fuente: Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos 2012

Este ordenamiento no modifica la clasificación de los huracanes anteriores y solo aplica para las temporadas de huracanes a partir del 2012.

<sup>37</sup> Secretaría de Marina, México, 2013

<sup>38</sup> Secretaría de Marina, México 2013.

### Ciclones Tropicales

Los Ciclones son fenómenos naturales que tienen su origen y desarrollo en los mares de aguas cálidas y templadas. Se caracterizan por sus nubes en espiral que convergen hacia su centro también llamado Ojo del Huracán o Vórtice. La mayor parte del transporte de humedad del mar hacia las zonas semiáridas del país ocurre por su causa. En diversas regiones del país, las lluvias ciclónicas representan la mayor parte de la precipitación pluvial anual.

El "*Ojo del Huracán*" es un área precisa circular de vientos relativamente livianos y de buen tiempo encontrado en el centro de un ciclón tropical severo. Aunque los vientos sean moderados en el eje de la rotación, los vientos fuertes pueden extenderse bastante hasta el ojo. Hay poca o ninguna precipitación y a veces se pueden ver el cielo azul o las estrellas.

El ojo es la región de presión más baja en la superficie y de temperaturas más cálidas en su parte más alta. La temperatura del ojo puede ser superior a 10°C o mayor, en una altura de 12km con el ambiente circundante, pero sólo 0 - 2°C más caliente en la superficie<sup>39</sup> del ciclón tropical. Los ojos tienen tamaños de 8 a 200km de ancho, pero la mayoría son de aproximadamente 30 a 60km en diámetro.<sup>40</sup>

El ojo está rodeado por la pared del ojo, el área circular definida de convección profunda que es el área de los vientos más fuertes de superficie en el ciclón tropical. El ojo se compone de aire que se hunde y desciende lentamente, mientras la pared del ojo tiene un flujo ascendente en red como resultado de muchas ráfagas moderadas, ocasionalmente fuertes, ascendentes y descendentes. Las temperaturas calientes del ojo ocurren debido al calentamiento compresivo del aire que desciende en esa región. La mayoría de los sondeos tomados dentro del ojo muestran una capa húmeda en los niveles bajos, con una inversión arriba.

Esto sugiere que el descenso de aire en el ojo típicamente no se extiende hasta la superficie del océano, sino que sólo llega hasta alrededor de 1 a 3km de la superficie. No se puede comprender completamente los mecanismos generales

por los cuales se forman el ojo y la pared del ojo, aunque las observaciones han arrojado alguna luz en el problema. El ojo sereno del ciclón tropical comparte muchas características cualitativas con otros sistemas de vórtice tal como los tornados, trombas marinas, torbellinos de polvo y remolinos. Dado que muchos de éstos carecen de un cambio de la fase de agua.

Otra característica de los ciclones tropicales, que probablemente juega un papel en la formación y mantenimiento del ojo, es la convección de la pared del ojo. La convección en los ciclones tropicales se organiza en bandas largas y estrechas de lluvia que se desplazan en la misma dirección del viento horizontal.

Puesto que estas bandas parecen girar en espiral hacia el centro de un ciclón tropical, ellos son llamados a veces bandas espirales. A lo largo de estas bandas, el plano bajo de convergencia es máximo, y por lo tanto, el plano alto de divergencia es muy pronunciado en la parte superior. Se desarrolla una circulación directa donde el aire cálido y húmedo converge en la superficie, sube por estas bandas, se separa arriba, y desciende en ambos lados de las bandas.

El hundimiento se distribuye sobre un área amplia en el exterior de la banda de lluvias pero se concentra en la pequeña área interior. Según el aire desciende, ocurre el calentamiento adiabático, y se seca el aire. Debido a que el descenso de aire se concentra en el interior de la banda, el calentamiento adiabático es más fuerte hacia adentro de la banda causando un contraste agudo en los descensos de presión a lo largo de la banda ya que el aire caliente es más liviano que el aire frío. A causa de los descensos de la presión en el interior, los vientos tangentes alrededor del ciclón tropical aumentan debido al aumento en el gradiente de presión.

Este tema es indudablemente uno que puede disponer de más investigación para descubrir que mecanismo es el primario. Algunos de los ciclones tropicales más intensos exhiben paredes concéntricas del ojo, dos o más estructuras de pared del ojo localizadas en el centro de la circulación de la tempestad. Según se forma la pared del ojo interior, la convección que rodea la pared del ojo puede organizarse en diferentes anillos.

Eventualmente, el ojo interior comienza a sentir los efectos del descenso de aire que resulta de la pared del ojo exterior, y la pared del ojo interior se debilita, para ser remplazada por la pared del ojo exterior. El alza en la presión causada por la destrucción de la pared del ojo interior es generalmente más rápida que el descenso en la presión causado por la intensificación de la pared del ojo exterior, y el ciclón mismo se debilita por un período corto de tiempo.

Para efectos de comparación, el análisis que se realiza en este documento, considera las categorías con clasificación actual; por lo que, huracanes que se clasificaron hasta el 2011 con categoría 5, aparecen en este documento como categoría 4, de acuerdo a la velocidad de sus vientos.

De 1876 a la fecha, hay registros de 23 huracanes que se han acercado a menos de 100 km del municipio de San Ignacio; esto de acuerdo a la base de datos histórica del National Hurricane and Atmospheric Administration de los Estados Unidos (NHAA-US), quien registra, para el Océano Pacífico, información histórica desde ese año.

De 1953 a 2009, hay registros de 47 huracanes que se han acercado a menos de 200 km del municipio de San Ignacio; esto de acuerdo a la base de datos histórica del National Hurricane and Atmospheric Administration de los Estados Unidos (NHAA-US), quien registra, para el Océano Pacífico, información histórica desde ese año. (Ver Tabla V.2.6.4)

Tabla V.2.6.4 Huracanes en un radio de 200 km

AÑO	NOMBRE	VELOCIDAD KM/H	CATEGORÍA
1953	SIN NOMBRE	120	1
1957	SIN NOMBRE	72	Tormenta Tropical
1957	SIN NOMBRE	120	1
1957	SIN NOMBRE	193	3
1958	SIN NOMBRE	120	1
1959	SIN NOMBRE	72	Tormenta Tropical
1960	HYACINTH	120	1
1962	VALERIE	120	1
1963	LILLIAN	72	Tormenta Tropical
1963	MONA	120	1
1964	NATALIE	72	Tormenta Tropical
1965	HAZEL	72	Tormenta Tropical

<sup>39</sup> Hawkins y Rubsam 1968

<sup>40</sup> Weatherford y Gray 1988

1968	NAOMI	120	1
1969	JENNIFER	104	Tormenta Tropical
1970	EILEEN	64	Tormenta Tropical
1971	KATRINA	88	Tormenta Tropical
1973	JENNIFER	56	Depresión Tropical
1974	ORLENE	144	1
1975	OLIVIA	160	2
1976	NAOMI	72	Tormenta Tropical
1978	PAUL	64	Tormenta Tropical
1981	KNUT	88	Tormenta Tropical
1981	NORMA	177	2
1981	OTIS	120	1
1983	ADOLPH	152	1
1983	TICO	185	3
1985	WALDO	144	1
1986	NEWTON	120	1
1986	ROSLYN	201	3
1987	EUGENE	136	1
1988	DEBBY	48	Depresión Tropical
1989	KIKO	168	2
1990	DIANA	48	Depresión Tropical
1993	CALVIN	152	1
1993	LIDIA	209	3
1994	ROSA	144	1
1996	DOLLY	48	Depresión Tropical
1996	HERNAN	120	1
1998	MADLINE	120	1
2000	NORMAN	72	Tormenta Tropical
2002	KENNA	233	4
2003	NORA	144	1
2004	SIN NOMBRE	48	Depresión Tropical
2006	LANE	177	2
2006	PAUL	144	1
2009	ONE	48	Depresión Tropical
2009	RICK	249	4

Fuente: US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA-US).

De los 47 huracanes señalados, 18 han sido depresiones o tormentas tropicales, 19 categoría 1, cuatro han sido categoría 2, cuatro con categoría 3 y dos categoría 4; y, cuando revisamos por décadas la ocurrencia de estos fenómenos, se observa que durante la década de los 80's se presentó la mayor cantidad de huracanes (once), dos como depresión o tormenta tropical, cinco con categoría 1, dos con categoría 2 y dos con categoría 3.

De acuerdo a la información del NHAA solo se tiene el registro de 13 huracanes que han tocado el territorio de San Ignacio. (Ver Tabla V.2.6.5)

Tabla V.2.6.5 Huracanes con impacto en San Ignacio

AÑO	NOMBRE	VIENTOS KM/HR	CATEGORÍA
1957	SIN NOMBRE	120.6975	1
1957	SIN NOMBRE	193.116	3
1960	HYACINTH	120.6975	1
1962	VALERIE	120.6975	1
1963	LILLIAN	72.4185	Tormenta Tropical
1968	NAOMI	120.6975	1
1969	JENNIFER	104.6045	Tormenta Tropical
1973	JENNIFER	56.3255	Depresión Tropical
1981	KNUT	88.5115	Tormenta Tropical
1981	NORMA	177.023	2
2000	NORMAN	72.4185	Tormenta Tropical
2003	NORA	144.837	1
2009	ONE	48.279	Depresión Tropical

Fuente: Trabajo de Gabinete SIGPOT 2014

En el 2013 la temporada de Ciclones Tropicales dejó en el territorio nacional grandes afectaciones, las principales causadas simultáneamente en el golfo de México por el Huracán Ingrid, mientras que en las costas del Pacífico el Huracán Manuel con su doble impacto.

El primer ingreso de Manuel ocurrió el 15 de septiembre a 20km al Norte de Manzanillo, dejando inundaciones en los estados de Colima, Guerrero, Jalisco y Oaxaca. El 19 de Septiembre Emanuel entra a tierra por segunda ocasión, desbordando 11 ríos del estado de Sinaloa y causando estragos en 5 de sus municipios.

El Equipo de País de las Naciones Unidas en México, en su tercer reporte de situación en relación a los Huracanes Ingrid y Manuel cuantifica los daños ocasionados de la siguiente magnitud: 139 muertos, 50 desaparecidos, 52,433 damnificados ubicados en 392 albergues de 19 estados de la república, 312 declaratorias de emergencia, 250 declaratorias de desastre, 329 mil Has con afectaciones importantes, 26 mil viviendas afectadas de las cuales 3,800 requieren construcción total.

La asociación Mexicana de instituciones de seguros (AMIS) estima que las pérdidas económicas podrían ascender a 75 mil millones de pesos. La comisión Nacional de Agua (CONAGUA) reportó el mes de septiembre de 2013 como el más lluvioso en los últimos 125 años.

El 19 de septiembre de 2013, la Secretaría de Gobernación emitió una declaratoria de Desastre Natural para parte del Estado de Sinaloa "Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvia severa provocada por el huracán "Manuel, los días 18 y 19 de Septiembre de 2013 en 9 municipios del estado de Sinaloa".

Por otra parte la temporada de Ciclones Tropicales 2014 se emitió una declaratoria de desastre natural por la ocurrencia del huracán Odile del 14 al 17 de septiembre en el estado de Sinaloa.

Parte del componente de un huracán son los vientos, por lo que enseguida se describen las características de los vientos asociados a este fenómeno.

## VIENTOS

El viento es el movimiento del aire que está presente en la atmósfera, especialmente, en la troposfera, producido por causas naturales. En la Tierra, las variaciones en la distribución de presión y temperatura se deben, en gran medida, a la distribución desigual del calentamiento solar, junto a las diferentes propiedades térmicas de las superficies terrestres y oceánicas. Cuando las temperaturas de regiones adyacentes difieren, el aire frío por ser más denso tiende a descender en dirección a la masa de aire cálido, y ésta a su vez, por ser menos densa ascenderá; por lo tanto, se genera la circulación de las masas de aire, fenómeno llamado "viento". Los vientos generados son perturbados en gran medida por la rotación de la Tierra.

El instrumento más antiguo para conocer la dirección de los vientos es la veleta que, con la ayuda de la rosa de los vientos, define la procedencia de los vientos, es decir, la dirección desde donde soplan.

La velocidad y dirección de los vientos se mide con el anemómetro pero en la actualidad se están incorporando los sensores digitales (sensor ultrasónico) ambos registran la dirección y velocidad a lo largo del tiempo, también se utilizan

los globos o radios sondas, éste último instrumento, ayuda a graficar también, los perfiles de temperatura y humedad en los distintos niveles de presión en la Troposfera, pudiendo llegar a los 15km de altitud.

La intensidad del viento se ordena según su velocidad utilizando la escala de Beaufort. Esta escala se divide en varios tramos según sus efectos y/o daños causados, desde el aire en calma hasta los huracanes de categoría 5 y los tornados. (Ver Tabla V.2.6.6)

Tabla V.2.6.6 Características de los Vientos

ESCALA DE BEAUFORT	VELOCIDAD DEL VIENTO (KMPH)	INDICADORES	TÉRMINOS USADOS EN LAS PREDICIONES DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
0	0-2	Calma; el humo sube verticalmente.	Calma
1	2-5	La dirección se puede apreciar por la dirección del humo, pero no por medio de veletas.	Ventolina
2	6-12	El viento se siente en el rostro, las hojas se mueven ligeramente; las veletas ordinarias se mueven con el viento.	Ligero
3	13-20	Las hojas y las ramas delgadas se mueven constantemente; el viento extiende las banderas ligeras.	Suave
4	21-29	Levanta polvo y papeles sueltos; las ramas pequeñas se mueven.	Moderado
5	30-39	Los árboles pequeños empiezan a balancearse; en los lagos pequeños se observan olas con crestas.	Fresco
6	40-50	Se mueven las ramas grandes; los cables telefónicos silban; es difícil usar sombrillas.	Fuerte
7	51-61	Los árboles enteros se mueven; es incómodo caminar contra el viento.	Muy Fuerte
8	62-74	Se rompen las ramas de los árboles; generalmente no se puede avanzar.	Ventarrón

9	75-87	Daños estructurales ligeros.	Ventarrón Fuerte
10	88-101	Los árboles son arrancados de raíz; ocurren daños estructurales considerables.	Temporal
11	102-116	Acompañado de daños graves generalizados.	Borrasca
12	117 o más	Acompañado de devastación.	Huracán

Fuente: Escala Beaufort

### V.2.6.1 PELIGRO

El Huracán Roslyn en 1986 provocó afectaciones en el estado de Sinaloa, ya que tocó tierra como categoría 3, y aunque no entro directamente por el municipio de San Ignacio, éste sufrió afectaciones por dicho huracán. A continuación se modela el impacto de este huracán. (Ver Imagen V.2.6.1)

#### Modelo de Ciclones Tropicales

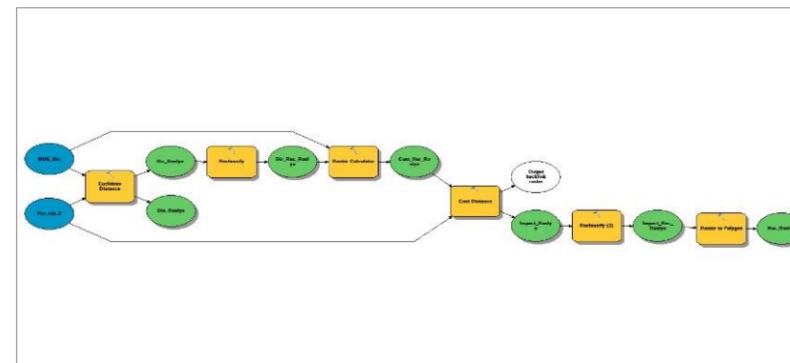


Imagen V.2.6.1. Modelo de Ciclones Tropicales  
Fuente: Modelación cartográfica. SIGPOT 2014

#### Objetivo

▪ Determinar, para diferentes trayectorias pronosticadas o registradas de Ciclones Tropicales, la zona de mayor impacto sobre el territorio. Mismo que será insumo para identificar los sistemas expuestos que se encuentren en ella y establecer escenarios de peligro.

#### Capas originales

▪ Trayectoria. Es una capa de información de líneas, que tiene como vértices las coordenadas pronosticadas que definen la trayectoria del Ciclón Tropical o, en su defecto, las coordenadas registradas una vez que paso el fenómeno.

▪ Modelo Digital de Elevación. Contiene las elevaciones del área de estudio; se emplea como un elemento que al enfrentar al Ciclón Tropical hace que disminuya su fuerza, y su impacto en los extremos del eje de su trayectoria.

#### Variables

▪ Trayectoria. La trayectoria pronosticada del Ciclón Tropical puede modificarse cada vez que cambie el pronóstico o cuando se conozca la trayectoria final.

▪ Valores de Reclasificación. Estos valores se modifican de acuerdo al ojo del huracán y su radio mayor.

▪ Nombres de Reclasificación. Permite nombrar de manera diferente cada escenario de peligro que se genere con diferentes Ciclones Tropicales y diferentes pronósticos de trayectoria.

#### Procesos realizados

▪ Euclidean Distance (Trayectoria). Obtiene la distancia en línea recta de cada lugar en el área de estudio al ojo del ciclón tropical; así como también la dirección (medida en grados de 1 a 360) de cada lugar en el área de estudio respecto al ojo del huracán. Su finalidad es identificar el territorio que se encuentra al norte y al sur de la trayectoria, ya que en fenómeno impacta de manera diferenciada. Produce dos capas "Dirección\_Trayectoria" (dirección del territorio con respecto a la trayectoria del Ciclón Tropical) y "Distancia\_Trayectoria" (distancia del territorio a la trayectoria del Ciclón Tropical).

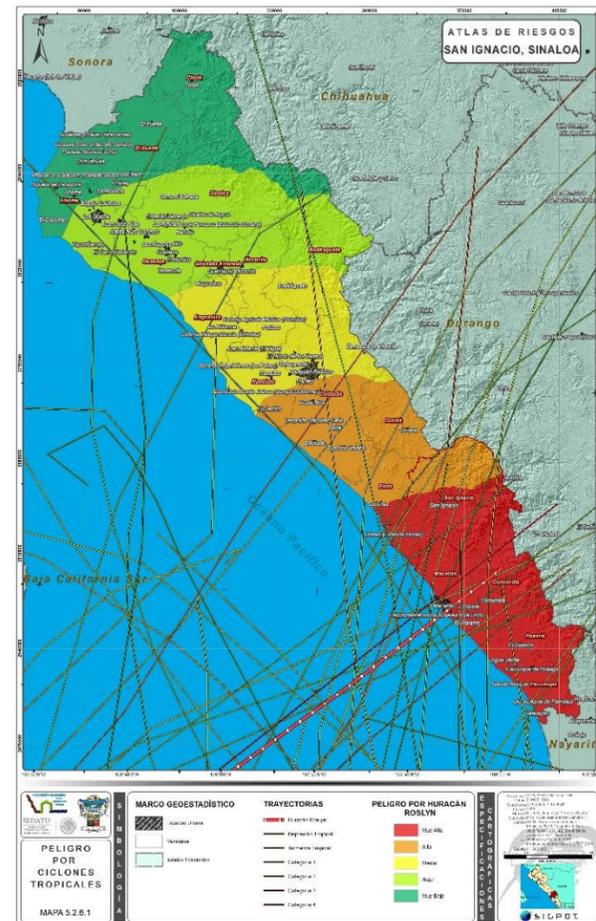
▪ Reclassify (Dirección Trayectoria). Le asigna un valor de 2 (dos) al territorio que se encuentra entre 0 y 180 grados, y un valor de 1 (uno) al territorio ubicado entre 180 a 360 grados. Esto por ser mayor el impacto al sur de la trayectoria del Ciclón Tropical. Una vez ejecutado produce una capa llamada "Rec\_Dirección\_Trayectoria".

▪ Raster Calculator (Dirección). Multiplica la capa generada en el proceso anterior "Rec\_Dirección\_Trayectoria" por 0.5 y la capa raster del "Modelo\_Digital\_de\_Elevación" por 0.001. Una vez realizadas estas operaciones suma ambos resultados para obtener la capa que muestre la resistencia del territorio al paso del Ciclón Tropical, tomando como base su trayectoria. La capa resultante es "RC\_Dirección\_Trayectoria".

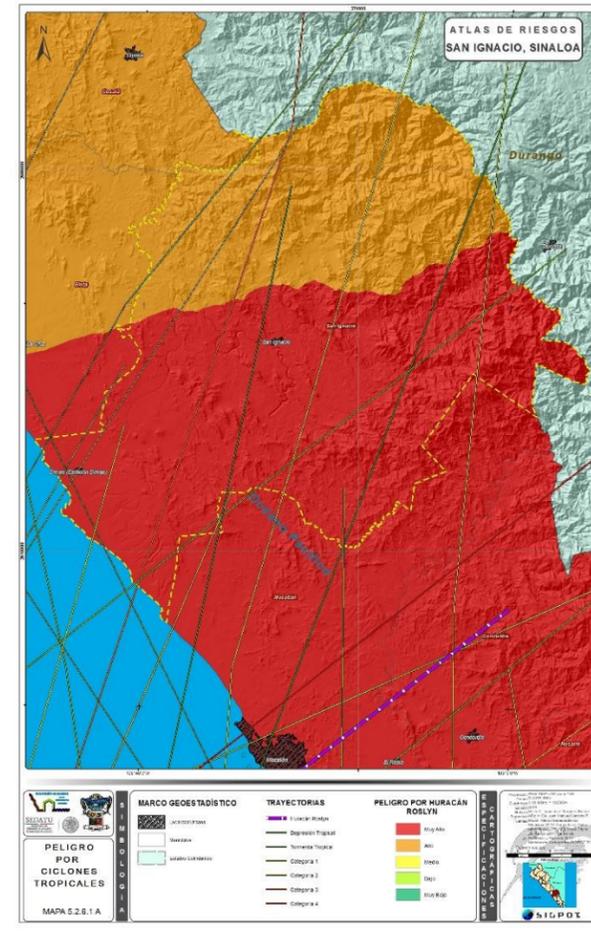
▪ Cost Distance (Dirección Trayectoria). A través de una capa de costo (modelo numérico que representa la resistencia que ofrece al territorio al paso del Ciclón Tropical) modela las áreas de afectación del Ciclón Tropical tomando como base su trayectoria. La capa que resulta de este proceso es "CD\_Trayectoria\_Afectación".

- Reclassify (Área Afectación). Calcula las zonas de afectación del Ciclón Tropical de acuerdo al radio máximo del mismo y al radio del ojo. La capa que produce zonifica las áreas de afectación por impacto del fenómeno "Ciclones\_Tropicales".

De la aplicación de este modelo se desprenden los siguientes resultados. (Ver Mapas 5.2.6.1 y 5.2.6.1 A y Tabla V.2.6.1)



Mapa 5.2.6.1 Peligro por Ciclones Tropicales  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.6.1 A Peligro por Ciclones Tropicales  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tabla V.2.6.1 Peligro por Ciclones Tropicales

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	San Ignacio	4543	1315
	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	El Pozole	125	39
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	Barras de Piaxtla	457	217
	La Tasajera	103	29
	El Patole	388	235
	El Limón de los Peraza	237	145
	Duranguito	568	194
	Lo de Ponce	287	91
	Palmarito de los Ramirez	114	44
	Coyotitán	1,676	595
	El Tule	110	28
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Tacuitapa	109	45
	La Labor	455	177
	Piaxtla de Arriba	448	151
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	San Juan	516	209
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	El Cajón de Piaxtla	145	48
	El Lodazal	163	45
	Cabazán	278	113
	Vado Hondo	180	44
San Javier	332	191	
Los Humayes	254	78	
Ixpalino	391	239	
La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80	
La Caña	248	52	
La Quebrada de los Sandoval	119	63	
El Platanar	159	47	
Contraestaca	119	34	
Alto	San Agustín	142	73
	Ajoya	230	159
	Acatitán	141	47

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### V.2.6.2 VULNERABILIDAD

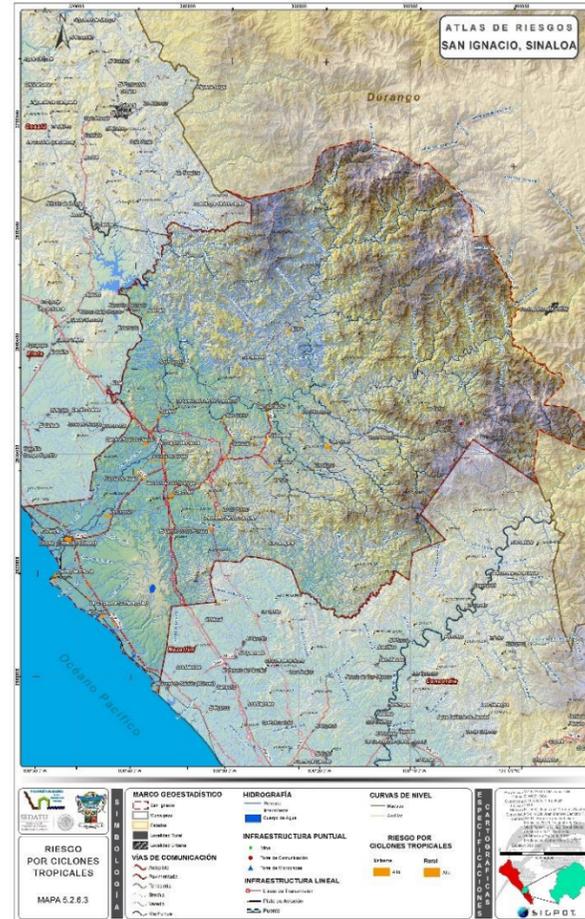
En base a las encuestas realizadas para determinar la vulnerabilidad y considerando la capacidad de respuesta en el municipio se obtiene una vulnerabilidad Media ya que la población no tiene una percepción clara del peligro de Ciclones Tropicales. (Ver Mapa V.2.6.2)



Mapa 5.2.6.2 Vulnerabilidad por Ciclones Tropicales  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.2.6.3 RIESGO

Con la suma de los resultados de Peligro y Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Ciclones Tropicales para el municipio, quedando como se muestra a continuación y enlistando solo las localidades con Riesgo Alto y Muy Alto. (Ver Mapa 5.2.6.3 y Tabla V.2.6.3)



Mapa 5.2.6.3 Riesgo por Ciclones Tropicales  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tabla V.2.6.3 Riesgo por Ciclones Tropicales

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Alto	San Ignacio	4543	1315
	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Alto	El Pozole	125	39
	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	Barras de Piaxtla	457	217
	La Tasajera	103	29
	El Patole	388	235
	El Limón de los Peraza	237	145
	Duranguito	568	194
	Lo de Ponce	287	91
	Palmarito de los Ramírez	114	44
	Coyotitán	1,676	595
	El Tule	110	28
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Tacuitapa	109	45
	La Labor	455	177
	Piaxtla de Arriba	448	151
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	San Juan	516	209
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	El Cajón de Piaxtla	145	48
	El Lodazal	163	45
	Cabazán	278	113
	Vado Hondo	180	44
	San Javier	332	191
	Los Humayes	254	78
	Ixpalino	391	239
	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
La Caña	248	52	
La Quebrada de los Sandoval	119	63	
El Platanar	159	47	
Contraestaca	119	34	
San Agustín	142	73	
Ajaya	230	159	
Acatitán	141	47	

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

## V.2.7 TORNADOS

El Tornado es un fenómeno meteorológico que se produce a raíz de una rotación de aire de gran intensidad y de poca extensión horizontal, que se prolonga desde la base de una nube madre, conocida como Cumulonimbus. La base de esta nube se encuentra a altitudes por debajo de los 2km y se caracteriza por su gran desarrollo vertical, en donde su tope alcanza aproximadamente los 10km de altura hasta la superficie de la tierra o cerca de ella.<sup>41</sup>

La columna rotativa de aire en forma de embudo que se forma es violenta, destructiva y peligrosa, permanece en contacto con su extremo superior a la nube, su extremo más angosto es el inferior que está en contacto con la superficie terrestre el cual suele estar rodeado por una nube de desechos y polvo.<sup>42</sup>

La fuerza más destructiva de los tornados está en el embudo. Al desplazarse rápidamente hacia arriba en espiral, ese embudo succiona casas, árboles y puede elevar objetos tan pesados como un auto o una vaca.

### Diferencias entre Tornado y Huracán

Con el fin de no caer en la idea de que los tornados y los huracanes constituyen el mismo fenómeno natural, a continuación se enlistan sus principales diferencias. (Ver Tabla V.2.7.1)

Tabla V.2.7.1 Diferencia entre Huracán y Tornado

CARACTERÍSTICAS	HURACÁN	TORNADO
Origen	Se originan sobre los océanos cuando la temperatura de la superficie del agua es superior a 27°C	Se originan sobre la tierra o en un cuerpo de agua. Se desarrolla por una inestabilidad atmosférica.
Latitud	Se forman por lo común entre 5° y 15° de latitud.	Se forman con mayor frecuencia entre 20° y 50° de latitud Norte
Velocidad del viento (km/h)	La velocidad del viento varía de 120 y 240km/h y en ciertas ocasiones, sobrepasa los 250km/h.	La velocidad del viento en algunos casos excede los 500km/h.
Diámetro	El diámetro puede variar entre 500 a 1800 kilómetros	El diámetro promedio es de 250 metros, oscilando entre los 100 metros y 1km.

<sup>41</sup> Instituto Meteorológico Nacional San José, 2013

Ciclo de vida	La vida de los huracanes puede oscilar desde unos pocos días a algunas semanas.	La vida de los tornados se extiende desde unos pocos minutos a algunas horas en casos muy excepcionales.
Asociados a Otros fenómenos	No están asociados a ningún frente.	Los tornados se producen en conexión con líneas de inestabilidad, frentes o nubes de tormentas.

Fuente: fascículo de tormentas severas 2010

Otro aspecto que marca una clara diferencia entre ambos eventos es que el tornado puede pasar de la superficie terrestre al agua o del agua a la tierra sin cambiar su apariencia e intensidad.

### Características de los Tornados

La nube de la que se desprende es de color blanco o gris claro mientras que el embudo permanece suspendido de la nube madre, cuando éste hace contacto con la tierra se presenta de un color gris oscuro o negro debido al polvo y escombros que son succionados del suelo por el violento remolino (Ciencia, 2013).

Estos torbellinos llamados también chimeneas o mangas, generalmente rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj, en el hemisferio Norte; y en dirección a las agujas del reloj en el Sur, en ocasiones llegan a invertir este comportamiento. Algunas veces ocurren durante una tormenta eléctrica o un huracán. Pueden presentarse como un cilindro dejando devastación en una franja de 15km de largo por 180m de ancho pero algunos llegan a destrozar áreas de 80km de largo por 1.6km de ancho. (Ver Tabla V.2.7.2)

Tabla V.2.7.2 Características de un Tornado

CARACTERÍSTICAS MÁS COMUNES PARA IDENTIFICAR UN TORNADO
El tornado se forma en conexión con una nube de tormenta, llamada "Cumulonimbu"
El tornado aparece en la base de la nube "Cumulonimbu" y se extiende hacia abajo hasta alcanzar el suelo en forma de embudo o manga.
Comúnmente un tornado va acompañado por lluvia, granizo, relámpagos, rayos y de la oscuridad propia de las nubes.
Baja presión atmosférica (fuerza por unidad de área, ejercida sobre una superficie determinada) en el centro de la tormenta y enorme velocidad del viento.
El efecto de destrucción de un tornado es mayor en el área afectada que el de un huracán, debido a que la energía por liberar se concentra un área más pequeña. Por tanto el efecto de la velocidad del viento y la baja presión hace que el daño sea mayor.

<sup>42</sup> Edwars, 2013

Los tornados se desplazan aproximadamente a 50km/h, sin embargo, algunos se mueven lentamente, mientras otros alcanzan velocidades de 100km/h o más. La trayectoria promedio de un tornado es de unos 400 metros de ancho y unos cuantos kilómetros de largo. Algunas de éstas han alcanzado valores excepcionales de 1.6km de ancho y 480km de largo.

Fuente: Oviedo, 1993

▪ **Forma y dimensión:** En su mayoría adoptan la forma de embudo, con una nube de desechos cerca del suelo, cuando quedan oscurecidos completamente por lluvia o polvo son particularmente peligrosos porque incluso los meteorólogos experimentados pueden no verlos. Los tornados pueden presentarse de muchas formas y tamaños:

▪ **Apariencia:** Las condiciones de iluminación son un factor determinante en su apariencia, un tornado visto con el sol detrás de él se ve muy oscuro, cuando el sol está a espaldas del observador su apreciación es gris o blanco brillante. Cuando el tornado se forma durante el ocaso se pueden apreciar tonos de amarillo, anaranjado y rosa. Dependiendo del ambiente en el que se forman, se presentan en una gran variedad de colores.

▪ **Rotación:** Los tornados están formados por dos tipos de movimientos verticales del aire: uno anticiclónico con giro horario y otro ascendente, que constituye un área ciclónica.

### Intensidad y Daño

La primera escala para clasificar los tornados se creó en 1971 en la universidad de Chicago Estados Unidos por Theodore Fujita y Allan Pearson, es una escala adoptada a nivel internacional para medir este tipo de fenómenos severos, esta escala que oscila entre el F0 y el F5. En esta escala Fujita intentaba relacionar otras dos escalas: la Beaufort, de vientos, y la Match, de velocidad. Dividió la diferencia que hay entre Match 1.0 (la velocidad del sonido) y Beaufort 12 (73 mph ó 117km/h) en 12 incrementos, y las agrupó en 6 intervalos, dando lugar a una escala de 6 pasos, de F0 a F5, conocida hoy en día como la Escala Fujita.

(Ver Tabla V.2.7.3)

La escala Fujita fue modificada oficialmente por el Servicio Meteorológico de Estados Unidos. Esta mejora fue publicada oficialmente el 2 de Febrero de 2006 y se implementó de forma definitiva el 1 de Enero de 2007, la cual se conoce como Enhanced F-Scale. (Ver Tabla V.2.7.4)

Tabla V.2.7.3 Escala Fujita

ESCALA	VELOCIDAD DEL VIENTO	DAÑOS	CARACTERÍSTICAS
F0	De 60 a 120km/h	Ligeros	Daños en chimeneas, antenas de radio y televisión, se quiebran las ramas de los árboles y algunos son derribados.
F1	De 121 a 180km/h	Moderados	Se producen roturas de vidrios de ventanas y puertas, desprendimientos de tejas protectoras de techos, los árboles son arrancados de raíz o se quiebran, los automóviles son desplazados de la ruta.
F2	De 181 a 250km/h	Considerables	Se desprenden los techos de las casas quedando en pie sólo las paredes más fuertes, los árboles grandes son destruidos de raíz, los automóviles son barridos de las rutas.
F3	De 251 a 320km/h	Severos	Las construcciones rurales son completamente demolidas, los techos y las paredes de las viviendas son destruidos, los automóviles y árboles son elevados por el viento.
F4	De 321 a 420km/h	Devastadores	Las viviendas son levantadas del suelo y transformadas en escombros; los trenes, automóviles, maquinarias rurales pesadas y camiones son arrojados a cierta distancia.
F5	De 421 a 500km/h	Superdevastadores	Las viviendas son completamente separadas de sus cimientos.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional San José, 2014

Tabla V.2.7.4 Escala Fujita modificada Enhanced F- Scale

ESCALA DE FUJITA		ESCALA DERIVADA EF		ESCALA EF EN USO		
Núm. F	Más veloz ¼ - km (km/h)	Ráfaga de 3 segundos (km/h)	Núm. EF	Ráfaga de 3 segundos (km/h)	Núm. EF	Ráfaga de 3 segundos (km/h)
0	64-115	72-124	0	104-136	0	104-136
1	116-179	125-187	1	137-174	1	137-176
2	180-251	188-257	2	175-219	2	177-216
3	252-331	258-334	3	220-267	3	217-264
4	332-416	335-417	4	268-318	4	265-320
5	417-508	336-507	5	319-374	5	Superior a 320

Fuente: Investigaciones, 2014

### Tornados en México

En 1998 National Geographic Society representó el riesgo por tonados en Norteamérica, la siguiente imagen muestra en un riesgo mediano, estrechas franjas de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, mientras que el resto del país es catalogado en bajo riesgo de ocurrencia.

(Ver Imagen V.2.7)

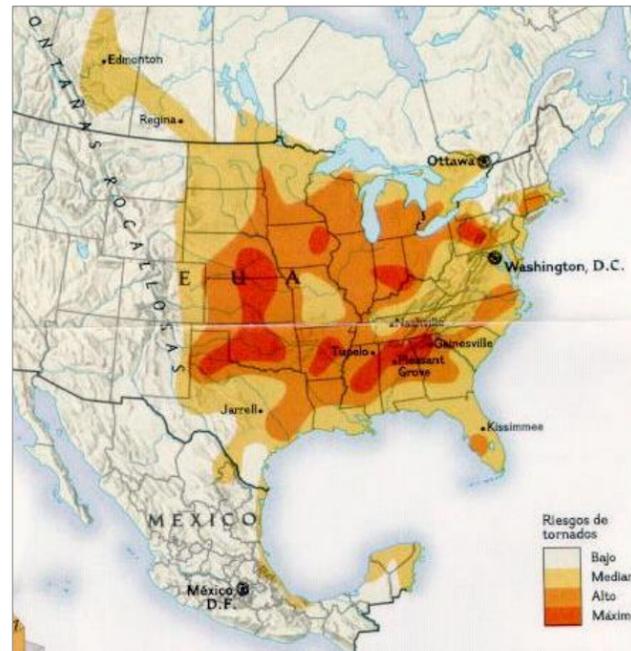


Imagen V.2.7 Mapeo de riesgos de tornado en Norteamérica.

Fuente: National Geographic Society (1998).

### V.2.7.1 PELIGRO

El municipio de San Ignacio no presenta factores detonantes ni antecedentes por Tornados, por lo tanto No Aplica este tipo de fenómenos.

### V.2.8 TORMENTAS DE POLVO

Las Tormentas de Polvo son un fenómeno meteorológico muy común en las zonas áridas y semiáridas del planeta. Estos fenómenos climatológicos son espectaculares y peligrosos. Son comunes en algunas partes del mundo, se levantan cuando una ráfaga de viento es lo suficientemente fuerte como para elevar las partículas de polvo o arena que se encuentran asentadas en el suelo.

Las tormentas de polvo severas pueden llevarse volando la capa superior del suelo, las partículas pequeñas quedan suspendidas, mientras que las grandes continúan moviéndose y generando la impresión de una inmensa nube que se mueve conforme a la velocidad del aire depositándola en otros lugares.

El polvo recogido en las tormentas puede trasladarse miles de kilómetros, cuando el polvo en suspensión es arrastrado por fuertes corrientes de aire hacia otros lugares y llueve se dice que llueve barro, porque todo se llena de gotitas de barro que se secan, y acaban ensuciándolo todo.

Por lo general una vez que ocurre una tormenta de polvo (se diferencia de la tormenta de arena cuando el tamaño de la partícula es menor de cien micras), este elemento al ser más ligero sube hasta alturas de 5 a 7 kilómetros, y forma una masa de aire muy caliente, cuya humedad relativa es de apenas un 3%.

Los daños que ha sufrido el planeta también contribuyen a que las tormentas sean más constantes. La erosión y la deforestación son problemas que han agravado la fuerza de estos fenómenos. La sequía y el viento son los principales factores pre condicionantes para la aparición de tormentas de polvo.

### V.2.8.1 PELIGRO

El municipio de San Ignacio no presenta factores detonantes ni antecedentes por Tormentas de Polvo, debido a que no presenta sequías severas o extremas y los vientos presentados son asociados a Ciclones Tropicales (los cuales generalmente son acompañados de precipitación, lo que frena el levantamiento del polvo) por lo tanto No Aplica este tipo de fenómeno.

## V.2.9 TORMENTAS ELÉCTRICAS

Las tormentas eléctricas son uno de los fenómenos atmosféricos más espectaculares y a veces pueden llegar a ser muy violentas y destructoras. Ellas ocurren en asociación a las nubes de tipo cumulonimbos que se desarrollan cuando la atmósfera está muy inestable. Pertenecen a la escala meso (2 a 20km) de la clasificación de Orlanski (1975).

Se considera, de acuerdo con la definición internacional, que comienza una tormenta eléctrica en una localidad a partir del instante en que se oye el trueno por primera vez y termina 15 minutos después del momento en que se ha oído el trueno al menos una vez. Estas especificaciones son independientes de que se produzca o no precipitación, de que haya o no cambios significativos en el viento<sup>43</sup>.

Algunas tormentas eléctricas no producen precipitación que llegue al suelo. Estas se denominan tormentas eléctricas "secas" y son comunes en el oeste de los Estados Unidos pero menos frecuente en México. Estas tormentas causan incendios forestales y ocurren cuando hay una gran capa de aire seco entre la base de la nube y el suelo, razón por la cual, las gotas de lluvia se evaporan al caer pero los rayos si pueden llegar al suelo.

Los rayos, los relámpagos y los truenos son componentes de una tormenta eléctrica. La visión luminosa de una descarga centellante maravillosa a quienes la ven desde la distancia pero se trata de una belleza peligrosa<sup>44</sup>.

Las tormentas eléctricas pueden producirse por diversos fenómenos meteorológicos. Es común referirse a tormentas eléctricas de masa de aire, tormentas en línea y tormentas frontales.

Las condiciones iniciales básicas favorables para su formación son:

- Presencia de aire húmedo en un gran espesor de la atmósfera.
- Una atmósfera inestable para el aire saturado de humedad que se extiende hasta grandes alturas.

- Un potente mecanismo que fuerce el aire a elevarse a grandes alturas.

### Ciclo de vida de una tormenta eléctrica

Las tres fases del ciclo de vida de una tormenta son: Desarrollo, Madurez y disipación (Ver Imagen V.2.9).

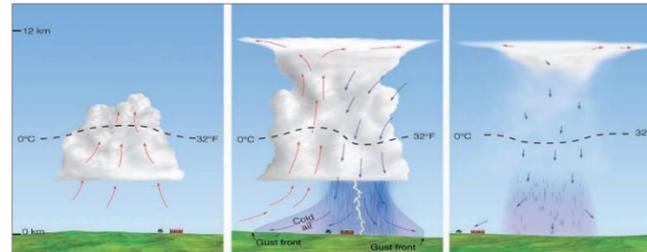


Imagen V.2.9 Ciclo de vida una celda de tormenta; (a) Etapa de desarrollo (b) etapa de madurez y (c) Etapa de Disipación (imagen modificada de: Hydman, Donald W. and Hydman David, 2002)

### Etapa de desarrollo

Durante esta primera etapa, el movimiento del aire es casi enteramente ascendente, por lo que la mayor parte del aire que constituye la nube proviene de las capas situadas por debajo de la base de la misma. No obstante, también se produce aporte de aire a través de los lados de la nube. Mientras dura este periodo, la nube crece rápidamente, la velocidad ascendente va en aumento y alcanza normalmente valores que pueden sobrepasar los 30m/s. El desprendimiento constante calor latente de evaporación inyecta continuamente nueva energía calorífica que acelera el movimiento ascendente y no le permite debilitarse.

### Etapa de Madurez

El desarrollo de la nube va acompañado por el crecimiento de los elementos de precipitación, cuando estos elementos son lo suficiente grandes, su peso influye en el proceso, pues ejercen suficiente resistencia al ascenso para obligar a una parte de aire de la nube a iniciar el descenso. Este proceso se considera el comienzo de la etapa de madurez.

Una vez nacida la corriente descendente, la misma se acelera rápidamente y al enfriarse el aire por la evaporación de la precipitación adquiere mayor densidad

de peso que el aire exterior de la nube; esta situación favorece la aceleración de del descenso del aire de la nube, Durante esta etapa de madurez los movimientos verticales, tanto ascendentes como descendentes, son muy fuertes. Una parte de la nube se eleva a gran velocidad mientras que, al mismo tiempo, otra parte de ella cada vez de mayor tamaño, desciende con gran ímpetu. En esta fase una tormenta se caracteriza por su máxima precipitación, por descargas eléctricas, truenos y rachas fuertes de viento en las capas cercanas a la superficie. A medida que la corriente descendente crece dentro de la nube, disminuye gradualmente la energía proporcionada por la corriente ascendente.

### Etapa de disipación

Cuando toda la nube está constituida por aire descendente, la tormenta alcanza su fase final, llamada etapa de disipación. Bajo esas condiciones, no puede producirse condensación; esta corriente se debilita cuando cesa la formación de gotas de agua y partículas de hielo.

Mientras la lluvia y la corriente descendente persistan, la totalidad de la celda de tormenta eléctrica es más fría que el aire que la rodea. Cuando cesan, temperatura en el interior de la celda recobra el mismo valor que el aire que la rodea. La disipación de la nube es completa y no queda más que algunas nubes estratiformes y cirros. En la superficie ha desaparecido toda traza de tormenta eléctrica y de rachas.

### La descarga eléctrica

Como otros cuerpos celestes, también la Tierra posee carga eléctrica. La carga eléctrica terrestre, la cual, usualmente es negativa, tiene influencia sobre los fenómenos de la atmósfera.

Cuando es más grande la diferencia de potencial eléctrico entre la parte superior de la nube y la parte inferior, o entre una nube y la próxima o entre una nube y la superficie de la tierra y ésta excede a la diferencia de potencial de ruptura, se produce una descarga eléctrica, llamada, rayo. La imposibilidad de predecir dónde caerán los rayos aumenta el riesgo para la población y la propiedad.

<sup>43</sup> García-Concepción, O. et al. FUNDAMENTOS DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA. México: Amate editorial, 2007. 209 p. Universidad de Guadalajara: Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. ISBN: 978-970-764-284-3

<sup>44</sup> Ahrens, Donald C. Meteorology Today: AN INTRODUCTION TO WEATHER CLIMATE, AND THE ENVIRONMENT [ELETRÓNICO]. Novena edición, USA: BROOKS/COLE, CENGAGE Learning, Cop. 2009. 549 p. ISBN 0-495-55573-5

Cuando una tormenta amenaza un área se recomienda refugiarse en el interior de una casa, edificio o automóvil y alejarse de objetos y aparatos metálicos o electrónicos y al estar en campo no se debe resguardar debajo de los árboles.

### Tipos de Tormentas

Las tormentas eléctricas pueden ordenarse en los siguientes tipos.<sup>45</sup>

- Una celda simple, se caracteriza por coexistir solamente un par de movimientos verticales ascendentes y descendentes, que típicamente duran de 20 a 30 minutos y en ocasiones traen asociados fenómenos severos.
- Las Multiceldas, se caracterizan por coexistir varios movimientos verticales ascendentes y descendentes y existe una clara tendencia a que las celdas nuevas se formen delante de la corriente descendente de una celda más vieja. A su vez se dividen en dos categorías, que son: multiceldas lineales y agrupaciones en multiceldas.
- Superceldas, siempre están acompañadas de intensos movimientos verticales ascendentes y con un profundo ciclón a pequeña escala. Son capaces de ocasionar fenómenos del tiempo devastadores, incluyendo violentos tornados.

### V.2.9.1 PELIGRO

Para determinar el peligro por Tormentas Eléctricas en el municipio se analizan los datos hidrometeorológicos de 15 estaciones operadas por CONAGUA, 8 localizadas dentro del municipio y el resto en los municipios vecinos.

Cabe mencionar que la disponibilidad de estos datos es anual, por lo que el resultado del modelo representa datos de tormentas eléctricas por año. (Ver Imagen V.2.9.1)

#### Modelo de Tormentas Eléctricas

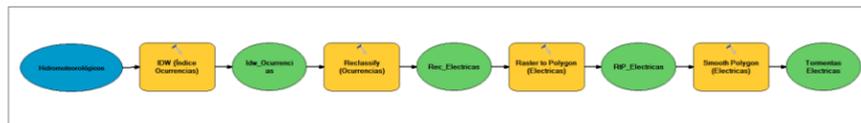


Imagen V.2.9.1 Modelo de Tormentas Eléctricas  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2013

### Objetivo

- Determinar las zonas de afectación por Tormentas Eléctricas en el área de estudio. Esto ayudará a identificar los sistemas expuestos que se encuentren en la zona para, posteriormente, revisar su vulnerabilidad y establecer escenarios de riesgo.

### Capas originales

- Hidrometeorológicos (Tormentas Eléctricas). Es una capa de puntos que contiene los datos de la cantidad de veces que se ha presentado una tormenta de granizo en la zona de estudio.

### Variables

- Índice de Ocurrencias. Este valor se toma considerando las veces que ocurre una tormenta eléctrica dentro del periodo con lluvias en una estación hidrometeorológica, tomando como referencia un periodo de tiempo para el estudio. De acuerdo al porcentaje de ocurrencia dentro de este periodo se le asigna un valor numérico entre 1 y 5.

VALORES POR OCURRENCIAS	
PORCENTAJE DE OCURRENCIAS	VALOR
5	1
5 - 10	2
10 - 25	3
25 - 60	4
60 - +	5

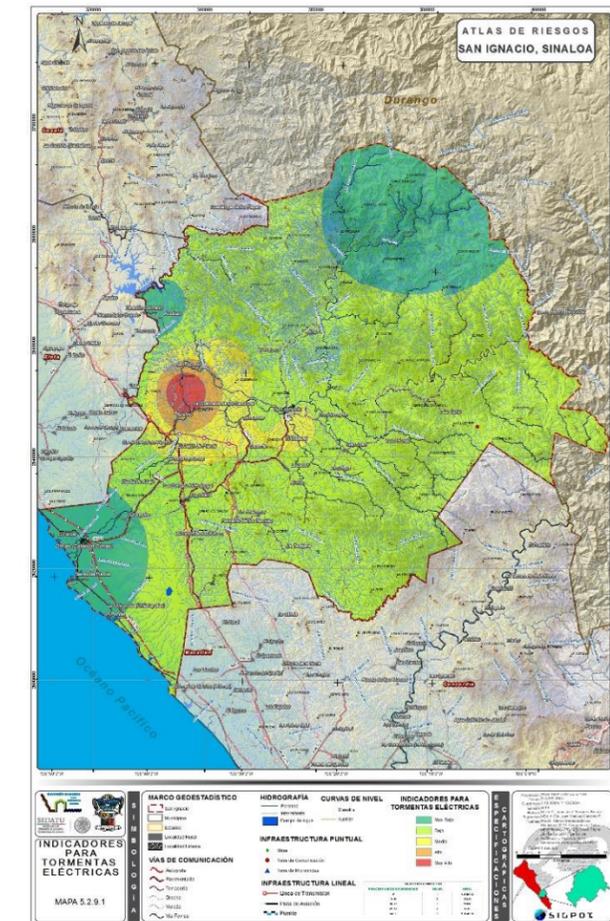
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2013

### Procesos realizados

- IDW (Ocurrencias). Toma la capa original "Hidrometeorológicos" e interpola una superficie de valores desconocidos a partir de puntos con valores conocidos que son tomados como referencia para realizar el análisis, éste proceso toma los valores correspondientes al Índice de Ocurrencias. Este proceso genera una capa ráster en donde los valores de las celdas son estimados mediante la información que hay en los puntos con datos conocidos, generando así información continua. La capa que se obtiene es llamada "IDW\_Ocurrencias".
- Reclassify (Ocurrencias). Reclassifica o cambia los valores del ráster generado en el proceso anterior, tiene como entrada la capa "IDW\_Ocurrencias" y reclassifica en valores de 1 a 5 para obtener los niveles de afectación por ocurrencia de una tormenta de nieve según sea el caso. La capa obtenida al finalizar el proceso es "Rec\_Ocurrencias".

- Raster to Polygon (Ocurrencias). Se aplica la herramienta al proceso para convertir a polígonos el resultado raster del proceso anterior, tomando el campo de valores entre 1 y 5 para obtener una capa vectorizada. La capa de entrada es "Rec\_Ocurrencias" y la de salida es "RtP\_Ocurrencias".

- Smooth Polygon (Ocurrencias). Esta herramienta toma como entrada la capa "RtP\_Ocurrencias", con el fin de suavizar los polígonos generados en el proceso anterior. La capa resultante y final es "Tormentas Eléctricas". (Ver Mapa 5.2.9.1 y Tabla V.2.9.1)



Mapa 5.2.9.1 Indicadores por Tormentas Eléctricas  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

<sup>45</sup> García-Concepción, O *et al.* FUNDAMENTOS DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA. México: Amate editorial, 2007. 209 p. Universidad de Guadalajara: Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. ISBN: 978-970-764-284-3

Debido a la falta de homogeneidad en la cantidad de años con datos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, así como las características de dichos no es posible asociar las tormentas eléctricas a periodos de retorno. Sin embargo se puede considerar la posible ocurrencia del fenómeno cada 33 años en la estación El Quelite, principalmente en el mes de Agosto, mientras que de las estaciones al interior del municipio la estación Ixpalino presenta la posible ocurrencia del fenómeno cada 50 años en los meses de Julio y Agosto.

### V.2.9.2 VULNERABILIDAD

En base a las encuestas realizadas para determinar la vulnerabilidad social en el municipio ante la presencia de Tormentas Eléctricas se obtiene como resultado una vulnerabilidad Baja, ya que la población tiene una percepción clara del peligro al que está expuesto, lo que incide positivamente en la capacidad de respuesta. (Ver Mapa 5.2.9.2)

Tablas V.2.9.1 Peligro por Tormentas Eléctricas

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Bajo	San Ignacio	4543	1315
Muy Bajo	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	La Quebrada de los Sandoval	119	63
Alto	Ixpalino	391	239
	San Agustín	142	73
Medio	El Lodazal	163	45
	Cabazán	278	113
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	El Cajón de Piaxtla	145	48
	San Javier	332	191
	San Juan	516	209
	Piaxtla de Arriba	448	151
	El Platanar	159	47
	Contraestaca	119	34
Bajo	Los Humayes	254	78
	La Tasajera	103	29
	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
	La Caña	248	52
	El Limón de los Peraza	237	145
	Vado Hondo	180	44
	Palmarito de los Ramírez	114	44
	El Tule	110	28
	Tacuitapa	109	45
	La Labor	455	177
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Ajoja	230	159
	Lo de Ponce	287	91
	Coyotitán	1,676	595
Muy Bajo	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	El Pozole	125	39
	Barras de Piaxtla	457	217
	El Patole	388	235
	Duranguito	568	194
Acatitán	141	47	

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

#### ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

NUM	ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ELECTRICAS
1	JOCUIXTITA	24.3	-106.3	0
2	GUADALUPE DE LOS REYES	24.3	-106.5	26.8
3	SOQUITITAN	24.2	-106.7	18
4	ACATITAN	24.1	-106.7	0
5	PIAXTLA	24	-106.4	16.8
6	SAN IGNACIO	23.9	-106.4	13.3
7	SAN IGNACIO CFE	23.9	-106.4	46.1
8	IXPALINO	24	-106.6	7.5
9	ELOTA	24	-106.7	11.4
10	LA CRUZ	23.9	-106.9	0.5
11	LA NORIA	23.9	-106.9	1.2
12	DIMAS	23.7	-106.8	0
13	EL LIMON	23.7	-106.5	17.5
14	EL QUELITE	23.3	-106.2	53
15	EL QUEMADO	23.3	-106.2	0

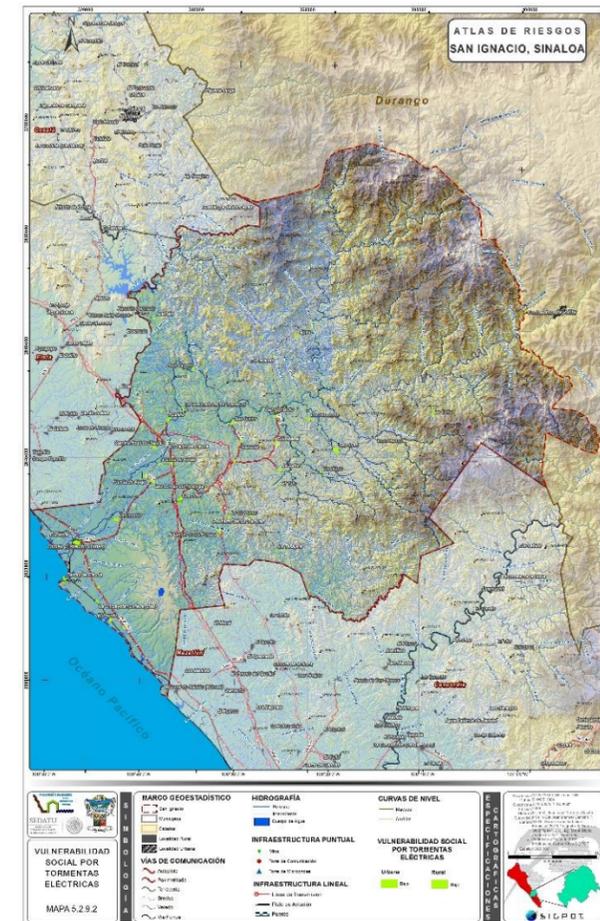
SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL  
NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTACIÓN: ARRIONES IXPALINO LATITUD: 23°58'05" N. LONGITUD: 106°36'30" W. ALTURA: 69.0 MSNM. PERIODO: 1951-2009

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	30.2	31.4	32.9	34.9	36.6	36.8	35.5	34.5	34.1	34.6	33.1	30.5	33.8
TEMPERATURA MENSUAL NORMAL	34.0	34.5	36.0	37.8	38.9	39.1	38.4	37.4	36.9	37.1	36.3	33.6	36.6
AÑO DE MAXIMA NORMAL	2003	2009	2007	2005	2002	2006	1987	2002	2009	2002	2005	2005	2005
TEMPERATURA MINIMA NORMAL	19.5	19.5	20.0	22.0	24.5	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
TEMPERATURA MENSUAL NORMAL	20.5	21.1	22.2	24.4	27.0	29.9	29.7	29.1	28.8	27.7	24.3	21.4	25.5
AÑO DE MINIMA NORMAL	1999	1974	2008	2008	2005	1988	1985	2006	1985	1970	1979	1979	1999
AÑO DE MINIMA NORMAL	1999	1974	2008	2008	2005	1988	1985	2006	1985	1970	1979	1979	1999
PRECIPITACION NORMAL	28.0	11.3	5.3	2.4	1.2	37.9	189.9	219.6	167.1	84.7	28.8	28.8	79.6
PRECIPITACION MENSUAL NORMAL	239.7	74.3	104.5	56.2	26.2	245.3	431.7	446.2	388.6	480.3	147.5	143.0	343.0
AÑO DE MAXIMA NORMAL	1992	2005	1983	1997	1997	1984	1990	1995	2003	2002	1972	1963	1963
AÑO DE MAXIMA NORMAL	1992	2005	1983	1997	1997	1984	1990	1995	2003	2002	1972	1963	1963
PRECIPITACION MENSUAL NORMAL	17.2	42.3	78.2	55.0	28.0	86.0	180.0	200.0	143.0	60.0	20.0	20.0	78.1
AÑO DE MAXIMA NORMAL	25/1992	05/2005	03/1983	03/1997	27/1974	28/2004	01/1990	21/2002	12/1968	01/2002	23/1972	09/1962	09/1962
AÑO DE MAXIMA NORMAL	25/1992	05/2005	03/1983	03/1997	27/1974	28/2004	01/1990	21/2002	12/1968	01/2002	23/1972	09/1962	09/1962
EVAPORACION TOTAL NORMAL	99.1	113.5	169.6	202.0	235.8	236.6	167.9	143.5	126.5	129.1	106.3	84.4	1,787.3
AÑO DE MAXIMA NORMAL	44	45	43	41	42	44	43	45	45	45	44	44	45
NUMERO DE DÍAS CON LUEVA NORMAL	2.7	1.3	0.8	0.3	0.3	3.5	14.8	15.3	12.2	3.9	2.3	3.3	60.7
AÑO DE MAXIMA NORMAL	49	50	48	48	49	50	49	50	49	49	49	49	49
NEBLA NORMAL	1.8	0.9	0.3	0.1	0.2	0.0	0.4	1.4	2.9	3.8	2.5	1.9	10.2
AÑO DE MAXIMA NORMAL	49	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49	49	49
GRANIZO NORMAL	0.8	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3	1.0	2.4	1.6	1.2	8.3
AÑO DE MAXIMA NORMAL	49	50	49	48	49	50	49	50	49	49	49	49	49
TORRENTA E. NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.7	2.7	1.4	0.4	0.0	0.0	7.5
AÑO DE MAXIMA NORMAL	49	50	49	48	49	50	49	50	49	49	49	49	49

Imagen 5.2.4.1 Normales Climatológicas, Estación Ixpalino

Fuente: Servicio METEOROLÓGICO Nacional.

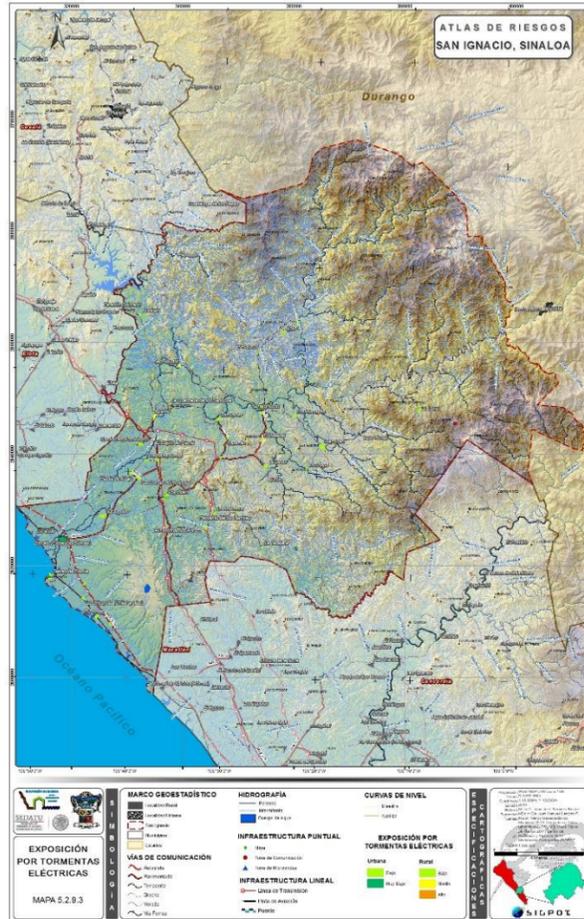


Mapa 5.2.9.2 Vulnerabilidad por Tormentas Eléctricas

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.2.9.3 RIESGO

Con la suma de los resultados de Peligro y Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Tormentas Eléctricas para el municipio, quedando como se muestra a continuación y enlistando solo las localidades con Riesgo Alto. (Ver Mapa 5.2.9.3 y Tabla V.2.9.3)



Mapa 5.2.9.3 Exposición por Tormentas Eléctricas  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tablas V.2.9.3 Riesgo por Tormentas Eléctricas

NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Alto	La Quebrada de los Sandoval	119	63

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.2.10 LLUVIAS EXTREMAS

La sociedad es vulnerable a los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos que se producen sean cuales fueran sus dimensiones. Los sistemas tormentosos, que cubren cientos de kilómetros y tienen una duración de muchas horas e incluso días, van acompañados de vendavales e inundaciones<sup>46</sup>.

Episodios meteorológicos e hidrológicos de intensidad superior a la media pueden causar daños catastróficos al medio ambiente, a la economía y al sistema social. En este caso, Las lluvias intensas provocan inundaciones, además de ser causante de una erosión que mina las estructuras y de inundaciones que destruyen los cultivos, ahogan el ganado, contaminan los suministros de agua dulce y aíslan a ciertas comunidades.

La cantidad de precipitación que cae sobre un lugar determinado de la superficie de la Tierra se mide suponiendo que el suelo es lo suficientemente impermeable y plano, para impedir que el agua corra o se infiltre por el almacenamiento producido. El espesor de esa capa de precipitación medido en milímetros, expresa la cantidad de agua caída en un periodo determinado, el cual puede ser día, decena, mes, año, etc.<sup>47</sup>

Un milímetro de lluvia precipitada equivale sobre la superficie a un litro por cada metro cuadrado. Al unir los puntos que registran la misma precipitación sobre un mapa, se obtiene las líneas de igual precipitación llamadas isoyetas.

La distribución de la lluvia en la República Mexicana presenta una amplia variabilidad espacio temporal, en parte debido a la compleja orografía que tiene el territorio nacional. En la mayor parte del país ocurre una temporada de precipitaciones de carácter general comprendida desde el mes de junio hasta mediados de octubre y se conoce como “temporada de lluvia”.

Por lo general, hay un periodo de transición en el mes de mayo de lluvias irregulares y dispersas. Dentro de la época de lluvia, con frecuencia se registra un corto período seco en el mes de agosto, conocido con nombre de “canícula”

o sequía de medio verano” que es un factor importante a considerar en lo calendarios de cultivos.

### V.2.10.1 PELIGRO

Para determinar el peligro por Lluvias Extremas en el municipio se analizan los datos hidrometeorológicos de 15 estaciones operadas por CONAGUA, 8 localizadas dentro del municipio y el resto en los municipios vecinos. (Ver Imagen V.2.10.1)

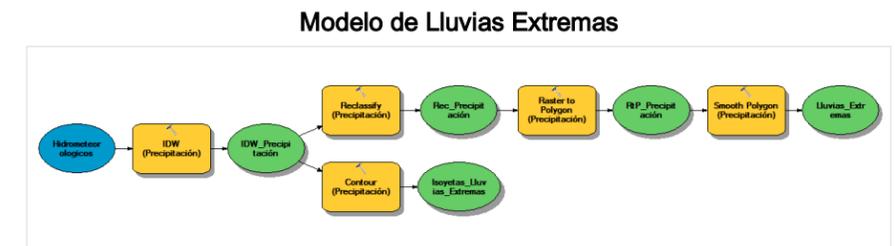


Imagen V.2.10.1 Modelo de Lluvias Extremas  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2013

#### Objetivo

- Determinar las zonas de afectación por Lluvias Extremas en el área de estudio. Esto ayudará a identificar los sistemas expuestos que se encuentren en la zona para, posteriormente, revisar su vulnerabilidad y establecer escenarios de riesgo.

#### Capas originales

- Hidrometeorológicos. Es una capa de puntos que contiene los datos de las precipitaciones máximas registradas en 24 horas en las estaciones hidrometeorológicas de la zona de estudio.

#### Variables

- Precipitación Máxima en 24 horas. Este valor considera el valor máximo, dentro de las precipitaciones máximas ocurridas en 24 horas, de la estación correspondiente. De acuerdo a la precipitación se le asigna un valor numérico entre 1 y 5.

VALORES POR PRECIPITACIÓN	
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM)	VALOR
80 - 100	1
101 - 150	2
151 - 200	3

<sup>46</sup> Organización Meteorológica Mundial, REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS EXTREMOS. OMM-N° 936, Suiza: OMM, 2002. 36p. ISBN92-63-30936-1

<sup>47</sup> García-Concepción, O et al. FUNDAMENTOS DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA. México: Amate editorial, 2007. 2009 p. Universidad de Guadalajara: Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. ISBN: 978-970-764-284-3

201 - 300	4
300 - 400	5

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2013

**Procesos realizados**

▪ IDW (Precipitación). Toma la capa original "Hodrometeorológicos" e interpola una superficie de valores desconocidos a partir de puntos con valores conocidos que son tomados como referencia para realizar el análisis, éste proceso toma los valores correspondientes a la Precipitación Máxima en 24 horas. Este proceso genera una capa ráster en donde los valores de las celdas son estimados mediante la información que hay en los puntos con datos conocidos, generando así información continua. La capa que se obtiene es llamada "IDW\_Precipitación".

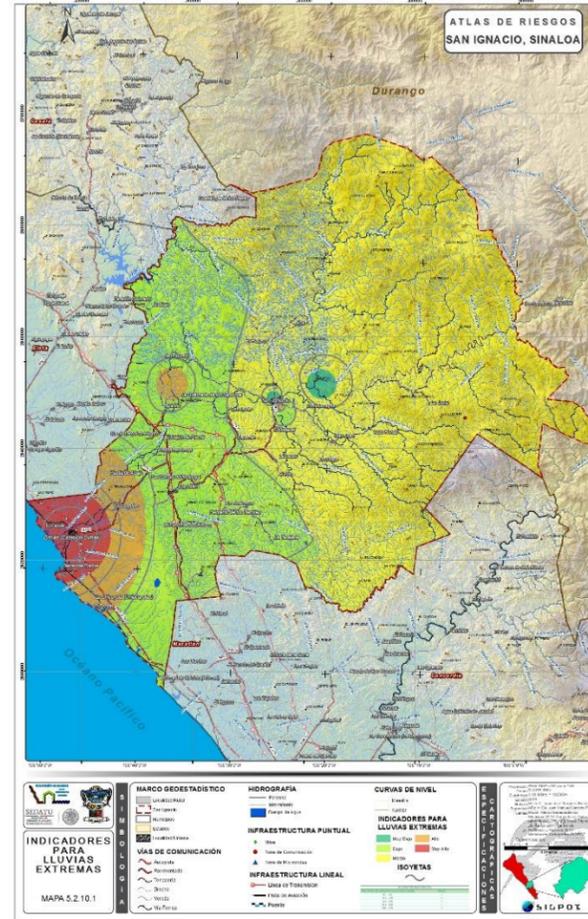
▪ Reclassify (Precipitación). Reclasifica o cambia los valores del ráster generado en el proceso anterior, tiene como entrada la capa "IDW\_Precipitación" y reclasifica en valores de 1 a 5 para obtener los niveles de afectación por la precipitación máxima en 24 horas. La capa obtenida al finalizar el proceso es "Rec\_Precipitación".

▪ Raster to Polygon (Precipitación). Se aplica la herramienta al proceso para convertir a polígonos el resultado raster del proceso anterior, tomando el campo de valores entre 1 y 5 para obtener una capa vectorizada. La capa de entrada es "RtP\_Precipitación" y la de salida es "RtP\_Precipitación".

▪ Smooth Polygon (Precipitación). Esta herramienta toma como entrada la capa "RtP\_Precipitación", con el fin de suavizar los polígonos generados en el proceso anterior. La capa resultante y final es "Lluvias\_Extremas".

▪ Contour (Precipitación). Se integra esta herramienta para calcular la curvatura de los valores de las celdas del raster, las cuales serán las Isoyetas, asignando los valores de las celdas a cada línea generada. El proceso tiene como capa de entrada el raster "IDW\_Precipitación", al finalizar se obtiene la capa final "Isoyetas\_Lluvias\_Extremas". (Ver

Mapa 5.2.10.1 y Tabla V.2.10.1))



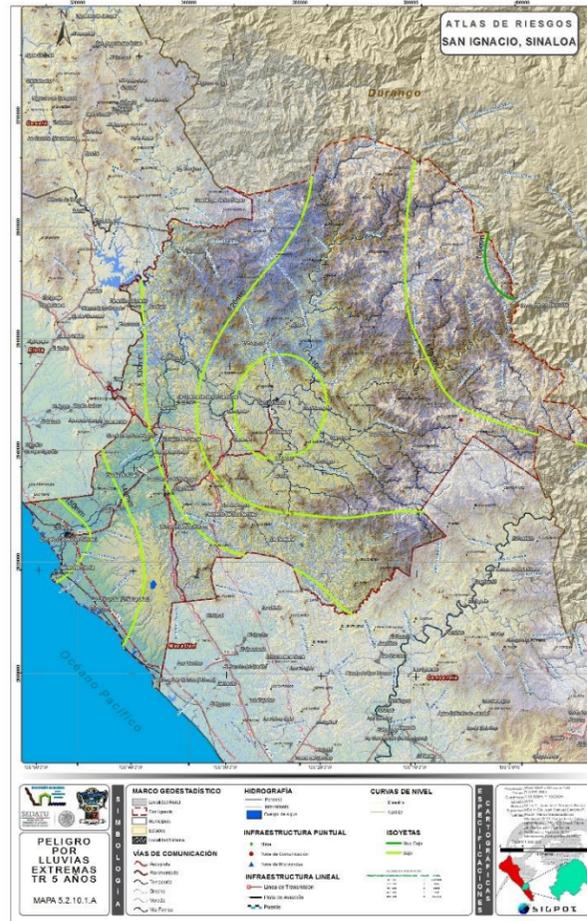
Mapa 5.2.10.1 Indicadores por Lluvias Extremas

Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

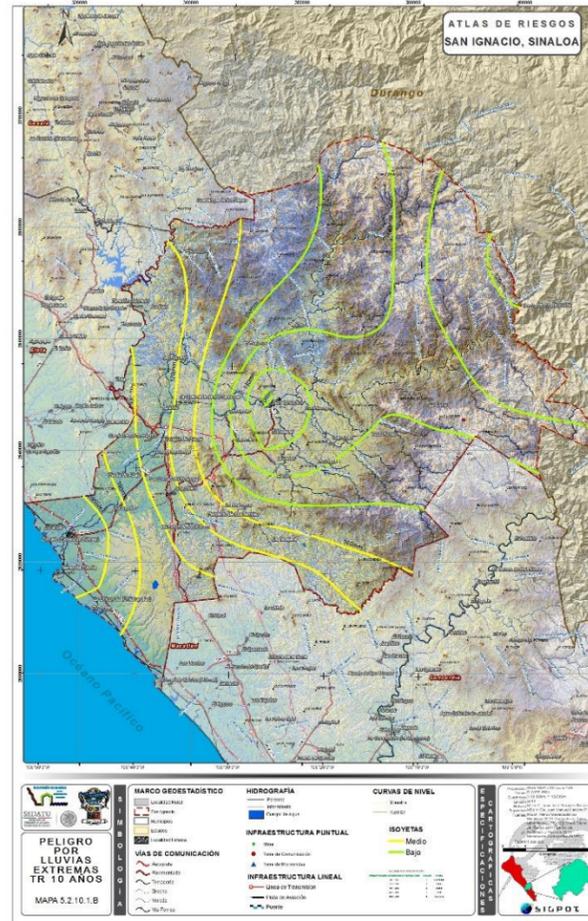
Tablas V.2.10.1 Peligro por Lluvias Extremas

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
Muy Bajo	San Ignacio	4543	1315
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	Barras de Piaxtla	457	217
	El Patole	388	235
Alto	La Chicayota (Chilacayotas)	198	56
	El Pozole	125	39
	Duranguito	568	194
	La Tasajera	103	29
	El Limón de los Peraza	237	145
	Lo de Ponce	287	91
	Palmarito de los Ramírez	114	44
	Coyotitán	1,676	595
	El Tule	110	28
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	Piaxtla de Arriba	448	151
Medio	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	El Cajón de Piaxtla	145	48
	San Javier	332	191
	La Quebrada de los Sandoval	119	63
	Ixpalino	391	239
	San Agustín	142	73
	Acatitán	141	47
	San Juan	516	209
	El Platanar	159	47
	Contraestaca	119	34
	Los Humayes	254	78
	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
Bajo	La Caña	248	52
	Vado Hondo	180	44
	El Lodazal	163	45
	Cabazán	278	113
	Tacuitapa	109	45
	La Labor	455	177
	Ajoya	230	159

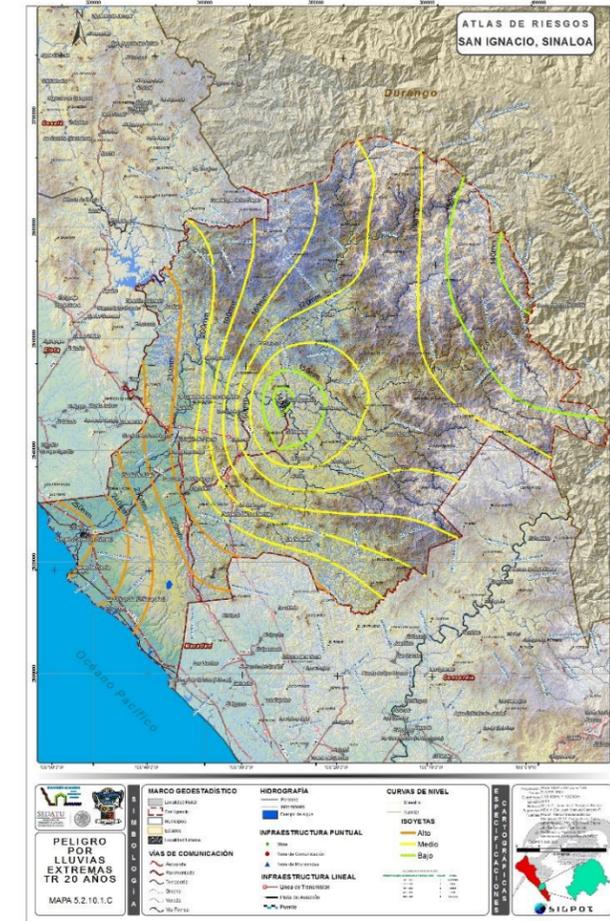
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.10.1.A Peligro por Lluvias Extremas Tr 5 años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.10.1.B Peligro por Lluvias Extremas Tr 10 años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



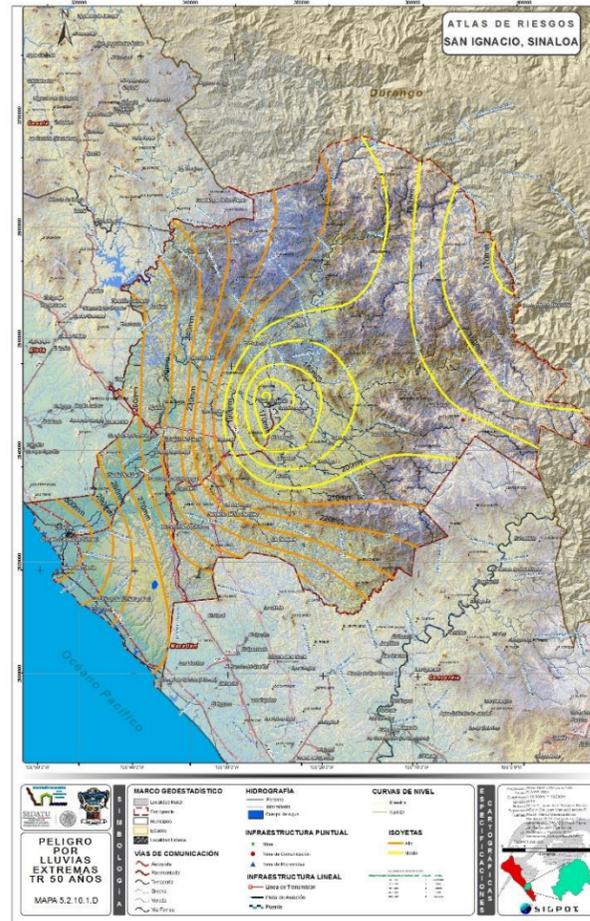
Mapa 5.2.10.1.C Peligro por Lluvias Extremas Tr 20 años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

### V.2.10.2 VULNERABILIDAD

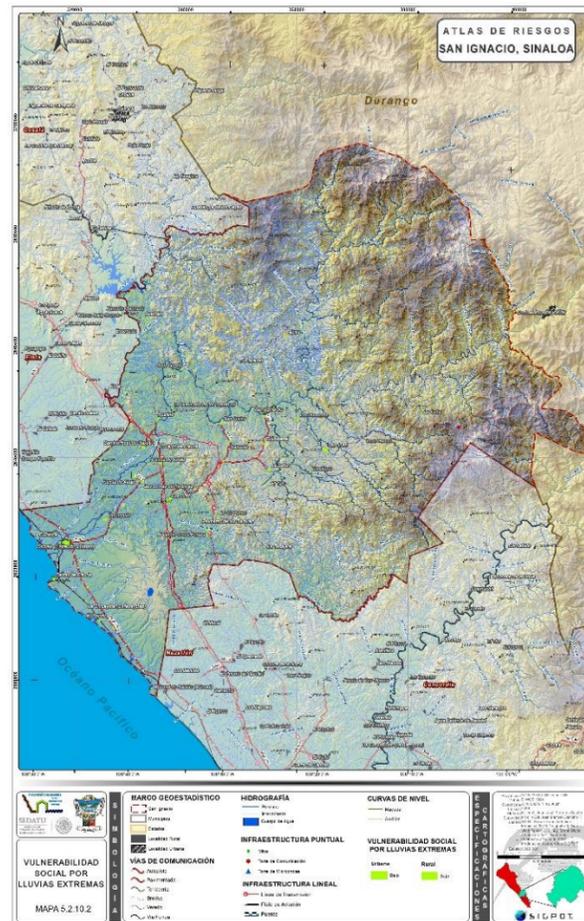
En base a las encuestas realizadas para determinar la vulnerabilidad social en las localidades urbanas de San Ignacio y Dimas (Estación Dimas), ésta se considera Baja, ya que la población tiene una percepción clara del peligro por Lluvias Extremas al que está expuesto, lo que incide positivamente en la capacidad de respuesta. (Ver Mapa 5.2.10.2)

### V.2.10.3 RIESGO

Con la suma de los resultados de Peligro con tasa de retorno de 50 años la y Vulnerabilidad se obtiene el riesgo por Lluvias Extremas para el municipio, quedando como se muestra a continuación y enlistando solo las localidades con Riesgo Alto. (Ver Mapa 5.2.10.3 y Tabla V.2.10.3)



Mapa 5.2.10.1.D Peligro por Lluvias Extremas Tr 50 años  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.10.2 Vulnerabilidad por Lluvias Extremas - San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014



Mapa 5.2.10.2.2 Exposición por Lluvias Extremas - Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Tablas V.2.10.3 Riesgo por Lluvias Extremas

NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Alto	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Alto	Barras de Piaxtla	457	217
	El Patole	388	235

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



## Objetivo

Identificar las zonas susceptibles de inundación en el área de estudio.

## Capas originales

- Modelo digital de elevación (Sinaloa15m). Es la capa del modelo digital de elevación a 15 metros del área de estudio, esta capa muestra la topografía que sirve como barrera natural para el desplazamiento del agua.
- San Ignacio Perenes. Es la capa que contiene las corrientes perennes del municipio.

## Variables

- Valores de pendiente. Se ponderan las pendientes en porcentaje para determinar su susceptibilidad a la inundación en valores numéricos de 1 a 5.

## Procesos realizados

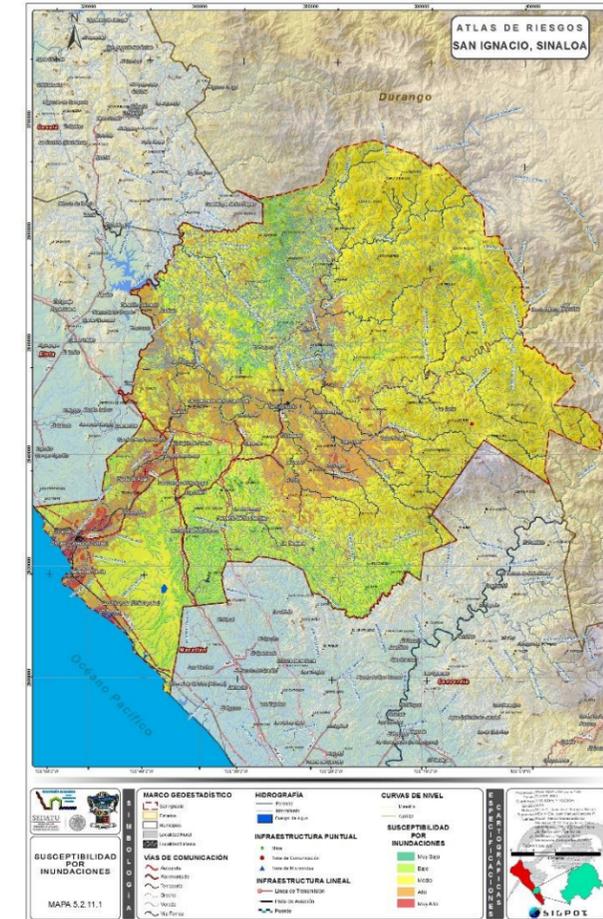
- Slope (Sinaloa15m), toma como base el modelo digital de elevación a 15 metros (Sinaloa15m) y genera una capa con los valores de las pendientes medidas en grados, es utilizada para asignarla como la capa que va frenando el avance el agua conforme la pendiente aumenta. Una vez realizado el proceso genera la capa "Slope1".
- Reclassify (Slope1), Reclassifica los valores de pendientes, actualmente en decimal, a valores enteros, del 1 al 5 en donde el 1 corresponde a valores de pendiente bajos y el 5 a las zonas más altas. Realizado el proceso genera la capa "Reclass1", que a su vez sirve como insumo para el proceso "Cost Distance".
- Cost Distance. A través de una capa de costo (modelo numérico que representa la resistencia que ofrece al territorio a la trayectoria del caudal) modela el impacto de la corriente de agua tomando como base su caudal principal. La capa que resulta de este proceso es "CostDist1\_p".
- Reclassify 2 (CostDist1\_p), Reclassifica los valores de pendientes, actualmente en decimal, a valores enteros, del 1 al 5 en donde el 1 corresponde a valores de pendiente bajos y el 5 a las zonas más altas. Realizado el proceso genera la capa "Reclass1", que a su vez sirve como insumo para el proceso "Reclass2".
- Weighted Overlay (Reclass1, Reclass2), multiplica el valor que tiene cada celda de las capas "Reclass1" y "Reclass2" por el porcentaje de influencia asignado a cada una de ellas (70, 10, 13 y 7 respectivamente) y posteriormente suma los valores obtenidos para generar una sola capa de salida, con la finalidad de operar los valores independientes de

cada pixel de las capas en un solo resultado. La capa resultante del proceso es "Overlay1" y muestra el desplazamiento del agua sobre la superficie.

- Raster to Polygon (Overlay1), Se aplica la herramienta al proceso para convertir a polígonos el resultado raster del proceso anterior, tomando el campo de valores entre 1 y 5 para obtener una capa vectorizada. La capa de entrada es "Overlay1" y la de salida "PtR1".

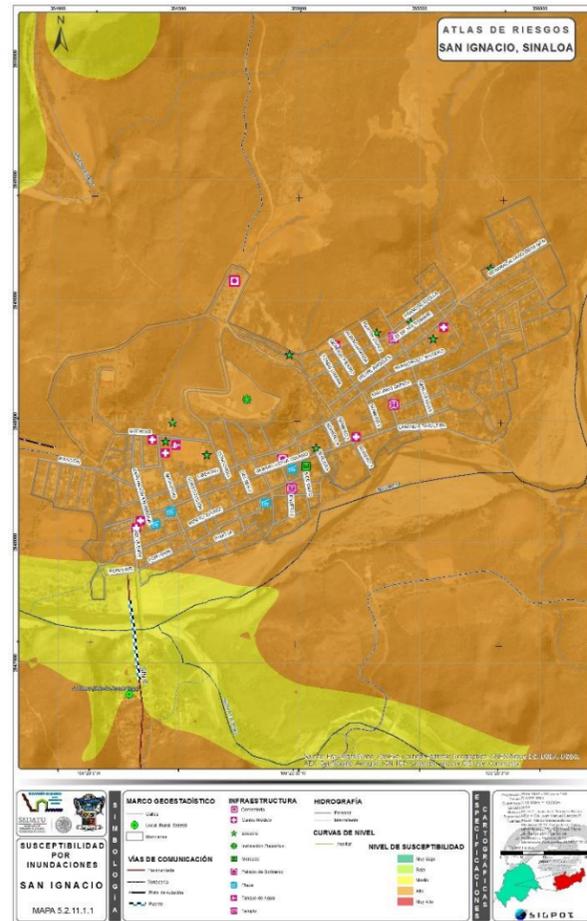
Smooth Polygon, Esta herramienta toma como entrada la capa "PtR1", con el fin de suavizar los polígonos generados en el proceso anterior. La capa resultante y final es "Smooth1".

El resultado de la aplicación de este modelo para inundaciones se observa a continuación y con esto se obtienen los escenarios de peligro para el municipio ante la presencia de una inundación y mostrando con mayor detalle las localidades rurales y urbanas que sufren alguna afectación. (Ver Mapas 5.2.11, 5.2.11.1, 5.2.11.2 y Tabla V.2.11.1)



Mapa 5.2.11.1 Susceptibilidad por Inundaciones

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.2.11.1.1 Susceptibilidad por Inundaciones-San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.2.11.1.2 Susceptibilidad por Inundaciones-Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla V.2.11.1 Peligro por Inundaciones			
NIVEL	LOCALIDADES URBANAS	POBLACION	VIVIENDAS
Bajo	San Ignacio	4543	1315
Muy Alto	Dimas (Estación Dimas)	3550	1071
NIVEL	LOCALIDADES RURALES	POBLACION	VIVIENDAS
Muy Alto	El Pozole	125	39
	Duranguito	568	194
	Piaxtla de Abajo	1,877	587
	La Chicayota (Chilacayotas)	1,877	587
	Barras de Piaxtla	457	217
	La Tasajera	103	29
	El Patole	388	235
	Duranguito	568	194
	El Tule	110	28
	Las Lomas del Pedregal	281	88
	Tacuitapa	109	45
	La Labor	455	177
	Piaxtla de Arriba	448	151
	Crucero de Piaxtla (La Cacharola)	160	48
	San Juan	516	209
	Camino Real de Piaxtla	416	186
	El Cajón de Piaxtla	145	48
	El Lodazal	163	45
	Cabazán	278	113
	Vado Hondo	180	44
	San Javier	332	191
	Los Humayes	254	78
	Ixpalino	391	239
	La Chora (Colonia Renato Vega)	238	80
	El Platanar	159	47
	Ajoja	230	159
	Acatitán	141	47
	Lo de Ponce	287	91
	Palmarito de los Ramírez	114	44
	Coyotitán	1,676	595
	La Caña	248	52
	La Quebrada de los Sandoval	119	63
	San Agustín	142	73
	Contraestaca	119	34
Bajo	El Limón de los Peraza	237	145

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

## PELIGRO POR LOCALIDADES

Para el caso del estudio de peligro por localidades se emplea el análisis de las corrientes sin medición directa (hidrometría), así como las precipitaciones actualizadas al 2013 de las estaciones siguientes. (Ver Tabla V.2.11.1.1)

Tabla V.2.11.1.1 Estaciones Hidrométricas				
NÚMERO	ESTACIÓN	COORDENADAS UTM	COORDENADAS UTM	
			X	Y
1	10042	Las Truchas	401809.17	2673879.42
2	25021	Dimas	318380.27	2624794.11
3	25045	Ixpalino	336359.84	2651623
4	25084	San Ignacio	355070.87	2648468.52
5	25050	La Cruz	306172.39	2645998.83
6	10051	Otinapa	499124.52	2660162.08
7	10031	Huahuapan	403597.07	2712439.62

Su ubicación se muestra en la figura inferior de construcción de polígonos de Thiessen, cuya configuración y metodología nos oferta una identificación de la distribución correcta y adecuada de la precipitación máxima en 24 horas. Es importante destacar que la superficie de la cuenca analizada es de 6959.31km<sup>2</sup>. (Ver Imagen V.2.11.1.2)

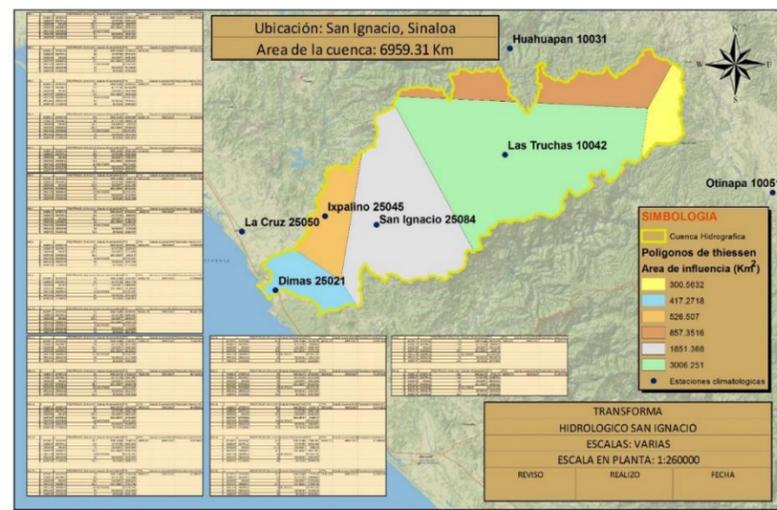


Imagen V.2.11.1.2 Polígonos de Thiessen  
Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Es de hacer notar que valores numéricos de las estaciones climatológicas manifestadas, se analizaron en cuanto a precipitación se refiere (máxima en 24 horas), tanto por la metodología de Isoyetas como de Polígonos de Thiessen, a continuación se presenta mapa de identificación de Isoyetas. (Ver Imagen V.2.11.1.3)

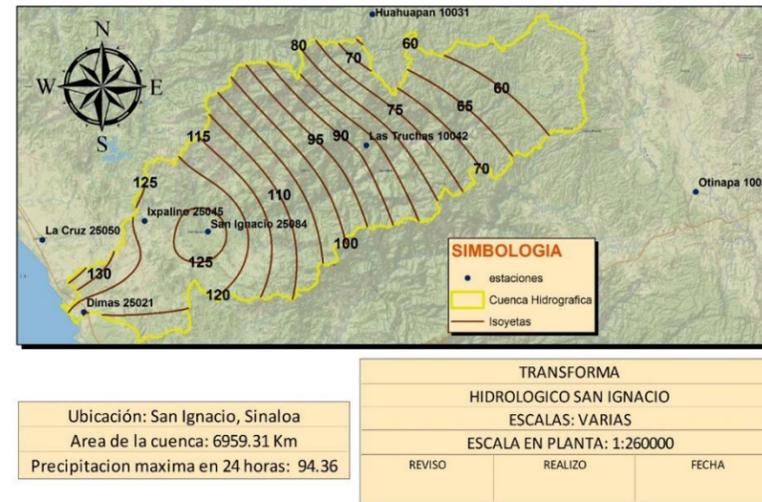


Imagen V.2.11.1.3 Identificación de Isoyetas  
Modelación Cartográfica SIGPOT 2014

Los datos anteriormente expuestos son los empleados para el análisis hidrológico de la zona de estudio, empleando la metodología del Hidrográma Unitario Triangular y la información cartográfica existente, la cual describimos en el párrafo siguiente.

En lo que respecta al análisis del fenómeno descrito, se emplea información topográfica basada en el Modelo Digital de Elevación que edita el INEGI, del continuo de elevaciones mexicano de los Estados de Sinaloa y Durango, con una resolución de 15 metros, que ofrecen una escala adecuada para análisis de geometría de cuencas.

A partir del modelo mencionado en el párrafo anterior, se define el análisis en dos vertientes, la primera encaminada a la obtención de la fisiografía general de la cuenca y la segunda encaminada a ubicar los poblados con situaciones geográficas de peligro y que representan puntos de alerta y análisis en el presente estudio.

Para identificar los sitios con posible riesgo de inundación, a continuación se citan los datos más relevantes del recorrido de campo realizado a la zona de estudio, y que con fundamento en los talleres técnicos participativos que, con autoridades ejidales y Gobierno Municipal, fueron realizados, con la finalidad de identificar peligros en la región.

El 31 de Octubre de 2014 se realizó la visita al municipio de San Ignacio en el estado de Sinaloa para recabar la mayor información posible de las condiciones reales con la que se cuentan en los Poblados de San Ignacio, Dimas, Piaxtla de Abajo y Piaxtla de Arriba. Ya que todos los poblados antes mencionados comparten la característica de encontrarse en las márgenes del Rio San Ignacio o próximo al mismo, y se consideran de interés para la realización de las simulaciones y estudios hidráulicos que se realizan.

## LOCALIDAD SAN IGNACIO

San Ignacio es la cabecera del municipio homónimo, se encuentra a una distancia aproximada de 180km de la ciudad de Culiacán Rosales, a 100km del puerto de Mazatlán y 385km de la ciudad de los Mochis. (Ver Imagen V.2.11.1.4)



Imagen V.2.11.1.4 Localización Macro a Micro. San Ignacio

## Descripción de actividades

Durante la visita a la población de San Ignacio, se realizó una serie de encuestas a los pobladores, para obtener información histórica, en base a los recuerdo de casos de inundaciones en la zona de la población y en las proximidades.

También se preguntó sobre la existencia de infraestructura que permita evitar las inundaciones o afectaciones en la zona poblada.

Derivado de los comentarios de los pobladores, todos los comentarios coinciden en que el mayor aumento del cauce del rio de San Ignacio se dio en el año de

1993. Año en el cual se presentó en el Estado de Sinaloa el huracán de categoría 2 "Lidia".

Así mismo se comentó que la población no ha sufrido pérdidas debido a inundaciones, ya que las características topográficas de la zona han ayudado a mantener segura a la población. Es por ello que se la investigación de enfoco en las inmediaciones del puente de acceso a la población, Así como el arroyo que converge a pocos metros de la estructura del puente.

Resultado de la obtención de información, se consideraron la siguiente serie de puntos con el fin de ilustrar los comentarios de los pobladores. (Ver Imagen V.2.11.1.5 y Tabla V.2.11.1.2)



Imagen V.2.11.1.5 Localización de los lugares analizados.

Tabla V.2.11.1.2 Coordenadas Puntuales San Ignacio

PUNTO	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
1	354441	2647711	143
2	354345	2647878	166
3	354346	2647773	168

### Punto 1

Se encuentra localizado hacia el Suroeste de la Ciudad de San Ignacio, en la parte del cauce del Rio San Ignacio, con coordenadas UTM, X=354441, Y=2647711, Z=143. Y coordenadas geográficas latitud 23°56'04.16". Longitud 106°25'49.00".

Del cual se puede ver la estructura del puente, el cual tiene un claro aproximado de 300 metros y una altura de 23 metro. Así como el arroyo que descarga sus aguas en la margen izquierda del rio. (Ver Imágenes V.2.11.1.6, V.2.11.1.7 y V.2.11.1.8)



Imagen V.2.11.1.6 Localización del punto 1 en La Ciudad de San Ignacio.



Imagen V.2.11.1.7 Vista desde el punto 1 hacia aguas abajo.



Imagen V.2.11.1.8 Vista desde el punto 1 hacia arroyo que descarga sus aguas en el lado izquierdo del Rio.

### Punto 2

El punto 2 se encuentra localizado hacia el Suroeste de la Ciudad de San Ignacio, en la parte alta de la margen derecha del cauce del Rio San Ignacio, con coordenadas UTM, X=354345, Y=2647878, Z=166. Y coordenadas geográficas latitud 23°56'09.58". Longitud 106°25'52.46".

Del cual es se puede ver la carpeta de rodamiento del puente de acceso al poblado, Así como el cauce del Rio, y el desnivel al cual se encuentra la ciudad de San Ignacio con respecto al lecho del rio el cual tiene un valor aproximado de 23 metros. (Ver Imágenes V.2.11.1.9, V.2.11.1.10 y V.2.11.1.11)



Imagen V.2.11.1.9 Localización del punto 2 en La Ciudad de San Ignacio.



Imagen V.2.11.1.10 Vista desde el punto 2 hacia aguas arriba del Rio.



Imagen V.2.11.1.11 Vista desde el punto 2 hacia aguas arriba del Río, observando el desnivel existente en la margen derecha del río.



Imagen V.2.11.1.13 Vista desde el punto 3 hacia aguas arriba del Río, observando el desnivel existente en la margen derecha del río, Así como el cauce.

### Punto 3

El punto 3 se encuentra localizado hacia el Suroeste de la Ciudad de San Ignacio, en la parte alta del puente del Río San Ignacio, con coordenadas UTM, X=354346, Y=2647773, Z=168. Y coordenadas geográficas latitud 23°56'06.15". Longitud 106°25'52.39".

Del cual es se puede observar el cauce del río, tanto hacia aguas abajo como hacia aguas arriba, dando una perspectiva completa de la topografía con la que se cuenta en la zona. (Ver Imágenes V.2.11.1.12, V.2.11.1.13 y V.2.11.1.14)



Imagen V.2.11.1.12 Localización del punto 3 en la Ciudad de San Ignacio.



Imagen V.2.11.1.14 Vista desde el punto 3 hacia aguas abajo del Río, observando la topografía existente en la margen izquierda del río, Así como el cauce.

Para este tramo se destaca que no existe una situación de peligro inducida por el fenómeno de inundación, en lo que se refiere a la cabecera municipal de San Ignacio.

### LOCALIDAD DIMAS (ESTACIÓN DIMAS)

#### Descripción de Actividades

Durante la visita al poblado de Dimas, se realizó una serie de encuestas a los pobladores, para obtener información histórica, en base a los recuerdos de casos de inundaciones en la zona de la población y en las proximidades.

También se preguntó sobre la existencia de infraestructura que permita evitar las inundaciones o afectaciones en la zona poblada.

Derivado de los comentarios de los pobladores, todos los comentarios coinciden en que la mayor inundación y aumento del cauce del río se dio en el año de 1993. Año en el cual se presentó en el Estado de Sinaloa el huracán de categoría 2 "Lidia".

Así mismo señalaron un área baja, de la zona de población la cual ha sido inundada en varias ocasiones, debido al aumento del cauce del Río San Ignacio, afectando las viviendas que en esa zona se encuentran.

Se realizó una serie de ubicaciones y mediciones en diferentes puntos tanto en el lecho del río como dentro del área señalada con zona inundable con el fin de contar con la evidencia visual que nos permita realizar un trabajo más apegado a la situación real.

Resultado de la obtención de información, se consideraron la siguiente serie de puntos con el fin de ilustrar los comentarios de los pobladores. (Ver Imagen V.2.11.1.15 y Tabla V.2.11.1.3)



Imagen V.2.11.1.15 Localización de los lugares analizados.

Tabla V.2.11.1.3 Coordenadas Puntuales Dimas (Estación Dimas)

PUNTO	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
1	317846	2625197	11
2	317947	2625202	10
3	318258	2625576	11
4	318202	2625188	11
5	318237	2625085	12
6	318252	2624958	12

### Punto 1

Se encuentra localizado hacia el Noroeste del poblado de Dimas, a aproximadamente a 250 metros del polígono de la población, con coordenadas UTM, X=317846, Y=2625197, Z=11. Coordenadas geográficas latitud 23°43'38.88". Longitud 106°47'13.04". (Ver Imágenes V.2.11.1.16 y V.2.11.1.17)



Imagen V.2.11.1.16 Localización del primer punto 1 en poblado de Dimas.



Imagen V.2.11.1.17 Vista desde el punto 1 hacia aguas abajo, observando el puente de ferrocarril.

### Punto 2

El punto 2 se encuentra localizado hacia el Noroeste del poblado de Dimas, a aproximadamente a 200 metros del polígono de la población, con coordenadas UTM, X=317947, Y=2625202, Z=10. Y coordenadas geográficas latitud 23°43'39.08". Longitud 106°47'09.47".

Desde dicho punto es posible observar de cerca la estructura de del puente de ferrocarril que se encuentra aguas abajo de la población, el cual cuenta con un claro aproximado de 390 metros, y una altura aproximada de 6 metros. (Ver Imágenes V.2.11.1.18 y V.2.11.1.19)

En dichas imágenes se puede apreciar también las características del lecho seco del río el cual nos ayuda a determinar los valores de rugosidad con el fin de obtener una simulación del cauce en esa zona, lo más apegado a la realidad posible.



Imagen V.2.11.1.18 Localización del punto 2 en poblado de Dimas.



Imagen V.2.11.1.19 Vista desde el punto 2 hacia aguas abajo, observando el puente de ferrocarril.

### Punto 3

Se encuentra localizado hacia el Noreste del poblado de Dimas, a aproximadamente a 350 metros del polígono de la población, con coordenadas UTM, X=318258, Y=2625576, Z=10. Y coordenadas geográficas latitud 23°43'51.36". Longitud 106°47'58.66".

Desde dicho punto es posible observar la estructura de del puente de la autopista Mazatlán – Culiacán que se encuentra aguas arriba de la población, el cual cuenta con un claro aproximado de 600 metros, y una altura aproximada de 7 metros. Así mismo se puede observar que en la margen derecha del río se realiza

la extracción de materiales pétreos lo cual puede modificar la trayectoria y el comportamiento del río en esa zona. (Ver Imágenes V.2.11.1.20, V.2.11.1.21 y V.2.11.1.22)



Imagen V.2.11.1.20 Localización de punto 3 en poblado de Dimas.



Imagen V.2.11.1.21 Vista desde el punto 3 hacia aguas arriba, observando el puente de autopista.



Imagen V.2.11.1.22 Vista desde el punto 3 hacia la margen derecha, observando el área de extracción de material.

#### Punto 4

Se encuentra localizado hacia el Noreste del poblado de Dimas, a aproximadamente a 150 metros del polígono de la población, con coordenadas UTM, X=318202, Y=2625188, Z=11. Y coordenadas geográficas latitud 23°43'38.73". Longitud 106°47'00.46".

La localización del punto numero 4 marca el borde de la zona de escurrimiento normal del río, cuando se presentan un aumento en el caudal. En la evidencia fotográfica se puede apreciar el cambio que existe de material suelto producto del arrastre del río y la vegetación de las márgenes. Esta zona se encuentra dentro del área de inundación ocasional pero no cuenta zonas habitacionales. (Ver Imágenes V.2.11.1.23, V.2.11.1.24 y V.2.11.1.25)



Imagen V.2.11.1.23 Localización de punto 4 en poblado de Dimas.



Imagen V.2.11.1.24 Vista desde el punto 4 hacia aguas abajo, observando la transición de área a vegetación.



Imagen V.2.11.1.25 Vista desde el punto 4 hacia aguas arriba, observando la transición de área a vegetación.

#### Punto 5

Se encuentra localizado hacia el Norte del poblado de Dimas, en los límites del polígono de la población, con coordenadas UTM, X=318237, Y=2625085, Z=12. Y coordenadas geográficas latitud 23°43'35.40". Longitud 106°46'59.19". La localización del punto numero 5 marca la zona de usos habitacional propensa a inundaciones ocasionales, la cual fue señalada por la población de la comunidad, es por ello que se procedió a tomar los datos correspondientes a la posición, elevación y evidencia fotográfica para anexarlo y realizar la comparación con la simulación que se realizara con los datos obtenidos a partir de Modelos Digitales de Elevación. (Ver Imágenes V.2.11.1.26 y V.2.11.1.27)

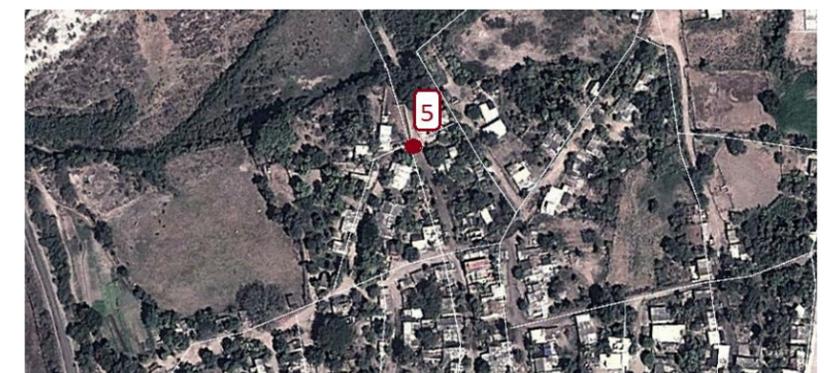


Imagen V.2.11.1.26 Localización de punto 5 en poblado de Dimas.



Imagen V.2.11.1.27 Vista desde el punto 5 hacia el interior del poblado de Dimas, en la cual se señala el nivel que alcanza el agua en esa área.



Imagen V.2.11.1.29 Vista desde el punto 6 el interior del poblado de Dimas sobre la calle Sexta, en la cual se señala el nivel que alcanza el agua en esa área.



Imagen V.2.11.1.31 Localización Macro a micro Piaxtla de Abajo

### Punto 6

Se encuentra localizado hacia el Norte del poblado de Dimas, en el interior del área de la población de Dimas, con coordenadas UTM, X=318252, Y=26249558, Z=12. Y coordenadas geográficas latitud 23°43'31.27". Longitud 106°46'58.60". La localización del punto numero 6 marca la zona de usos habitacional sobre la Calle Francisco I. Madero, la cual nos fue señalada por la población de la comunidad como el punto límite de la zona de inundación ocasional al interior del poblado, debido a que en esta intersección de calles se presenta una diferencia de nivel en la rasantes de la calle Francisco I. Madero. Por ello que se procedió a tomar los datos correspondientes a la posición, elevación y evidencia fotográfica para anexarlo y realizar la comparación con la simulación que se realiza con los datos obtenidos por dependencias federales.

(Ver Imágenes V.2.11.1.28 V.2.11.1.29 y V.2.11.1.30)



Imagen V.2.11.1.30 Vista desde el punto 6 el interior del poblado de Dimas sobre la calle Francisco I. Madero, en la cual se observa el cambio de nivel que presenta la calle.

### LOCALIDAD PIAXTLA DE ABAJO

La Población de Piaxtla de Abajo se encuentra a aproximadamente 40 kilómetros al Sur-oeste de la cabecera municipal del Municipio de San Ignacio, Sinaloa, Como principales vías de acceso al poblado se encuentran la carretera libre número 2 la cual entronca con la carretera libre número 15, México-Nogales, así como el camino de terracería que comunica con el poblado de Piaxtla de Arriba y el cruce con la carretera libre numero 15 México - Nogales. (Ver Imagen V.2.11.1.31)



Imagen V.2.11.1.28 Localización de punto 6 sobre la Calle Francisco I. Madero, en poblado de Dimas.

### Descripción de Actividades

Durante la visita al poblado de Piaxtla de Abajo, se realizó una serie de encuestas a los pobladores, para obtener información histórica, en base a los recuerdo de casos de inundaciones en la zona de la población y en las proximidades.

También se preguntó sobre la existencia de infraestructura que permita evitar las inundaciones o afectaciones en la zona poblada.

Derivado de los comentarios de los pobladores, todos los comentarios coinciden en que la mayor inundación y aumento del cauce del río se dio en el año de 1993. Año en el cual se presentó en el Estado de Sinaloa el huracán de categoría 2 "Lidia". Ocasión en la cual se inundó el total de la población alcanzando en las partes más bajas del poblado un tirante de agua de aproximadamente 1.90 metros. Así mismo nos fue señalado que en el poblado no existen obras de protección para evitar la inundaciones.

Se realizó una serie de ubicaciones y mediciones en diferentes puntos tanto en la periferia de del poblado como al interior del mismo, con el fin de contar con la evidencia visual que nos permita realizar un trabajo más apegado a la situación real.

Resultado de la obtención de información se consideraron la siguiente serie de puntos con el fin de ilustrar los comentarios de los pobladores. (Ver Imagen V.2.11.1.32 y Tabla V.2.11.1.4)



Imagen V.2.11.1.32 Localización de los lugares analizados en el poblado de Piactla de Abajo.

Tabla V.2.11.1.4 Coordenadas puntuales Piactla de Abajo

PUNTO	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
1	331178	2636264	34
2	330659	2636778	33
3	330717	2636568	35
4	330789	2636697	35
5	330819	2636720	36
6	330951	2636842	36
7	331086	2636963	36
8	331192	2636916	36
9	331220	2636890	36
10	331229	2636979	37
11	331674	2637429	37
12	332164	2637771	37

### Punto 1

Se encuentra localizado hacia el Sur del poblado, sobre la calle que brinda de acceso al poblado por la ruta de la carretera número 2, con coordenadas UTM, X=331178, Y=2636264, Z=34. Y coordenadas geográficas latitud 23°49'43.83". Longitud 106°39'26.92". La localización del punto numero 1 marca la ubicación del puente de concreto por el cual pasa un arroyo, es por ello que se procedió a tomar los datos correspondientes a la posición, elevación y evidencia fotográfica para anexarlo y realizar la comparación con la simulación que se

realiza con los datos obtenidos por dependencias federales. (Ver Imágenes V.2.11.1.33, V.2.11.1.34 y V.2.11.1.35)



Imagen V.2.11.1.33 Localización de punto 1 sobre el puente de la entrada, al poblado de Piactla de Abajo.



Imagen V.2.11.1.34 Vista desde el punto 1 el interior del poblado de Piactla de Abajo sobre el puente, en la cual se visualiza el arroyo de temporal hacia aguas abajo.



Imagen V.2.11.1.35 Vista desde el punto 1 el interior del poblado de Piactla de Abajo sobre el puente, en la cual se visualiza el arroyo de temporal hacia aguas arriba.

### Punto 2

El punto 2 tomado en la población de Piactla de Abajo, se encuentra localizado hacia el Norte del poblado, sobre la calle que brinda de acceso al Rio y área de tierras de cultivo, con coordenadas UTM, X=330659, Y=2636778, Z=33. Y coordenadas geográficas latitud 23°50'00.34". Longitud 106°39'45.47". La localización del punto numero 2 marca la intersección del camino de acceso con un canal del sistema de riego de cultivos. Que cuenta con la característica de presentar aproximadamente a 1.5 metros más de elevación con respecto a las tierras de cultivo circundantes, es por ello que se procedió a tomar los datos correspondientes a la posición, elevación y evidencia fotográfica para anexarlo y realizar la comparación con la simulación que se requiera. (Ver Imágenes V.2.11.1.36, V.2.11.1.37, V.2.11.1.38 y V.2.11.1.39)



Imagen V.2.11.1.36 Localización de punto 2 ubicado en la parte Norte de Piactla de Abajo.



Imagen V.2.11.1.37 Vista desde el punto 2 hacia el Oeste de la estructura de riego que circunda el poblado de Piactla de Abajo.



Imagen V.2.11.1.38 Vista desde el punto 2 hacia el Norte en el camino que proporciona acceso a tierras de cultivo próximas al río, en el poblado de Piaxtla de Abajo.



Imagen V.2.11.1.39 Vista desde el punto 2 hacia el Norte en a tierras de cultivo próximas al río, en el poblado de Piaxtla de Abajo.



Imagen V.2.11.1.40 Localización de puntos 3, 4, 5, 6 y 7 ubicado al interior del poblado Piaxtla de Abajo.

La localización de los puntos número 3, 4, 5,6 y 7. Señalan la calle en la que en base a los cometarios de los pobladores en el año de 1993. El tirante del río fue de aproximadamente 1.90 metros, forzando a los pobladores a evacuar la zona por varios días, Así como afectaciones a su patrimonio. Es por ello que se procedió a recabar información de dicha calle. (Ver Imágenes V.2.11.1.41, V.2.11.1.42, V.2.11.1.43, V.2.11.1.44, V.2.11.1.45 y V.2.11.1.46)



Imagen V.2.11.1.42 Vista desde el punto 4 hacia la cancha de usos múltiples, en el poblado de Piaxtla de Abajo.



Imagen V.2.11.1.43 Vista desde el punto 5 hacia el Noreste de la calle Santos degollado, en el poblado de Piaxtla de Abajo.



Imagen V.2.11.1.41 Vista desde el punto 3 hacia el Noreste de la calle Santos degollado, en el poblado de Piaxtla de Abajo.

### Puntos 3, 4, 5,6 y 7

Los puntos 3, 4, 5,6 y 7 tomados en la población de Piaxtla de Abajo, se encuentran en la Calle Santos Degollado. En la zona interior del poblado con coordenadas UTM. (Ver Imagen V.2.11.1.40 y Tabla V.2.11.1.5)

Tabla V.2.11.1.5 Coordenadas Puntuales al interior de Piaxtla de Abajo

PUNTO	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
3	330717	2636568	35
4	330789	2636697	35
5	330819	2636720	36
6	330951	2636842	36
7	331086	2636963	36



Imagen V.2.11.1.44 Vista desde el punto 5 hacia la calle Santos degollado, en el poblado de Piaxtla de Abajo. En la cual se puede observar el nivel alcanzado por el agua durante la inundación de 1993.



Imagen V.2.11.1.45 Vista desde el punto 6 hacia el Noreste de la calle Santos degollado, en el poblado de Piaxtla de Abajo.



Imagen V.2.11.1.46 Vista desde el punto 7 hacia el Noreste de la calle Santos degollado, en el poblado de Piaxtla de Abajo. En la cual se puede observar la intersección de la calle Santos degollado, con el canal de riego antes señalado en el punto 2.

### Puntos 8, 9 y 10

Los puntos 8, 9 y 10 tomados en la población de Piaxtla de Abajo, se encuentran en la prolongación de la Calle Santos Degollado. En la zona interior del poblado con coordenadas UTM. (Ver Imagen V.2.11.1.47 y Tabla V.2.11.1.6)

Tabla V.2.11.1.6 Coordenadas Puntuales al interior de Piaxtla de Abajo

PUNTO	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
8	331192	2636916	36
9	331220	2636890	36
10	331229	2636979	37



Imagen V.2.11.1.47 Localización de puntos 8, 9 y 10 ubicado al interior del poblado Piaxtla de Abajo.

La calle antes mencionada se encuentra entre las instalaciones de la escuela primaria y escuela secundaria de la comunidad. Intersectando con la Calle 21 de Marzo, en línea paralela al sentido de calle existe un canal, el cual cuenta con un sistema de compuerta en la intersección con un canal que se encuentra paralelo a la calle 21 de Marzo.

Así mismo se recabo información con el fin en el interior de las instalaciones de la escuela secundaria ubicando el punto de referencia como punto número 10, ya que nos fue señalado que las instalaciones habían sido afectadas durante la inundación de 1993. (Ver Imágenes V.2.11.1.48, V.2.11.1.49, V.2.11.1.50 y V.2.11.1.51)



Imagen V.2.11.1.48 Vista desde el punto 8 hacia el Norte de la calle Santos Degollado, en el poblado de Piaxtla de Abajo. En la cual se puede observar el sistema de riego que corre paralelo a la calle Santos degollado.



Imagen V.2.11.1.49 Vista desde el punto 9 hacia el Este de la calle 21 de Marzo, en el poblado de Piaxtla de Abajo. En la cual se puede observar el canal que se encuentra paralelo a la calle, la cual comunica con el poblado de Piaxtla de Arriba.



Imagen V.2.11.1.50 Vista desde el punto 10 en el interior de las instalaciones de la escuela secundaria en el poblado de Piaxtla de Abajo. En la cual se puede observar una de las instalaciones existentes.



Imagen V.2.11.1.51 Vista desde el punto 10. En el interior de las instalaciones de la escuela secundaria en el poblado de Piaxtla de Abajo. En la cual se puede observar una medición del nivel de agua que se indicó por parte de la directiva de la escuela. En la cual se calculó un tirante de agua de 0.35 mts. Durante la inundación de 1993.

### Puntos 11 y 12

Los puntos 11 y 12 se tomaron en la calle de terracería 21 de Marzo la cual comunica la población de Piaxtla de Abajo y Piaxtla de arriba, con coordenadas UTM. (Ver Imagen V.2.11.1.52 y Tabla V.2.11.1.7)

Tabla V.2.11.1.7 Coordenadas Puntuales al interior de Piaxtla de Abajo

PUNTO	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
11	331674	2637429	37
12	332164	2637771	37



Imagen V.2.11.1.52 Localización de punto 11 ubicado en la calle que comunica Piaxtla de Abajo con Piaxtla de Arriba.

La localización de los puntos número 11 y 12 marca la zona que la población indica como, propensa a inundación ya que durante la inundación de 1993, el agua cruzó la calle provocando inundaciones en ambos lados de la vialidad. Es por ello que se procedió a tomar los datos correspondientes a la posición, elevación y evidencia fotográfica para anexarlo y realizar la comparación con la simulación que se requiera. (Ver Imágenes V.2.11.1.53, V.2.11.1.54, V.2.11.1.55 y V.2.11.1.56)



Imagen V.2.11.1.53 Vista desde el punto 11. De la calle 21 de Marzo con dirección a el poblado de Piaxtla de Abajo.



Imagen V.2.11.1.54 Vista desde el punto 11. De la calle 21 de Marzo con dirección a el poblado de Piaxtla de Arriba.



Imagen V.2.11.1.55 Localización de punto 12 ubicado en la calle que comunica Piaxtla de Abajo con Piaxtla de Arriba.



Imagen V.2.11.1.56 Vista desde el punto 12. De la calle 21 de Marzo con dirección a el poblado de Piaxtla de Abajo.

### LOCALIDAD PIAXTLA DE ARRIBA

La Población de Piaxtla de Arriba se encuentra a aproximadamente 30 kilómetros al Suroeste de la cabecera municipal del Municipio de San Ignacio, Sinaloa. Como principales vías de acceso al poblado se encuentran la carretera libre número 15, México-Nogales, así como el camino de terracería que comunica con el poblado de Piaxtla de Abajo. (Ver Imagen V.2.11.1.57)



Imagen V.2.11.1.57 Localización Macro a micro Piaxtla de Arriba

### Descripción de Actividades

Durante la visita al poblado de Piaxtla de Arriba, se realizó una serie de encuestas a los pobladores, para obtener información histórica de casos de inundaciones en la zona de la población y en las proximidades.

También se preguntó sobre la existencia de infraestructura que permita evitar las inundaciones o afectaciones en la zona poblada.

Derivado de los comentarios de los pobladores, se coinciden en que el mayor aumento en los niveles del cauce del río se dio en el año de 1993. Año en el cual se presentó en el Estado de Sinaloa el huracán de categoría 2 "Lidia". Ocasión en la cual no se presentaron casos de inundación en la zona poblada de Piaxtla de Arriba, esto debido a la diferencia de elevación natural, que cuenta el terreno de la parte Norte del poblado, creando una protección Natural.

Así mismo se conoce que en la zona baja de uso Agrícola se cuenta con un bordo de protección el cual está conformado por material de sitio y en este momento se encuentra cubierto de vegetación.

Por tal motivo se ubicaron los puntos estratégicos con el fin de localizar los elementos hidráulicos tanto naturales como artificiales de la zona.

Se realizó una serie de ubicaciones y mediciones en diferentes puntos tanto en la periferia de del poblado como al interior del mismo, con el fin de contar con la evidencia visual que nos permita realizar un trabajo más apegado a la situación real.

Resultado de la obtención de información se consideraron la siguiente serie de puntos con el fin de ilustrar los comentarios de los pobladores. (Ver Imagen V.2.11.1.58 y Tabla V.2.11.1.8)



Imagen V.2.11.1.58 Localización de los lugares analizados en el poblado de Piaxtla de Arriba.

Tabla V.2.11.1.8 Coordenadas Puntuales Piaxtla de Arriba

PUNTO	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
1	333565	2638986	48
2	333389	2638936	42
3	332575	2638972	43
4	333029	2638941	43
5	333276	2638973	44

### Punto 1

Se encuentra localizado hacia el Este del poblado de Piaxtla de Arriba, en la zona colindante con el arroyo, que escurre entro de un caños de aproximadamente 4 metros de profundidad con coordenadas UTM, X=333565, Y=2638986, Z=48. Y coordenadas geográficas latitud 23°51'13.21". Longitud 106°38'03.69". (Ver Imágenes V.2.11.1.59 y V.2.11.1.60)



Imagen V.2.11.1.59 Localización del primer punto 1 en poblado de Piaxtla de Arriba.



Imagen V.2.11.1.61 Localización del punto 2 en poblado de Piaxtla de Arriba.

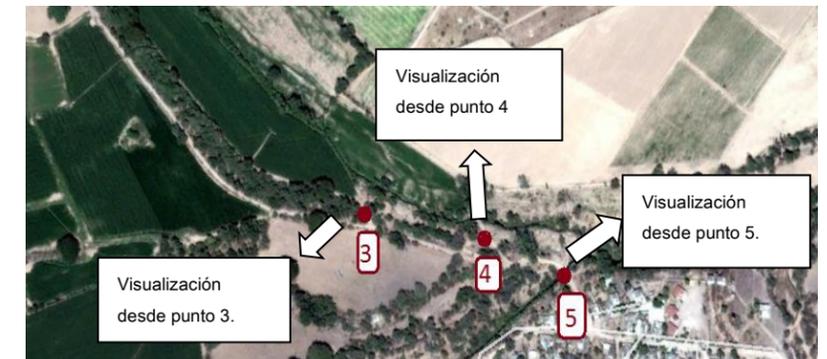


Imagen V.2.11.1.63 Localización de los punto 3, 4, y 5 en poblado de Piaxtla de Arriba.



Imagen V.2.11.1.60 Vista desde el punto 1 hacia el arroyo de temporal, el cual escurre en un cañón de aproximadamente 4 metros de profundidad.



Imagen V.2.11.1.62 Vista desde el punto 2. Hacia el interior del poblado Piaxtla de Arriba.



Imagen V.2.11.1.64 Vista desde el punto 3 hacia tierras de cultivo en la parte baja del poblado Piaxtla de Arriba.

### Punto 2

Se encuentra localizado hacia el Norte del poblado de Piaxtla de Arriba, en la zona interior de la zona de población, con coordenadas UTM, X=333565, Y=2638986, Z=42. Y coordenadas geográficas latitud 23°51'11.52". Longitud 106° 38' 09.89". (Ver Imágenes V.2.11.1.61 y V.2.11.1.62)

### Puntos 3, 4 y 5.

Se tomaron en el bordo de protección que se encuentra en las zonas bajas de cultivo al norte de la población, dicha estructura fue conformada con material de la zona, las coordenadas UTM son las siguientes. (Ver Imágenes V.2.11.1.63, V.2.11.1.64 y V.2.11.1.65 y Tabla V.2.11.9)

Tabla V.2.11.1.9 Coordenadas puntuales al interior de Piaxtla de Arriba

PUNTO	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
3	332575	2638972	43
4	333029	2638941	43
5	333276	2638973	44



Imagen V.2.11.1.65 Vista desde el punto 4 hacia tierras de cultivo en la parte baja del poblado Piaxtla de Arriba.

### Barrera Natural

Se localiza en la parte Norte y Noreste del poblado está comprendida por un desnivel de aproximadamente 4 metros. Disminuyendo la probabilidad de inundación en el poblado de Piaxtla de Arriba. (Ver Imagen V.2.11.1.66)



Imagen V.2.11.1.66 Localización de La protección natural en el poblado de Piaxtla de Arriba.

### Bordo de Protección en Zona de Cultivos

Se encuentra en la zona de cultivos al norte del poblado de Piaxtla de Arriba cuenta con una altura aproximada de 1.5 metros, con respecto al nivel de las tierras de cultivo, actual mente no cuenta con mantenimiento por lo cual se encuentra cubierto totalmente de vegetación. (Ver Imagen V.2.11.1.67)



Imagen V.2.11.1.67 Localización de La protección Artificial en el poblado de Piaxtla de Arriba.

### RESULTADO DE PELIGRO

Del análisis de la visita técnica realizada a la zona de estudio, se desprende la afirmación que el Río Piaxtla, constituye factor de peligro para las cuatro localidades visitadas.

A continuación se presentan los resultados de análisis hidrológico a partir del desarrollo de la metodología del Hidrográma Unitario Triangular, para la cuenca del Río Piaxtla en la zona de estudio. (Ver Imagen V.2.11.1.68)

Área de la cuenca en km2 (Ac)	6959.31
Longitud del Cauze Principal, en m (L)	251696.146
Pendiente del Cauze Principal, en m (S)	0.9
Tiempo de Concentración, en horas (tc)	4.88
$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$	
Tiempo de retraso, en horas (tr)	2.93
$t_r = 0.6t_c$	
Duración en exceso, en horas (de)	4.42
$d_e = 2\sqrt{t_c}$	
Tiempo de pico, en horas (tp)	5.13
$t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$	
Tiempo base, en horas (tb)	13.71
$t_b = 2.67t_p$	
Gasto pico unitario, en m <sup>3</sup> /s/mm	279.19
$q_p = \frac{0.55A}{t_b}$	

Imagen V.2.11.1.68 Cuadro de cálculo con resultados de la aplicación directa del método con base a la fisiografía total de la cuenca.

La tabla inferior muestra la determinación de los gastos que se pueden presentar en la cuenca analizada asociados a diversos periodos de retorno, con un valor medio ponderado de la cuenca de N "valor de escurrimiento". (60) (Ver Tabla V.2.11.1.10)

Tabla V.2.11.1.10 Gastos

TR (AÑOS)	P (CM)	PE (MM)	CE ADIM	Q (M3/S)
2	4.20	0.37	0.01	103.92
5	4.97	1.35	0.03	376.53
10	5.37	2.08	0.04	580.55
20	5.70	2.79	0.05	778.17
50	6.08	3.69	0.06	1030.45
100	6.33	4.35	0.07	1215.45
200	6.56	5.00	0.08	1395.66
500	6.83	5.83	0.09	1627.44
1,000	7.03	6.44	0.09	1799.03

2,000	7.21	7.05	0.10	1966.92
5,000	7.44	7.83	0.11	2185.04
10,000	7.60	8.41	0.11	2346.92

Estos gastos generan el siguiente hidrográma para diversos periodos de retorno.

(Ver Imagen V.2.11.1.69)

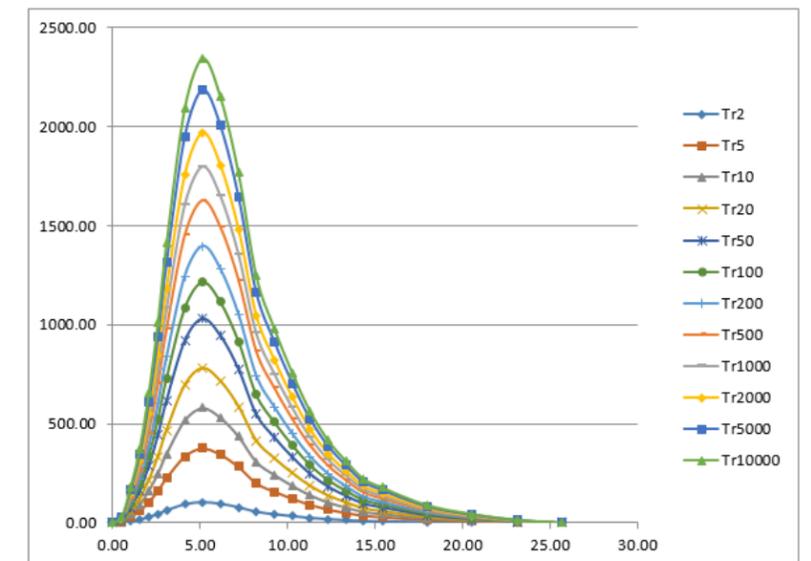


Imagen V.2.11.1.69 Hidrográmas generados para la cuenca de Piaxtla.

### V.2.11.2 VULNERABILIDAD

En base a las encuestas realizadas para determinar la vulnerabilidad social en las localidades urbanas San Ignacio y Dimas (Estación Dimas) resulta Media, así como en las localidades Piaxtla de Abajo y Piaxtla de Arriba, ya que la población no tiene una percepción clara del peligro, lo que incide directamente en la capacidad de respuesta. (Ver Mapas V.2.11.2.1, V.2.11.2.2, V.2.11.2.3 y V.2.11.2.4)



Mapa 5.2.11.2.1 Vulnerabilidad por Inundaciones – San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.2.11.2.2 Vulnerabilidad por Inundaciones – Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.2.11.2.3 Vulnerabilidad por Inundaciones – Piaxtla de Abajo  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

### V.2.11.3 RIESGO

Empleando la vulnerabilidad y datos de los gastos obtenidos y, con fundamento en la metodología empleada, podemos realizar análisis del comportamiento del río Piaxtla en relación directa con cada una de las localidades en situación de peligro, Dimas, Piaxtla de Abajo, Piaxtla de Arriba y San Ignacio, se presentan los resultados de riesgo con los periodos de retorno indicados. (Ver Mapas V.2.11.3.1, V.2.11.3.2, V.2.11.3.3 y V.2.11.3.4)



Mapa 5.2.11.2.4 Vulnerabilidad por Inundaciones – Piaxtla de Arriba  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.2.11.3.1 Exposición por Inundaciones con periodo de retorno-San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.2.11.3.2 Exposición por Inundaciones con periodo de retorno Dimas  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

## v.3 VULNERABILIDAD

### SOCIAL

Para la obtención de la vulnerabilidad social del municipio se toman en cuenta 2 rubros sociales importantes, Indicadores Socioeconómicos y Capacidad de Respuesta. El primero involucra los aspectos de Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población; mientras que el segundo se refiere a la preparación con la que cuentan las autoridades y la población para actuar antes, durante y después de presentado un fenómeno natural.

#### Indicadores socioeconómicos

Los indicadores socioeconómicos que se consideran para la obtención de la vulnerabilidad social son: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población, ya que éstos influyen directamente sobre las condiciones básicas de bienestar y de desarrollo de los individuos y de la sociedad en general.

Gran parte de las condiciones de vulnerabilidad de una población, dependen directamente del nivel de desarrollo de ésta. La vulnerabilidad social se reflejará en la predisposición del sistema a sufrir daño, en función directa de sus condiciones y/o capacidades de desarrollo. El desarrollo de los individuos depende principalmente del acceso a los bienes y servicios básicos, de la oportunidad de acceder a la educación, así como de recibir asistencia médica, los cuales son, entre otros, los elementos constitutivos del desarrollo.

Estos indicadores se enfocan principalmente a la identificación de las condiciones que inciden e incluso acentúan los efectos de un fenómeno natural. La vulnerabilidad social es una condición ligada a las capacidades de desarrollo de la población.

#### Salud

Uno de los principales indicadores de desarrollo se refleja en las condiciones de salud de la población, es por eso necesario conocer la accesibilidad que ésta tiene a los servicios básicos de salud, así como la capacidad de atención de los mismos. La insuficiencia de servicios de salud reflejará directamente parte de la vulnerabilidad de la población. Se consideran tres indicadores en este rubro, el número de médicos por cada mil habitantes en la zona de estudio, la tasa de mortalidad infantil y el porcentaje de la población no derechohabiente.



Mapa 5.2.11.3.3 Exposición por Inundaciones-con periodo de retorno Piaxtla de Abajo  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.2.11.3.4 Exposición por Inundaciones-con periodo de retorno Piaxtla de Arriba  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

#### ▪ Educación

Las características educativas influirán directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, asimismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos. Es una herramienta que influirá en los niveles de bienestar del individuo. Se consideran tres indicadores en este rubro, el porcentaje de analfabetismo, porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela y el grado promedio de escolaridad.

#### ▪ Vivienda

La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social. La accesibilidad y las características de la vivienda determinan en gran medida la calidad de vida de la población.

En relación con los desastres por fenómenos de origen natural, la vivienda es uno de los sectores que recibe mayores afectaciones. Los daños a la vivienda resultan ser, en algunos casos, uno de los principales parámetros para medir la magnitud de los desastres. Cuando el estado de una vivienda es precario, el número y la intensidad de los factores de riesgo que se presentan por diversos fenómenos resultan elevados y las amenazas a la salud de sus habitantes se elevan de igual manera.

La vulnerabilidad de una vivienda, en una de sus tantas facetas, se reflejará en los servicios básicos con los que cuenta o de los que carece, ya que, aun cuando no es una regla, una gran cantidad de viviendas que no cuenta con servicios básicos pertenecen al sector informal de la construcción y se localiza en zonas altamente expuestas a peligros naturales o fuera de los límites de la planeación urbana, por lo que son altamente vulnerables. Este rubro considera el porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada, porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje, porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad y el déficit de vivienda.

#### ▪ Empleo e ingresos

Estos indicadores aportan elementos acerca de la generación de recursos que posibilita el sustento de las personas. Se refieren principalmente a una situación vulnerable tanto en el plazo inmediato, donde la condición de vida es precaria y las familias de bajos ingresos sólo pueden atender sus necesidades inmediatas, y en el largo plazo, que se reflejaría en la capacidad de prevención y respuesta que potenciaría la vulnerabilidad en caso de un desastre por fenómeno natural. Este rubro considera el porcentaje de la población económicamente activa (PEA), la razón de dependencia y la tasa de desempleo.

#### ▪ Población

Consideran principalmente aspectos de distribución y dispersión de los asentamientos humanos y los grupos étnicos, cuyas condiciones de vida se asocian a diferencias culturales y sociales que representan uno de los grupos más marginados del país. Considera los aspectos de densidad de población, porcentaje de la población de habla indígena y dispersión poblacional.

#### CAPACIDAD DE RESPUESTA

Se refiere a la preparación con la que cuentan las autoridades y la población para actuar antes, durante y después de presentado un fenómeno natural.

Su principal objetivo es evaluar, de forma general, el grado en el que se encuentra capacitado el encargado de protección civil en el municipio para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia.

Esta parte consta de un cuestionario para saber el conocimiento de los recursos, programas y planes con los que dispone la Unidad de Protección Civil Municipal en caso de una emergencia, por lo que está dirigido al director de ésta área. El cuestionario contempla los problemas comunes ocasionados al presentarse un fenómeno de origen natural, como el desplazamiento de la población, las enfermedades transmisibles, problemas de alimentación y nutrición, los problemas de suministro de agua y saneamiento y el daño a la infraestructura de viviendas, centros educativos, vías de comunicación, servicios públicos básicos, presas y áreas de cultivo entre otros.

#### PERCEPCIÓN LOCAL DEL PELIGRO

Se refiere al imaginario colectivo que tiene la población acerca de las amenazas naturales que existen en su localidad y su grado de exposición ante las mismas.

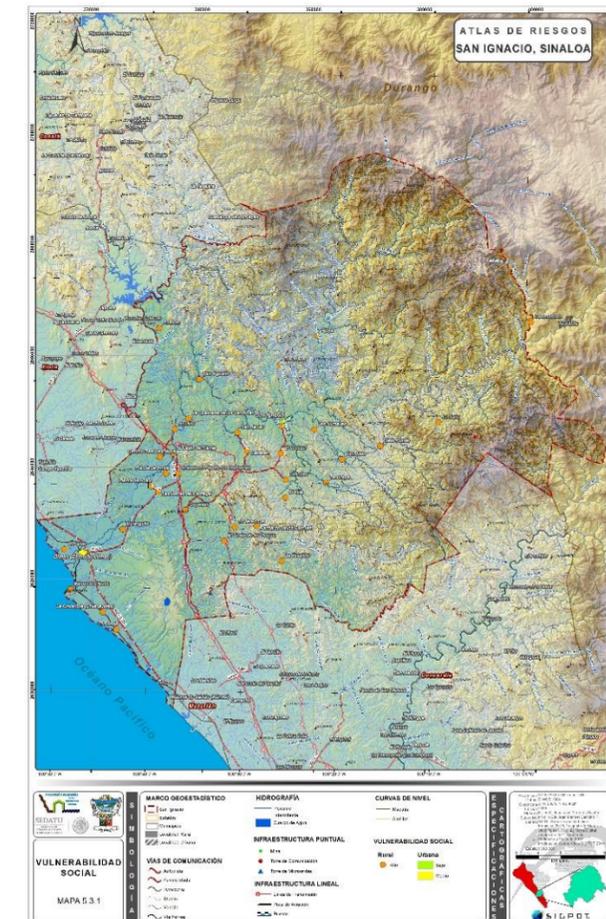
En muchas ocasiones la población no tiene una percepción clara del peligro que representa un fenómeno de origen natural en su localidad, lo que incide directamente en la capacidad de respuesta de la población ante un desastre.

Este rubro contempla una encuesta general a la población acerca del conocimiento de las rutas de evacuación, sitios de albergue temporal, ubicación

de unidades de salud, así como los fenómenos a los que está expuesto el municipio.

Para obtener la vulnerabilidad social para el municipio se realiza el análisis de los rubros anteriores y se ponderan cada uno de los aspectos en valores de 1 a 5 para obtener una clasificación desde Muy Baja hasta Muy Alta.

Una vez realizados los cálculos se obtiene una vulnerabilidad social Alta en las localidades rurales del municipio, Media en la localidad urbana Dimas (Estación Dimas) y Baja en la localidad urbana San Ignacio. Debido principalmente a factores de escolaridad, servicios en viviendas y económicos. (Ver Mapas 5.3.1, 5.3.1.1 y 5.3.1.2).



Mapa 5.3.1 Vulnerabilidad Municipal  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Mientras que la capacidad de respuesta presenta una vulnerabilidad Media a nivel municipal, debido principalmente a la carencia de un plan de contingencias, una zonificación de peligros, carencia de sistemas de alerta así como carencia de equipos de comunicación. (Ver Mapa 5.3.1.3)



Mapa 5.3.1.1 Vulnerabilidad Social - San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.3.1.2 Vulnerabilidad Social - Dimas (Estación Dimas)  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.3.1.3 Capacidad de Respuesta Municipal  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

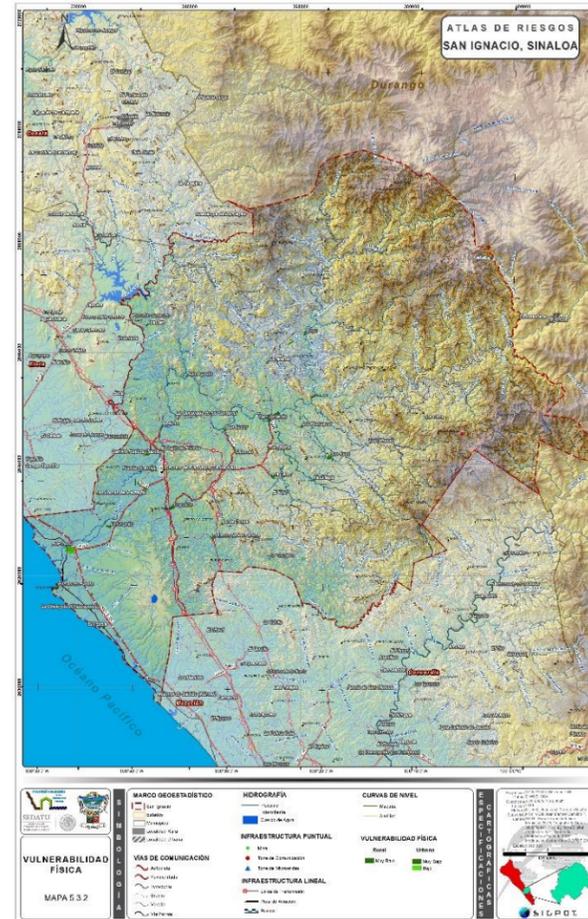
Estos dos factores (vulnerabilidad social y capacidad de respuesta) son multiplicados por un factor determinado que, junto con la percepción local (analizada y ponderada por fenómeno), nos dan el resultado de vulnerabilidad para cada uno de los fenómenos. (Ver Mapas de Vulnerabilidad por Peligro)

## VULNERABILIDAD FÍSICA

La vulnerabilidad física es la propensión de un sistema a sufrir daños por su interacción con los fenómenos naturales.

Siendo la vivienda el principal elemento de conformación del espacio las características de ésta determinarán en gran medida la calidad de vida de la población.

El indicador para este rubro son los materiales con los cuales están contruidos los muros y techos de una vivienda, sin embargo, por la carencia de estos datos en instituciones oficiales y por los costos que se generarían al incluirlos en trabajo de campo, se considerarán las viviendas con piso de tierra, en el supuesto de que si una vivienda tiene piso de tierra sus muros y sus techos serán de un material precario. (Ver Mapas 5.3.2, 5.3.2.1 y 5.3.2.2).



Mapa 5.3.2 Vulnerabilidad Física Municipal  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.3.2.1 Vulnerabilidad Física - San Ignacio  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 5.3.2.1 Vulnerabilidad Física – Dimas (Estación Dimas)

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

## CAPÍTULO VI

# OBRAS Y ACCIONES

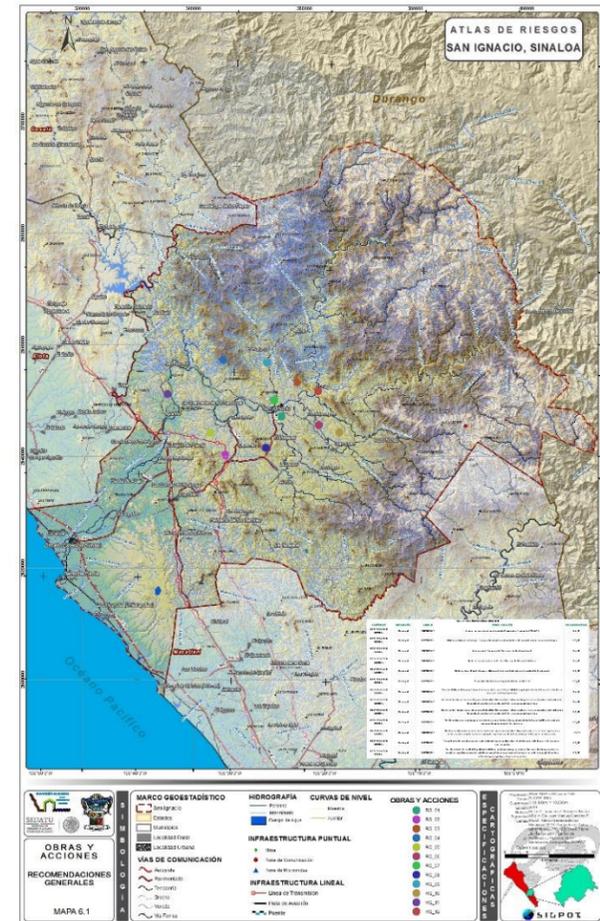
Después de analizar los riesgos de cada uno de los fenómenos se proponen las siguientes obras y acciones para los Riesgos ponderados en Alto y Muy Alto. (Ver Tablas VI.1, VI.2 y VI.3 y Mapas 6.1, 6.2 y 6.3)

Tabla VI.1 RECOMENDACIONES GENERALES

FENÓMENO	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA / ACCIÓN	OBS
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Legislar, crear y establecer el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN)	RG_01
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Diseño e implementación de políticas para desincentivar el crecimiento de la mancha urbana en zonas de riesgos.	RG_02
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Elaboración de Programa de Ordenamiento Ecológico Local.	RG_03
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Elaboración o actualización del Plan Municipal de Desarrollo Urbano.	RG_04
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Elaboración del Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de la localidad de San Ignacio.	RG_05
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Elaboración del plan de contingencias de Protección Civil.	RG_06
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Vincular el Atlas de Riesgos y Peligros Naturales a los Planes de Desarrollo Urbano, Reglamento de Ordenamiento Ecológico Local y Plan de Contingencias.	RG_07
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Establecer las rutas de evacuación para cada localidad del municipio, elaborar cartografía de su ubicación y darles difusión a los habitantes mediante la instalación de letreros y mapas informativos.	RG_08
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Establecer los refugios temporales para cada localidad del municipio, elaborar cartografía de su ubicación y darles difusión a los habitantes mediante la	RG_09

RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	instalación de letreros y mapas informativos.	RG_10
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Establecer los puentes aéreos para traslado de víveres a las localidades, abastecimiento de combustible o traslados de emergencias por enfermedad o accidente.	RG_11
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Realizar simulacros de evacuación en caso de contingencia (Sismo, Incendio, inundación, etc) en escuelas, estancias infantiles, oficinas gubernamentales, hospitales, clínicas, centros de salud y lugares de concentración masivos.	RG_12
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Capacitación de todo el personal de protección civil para la realización de las distintas actividades a atender en caso de contingencias.	RG_13
RECMENDACION GENERAL	Municipal	PREVENCION	Fortalecimiento de la unidad de protección civil con: equipos de cómputo, internet, fax, radio, teléfono, camionetas, ambulancias, uniformes completos, botas, cascos, linternas equipamiento y herramientas de trabajo, plantas de luz, extensiones, sogas, botiquín de primeros auxilios.	RG_13

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



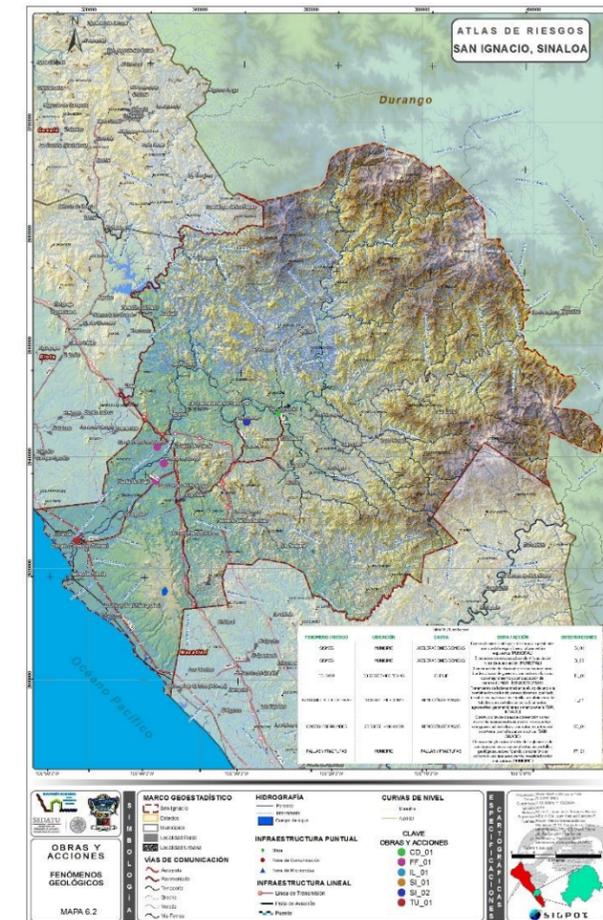
Mapa 6.1 Recomendaciones Generales  
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla VI.2 Geológicos

FENOMENO	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA / ACCIÓN	OBS
SISMOS	MUNICIPIO	ACELERACIONES SISMICAS	Cursos de orientación para informar a la población acerca del riesgo sísmico al que están expuestos.(MUNICI PAL)	SI_0 1
SISMOS	MUNICIPIO	ACELERACIONES SISMICAS	Simulacros de evacuación e identificación de rutas de evacuación. (MUNICIPAL)	SI_0 2
TSUNAMI	23.723797 - 106.786446	OLEAJE	Construcción de obras de protección mediante bordes a base de gaviones con boleo de la zona con mejoramiento y compactación del terreno.(DIMAS – ESTACIÓN DIMAS)	TU_0 1
INESTABILIDAD DE LADERAS	23.93637 - 106.431610	REMOCIÓN DE MASAS	Tratamiento de laderas mediante el uso de uno o la combinación de los siguientes sistemas: perfilado, trinchos en madera o en esterilla, recubrimiento de taludes con costales de tierra, biomantos, agrotexiles, geomembranas o mampostería.(SAN IGNACIO)	IL_01
CAIDOS Y DERRUMBES	23.93637 - 106.431611	REMOCIÓN DE MASAS	Construcción de obras de contención como: muros de mampostería de	CD_ 01

					<p>piedra, de gravedad, semigravedad, voladizos, contrafuerte, retención o de tierra, pantalla pasiva o activa. (SAN IGNACIO)</p>
FALLAS Y FRACTURAS	MUNICIPIO	FALLAS Y FRACTURAS			<p>Elaboración y/o actualización del reglamento de construcción en zonas de afectación por fallas geológicas, especificando características constructivas que aseguren la integridad de las estructuras.(MUNIC IPIO)</p>

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 6.2 Geológicos

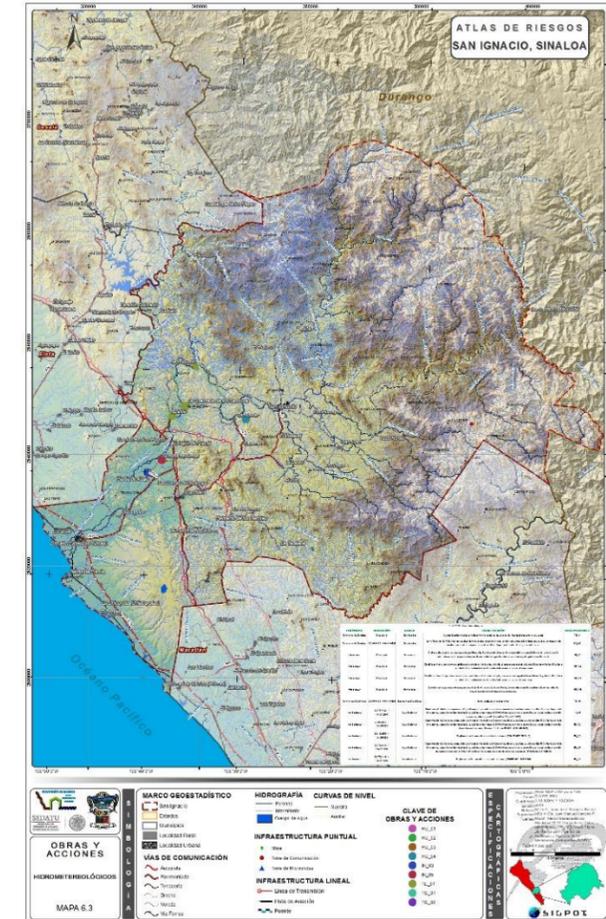
Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

Tabla VI.3 Hidrometeorológicos

FENÓMENO	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA / ACCIÓN	OBS
Tormenta de Granizo	Municipal	Granizadas	Cursos de orientación para informar a la población acerca del riesgo al que están expuestos	TG_01
Tormenta de Granizo	23.949881 -106.610424	Granizadas	Identificación de viviendas con techos de materiales como lámina de cartón, asbesto, policarbonato y teja de barro, para la implementación de un programa de sustitución por materiales de mayor resistencia.	TG_02
Huracanes	Municipal	Huracanes	Elaboración de plan de emergencia por Huracán, Realizar simulacros de evacuación en caso de Huracán, establecer la estructura social organizativa para la atención de la población antes durante y después de un Huracán.	HU_01
Huracanes	Municipal	Huracanes	Establecer las rutas de evacuación para cada localidad del municipio, elaborar cartografía de su ubicación y darles difusión a los habitantes mediante la instalación de letreros y mapas informativos.	HU_02
Huracanes	Municipal	Huracanes	Establecer los refugios temporales para cada localidad del municipio, elaborar cartografía de su ubicación y darles difusión a los habitantes mediante la instalación de letreros y mapas informativos.	HU_03
Huracanes	Municipal	Huracanes	Establecer los puentes aéreos para traslado de víveres a las localidades, abastecimiento de combustible o traslados de emergencias por enfermedad o accidente.	HU_04
Tormentas Eléctricas	23.949881 -106.610424	Tormentas Eléctricas	Instalación de un pararrayos	TE_01
Inundaciones	23.727162 -106.782507	Inundaciones	Construcción de bordo de protección, de tipo perimetral, diseñado para resistir avenidas superiores a los 500 años de periodo de retorno, y considerando tránsito de avenidas en un tramo de 3000.00 m con centro de gravedad en la población y hasta la desembocadura con el Océano Pacífico. (DIMAS)	IN_01
Inundaciones	23.832458 -106.659928	Inundaciones	Construcción de bordo de protección, de tipo perimetral, diseñado para resistir avenidas superiores a los 500 años de periodo de retorno, y considerando tránsito de avenidas en un tramo de 3000.00 m con centro de gravedad en la población y hasta la	IN_02

Inundaciones	23.832458 -106.659929	Inundaciones	desembocadura con el Océano Pacífico. (PIAXTLA DE ABAJO) Reglamentar la zona de crecimiento urbano. (PIAXTLA DE ABAJO)	IN_03
Inundaciones	23.762848 -106.710930	Inundaciones	Construcción de bordo de protección, de tipo perimetral, diseñado para resistir avenidas superiores a los 500 años de periodo de retorno, y considerando tránsito de avenidas en un tramo de 3000.00 m con centro de gravedad en la población y hasta la desembocadura con el Océano Pacífico. Se recomienda bordo a base de gaviones. (PIAXTLA DE ARRIBA) Reglamentar la zona de crecimiento urbano. (PIAXTLA DE ARRIBA)	IN_04 IN_05

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014



Mapa 6.3 Hidrológicos

Fuente: Modelación Cartográfica. SIGPOT 2014

